



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**ASSOCIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL COM EXCESSO DE
PESO E ADIPOSIDADE CORPORAL EM ESCOLARES DE
8 A 14 ANOS DE FLORIANÓPOLIS/SC**

DOCTORADO

Jucemar Benedet

**Florianópolis
2014**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Jucemar Benedet

**ASSOCIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL COM EXCESSO DE
PESO E ADIPOSIDADE CORPORAL EM ESCOLARES DE
8 A 14 ANOS DE FLORIANÓPOLIS/SC**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Adair da Silva Lopes.

Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos.

Área de Concentração: Atividade Física Relacionada à Saúde

Linha de Pesquisa: Educação Física, Condições de Vida e Saúde

Florianópolis
2014

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.**

Benedet, Jucemar

Associação da Maturação sexual com excesso de peso e adiposidade corporal em escolares de 8 a 14 anos de Florianópolis/SC / Jucemar Benedet ; orientador, Adair da Silva Lopes ; coorientador, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos. - Florianópolis, SC, 2014.

155 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Puberdade. 3. Criança. 4. Adolescente. 5. Sobrepeso. I. Lopes, Adair da Silva. II. Vasconcelos, Francisco de Assis Guedes de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Jucemar Benedet

**ASSOCIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL COM EXCESSO DE
PESO E ADIPOSIDADE CORPORAL EM ESCOLARES DE
8 A 14 ANOS DE FLORIANÓPOLIS/SC**

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Educação Física, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, ____ de _____ de 2014

Banca Examinadora:

Prof. Adair da Silva Lopes, Dr. (Orientador)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Adami, Dr.
Faculdade de Medicina do ABC

Profª. Carmem Cristina Beck, Drª
Instituto Federal de Santa Catarina

Profª Kelly Samara da Silva, Drª
Universidade Federal de Santa Catarina

Profª. Rosane Carla Rosendo da Silva, Drª
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos mestres, pela convivência,
aprendizado e amizade.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial ao meu pai, Sr. José Benedet, e à minha mãe, Sra. Adelir Maria Benedet, que me deram apoio incondicional em todas as etapas desta caminhada. Ao seu Zézo (pai), obrigado por tudo, mas acima de tudo pelo incentivo à leitura desde a meninice, pela amizade e parceria de toda uma vida. A Dona Adelir, pelos afagos carinhosos e pelos preciosos ensinamentos que fortaleceram valores tão fundamentais, como respeito e integridade. Vocês foram fundamentais com seus esforços e persistência em épocas tão difíceis. Obrigado por tudo!

À minha querida esposa Claudia, pela convivência de longos e prazerosos 18 anos e pela construção de uma linda família. Você acompanhou e incentivou meu retorno à vida acadêmica, que sempre foi meu grande desejo. Fazer um mestrado e depois doutorado, trabalhando em pelo menos duas instituições de ensino superior e viajando quase todas as noites foi um grande desafio que superamos graças a sua compreensão e paciência. Obrigado por nossas maravilhosas meninas, Luíza e Beatriz, que encantam nossos dias com novidades, peraltes e com o desafio de educar. Espero estar mais próximo nos anos que seguem e desfrutar da vida e da família que construímos.

Aos meus irmãos, Névio, Cristina e Ester, pela convivência harmoniosa e por fazerem parte desta família. A infância, rica em aventuras e possibilidades, nos tornou hoje adultos responsáveis e vitoriosos. Espero que nossa convivência possa sempre continuar enriquecendo nossas vidas e de nossos filhos e que nossa união e amizade perdurem e se fortaleçam cada vez mais.

Ao meu orientador, Adair da Silva Lopes, pela competência e tranquilidade com que conduz suas orientações e aulas, pela amizade e ensinamentos desde os tempos da graduação. Dessa época, 1994, recordo-me em detalhes de uma aula de treinamento esportivo, em que realizamos um teste de esforço submáximo em uma bicicleta, no antigo laboratório nas proximidades de onde hoje é sua sala. Na época era um diferencial e já demonstrava o apreço e a competência relativa à vida acadêmica. Embora os ensinamentos e orientações sejam fundamentais nesta caminhada, a atitude e disponibilidade para me orientar representam um gesto que jamais esquecerei. Espero retribuir com parcerias, amizade e disponibilidade. Muitíssimo obrigado!

Ao meu coorientador, Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos, pelo acolhimento, pela possibilidade de utilizar o banco de dados nesta tese e pelas parcerias. Você representa um exemplo enquanto mestre e pessoa, pela sua organização, discernimento e pela maneira sempre correta e proativa que conduz as atividades. Professor e amigo Chico, pode sempre contar comigo.

Aos Profs. Drs. José Cazuya de Farias Junior, Carmem Cristina Beck, Kelly Samara da Silva e Rosane Carla Rosendo da Silva, pela disponibilidade em fazer parte da banca examinadora e pelas contribuições durante o processo de qualificação do projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina e todos os seus professores, por proporcionarem um ensino de qualidade que sempre servirá de referência na minha vida profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina e seus professores, pela possibilidade de participar de um grande projeto de pesquisa, aprender e contribuir com minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal de Santa Catarina e seus professores, pela oportunidade de cursar disciplinas que em muito contribuíram durante o mestrado e doutorado.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por oportunizar toda a minha formação (graduação, especialização, mestrado e doutorado) com uma qualidade que se destaca em nível nacional e internacional.

Ao Núcleo de Pesquisa em Atividade Física e Saúde (NUPAF) e todos os seus integrantes. Obrigado pela convivência, amizade e aprendizado nestes anos. Fazer parte de um grupo de pesquisa que é referência na sua área possibilitou participar de projetos, encontrar pessoas que são ícones no universo da pesquisa e, acima de tudo, cultivar amizades que tornam o universo acadêmico mais agradável e acolhedor.

Aos alunos com quem tenho aprendido diariamente no constante desafio de mediar o conhecimento. Obrigado pelos constantes incentivos!

A todas as amigas que surgiram duramente todos os anos de formação e atuação na Educação Física!

Conhecimento não é aquilo que
você sabe, mas o que você faz com
aquilo que você sabe.

(Aldous Huxley)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a associação da maturação sexual com o excesso de peso e a adiposidade corporal em escolares de oito a quatorze anos de idade, de Florianópolis, SC. Trata-se de um levantamento de abrangência municipal, de base escolar, vinculado ao projeto “Estado nutricional de escolares de sete a quatorze anos de idade do município de Florianópolis: evolução da composição corporal, tendência e prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso”, realizado em 2007. A amostra foi selecionada de forma aleatória, estratificada por região geográfica, natureza de propriedade da escola (pública e privada) e proporcional ao tamanho do estrato. O processo amostral resultou na participação de 2.335 escolares de oito a quatorze anos de idade (1107 do sexo masculino, 47,4%). Na análise estatística, a variável independente (maturação sexual) foi analisada em relação ao excesso de peso, excesso de adiposidade corporal, excesso de circunferência da cintura e pela razão cintura/estatura, segundo o modelo univariado e múltiplo de regressão de Poisson, adotando variância robusta e estratégia *stepwise forward* para entrada no modelo múltiplo. Em relação ao sexo feminino, tendo como referência a maturação sexual normal, os resultados evidenciaram que as escolares com maturação sexual precoce apresentaram maior prevalência de excesso de peso, com valor ajustado de razão de prevalência (IC95%) igual a 1,69 (1,20; 2,40); as escolares com maturação sexual tardia apresentaram menor prevalência de excesso de peso, com razão de prevalência (IC95%) igual a 0,57 (0,37; 0,88). Nos escolares do sexo masculino, não foi encontrada associação entre a classificação de maturação sexual e o excesso de peso corporal ($p= 0,900$ e $p=0,091$), comparando maturação sexual precoce e tardia com maturação sexual normal, respectivamente. Relativamente à gordura corporal total e periférica, observou-se uma tendência de aumento destes indicadores com a precocidade de idade nos estágios de maturação sexual (p de tendência $< 0,001$ para todas as variáveis analisadas) entre escolares do sexo feminino. No modelo ajustado, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as variáveis de gordura corporal e classificação de maturação sexual em ambos os sexos. Quando analisados os indicadores de adiposidade central, os escolares do sexo masculino não apresentaram diferenças estatisticamente significantes para classificação de maturação sexual. As escolares classificadas com maturação sexual precoce apresentaram excesso de razão

cintura/estatura (indicador de adiposidade central), com valor ajustado de razão de prevalência (IC95%) igual a 2,82 (1,20; 6,64). Escolares com maturação sexual tardia apresentaram menores prevalências de excesso de circunferência da cintura, com valor ajustado de razão de prevalência (IC95%) igual a 0,46 (0,22; 0,98). Conclui-se que, no sexo feminino, a maturação sexual precoce aumenta a probabilidade de excesso de peso e excesso de adiposidade central (razão cintura/estatura), enquanto que a maturação sexual tardia diminui a probabilidade de excesso de adiposidade central (circunferência da cintura). No sexo masculino não foram observadas associações entre a maturação sexual, o excesso de peso e a adiposidade corporal. Essas informações são importantes, tendo em vista a relação da adiposidade corporal com a saúde na infância e vida adulta, principalmente no sentido de utilizar os estágios de maturação sexual no monitoramento e diagnóstico nutricional, durante a puberdade.

Palavras-chave: Puberdade; Criança; Adolescente; Sobrepeso; Adiposidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the association of sexual maturation with excess body weight and adiposity in children and adolescents, aged 8 to 14 years, from Florianópolis/SC. This school-based survey, covering the whole city, is part of the project “Nutritional status of school children from 7 to 14 years old in the city of Florianópolis: evolution of body composition, trend and prevalence of overweight, obesity and underweight”, conducted in the year of 2007. The study population was stratified by geographical area and school type (public or private). Sample selection was based on probability proportional to the size of the strata. The final sample consisted of 2335 students aged 8 to 14 years (1107 males, 47.4%). The relation between the independent variable (sexual maturation) and the dependent variables (excess weight, excess body adiposity, excess waist circumference and waist/height ratio) was tested with univariate and multivariate Poisson regression models, using robust variance and stepwise forward strategy for variable selection (multivariate model). Concerning females, the results showed that students with early sexual maturation had a higher prevalence of overweight, with an adjusted prevalence ratio (95% CI) of 1.69 (1.20, 2.40); on the other hand, those with delayed sexual maturation had a lower prevalence of overweight, with a prevalence ratio (95% CI) of 0.57 (0.37, 0.88) (reference group: normal sexual maturation). In male students, there was no association between sexual maturation classification and excess body weight ($p = 0.900$ and $p = 0.091$), comparing early and late sexual maturation to normal sexual maturation, respectively. There was an increasing trend of total and peripheral body fat amount according to the precocity of age at sexual maturation stage (p for trend <0.001 for all variables) among female students. In the adjusted model, no statistically significant differences were observed in body fat variables relative to sexual maturation classification in both sexes. When central adiposity indicators were analyzed, no statistically significant differences for sexual maturation classification were observed among male students. Female students classified with early sexual maturation showed increased waist/height ratio (indicator of central adiposity), with an adjusted prevalence ratio (95% CI) of 2.82 (1.20, 6.64). Delayed sexual maturation was shown to be a protective factor against excess waist circumference, with an adjusted prevalence ratio (95% CI) of 0.46 (0.22, 0.98). To conclude that, in females, early sexual maturation increases

the probability of excess body weight and excess central adiposity (waist/height ratio), while the delayed sexual maturation decreases the probability of central adiposity (excess waist circumference). Among male students, no differences were evident between sexual maturation and excess body weight/adiposity. This information is important in the view of the relation of adiposity with health in childhood and adulthood and, mainly, in order to use the stages of sexual maturation in the monitoring and in the nutritional assessment during puberty.

Keywords: puberty; child; adolescent; overweight; adiposity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estimativas da massa livre de gordura, massa gorda e percentual de gordura corporal no sexo masculino (símbolos fechados) e feminino (símbolos abertos).....	45
Figura 2 - Organograma do Processo Amostral, Florianópolis, 2007.....	73
Figura 3 - Razão de prevalência ajustada, proveniente do modelo múltiplo de regressão de Poisson, segundo classificação de maturação sexual em meninos. Brasil, 2007.....	92
Figura 4 - Curvas de crescimento de IMC segundo classificação de maturação sexual e total em escolares do sexo masculino. Florianópolis - Sul do Brasil, 2007.....	94
Figura 5 - Curvas de crescimento de IMC segundo classificação de maturação sexual e total em escolares do sexo feminino. Florianópolis, Sul do Brasil, 2007.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos estágios de maturação sexual para o sexo masculino.....	38
Quadro 2 - Descrição dos estágios de maturação sexual para o sexo feminino.....	39
Quadro 3 - Critérios para definição de excesso de peso e obesidade, de acordo com CDC, IOTF, OMS e BRASIL.....	51
Quadro 4 - Variáveis, tipo e classificação, características e medidas utilizadas neste estudo.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da população de sete a quatorze anos em Florianópolis, segundo idade e região de residência, 2006.....	68
Tabela 2 - Distribuição das escolas e dos alunos matriculados no ensino fundamental, segundo a natureza administrativa e região da cidade, Florianópolis, 2006.....	68
Tabela 3 - Distribuição da previsão de escolares selecionados (n e %) segundo tipo de escola e região da cidade, Florianópolis, 2007.....	71
Tabela 4 - Distribuição da previsão de escolares selecionados segundo tipo de escola, região da cidade e grupo etário, Florianópolis, 2007.....	71
Tabela 5 - Distribuição de escolares avaliados segundo o tipo de escola, a região da cidade, e o grupo etário, Florianópolis, 2007.....	72
Tabela 6 - Diferenças encontradas entre o proposto (incluindo 10% de perdas – tabela 4) e os dados coletados (tabela 5), Florianópolis, 2007.....	72
Tabela 7 - Características antropométricas, sociodemográficas e <i>status</i> de maturação sexual de escolares por sexo, Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.....	85
Tabela 8 - Testes de hipóteses e valores descritivos do IMC (contínuo e categórico) segundo classificação da maturação sexual de escolares de 8 a 14 anos de idade de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.....	88
Tabela 9 - Estimativas provenientes dos modelos univariado e múltiplo de regressão de Poisson para associação do excesso de peso segundo classificação de maturação sexual de escolares de 8 a 14 anos de idade de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.....	89
Tabela 10 - Testes de hipóteses e valores descritivos das variáveis de gordura corporal segundo a classificação de maturação sexual em escolares (8-14 anos de idade) de Florianópolis, SC, Brasil, 2007.....	101
Tabela 11 - Estimativas provenientes dos modelos múltiplos de regressão de Poisson para associação de excesso de gordura corporal, segundo a classificação de maturação sexual em escolares do sexo masculino (8-14 anos de idade) de Florianópolis, SC, Brasil, 2007.....	102

Tabela 12 - Estimativas provenientes dos modelos múltiplos de regressão de Poisson para associação de excesso de gordura corporal, segundo a classificação de maturação sexual em escolares do sexo feminino (8-14 anos de idade) de Florianópolis, SC, Brasil, 2007.....	102
Tabela 13 - Testes de hipóteses e valores descritivos da razão cintura/estatura e excesso de circunferência da cintura segundo classificação da maturação sexual de escolares (8 a 14 anos de idade) de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.....	105
Tabela 14 - Estimativas provenientes dos modelos univariado e múltiplo de regressão de Poisson para associação do excesso de razão cintura/estatura, segundo classificação de maturação sexual de escolares (8 a 14 anos de idade) de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.....	106
Tabela 15 - Estimativas provenientes dos modelos univariado e múltiplo de regressão de Poisson para associação do excesso de circunferência da cintura, segundo classificação de maturação sexual de escolares (8 a 14 anos de idade) de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IGF-1	Fator de crescimento
IMC	Índice de massa corporal
CC	Circunferência da cintura
RCEst	Razão cintura/estatura
WHO	Organização Mundial da Saúde
PPGEF	Programa de Pós-graduação em Educação Física
CDS	Centro de Desportos
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
GH	Hormônio do crescimento
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
LH	Hormônio luteinizante
FSH	Hormônio folículo estimulante
G	Orgão genital
PH	Pilosidade
B	Mamas (seios)
MLG	Massa livre de gordura
MG	Massa gorda
%G	Percentual de gordura
DC	Dobra cutânea
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
IOTF	<i>International Obesity Task Force</i>
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
ETM	Erro técnico de medida
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
ACASI	<i>Automated audio computer-assisted self-interview</i>
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Surveys</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC95%	Intervalo de confiança 95%
RP	Razão de prevalência
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA	25
1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO	29
1.2.1 Objetivo geral	29
1.2.2 Objetivos específicos	30
1.3 HIPÓTESES.....	30
1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO	30
1.5 ESTRUTURAÇÃO DA TESE DE DOUTORADO	31
2 REVISÃO DE LITERATURA	33
2.1 PUBERDADE.....	33
2.2 MATURAÇÃO SEXUAL	37
2.3 EXCESSO DE PESO NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA	41
2.4 ADIPOSIDADE CORPORAL.....	43
2.4.1 Índice de Massa Corporal (IMC)	49
2.4.2 Circunferência da Cintura	52
2.4.3 Razão cintura/estatura	54
2.5 MATURAÇÃO SEXUAL E EXCESSO DE PESO	56
2.6 MATURAÇÃO SEXUAL E ADIPOSIDADE CORPORAL	61
3 MÉTODOS	67
3.1 SOBRE O ESTUDO	67
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	67
3.3 EQUIPE DE COLETA DE DADOS.....	73
3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES	74
3.4.1 Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	74
3.4.2 Variáveis sociodemográficas	75
3.4.3 Medidas antropométricas e de composição corporal	75
3.4.3.1 Massa corporal	75
3.4.3.2 Estatura.....	76
3.4.3.3 Dobras cutâneas.....	76
3.4.3.4 Circunferência da cintura	76
3.4.3.5 Índice de massa corporal (IMC).....	76
3.4.3.6 RCEst	77
3.4.3.7 Gordura corporal	77
3.4.4 Maturação sexual	78
3.5 QUADRO DE VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	79
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	81

3.7 ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO	82
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4.1 PERFIL GERAL DA AMOSTRA	83
4.2 ASSOCIAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO SEXUAL E EXCESSO DE PESO	86
4.2.1 Evolução do IMC segundo o <i>status</i> de maturação sexual	94
4.3 ASSOCIAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO SEXUAL E GORDURA CORPORAL	99
4.4 ASSOCIAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO SEXUAL E ADIPOSIDADE CENTRAL	104
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
5.1 ASPECTOS RELEVANTES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE ESTUDOS	113
5.2 CONCLUSÕES	1177
REFERÊNCIAS	11921
ANEXO I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	1435
ANEXO II - Questionário Socioeconômico	1446
ANEXO III - Ficha De Dados Antropométricos	1468
ANEXO IV - PLANILHAS DE AVALIAÇÃO DOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SEXUAL	1479
ANEXO V - Ficha de Avaliação da Maturação Sexual (Estágios de Tanner) e Idade da Menarca e Espermarca	1513
ANEXO VI - Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos	1524

1 INTRODUÇÃO

1.1 FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

A pré-adolescência e a adolescência são consideradas fases em que o crescimento, a maturação e o desenvolvimento humano, processos altamente relacionados, se potencializam, podendo interferir nas relações afetivas, sociais e motoras (RÉ, 2011). Nesse momento da existência humana, os compartimentos corporais sofrem significativas alterações, influenciadas pelo advento da puberdade e pela maturidade dos órgãos sexuais. Esses fenômenos são permeados por uma complexa interação entre fatores genéticos, biológicos e ambientais, que atingem seu ápice na puberdade, com importantes influências nos aspectos físicos, psicológicos e de saúde (HILLS; BYRNE, 2010).

Do ponto de vista conceitual, a puberdade humana é uma sequência temporal composta por uma série de eventos maturacionais considerados complexos (CHAUHAN; GRISSOM, 2013; KAKARLA; BRADSHAW, 2003; SILVA; ADAN, 2003; ZEFERINO *et al.*, 2003,). A maturação representa o amadurecimento de órgãos e sistemas (MASSA; RÉ, 2010), sendo a maturação sexual, que ocorre durante o período da puberdade, o amadurecimento dos órgãos sexuais e das suas funções (BARBOSA *et al.*, 2006; ROGOL, 2002).

Esses fenômenos apresentam variabilidade no que diz respeito às idades de início e término, assim como na velocidade e magnitude com que se expressam nos sexos masculino e feminino (SIERVOGEL *et al.*, 2003). Dessa maneira, a puberdade e seus eventos podem acontecer de forma precoce, normal ou tardia, com diferentes modificações na composição corporal e crescimento (LONGUI *et al.*, 2001). A puberdade prematura caracteriza-se por um processo acelerado de maturação, enquanto que a maturação sexual precoce caracteriza-se pelo adiantamento de um evento maturacional (amadurecimento dos órgãos) em relação à idade cronológica (LONGUI, 2001; WANG, 2002). Desse modo, indivíduos que têm início adiantado da puberdade ou que atingem os estágios de maturação sexual com idades mais precoces são considerados com maturação sexual precoce (GOLUB *et al.*, 2008; MALINA; BOUCHARD, 1991; 2009).

Para Tanner (1986), o diagnóstico da puberdade precoce é realizado pela idade limítrofe de oito e nove anos de idade, nos respectivos estágios, tanto para o sexo masculino quanto para o feminino. Nesse sentido, diversos estudos compilados em revisão de

literatura, que procuraram identificar o início dos eventos maturacionais, incluíram crianças a partir de oito anos de idade ou até idades mais precoces (EULING, *et al.*, 2008).

Na puberdade, período em que as características gerais do indivíduo adulto começam a se formatar, ocorrem modificações de composição corporal, que caracterizam o processo de crescimento e desenvolvimento da adolescência (BARBOSA *et al.*, 2006). A principal questão em torno dessas modificações, considerando que a puberdade é um período crucial para o incremento da massa corporal e da gordura corporal (LABAYEN *et al.*, 2009), é o significativo aumento da gordura corporal observado nas últimas décadas em crianças e adolescentes, em todo o mundo, sem sinais evidentes de redução em curto prazo (FINUCANE *et al.*, 2011). No Brasil, dados de inquéritos nacionais corroboram a tendência mundial de aumento de casos de obesidade na infância (IBGE, 2010).

Nesse contexto, a literatura tem procurado esclarecer os processos envolvidos na maturação sexual e suas inter-relações com o estado nutricional, notoriamente com relação à adiposidade corporal. O início adiantado da puberdade e da maturação sexual, identificado por meio dos estágios de desenvolvimento sexual e idade da menarca, tem sido a estratégia mais utilizada na tentativa de identificar diferenças na composição corporal e no crescimento, em crianças e adolescentes (SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010).

No universo dos estudos, relacionando a maturação sexual, o excesso de peso e a adiposidade corporal, diferentes indicadores de composição corporal têm sido utilizados. O indicador mais encontrado na literatura é o IMC, que é o Índice de Massa Corporal (ADAIR; GORDON-LARSEN, 2001; ADAMI; VASCONCELOS, 2008; ANDERSON *et al.*, 2003; HIMES *et al.*, 2006; KAPLOWITZ *et al.*, 1999; KEIZER; MUL, 2001; WANG, 2002), seguido de indicadores da adiposidade central, por meio da circunferência da cintura e/ou da razão cintura/estatura (BRATBERG, 2007; KINBLUM *et al.*, 2006; SANDHU *et al.*, 2006; BIRO *et al.*, 2010) e a gordura corporal, obtida a partir das dobras cutâneas (IBANEZ *et al.*, 2003; VAN LENTHE, *et al.*, 1996).

A maioria dos estudos tem concluído que há uma estreita ligação entre puberdade, maturação sexual e aumento da massa corporal e da adiposidade corporal, o que pode levar ao desenvolvimento da obesidade (HILLS; BYRNE, 2010; PIERCE; LEON, 2005). Muitos estudos de associação, principalmente entre adolescentes do sexo feminino, reafirmam a relação entre esses fenômenos (ADAIR;

GORDON-LARSEN, 2001; ADAMI; VASCONCELOS, 2008; ANDERSON *et al.*, 2003; HIMES *et al.*, 2006; WANG, 2002; KAPLOWITZ *et al.*, 1999; KEIZER; MUL, 2001).

No sexo masculino, há uma maior tendência de que a maturação sexual precoce apresente menores prevalências para o excesso de peso e de adiposidade corporal, embora existam estudos em que não são observadas diferenças significantes (ADAMI; VASCONCELOS, 2008; BRATBERG *et al.*, 2007) ou apresente prevalências maiores entre os classificados com maturação sexual precoce (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Estudos longitudinais têm observado que o IMC e o excesso de gordura corporal, em idades anteriores à puberdade, podem aumentar a chance de eventos maturacionais precoces (DAVISOM *et al.*, 2003; LEE *et al.*, 2007; ONG *et al.*, 2006). Porém, outros estudos, com delineamento similar, demonstraram que o IMC ou a adiposidade corporal podem não ser decisivos para desencadear a maturação sexual, e que o aumento da massa corporal e da adiposidade pode ser uma consequência da maturação sexual (BUYKEN *et al.*, 2009; DEMERATH *et al.*, 2004; LARON, 2004; PIERCE; LEON, 2005).

A hipótese de que o aumento do IMC e da adiposidade corporal seja uma consequência da puberdade está baseada nos eventos desencadeados neste período, que favorecem esta condição. Os mais citados são o aumento dos fatores de crescimento do tipo IGF-1 (*Insulin-like growth factor 1*), da leptina, da aromatização do tecido adiposo e produção de estrogênios (MARCOVECCHIO; CHIARELLI, 2013; SOLORZANO, MCARTNEY, 2010). Por outro lado, a elevação do IMC e o aumento da gordura corporal, em idades que antecedem a puberdade, podem não ser necessariamente preditores da precocidade de indicadores de maturação sexual, tendo em vista que nem sempre é observada a presença de esteroides sexuais (testosterona e estradiol) com o aumento da massa corporal e da adiposidade corporal (JASIK; LUSTIG, 2008).

A associação entre os eventos maturacionais, o IMC e a adiposidade corporal, embora evidente, é considerada complexa quanto ao seu entendimento, devido a estes fenômenos estarem interligados e mediados por fatores biológicos e ambientais (BRATBERG, 2007; DEMERATH *et al.*, 2004; PIERCE; LEON, 2005). Portanto, a relação entre puberdade, maturação sexual e obesidade continua a ser um assunto a ser debatido e investigado (ADAIR, 2008), muito em função da dificuldade de quantificar os efeitos de cada um destes fenômenos, assim como suas consequências sobre os compartimentos corporais e sua distribuição (BRATBERG, 2007).

Além das dúvidas e dificuldades supracitadas, a relação entre a maturação sexual e os indicadores de obesidade ainda apresenta lacunas na literatura. Uma delas é o padrão de associação entre crianças e adolescentes do sexo masculino, que não apresenta uma tendência estabelecida tal qual observado entre crianças e adolescentes do sexo feminino (ADAMI; VASCONCELOS, 2009). A puberdade, no sexo masculino, nos seus diferentes aspectos, não tem recebido a mesma atenção, quando comparada ao sexo feminino (SORENSEN *et al.*, 2012). Dessa forma, Wagner *et al.* (2012) destacaram que as inconsistências permanecem, sendo necessárias novas investigações que abordem a maturação sexual e a composição corporal em crianças e adolescentes do sexo masculino.

Outra lacuna existente diz respeito à falta de estudos que analisaram conjuntamente o *status* de maturação sexual, o IMC, a adiposidade central e a gordura corporal em crianças e adolescentes. A maioria dos estudos utilizou unicamente o IMC, alguns poucos a adiposidade central e/ou gordura corporal. A razão cintura/estatura (RCEst), por exemplo, tem sido pouco utilizada em estudos com a maturação sexual (BIRO *et al.*, 2010), sendo este um indicador importante, pois ajusta a quantidade de adiposidade central pela estatura. Autores destacaram a praticidade dos pontos de corte para esse indicador e argumentaram que seria interessante que fossem realizados, no Brasil, estudos que comparassem a RCEst com diferentes desfechos, em ambos os sexos, por se tratar de uma medida com representação estatística significativa (PITANGA; LESSA, 2006).

Frente ao exposto, fica evidente a necessidade de mais estudos com o objetivo de melhor compreender os fenômenos que envolvem a maturação sexual e indicadores antropométricos de obesidade em crianças e adolescentes. Particularmente, no Brasil existem poucos estudos avaliando a influência da maturação sexual sobre o excesso de peso em crianças e adolescentes (PINTO *et al.*, 2010). Novos estudos são necessários no sentido de elucidar a influência dos estágios de maturação sexual na evolução dos parâmetros antropométricos e de composição corporal (BARBOSA, 2006).

Se por um lado existem lacunas e poucos estudos, por outro parece haver consenso de que, para avaliar as modificações antropométricas e de composição corporal, sempre que possível, deve-se considerar, além da idade cronológica, o estágio de maturação sexual, principalmente nos anos que antecedem a puberdade e durante a adolescência (BARBOSA, 2006; SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010). Linhares *et al.* (2009) afirmaram que a idade cronológica deve

ser observada como indicador importante na caracterização de mudanças corporais, mas não deve ser considerada a causa e o elemento principal, para que não se cometam erros de avaliação.

No contexto da Educação Física, constantemente é avaliada a composição corporal de crianças e adolescentes nas escolas e, mais recentemente, nas equipes de saúde da família, por meio do Índice de Massa Corporal. Nesse processo, é essencial considerar os estágios de maturação sexual, pois proporciona uma maior validade para os indicadores do crescimento somático e seus componentes, além de permitir uma análise mais adequada do crescimento e desenvolvimento (CHIPKEVITCH, 2001; PINTO *et al.*, 2010).

De fato, desde a década de 1990, indicadores de maturidade — como a menarca, o estadiamento de maturação sexual e o momento do máximo crescimento — são considerados fatores que podem afetar a validade do IMC na infância (DANIELS *et al.*, 2000). Além disso, nessa faixa etária, as medidas e os indicadores antropométricos de obesidade são importantes para o diagnóstico do excesso e da distribuição de gordura corporal, com vistas a prevenir a obesidade, considerada fator de risco primário para várias doenças não transmissíveis (WHO, 2009).

Esta investigação pretende ampliar o corpo de conhecimentos sobre a maturação sexual, excesso de peso e adiposidade corporal em escolares de oito a quatorze anos de idade, fornecendo dados que possibilitem a sua melhor compreensão. Diante das evidências de que a maturação sexual tem influência significativa na composição corporal, este estudo buscará responder a seguinte questão: qual o grau de associação do *status* de maturação sexual com o excesso de peso, a adiposidade central e a gordura corporal em escolares de oito a quatorze anos de idade, do município de Florianópolis, SC?

1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a associação da maturação sexual com o excesso de peso e adiposidade corporal em escolares do sexo masculino e feminino, na faixa etária de oito a quatorze anos de idade, de Florianópolis, SC.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Verificar a associação entre *status* de maturação sexual e o excesso de peso (IMC) em escolares de oito a quatorze anos de idade de Florianópolis, SC;
- b) Verificar associação entre *status* de maturação sexual e a gordura corporal (total e periférica) em escolares de oito a quatorze anos de idade, de Florianópolis, SC;
- c) Verificar associação entre *status* de maturação sexual e adiposidade central (circunferência da cintura, razão cintura/estatura) em escolares de oito a quatorze anos de idade, de Florianópolis, SC.

1.3 HIPÓTESES

As hipóteses foram elaboradas tendo por base a literatura revisada para a realização do estudo.

- (1) A maturação sexual precoce está associada ao excesso de peso corporal em escolares do sexo feminino.
- (2) A maturação sexual precoce está associada ao excesso de adiposidade central em escolares do sexo feminino.
- (3) A maturação sexual precoce está associada ao excesso de gordura corporal em escolares do sexo feminino.
- (4) A maturação sexual, independente dos estágios de maturação, não está associada ao excesso de peso, ao excesso de adiposidade central e à gordura corporal em escolares do sexo masculino.

1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo delimita-se a estudar a associação da maturação sexual com o excesso de peso e a adiposidade corporal em uma amostra de escolares, de ambos os sexos, com faixa etária de oito a quatorze anos de idade, das redes pública e privada, do município de Florianópolis, SC. Este estudo está vinculado à pesquisa “Estado nutricional de escolares de sete a quatorze anos do município de Florianópolis: evolução da composição corporal, tendência e prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso”, realizado no ano de 2007. Projeto financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq/Processo 402322/2005-3.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DA TESE DE DOUTORADO

Considerando a Norma 02/2008 do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEF/CDS/UFSC), que dispõe sobre instruções e procedimentos normativos para a elaboração e defesa de dissertações e teses, esta tese foi desenvolvida e estruturada no modelo tradicional. Posteriormente, o trabalho investigativo será estruturado em artigos científicos, conforme recomendações normativas.

Nesse sentido, na sequência de apresentação desta tese, o segundo capítulo aborda a revisão de literatura realizada; o terceiro capítulo trata do método; o quarto capítulo apresenta os resultados e a discussão e, por fim, o quinto capítulo, as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PUBERDADE

A puberdade humana é uma sequência temporal composta por uma série de eventos maturacionais considerados complexos. Inclui eventos biológicos que acarretam amadurecimento e surgimento de características sexuais secundárias, crescimento linear acelerado e o estabelecimento da capacidade reprodutiva (CHAUHAN; GRISSOM, 2013; KAKARLA; BRADSHAW, 2003, SILVA; ADAN, 2003). Deve ser considerada como uma etapa de transição no processo contínuo de crescimento, um período de transição entre a pré-adolescência e a vida adulta, em que, além da maturidade biológica do sistema reprodutivo, ocorrem importantes alterações psicológicas e comportamentais (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2012; MALINA; BOUCHARDE; BAR-OR, 2009).

Nessa fase ocorre o amadurecimento dos caracteres sexuais primários (genitais e gonádicos) e o surgimento e amadurecimento dos caracteres sexuais secundários — desenvolvimento dos seios e pilosidade em meninas e desenvolvimento do órgão genital e pilosidade em meninos (MALINA; BOUCHARDE; BAR-OR, 2009; ZEFERINO *et al.*, 2003).

Caracteriza-se, portanto, pelo conjunto de modificações corporais que ocorrem no indivíduo em crescimento e desenvolvimento, tendo por marco inicial quando a criança, sexualmente imatura, começa a apresentar caracteres sexuais secundários, que se vão desenvolvendo pela crescente ação hormonal, até adquirir o completo amadurecimento sexual, característico da fase adulta (MALINA; BOUCHARDE, BAR-OR, 2009; MASSA; RÉ, 2010; PAPALIA; OLDS, 2000).

A puberdade no sexo feminino começa, geralmente, pelo surgimento do botão mamário, seguido pelo estirão da estatura, ocorrendo a menarca no fim da puberdade, quando a velocidade de crescimento está decrescendo. Após a menarca, a menina ainda cresce em média 7,5 cm, podendo variar de 3 a 17 cm. A puberdade no sexo masculino começa pelo aumento dos testículos, considerando-se o início da puberdade quando o volume testicular está em 4 cm³, e o estirão puberal quando os testículos atingem de 8 a 10 cm³ (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2012; ZEFERINO *et al.*, 2003).

Essa transformação ocorre com distintas características nos sexos masculino e feminino, com destaque para o início e término em idades

mais precoces, no sexo feminino. Além disso, nesse período, entre crianças e adolescentes do sexo masculino, há uma tendência de redução do percentual de gordura, enquanto que nas crianças e adolescentes do sexo feminino o percentual de gordura tende a aumentar (VELDHUIS *et al.*, 2005). Nessa fase, entre a infância e adolescência, acontece a mais acentuada taxa de crescimento linear desde os primeiros anos de vida. A estatura e a massa corporal sofrem intensas modificações, aproximando-se das características antropométricas da idade adulta (ROGOL *et al.*, 2002).

A fisiologia da puberdade normal nada mais é do que a reativação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. Durante a vida fetal e a infância, meninos e meninas apresentam uma significativa atividade secretora de hormônio do crescimento (GH), que, por sua vez, estimula a secreção de gonadotropina pela pituitária e pelas gônadas, aumentando a produção de hormônios (SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010). Tal fenômeno passa por redução de intensidade nas idades que antecedem a puberdade, o que acarreta uma redução na secreção de hormônios, fato este que não está bem esclarecido na literatura (GRUMBACH, 2002). De modo geral, com a chegada da puberdade ocorre a reativação e o aumento do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) pulsátil, o que representa um efeito cumulativo de complexas interações hipotalâmicas, que são marcadamente influenciados por fatores genéticos, biológicos e ambientais (SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010).

No sexo feminino, em síntese, ocorre o amadurecimento hipotalâmico, produzindo o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que estimulará a secreção de gonadotrofinas hipofisárias: hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH). Nas mulheres, o FSH estimula o crescimento dos folículos ovarianos e a secreção de estrogênio, enquanto o LH promove a maturação do folículo ovariano e, mais tarde, a produção de estrogênios pelo ovário (MALINA; BOUCHAR; BAR-OR, 2009). Adicionalmente, as gonadotrofinas produzidas pela hipófise estimulam o ovário à produção de fatores de crescimento (IGF-1) e, principalmente, de estrogênio, responsável pelo surgimento de algumas características sexuais e, mais adiante, também pela produção de progesterona (ZERWES, 2004).

No sexo masculino, ocorre um processo similar, com aumento na liberação pulsátil de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) pelo hipotálamo, que estimula a secreção de hormônio folículo-estimulante (FSH) e de hormônio luteinizante (LH), a partir da hipófise. Nesse caso, o FSH promove o crescimento dos túbulos seminíferos e estimula a produção de esperma, enquanto o LH estimula a produção de

testosterona por meio das células de Leydig (MALINA; BOUCHAR; BAR-OR, 2009). Em síntese, no sexo masculino esses fenômenos promovem uma subsequente esteroidogênese gonadal com aumento da produção de testosterona e posterior espermatogênese (TINGGAARD *et al.*, 2012).

A relação GH e fatores de crescimento do tipo IGF está bem estabelecida na literatura e corrobora os aspectos de crescimento observados na puberdade (THANKAMONY *et al.*, 2012^a). De fato, o amadurecimento derivado da puberdade e o consequente aumento da liberação de esteroides sexuais têm uma influência marcada no crescimento dos compartimentos corporais mediados pelo do eixo GH-IGF-1 (COUTANT *et al.*, 2004; MAURAS 2001). Outros hormônios, como a insulina e a leptina, também estão envolvidos nesse contexto, porém com papéis fisiológicos ainda incertos na sua totalidade (THANKAMONY *et al.*, 2012).

Recentemente, o papel da leptina em relação à puberdade tem merecido maior atenção por parte de pesquisadores. As concentrações de leptina plasmática de crianças e adolescentes estão bastante relacionadas com as mudanças de composição corporal durante o processo de crescimento (MARTOS-MORENO *et al.*, 2009). No sexo masculino, as concentrações de leptina diminuem durante o processo pubertário, pelo ganho de massa magra; no sexo feminino, ocorre o inverso, pois, durante a puberdade, as meninas ganham massa gorda, propiciando aumento das concentrações de leptina (VERNER *et al.*, 2006). No hipotálamo, a leptina acelera a pulsação de liberação do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), age também na glândula pituitária, estimulando a produção do hormônio luteinizante (LH) e do hormônio folículo estimulante (FSH), e, nos ovários, regulando a produção de hormônios esteroides (KAPLOWITZ, 2008; MOCHOS *et al.*, 2002).

Além disso, os efeitos fisiológicos da leptina incluem a redução do apetite e o aumento da termogênese. Portanto, uma concentração adequada de leptina informa o sistema nervoso central sobre as reservas de energia, e se estas são adequadas para o processo de demandas energéticas intensivas decorrentes do desenvolvimento puberal. Isso permitiria a ativação central do eixo GnRH e da secreção de gonadotropina. Embora a leptina mereça destaque importante como um fator permissivo, por si só não parece reunir mecanismos suficientes para iniciar a puberdade nos casos de obesidade (KAPLOWITZ, 2008; MARTOS-MORENO *et al.*, 2009).

O desenvolvimento puberal, portanto, envolve a maturação química de tecidos do corpo, incluindo a quantidade e distribuição de tecido adiposo, o aumento da massa óssea, da massa livre de gordura. Em ambos os sexos existe a possibilidade de experimentar aumentos rápidos nas taxas de gordura corporal, embora a proporção final do aumento de gordura corporal, além de mais lenta, é significativamente menor em rapazes, fruto de um rápido e simultâneo aumento da massa magra (SIERVOGEL *et al.*, 2003)

Quanto à sua cronologia, a puberdade pode ocorrer em distintas idades e, muitas vezes, de forma prematura. A puberdade precoce é caracterizada pelo processo acelerado de maturação. É verificada por meio da idade cronológica nos estágios de desenvolvimento de seios em meninas (B2) e de órgão genital em meninos (G2). Em relação à faixa etária, desde 1940 e posteriormente revisada na década de 60, o diagnóstico da puberdade precoce é realizado pela idade limítrofe de oito e nove anos, nos respectivos estágios, para meninas e meninos (LONGUI *et al.*, 2001; TANNER, 1986).

Não há consenso sobre essas idades, pois é possível que o desenvolvimento puberal seja mais precoce que o anteriormente proposto. Considerando tais aspectos, o critério adotado para a idade definida como normal para o início da puberdade é baseada em pontos de corte com valores de 95% da população ou dois desvios-padrão abaixo da idade média do início da puberdade. (HERMAN-GIDDENS *et al.*, 1997; KAPLOWITS; OBERFIELD, 1999).

Relativamente à puberdade precoce, os seus efeitos adversos tendem a extrapolar as condições orgânicas. Ahmed e colaboradores (2009) apresentam as seguintes implicações: aumento dos comportamentos de risco do adolescente; estatura menor na fase adulta; aumento do IMC na idade adulta; aumento da circunferência da cintura e adiposidade; aumento do risco de diabetes na vida adulta (devido ao IMC elevado); aumento do risco para doenças cardiovasculares (incluindo a resistência à insulina, pressão arterial e síndrome metabólica); aumento do risco de câncer de mama na pré-menopausa e aumento da mortalidade por todas as causas.

A puberdade prematura, portanto, parece estar diretamente ligada a consequências deletérias à saúde. Em curto prazo tem um risco considerável relacionado às dificuldades psicossociais e, em longo prazo, sobre as doenças e agravos não transmissíveis, o que a torna um importante problema de saúde pública (MOURITSEN *et al.*, 2010; WALVOORD, 2010).

2.2 MATURAÇÃO SEXUAL

A maturação sexual é um tipo de maturação biológica que ocorre durante o período da puberdade e está relacionada ao amadurecimento dos órgãos sexuais e das suas funções, sendo este fenômeno influenciado por aspectos genéticos, biológicos e ambientais (BARBOSA *et al.*, 2006; ROGOL, 2002). Nesse sentido, a maturação é um processo e a maturidade um estado, sendo que a regulação do processo é dependente da interação de genes, hormônios, alimentação e ambiente, todos em uma complexa e não completamente compreendida interação (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Para a avaliação da maturação sexual, a idade da menarca e os estágios de maturação sexual propostos por Tanner são os métodos mais utilizados. Os critérios de Tanner (1962) são baseados em graus de desenvolvimento de mamas, no sexo feminino, de genitália externa, para o sexo masculino, e pelos pubianos em ambos os casos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Para a utilização dos critérios de Tanner, a avaliação pode ser realizada de forma direta, por meio de um avaliador/observador ou por autoavaliação, em que o avaliado indica o estágio em que ele se encontra. Em que pese a maior possibilidade de erros quando se utiliza a autoavaliação, estudos mostram uma validade, de moderada a alta (0,60 a 0,71), para as medidas de estadiamento puberal provenientes da autoavaliação e daquela realizada por profissional especializado (MATSUDO; MATSUDO, 1994, 1991).

O quadro 1 sintetiza as principais características dos estágios de maturação sexual propostos por Tanner (1962), para o sexo masculino, descritos por meio de cinco estágios, considerando a genitália (G) e a pilosidade púbica (PH).

Quadro 1 - Descrição dos estágios de maturação sexual para o sexo masculino.

Órgão genital		Pelos púbicos	
GG1	O pênis, os testículos e o escroto permanecem com características infantis até o início da puberdade.	PH1	Ausência de pelos pubianos
GG2	A pele do escroto mostra-se mais avermelhada. Os testículos e o escroto aumentam de tamanho, porém o pênis fica sem alterações.	PH2	Apresenta poucos pelos longos, pigmentados, lisos ou pouco encaracolados na base do pênis.
GG3	O pênis aumenta principalmente em comprimento e o escroto e os testículos apresentam maior crescimento.	PH3	Os pelos com tons mais escuros e encaracolados aparecem mais espalhados de forma escassa pela sínfese púbica.
GG4	Há maior crescimento dos testículos e do escroto. O pênis aumenta em comprimento, porém em maior proporção na largura.	PH4	Os pelos apresentam características similares ao adulto, mas cobrem uma área menor da sínfese púbica.
GG5	Toda a genitália externa apresenta forma e tamanho similares a do adulto	PH5	A quantidade e a qualidade dos pelos são similares a do adulto

Identificação dos estágios: G= órgão genital; PH= pelos púbicos.

Fonte: Tanner (1986); Faulkner (1996); Ahmed *et al.*(2009)

O quadro 2 sintetiza as principais características dos estágios de maturação sexual propostos por Tanner (1962), para o sexo feminino, descritos por meio de cinco estágios, considerando-se os seios (mamas) (B) e a pilosidade púbica (PH).

Quadro 2 - Descrição dos estágios de maturação sexual para o sexo feminino.

Seios (mamas)		Pelos púbicos	
BB1	Apresenta pequena elevação da papila, características da pré-adolescência	PH1	Ausência de pelos púbicos
BB2	Apresenta uma pequena saliência, com elevação da papila, aumentando o diâmetro areolar (broto mamário)	PH2	Há escasso crescimento de pelos longos pouco pigmentados, principalmente ao longo dos grandes lábios.
BB3	Seios e aréola são ampliados sem ainda apresentar uma clara separação dos seus contornos.	PH3	Os pelos são mais grossos, escuros e encaracolados, espalhados de forma moderada pela sínfese púbica.
BB4	Há uma clara projeção da aréola e papila, formando uma porção que se destaca acima do nível do seio.	PH4	Pelos similares ao adulto, porém cobrem uma área menor da sínfese púbica.
BB5	Seio se apresenta similar ao de uma mulher madura.	PH5	A quantidade e a qualidade dos pelos são similares aos de um adulto.

Identificação dos estágios: B= seios (mamas); PH= pelos púbicos

Fonte: Tanner (1986); Faulkner (1996).

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 1995) propõe que o estágio 2 do desenvolvimento da genitália seja o indicativo para o início da maturação sexual, no sexo masculino. No sexo feminino, esse indicador corresponderia ao estágio 2 de desenvolvimento das mamas.

A idade relativa a atingir esses estágios pode variar conforme características genéticas, étnicas e sociodemográficas. A literatura tem citado, com frequência, a tendência de aumento de indicadores de maturidade precoce, porém a maioria dos estudos não suporta que esta tendência seja rápida e evidente nas últimas décadas, principalmente entre meninos (AHMED *et al.*, 2009; WALVOORD, 2010).

Estudos realizados a partir do ano de 1948 e compilados em revisão apresentam médias para estágio 2, no sexo feminino, variando de 9,96 a 11,1 anos de idade, e para idade da menarca de 12,5 a 13, 4 anos, nos Estados Unidos da América. No sexo masculino, para o estágio 2, a idade variou de 10,3 a 11,9 anos (AHMED *et al.*, 2009).

De fato, embora a idade possa variar em relação à maturação sexual, observa-se, em algumas regiões, uma tendência de redução na

idade média para este evento. Na Europa, por exemplo, um grande número de países (Alemanha, Israel, Turquia, Holanda, Hungria, Espanha, Reino Unido, Bélgica, Suécia, Itália, Dinamarca) tem demonstrado taxas médias de queda da idade de menarca por década, variando entre um a três meses de idade (ONG *et al.*, 2006). No Brasil, apesar de poucos dados representativos, o início da puberdade (estágio 2) ocorre, em média, aos 9,7 anos de idade, no sexo feminino, e aos 10,7 anos de idade, no sexo masculino (COLLI, 2002). Porém, esses dados devem ser interpretados com cautela, pois a não representatividade das amostras, questões metodológicas, socioeconômicas e culturais dos países e mesmo regiões impõem limitações a tais estudos (ONG *et al.*, 2006).

O risco para o desenvolvimento puberal precoce, portanto, é mais comum no sexo feminino, considerando que a prevalência da puberdade atrasada é mais comum no sexo masculino. As crianças e adolescentes do sexo feminino tendem a ter uma maior concentração de insulina e fatores de crescimento do tipo IGF-I (CLAYTON; HALL, 2004; MURPHY *et al.*, 2004), maiores níveis de massa gorda (MAST *et al.*, 1998) e maiores níveis de leptina durante a infância (DEMERATH *et al.*, 1999), e todos estes fatores parecem contribuir para desencadear o desenvolvimento puberal.

Conceitualmente, a maturação sexual precoce caracteriza-se pelo adiantamento de um evento maturacional em relação à idade cronológica (LONGUI, 2001; WANG, 2002). O desenvolvimento de mamas, do órgão genital e a idade da menarca (sexo feminino) são utilizados como marcadores temporais de maturidade. No que concerne à menarca, aspectos relacionados à melhoria da saúde (saneamento básico, nutrição, prevenção de doenças), o menor número de filhos, a urbanização e a maior heterogeneidade da população são apontados como fatores que contribuem para uma maior precocidade observada, principalmente em meados do século passado. Convém salientar que essa tendência parece ter desaparecido nos últimos 15 a 20 anos (HAMED *et al.*, 2009). No que diz respeito ao sexo masculino, não são encontrados estudos em que a idade da espermarca tenha sido utilizada como critério para determinar a maturação sexual precoce, possivelmente em virtude das dificuldades de se obter dados confiáveis (HAMED *et al.*, 2009).

Diversas maneiras são utilizadas para classificar a maturação sexual como sendo precoce, normal ou tardia. Alguns estudos têm adotado um critério, com base na idade cronológica, em que pessoas do sexo feminino com maturação sexual precoce são aquelas que tiveram a

menarca em idades menores que 12 anos (PIERCE; LEON, 2005) ou 11 anos (ADAI; GORDON LARSEN, 2001; BIRO *et al.*, 2001). Outra possibilidade, a qual pesquisadores recorrem, neste caso para ambos os sexos, é a divisão da idade cronológica em tercís (ADAMI; VASCONCELOS, 2008), quartis (RIBEIRO *et al.*, 2006) ou quintis (BRATBERG *et al.*, 2007), para cada estágio de maturação sexual e sexo para determinar a maturação sexual e seus estágios. Em todos os casos, sujeitos no 1º intervalo de distribuição (1º tercil, 1º quartil ou 1º quintil) são considerados com maturação sexual precoce.

Independente do critério adotado, existe um consenso de que jovens entram nessa fase em idades variadas e progridem, através delas, em ritmos distintos, o que torna difícil o acompanhamento preciso, mesmo em estudos longitudinais em que as avaliações não sejam próximas (6 meses). Dessa maneira, os procedimentos para classificar adolescentes em categorias distintas de maturidade têm limitações, mas são úteis para ilustrar a variação em crescimento, associada à maturidade durante a infância e a adolescência (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

No contexto geral, independente do sexo, levantamentos longitudinais, com quantidade e qualidade nos dados, são necessários para determinar tendências relativas à puberdade e maturação sexual, se estas de fato estiverem em curso (HAMED *et al.*, 2009; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2010).

2.3 EXCESSO DE PESO NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA

Em função das consequências para a saúde durante todo o ciclo vital, o excesso de peso nas duas primeiras décadas de vida tem sido foco de pesquisas. Tal preocupação se justifica, à medida que estudos mostram aumento da prevalência nos Estados Unidos da América (LOBSTEIN; JACKSON-LEACH, 2007), em países europeus (JACKSON-LEACH; LOBSTEIN, 2006) e na América Latina (AMIGO, 2003). De modo geral, a prevalência de obesidade na infância aumentou de 4,2% para 6,7% entre 1990 e 2010 (DE ONIS *et al.*, 2010).

De fato, os dados disponíveis sobre obesidade indicam que a epidemia ainda está crescendo, com alta prevalência sendo detectada em várias partes do mundo, há vários anos, sem sinais efetivos de retrocesso (FINUCANE *et al.*, 2011). Esse fenômeno é particularmente preocupante para as grandes economias emergentes, como a Ásia, o Sudeste da Ásia e a América Latina (FINUCANE *et al.*, 2011). No Brasil, dados de inquéritos nacionais apontaram que, entre os anos de

1974 a 1989, as prevalências de excesso de peso e obesidade em crianças e adolescentes, de todas as regiões do país, apresentaram aumentos modestos ou mesmo estabilidade, e aumentos significativos entre 1989 e 2009 (IBGE, 2010).

Normalmente, em estudos populacionais, independente da idade, o excesso de peso e a obesidade são diagnosticados por meio do IMC (WHO, 2009). Na infância e adolescência, os estudos têm observado que os aumentos anuais no IMC são movidos por aumento da massa gorda e da massa livre de gordura, sendo a contribuição da massa gorda maior entre meninas, principalmente nos primeiros anos da adolescência, do que entre meninos (BIRO *et al.*, 2010).

A obesidade é conceituada como uma doença em que o excesso de gordura corporal acumulada pode atingir graus capazes de prejudicar a saúde. O excesso de peso ou risco para excesso pode também caracterizar um estágio que antecede a obesidade e estabelecem uma condição de peso excessivo relativo à estatura (MAFFEIS, 2000; WHO, 2000). A literatura reporta dificuldades para se estabelecer critérios definitivos relativos à composição corporal e o diagnóstico de quantidades consideradas excessivas de gordura corporal, em que pese não haver dúvidas sobre a eficiência de medidas indiretas, tal qual o IMC, para a classificação do estado nutricional (DE ONIS *et al.*, 2010).

Em relação à sua etiologia, a obesidade é considerada complexa e multifatorial, sendo proveniente, na maioria das vezes, de sucessivos balanços energéticos positivos aliados a desequilíbrios metabólicos de grande variabilidade (HOELSCHER *et al.*, 2013; SLAWSON *et al.*, 2013). A determinação desse desequilíbrio é considerada difícil e inclui fatores genéticos, ambientais e comportamentais. Entre crianças e adolescentes, o excesso de peso tem se mostrado associado ao sedentarismo, à inatividade física e a um padrão alimentar não saudável (HILLS *et al.*, 2007; MORENO; RODRIGUES, 2007; HOELSCHER, *et al.*, 2013).

Os fatores envolvidos na etiologia da obesidade podem ser classificados, em relação à sua origem, como sendo de ordem intrínseca e extrínseca (MANCO; DALLAPICCOLA, 2012). As características genéticas e as doenças metabólicas constituem os fatores intrínsecos. Cada vez mais tem se fortalecido o papel dos fatores hereditários no estudo da obesidade, pois determinados genes parecem mediar de forma expressiva o IMC. No entanto, a base explicativa e a capacidade preditiva de transmissão desses genes permanecem com lacunas (FAWCETT; BARROSO, 2010; MANCO; DALLAPICCOLA, 2012; VIMALESWARAN; LOOS, 2010). Complementam os fatores

intrínsecos as doenças metabólicas, sendo a principal delas o hipotireoidismo.

Entre os fatores extrínsecos a ingestão calórica excessiva, a redução da atividade física e aspectos psicossociais são elencados como os principais determinantes. Relativamente ao consumo alimentar, estudos têm defendido uma necessidade de redução da densidade energética para controle e prevenção da obesidade em crianças e adolescentes (LOUIE *et al.*, 2011; PEREZ-ESCAMILA *et al.*, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2011; SLAWSON, *et al.*, 2013). Da mesma forma, reforça-se a necessidade de aumentar os níveis de atividade física em detrimento das atividades sedentárias (KREICHAUF *et al.*, 2012; SUMMERBELL *et al.*, 2012).

Por fim, doenças de cunho psicológico, tal como a depressão, podem colaborar para o desenvolvimento da obesidade, por meio da ingestão compulsiva periódica, muito observada entre obesos. Embora seja recente o estudo da relação entre depressão e obesidade, um amplo estudo de revisão apontou a depressão como sendo um possível fator desencadeador da obesidade (INCLEDON *et al.*, 2011).

A obesidade infantil está associada a um aumento do risco para outras doenças, não só durante a juventude, mas também mais tarde, na vida adulta. Entre tais doenças incluem-se o diabetes, a hipertensão arterial, a doença arterial coronariana, doenças metabólicas e a aterosclerose (BARTON, 2012; HALFON; VERHOEF; KUO, 2012).

Existem evidências de que precursores das doenças cardiovasculares, no adulto, começam a agir na infância, com forte associação com os níveis de adiposidade corporal (NADEAU *et al.*, 2011). Isso se torna mais evidente à medida que um grande percentual (em torno de 60%) de crianças, que apresentem excesso de peso, permanecerão com esta condição no início da vida adulta, o que aumenta substancialmente o risco de desenvolvimento das doenças cardiovasculares e ratifica a associação positiva entre o IMC na infância e na idade adulta (FLYNN *et al.*, 2006; MAGAREY *et al.*, 2003).

Esses indicadores reforçam a importância do monitoramento das prevalências e do incremento de novos e amplos estudos, mas acima de tudo expõem a necessidade de medidas efetivas de intervenção ainda na infância (WHO, 2009).

2.4 ADIPOSIDADE CORPORAL

A gordura corporal ou tecido adiposo é formado basicamente por adipócitos e elementos extruturais, cujas principais funções são o

armazenamento de energia, proteção dos órgãos vitais, secretar hormônios, manutenção da temperatura e fornecimento de combustível metabólico nos períodos de jejum ou inanição (TCHERNOF, DESPRÉS, 2013). O conhecimento da regulação e distribuição da adiposidade corporal na infância e adolescência é um assunto importante do ponto de vista clínico e epidemiológico, estando em constante debate tendo em vista as implicações epidemiológicas da gordura corporal e as doenças crônicas (BERRY *et al.*, 2013; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; MIHALOPOULOS *et al.*, 2010; ONG *et al.*, 2009).

Existem diferenças na quantidade e distribuição da adiposidade entre os sexos. Assim, o dimorfismo sexual existe em pequeno grau no momento do nascimento, mas diferenças marcantes se desenvolvem durante os anos da puberdade (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2009). Relativamente à composição corporal, a partir do nascimento é possível observar diferenças na quantidade e distribuição de gordura e massa livre de gordura entre meninos e meninas. Em média, o menino recém-nascido tem cerca de 6,5% a mais de massa magra do que a menina; em termos de gordura corporal, tais valores são de aproximadamente 13% para o sexo masculino e 15% para o sexo feminino (VELDHUIS *et al.*, 2005).

No início da infância, meninos e meninas têm quantidades similares de massa gorda e massa livre de gordura fracionada. Ao final da infância, as meninas começam a ganhar gordura mais facilmente. Por volta dos 10 anos de idade, elas têm, em média, 2 kg de massa gorda a mais do que os meninos (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2009). Na puberdade as diferenças tendem a se acentuar, pois os meninos adquirem massa livre de gordura (MLG) em maior proporção e por mais tempo (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Nas meninas a massa gorda (MG) tende a se acumular mais rapidamente durante a adolescência, enquanto que nos rapazes pode até ocorrer redução da gordura corporal (ELLIS *et al.*, 2000; MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

No sexo masculino, a massa magra começa apresentar maiores diferenças aos 14 anos de idade, fruto da maturação sexual, embora possa ocorrer antes, enquanto que a massa gorda aumenta de forma mais expressiva, no sexo feminino, a partir dos 12 anos de idade, reflexo da maturação sexual em idades mais precoces, quando comparada ao sexo masculino (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2009). O que ocorre nessa fase é uma maior diferenciação dos compartimentos corporais (MLG e MG) entre os sexos, visto que o percentual de gordura tende a

se apresentar maior no sexo feminino desde a fase pré-puberal (VELDHUIS *et al.*, 2005).

Em síntese, na adolescência a gordura corporal sofre profundas modificações, tendo em curso os processos de crescimento e maturação sexual, mudanças estas significativas para a composição corporal, não só durante a puberdade, mas em todo o restante do ciclo vital (ROGOL, 2002). Em termos gerais, o sexo masculino ganha quase duas vezes mais quantidade de MLG do que o sexo feminino, enquanto que, relativamente à MG, as proporções se invertem, ocorrendo um maior aumento no sexo feminino, o que proporciona, normalmente, um declínio no percentual de gordura (%G), no sexo masculino e aumento no feminino (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

A figura 1 sumariza, por meio de dados de estudos compilados por Veldhuis *et al.* (2005), a evolução dos incrementos da massa gorda e da massa magra durante a infância e os primeiros anos da idade adulta.

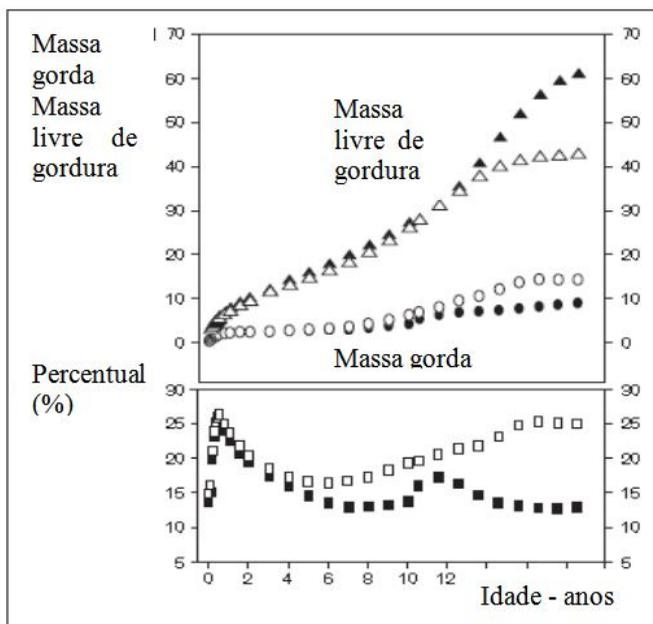


Figura 1 - Estimativas da massa livre de gordura, massa gorda e percentual de gordura corporal no sexo masculino (símbolos fechados) e feminino (símbolos abertos).

Fonte: Veldhuis *et al.*, (2005).

Assim, durante a puberdade, os meninos normalmente adquirem massa livre de gordura em uma taxa mais rápida e por um período mais longo de tempo do que as meninas (WAGNER *et al.*, 2012). Embora seja difícil atribuir uma idade com precisão, estima-se que valores plenos de massa livre de gordura sejam atingidos no sexo feminino em torno dos 15 a 16 anos e no sexo masculino dois a três anos mais tarde ((MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; TOMMISKA *et al.*, 2010). Essas diferenças no tempo e na velocidade de maturação são explicadas na medida em que os fatores reguladores da infância — como crescimento, desenvolvimento puberal e composição corporal — são intimamente ligados (ONG *et al.*, 2009).

A gordura corporal concentra-se, quanto à localização e distribuição, principalmente no compartimento subcutâneo e visceral (abdominal) e na região central e periférica, respectivamente (BERRY *et al.*, 2013). Juntamente com a massa livre de gordura (MLG) é considerado um importante indicador da composição corporal, com estreita relação com a saúde. O tecido adiposo é um tecido dinâmico, que responde a estímulos externos e de homeostase, podendo se expandir a partir de desequilíbrios hormonais e metabólicos (BERRY *et al.*, 2013). Sua formação é considerada complexa, porém a maioria dos autores concorda que seja um processo regulado por um centro nervoso cerebral, mediado por tendências biológicas, genéticas e ambientais (TCHERNOF, DESPRÉS, 2013).

Relativamente à distribuição por sexo, a topografia do tecido adiposo, no período da puberdade e mais tarde na vida adulta, apresenta particularidades entre os sexos. No sexo feminino, além da região central, a gordura tende a se distribuir nas mamas, quadris e glúteos; enquanto que no sexo masculino a maior concentração de gordura se concentra na região abdominal (DANIELS *et al.*, 2005; ROGOL, 2002). Assim, em adolescentes do sexo feminino, os quadris se ampliam e a cintura diminui com o avançar da puberdade, mesmo quando se controla a idade e adiposidade. No sexo masculino, a forma andróide se desenvolve, principalmente durante a puberdade, persistindo na vida adulta, enquanto que nas meninas, que adquirem uma forma ginóide na adolescência, podem, mais tarde, ao longo da vida, assumir uma forma andróide (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2009).

Quando se analisa somente a topografia da gordura corporal subcutânea, esta apresenta um aumento linear a partir dos seis ou sete anos de idade até o fim da puberdade, em meninas. Nos meninos ocorre um leve aumento na espessura da gordura entre sete a doze ou treze anos de idade, seguida de uma provável redução até o fim da puberdade. Em

relação à gordura abdominal, esta parece acumular-se em maior proporção do que a subcutânea durante a infância, em ambos os sexos. Porém, apresenta tendência de aumento nos meninos, a partir dos 13 ou 14 anos de idade, o que pode ser explicado em parte pela gordura subcutânea que tende a ser mais centralizada do que periférica no sexo masculino (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

O conjunto dessas diferenças representa as mudanças na quantidade e distribuição do tecido adiposo que ocorrem durante a puberdade, estabelecendo as características específicas do indivíduo adulto (ROGOL, 2002). O entendimento dessas variáveis na puberdade pode fornecer indicativos importantes sobre por que alguns indivíduos entram na idade adulta com maior risco para doenças metabólicas do que outros, principalmente entre os que apresentam maiores concentrações de gordura centralizada (MIHALOPOULOS *et al.*, 2010).

O acúmulo excessivo de gordura pode ocorrer de forma generalizada pelo corpo, mas é mais comum na região central do corpo, podendo ser subcutânea ou visceral (BERRY *et al.*, 2013). A gordura visceral fica localizada dentro da cavidade abdominal, enquanto que a gordura subcutânea encontra-se fora da cavidade abdominal (BERRY *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2006). Embora componham a chamada obesidade abdominal, esses tipos de tecido adiposo diferem em relação ao seu metabolismo, sendo considerada atualmente a gordura visceral mais nociva à saúde, por se mostrar mais associada com as doenças metabólicas, principalmente diabetes (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2006)

Nesse sentido, pesquisadores têm apontado que a distribuição da gordura corporal é mais importante que a totalidade da gordura corporal quando se mensura o risco individual para doenças (TCHERNOF, DESPRÉS, 2013). Dentro dessa perspectiva, apesar do aumento da gordura corporal total também se mostrar associado com o aumento no risco para a saúde, a gordura abdominal na infância tem se mostrado um fator de risco para comorbidades na vida adulta, tais como diabetes tipo 2, doença coronária, derrame, apneia do sono, hipertensão, dislipidemia, resistência à insulina, inflamação e alguns tipos de câncer (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2006; TCHERNOF, DESPRÉS, 2013). Esses riscos estão associados às características fisiológicas do tecido adiposo abdominal, tais como o tamanho e número dos adipócitos, a capacidade de armazenamento de lipídeos e a produção de citocinas inflamatórias. Todos esses fatores são possíveis determinantes do aumento do risco cardiometabólico e estão associados com a obesidade central (BERRY *et al.*, 2013; TCHERNOF, DESPRÉS, 2013).

Do ponto de vista epidemiológico, a obesidade abdominal tem apresentado crescimento maior que a obesidade geral, avaliada pelo índice de massa corporal, entre adolescentes. Essa tendência foi observada na Espanha, onde os valores de circunferência da cintura apresentaram um crescimento significativo entre adolescentes de 13 a 14 anos de idade, no período de 1995 a 2000-2002, aumento este independente das mudanças no IMC, em ambos os sexos (MCCARTHY *et al.*, 2003).

A mesma tendência foi constatada em outro estudo similar com crianças e adolescentes britânicos, em que o aumento da circunferência da cintura foi mais expressivo que o aumento do IMC nos últimos 20 anos, em ambos os sexos, porém com maior magnitude no sexo feminino (MORENO *et al.*, 2005).

Essa tendência de maior prevalência entre adolescentes do sexo feminino, no entanto, não é consenso em estudos mais amplos. Em revisão sistemática sobre a obesidade abdominal em adolescentes (10 a 19 anos de idade) foi observado que não está evidente qual o sexo tem uma maior prevalência, assim como não há consenso sobre metodologia e critérios a serem utilizados para a classificação. Em contrapartida, ficou evidente que adolescentes de países em desenvolvimento apresentavam menores prevalências daquelas dos países desenvolvidos (MORAES *et al.*, 2011).

De fato, existem dificuldades na avaliação da gordura corporal, em crianças e adolescentes, relativas à metodologia de avaliação, assim como o fato de não se poder desprezar os estágios de maturação sexual neste contexto, em ambos os sexos. Em vista disso, pesquisadores reforçaram a necessidade latente de novas investigações, principalmente longitudinais, para analisar a influência de diferenças individuais no tempo e ritmo da maturação sexual e sua relação com as mudanças na adiposidade corporal (STAIANO *et al.*, 2013)

Resguardadas as dificuldades de mensuração e avaliação, uma diversidade de índices antropométricos tem sido utilizada como um *proxy* para gordura total, sendo o mais tradicional o IMC. Este reflete a relação entre a massa corporal e a estatura, sem indicações precisas do componente gordura corporal. Porém, com pontos de corte específicos, pode identificar, com boa precisão, crianças e adolescentes obesos (WANG, 2004; DE ONIS *et al.*, 2013). Além do IMC, a circunferência da cintura (CC) e a razão cintura/estatura (RCE), indicadores de adiposidade central também têm sido utilizados (LEE *et al.*, 2006).

Outras estratégias de avaliação da adiposidade incluem o percentual de gordura corporal (% GC), que expressa a gordura corporal

total; a soma de dobras cutâneas (DC), que são habitualmente empregadas para quantificar a gordura corporal ou determinadas dobras cutâneas que representam a adiposidade periférica (tricipital) ou central (abdominal) (LHOMAN, 1998).

Diversos autores têm optado por definir o percentil 85 como ponto de corte para excesso de gordura corporal, embora não se observe um consenso para o diagnóstico da obesidade, com base no percentual de gordura corporal (MCCARTHY *et al.*, 2006; KURTOGLU *et al.*, 2010; PASQUARELLI *et al.*, 2010; ANTAL *et al.*, 2009; HAROUN *et al.*, 2009; MARQUES-VIDAL *et al.*, 2008; FERNANDES *et al.*, 2007).

É importante destacar que distintos indicadores de adiposidade corporal mostram diferentes dimensões, seja da quantidade ou distribuição de tecido adiposo, e podem ser usados de forma conjunta, principalmente durante a puberdade, quando as alterações na adiposidade e no crescimento tendem a influenciar no diagnóstico da composição corporal (PINTO *et al.*, 2010; SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010).

Por fim, os referidos métodos de avaliação da adiposidade — por meio da circunferência da cintura, dobras cutâneas e a razão cintura/estatura — são considerados metodologias simples e apresentam bons indicadores de correlação quando confrontados com métodos de referência como o DEXA (absotormetria radiológica de dupla energia) e a Tomografia Computadorizada (TAYLOR *et al.*, 2000; LEE; BACHA; ARSLANIAN, 2006). Adicionalmente, as DC, comparadas ao IMC, são consideradas melhores indicadoras da quantidade de adiposidade corporal (WELLS; VICTORA, 2005), além de serem consideradas medidas simples, rápidas e de custo operacional acessível.

2.4.1 Índice de Massa Corporal (IMC)

O IMC surgiu no século XIX, por meio de uma relação matemática entre a estatura e a massa corporal do indivíduo. Tal relação tem por base que essas medidas reflitam, respectivamente, medidas de natureza linear e de volume, cuja proporcionalidade é relativa ao sexo, crescimento e desenvolvimento. Logo após o seu surgimento, foi adotado como critério para diagnóstico do estado nutricional em adultos. A utilização do IMC em crianças e adolescentes é relativamente recente, datada do final da década de 1970 e início da década seguinte (HALL; COLE, 2006).

A evolução do IMC durante o ciclo vital inicia com um declínio desde a infância até a pré-adolescência (5 ou 6 anos de idade), depois

aumenta linearmente com a idade, durante a adolescência até a idade adulta. Diferenças entre os sexos são pequenas antes da adolescência, aumentando a partir de então e persistindo na fase adulta, alcançando a máxima razão de aumento no momento do estirão de crescimento, na adolescência (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Crianças e adolescentes com maturação precoce apresentam, em média, um maior IMC do que as crianças normais e tardias em maturação durante a infância e adolescência (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; WAGNER *et al.*, 2012).

No universo da avaliação, existem distintos critérios para a classificação de excesso de peso e obesidade infantil, derivados do IMC. Independente do critério, o uso do IMC e o subsequente diagnóstico de obesidade em crianças e adolescentes deve ser feito relativamente à idade e ao sexo (FREEDMAN *et al.*, 2005). Atualmente, os termos classificatórios a partir das medidas do IMC tendem a usar nomenclaturas distintas e alguns não utilizam o termo obesidade, visto que a mesma se refere ao excesso de gordura, enquanto que o IMC tem por base a massa corporal e a estatura.

O quadro 3 apresenta os critérios adotados pela Organização Mundial de Saúde (DE ONIS *et al.*, 2007), do Brasil (CONDE; MONTEIRO, 2006), do *Centers for Disease Control and Prevention* - CDC - (KUCZMARSKI *et al.*, 2002) e da *International Obesity Task Force* - IOTF - (COLE *et al.*, 2000), com suas respectivas classificações.

Quadro 3 - Critérios para definição de excesso de peso e obesidade, de acordo com CDC, IOTF, OMS e BRASIL

Referência	Definição	Índice	Pontos de corte
CDC	Percentil do índice de massa corporal (IMC) para a idade	IMC	Percentil >85 e <95 = risco para excesso de peso. Percentil ≥ 95 = excesso de peso
IOTF	Intercepção com os pontos de IMC para a classificação em adultos.	IMC	Excesso de peso relativo ao IMC >25 e <30 em adultos. Obesidade relativo ao IMC ≥ 30 em adultos.
BRASIL	Intercepção com os pontos de IMC para a classificação em adultos.	IMC	Excesso de peso relativo ao IMC >25 e <30 em adultos. Obesidade relativo ao IMC ≥ 30 em adultos.
OMS	Z-score de peso para estatura - relação entre o peso encontrado e o peso ideal para a estatura.	Peso e estatura	Z-score >1 e <2 = excesso de peso Z-score ≥ 2 = obesidade

Fonte: CDC - (KUCZMARSKI *et al.*, 2002); IOTF - (COLE *et al.*, 2000); Brasil - (CONDE; MONTEIRO, 2006); WHO - (DE ONIS *et al.*, 2007).

O Índice de Massa Corporal (IMC), definido pela massa corporal em quilogramas dividido pela estatura em metros ao quadrado, é considerado a medida padrão para o excesso de peso e a obesidade. Esse indicador antropométrico, de baixo custo, prático e de aplicação rápida, é muito utilizado em estudos epidemiológicos, em todas as faixas etárias, para diagnosticar o excesso de peso e a obesidade (DE ONIS *et al.*, 2007).

Por outro lado, as principais limitações do IMC na infância e adolescência são descritas na literatura há bastante tempo. Entre elas, podem-se destacar o crescimento da massa corporal e da estatura em proporções distintas, diferenças relativas ao processo maturacional, influência da estatura, proporcionalidade entre tronco e membros inferiores, dimorfismo sexual, origem étnica e classe social (DE ONIS *et al.*, 2013; RICARDO, ARAÚJO, 2002). Os autores supracitados reportam tais limitações, principalmente devido ao crescimento e à

maturação, quando a massa óssea e as proporções corporais de massa muscular e gordura se modificam em diferentes períodos e velocidades.

Esses fatores permitem que possam ocorrer modificações nos níveis de adiposidade sem necessariamente haver alterações no IMC, podendo o excesso de peso corporal expressar excesso de massa muscular ou, até mesmo, aumento da massa óssea (DE ONIS *et al.*, 2013; DEMERATH *et al.*, 2006). Assim, o IMC é limitado para determinar qual componente corporal encontra-se alterado. No caso de excesso de adiposidade, não tem a propriedade de avaliar a distribuição do tecido adiposo (DE ONIS, 2013). Dessa forma, o IMC serve mais como um indicador de massa corporal e gordura corporal, sendo mais sensível a gordura corporal nos extremos de peso, podendo ser um indicador razoável de adiposidade nestes casos (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

Medidas como a adoção de pontos de corte para populações específicas, utilização de outros critérios de diagnóstico de forma concomitante e a observação de indicadores maturacionais estão entre algumas das recomendações encontradas na literatura para minimizar essas limitações (DE ONIS *et al.*, 2007; HALL; COLE, 2006). Apesar de suas limitações reconhecidas, o IMC é essencial para classificação da obesidade e pode ser utilizado para classificar crianças e adolescentes obesos, com alta especificidade, identificando poucos falsos positivos (WANG, 2004; DE ONIS *et al.*, 2013).

2.4.2 Circunferência da Cintura

A circunferência da cintura (CC) tem sido apontada como um indicador antropométrico de adiposidade central, pois é preditora da gordura abdominal (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; MCCARTHY *et al.*, 2006) e tem sido utilizada para avaliar a obesidade abdominal de crianças e adolescentes em diversos estudos epidemiológicos (FORD; MOKDAD, 2008).

Ela é considerada uma medida simples, de fácil mensuração, com baixo custo operacional, bem aceita no contexto das avaliações da composição corporal e com boa sensibilidade ao acúmulo de gordura central em crianças e adolescentes, cuja prevalência de obesidade abdominal tem aumentado nas últimas décadas (VERWEIJ *et al.*, 2013)

A CC tem estreita relação com a adiposidade visceral, que se associa com as doenças metabólicas e com as doenças cardiovasculares na idade adulta (BROWNING *et al.*, 2010). Além disso, a CC está fortemente correlacionada com medidas de gordura abdominal aferida

por meio de técnicas de imagem (LI *et al.*, 2006). Estudos têm encontrado uma correlação da CC com a gordura abdominal total de crianças e adolescentes, variando de 0,84 a 0,91 (LEE; BACHA; ARSLANIAN, 2006).

A utilização da circunferência da cintura para avaliar a gordura central em crianças e adolescentes, sendo a classificação normalmente feita a partir de curvas de percentis desenvolvidas a partir de distribuições populacionais de circunferência da cintura, é relativamente recente (McCARTHY, 2006). A vantagem da circunferência da cintura é que ela permite uma estimativa grosseira da quantidade absoluta de tecido adiposo. Inicialmente, foi proposto o seu uso isolado como o melhor indicador antropométrico da quantidade absoluta de tecido adiposo central. Atualmente, está em discussão se a variação na circunferência da cintura pode ser um indicador preciso dos riscos oriundos da adiposidade central, principalmente por não distinguir os compartimentos da gordura e desconsiderar a estatura dos avaliados (TCHERNOF, DESPRÉS, 2013).

Outras questões que dificultam a sua utilização, bem como a comparação de resultados entre estudos que utilizam a CC, dizem respeito aos pontos de corte para populações específicas. Não há consenso sobre os pontos de corte da CC para identificar crianças e adolescentes com adiposidade central. Portanto, deve-se ter cautela ao comparar resultados (LEE *et al.*, 2006). Diversas populações têm pontos de corte diferentes, como exemplo para crianças e adolescentes britânicos que utilizam os percentis 91 e 98 (McCARTHY; JARRETT; CRAWLEY, 2001); enquanto canadenses propõem os percentis 90 e 95 (KATZMARZYK, 2004). Para crianças e adolescentes americanos, Fernandez e colaboradores (2004) estabeleceram o percentil 75, diferente do proposto para a população Chinesa, percentil 85 (YAN *et al.*, 2008), e para crianças e adolescentes da Malásia, percentil 90 (POH *et al.*, 2011).

Outra questão conflitante trata sobre o local de mensuração da CC em crianças e adolescentes. Sobre esse aspecto, Wang e colaboradores (2003) identificaram, em extenso estudo sobre a metodologia de avaliação da circunferência da cintura, em torno de 14 locais diferentes para a medida. Posteriormente, com intuito de aproximar os dados, concluíram que pelo menos quatro categorias de pontos anatômicos podem ser identificados: a) imediatamente abaixo da décima costela; b) menor circunferência do tronco; c) ponto médio entre a décima costela e a crista ilíaca; e c) imediatamente acima da crista ilíaca.

Adicionalmente, outro ponto conflitante citado na literatura é que a CC pode sobreavaliar ou subavaliar sujeitos, dependendo da sua estatura. É notório que para uma mesma circunferência da cintura pode haver distintas medidas de estatura, o que na realidade pode não significar uma mesma magnitude de risco (LI *et al.*, 2006).

Independente das limitações, a CC tem sido uma medida importante no contexto da infância e adolescência. Durante a fase de crescimento a gordura corporal tende a se acumular nos compartimentos subcutâneo e intra-abdominal, o que reforça a obtenção de informações sobre a CC nesta faixa etária, tornando a CC tão importante quanto o IMC (PANJIKKARAN; KUMARI, 2009).

De fato, em uma revisão sistemática de estudos publicados entre 1950 e 2008, de um total de 78 estudos analisados, os resultados prospectivos, em 22 deles, demonstraram que a CC foi um preditor significativo da adiposidade central e distúrbios cardiometabólicos mais frequentemente do que o IMC. Os demais estudos transversais analisados corroboraram a constatação de que a CC é um bom preditor de adiposidade central, diabetes e doenças cardiovasculares, e, em alguns casos, mais robusto e independente do IMC (BROWNING *et al.*, 2010).

Relativamente ao diagnóstico da obesidade, a partir do uso da CC, os resultados são conflitantes. Em revisão sistemática, Reilly *et al.* (2010) procuraram identificar se a circunferência da cintura, por idade, poderia melhorar o diagnóstico da obesidade comparado ao IMC. Nos estudos avaliados não houve nenhuma evidência de que o uso da circunferência abdominal melhorou o diagnóstico de excesso de adiposidade em crianças.

É importante reconhecer a importância da obesidade central, recomendando o uso de CC como uma ferramenta de triagem útil em muitos cuidados primários à saúde. Diversos autores recomendaram o uso da CC como uma medida adicional para detectar a obesidade em crianças, podendo ajudar a reduzir possíveis erros de classificação (BROWNING *et al.*, 2010; MORAES *et al.*, 2011; MORENO *et al.*, 2005).

2.4.3 Razão cintura/estatura

A razão cintura/estatura (RCEst) é uma medida simples, acessível, fácil de medir e calcular. Por suas características, tem boas chances de ser aceita como medida de saúde pública. É obtida a partir da divisão da circunferência da cintura pela estatura em centímetros. Por

apresentar um bom poder de predição para a gordura abdominal (PITANGA; LESSA 2006), vários pesquisadores, de forma independente, principalmente a partir da década de 1990, têm proposto a RCEst como uma medida *proxy* para a obesidade central (BROWNING *et al.*, 2010; MCCARTHY *et al.*, 2006).

Em crianças e adolescentes, por exemplo, o uso da CC sozinha tende a não avaliar com precisão o excesso de adiposidade, porque tende a não responder ao crescimento normal desta faixa etária. Por outro lado, estudos mostraram que a RCEst é uma medida válida para determinar o excesso de adiposidade em crianças e adolescentes (MIAHOPOULOS *et al.*, 2010). Assim, sugere-se, em alternativa à CC, o uso da RCEst, visto que tende a minimizar o efeito do crescimento, além de não existir o problema referente aos pontos de corte (SOTO GONZALEZ *et al.*, 2007).

A principal justificativa para o emprego da RCEst está no pressuposto de que, para uma dada estatura, há quantidade aceitável de gordura na região do tronco (MCCARTHY *et al.*, 2006). Ao se propor uma razão da circunferência da cintura pela estatura (centímetros), estima-se que o efeito da estatura sobre a circunferência da cintura seja de certa forma ajustado (McCARTHY; ASHWELL, 2006). A partir dessa constatação, um único valor limite de RCEst pode ser útil em diferentes etnias, idades e sexo, enquanto a CC requer valores limites para cada população específica (ASHWELL; GIBSON, 2009).

Outro aspecto positivo e citado na literatura é o ponto de corte sugerido para a RCEst. Tanto para adultos quanto para crianças e adolescentes, o valor da razão cintura/estatura maior ou igual a 0,5 tem sido utilizado como ponto de corte e pode ser igualmente utilizado a partir dos cinco anos de idade, em diferentes populações, independentes do sexo (ASHWELL; HSIEH, 2005; McCARTHY; ASHWELL, 2006).

Essa medida também permite identificar aquelas crianças e adolescentes que estão dentro da faixa de normalidade quanto aos aspectos relacionados à saúde (PANJIKKARAN; KUMARI, 2009). Embora o IMC também tenha por base a estatura, ele considera a massa corporal total e não a concentração de massa na região central do corpo. Assim, crianças, principalmente pré-púberes, podem apresentar discrepância nesses índices, especialmente aquelas mais altas ou baixas (TELFORD; CUNNINGHAM, 2008). Em adolescentes, isso se torna mais importante, pois tal índice pode retratar a variação da circunferência da cintura com o advento das mudanças da estatura (ALVAREZ *et al.*, 2008).

A razão cintura/estatura está fortemente correlacionada com a gordura abdominal medida usando-se técnicas de imagem (SOTO GONZALEZ *et al.*, 2007). Essa constatação foi observada a partir da década de 1990, quando demonstrou ser uma melhor preditora do acúmulo de gordura abdominal do que o índice de massa corporal, a circunferência abdominal e a razão cintura/quadril, quando utilizada a tomografia computadorizada como método de referência (ASHWELL; COLE; DIXON, 1996).

Em uma revisão sistemática de estudos publicados entre 1950 e 2008, foram analisados 78 estudos. Entre eles, 22 eram análises prospectivas, em que a RCEst foi um preditor significativo da adiposidade central e de distúrbios cardiometabólicos mais frequentemente do que o IMC. Na mesma revisão, comparando a CC e a RCEst, as análises indicaram que a RCEst pode ser uma ferramenta de triagem clínica global mais útil do que a CC, com um valor limite de 0,5, suportando a mensagem simples de saúde pública: “mantenha sua circunferência da cintura a menos da metade da sua estatura” (BROWNING *et al.*, 2010).

Por fim, analisando cada indicador, eles apresentam limitações, seja por considerar somente a massa corporal total e a estatura (IMC), por se tratar de uma medida isolada (CC) ou por ignorar a massa corporal total (RCEst). Assim, a escolha de determinado indicador requer considerar a população em estudo, os custos e os desfechos a serem analisados (BROWNING *et al.*, 2010).

2.5 MATURAÇÃO SEXUAL E EXCESSO DE PESO

A relação entre maturação sexual precoce e excesso de peso tem sido motivo de muitos estudos, cujas associações são conflitantes e as tentativas de estabelecer uma cadeia causal permanecem inconclusivas (SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010). Primeiramente, é importante reconhecer que, em certa medida, o aumento da massa corporal durante a puberdade é fisiológico. Propor parâmetros nos quais o tempo ou o ritmo da puberdade possa se constituir uma causa e/ou consequência da obesidade continua a ser um assunto de debate (ADAIR, 2008). Ou seja, parece difícil separar os efeitos da obesidade precoce dos efeitos de maturação precoce (BRATBERG, 2007).

Em outras palavras, por um lado a puberdade prematura pode ser associada com uma tendência para aumentar a deposição de gordura e, por outro, o ganho de massa/peso corporal rápido pode predispor a puberdade prematura, mas o evento que vem primeiro raramente tem

sido investigado, devido à insuficiência de estudos prospectivos neste domínio (DE LEONIBUS *et al.*, 2012).

Dúvidas sobre a inferência desses fatores sobre a cronologia destes eventos (aumento do IMC, adiposidade e maturação sexual precoce) são reportadas na literatura há bastante tempo, por meio dos estudos de Frisch e Revelle (1970). Atualmente, a hipótese de que dados não provam uma relação causal direta entre adiposidade excessiva e puberdade precoce, e que este fenômeno pode ser coincidência, tem se mostrado plausível (SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010). Independente dessas conclusões, consta que alguns autores afirmam existir evidências que suportam a hipótese que o crescimento rápido durante toda a infância, especialmente com incremento de gordura corporal e IMC, está associado com a puberdade precoce (HEGER *et al.*, 2008).

Estudos recentes têm demonstrado que essa teoria pode não ser totalmente plausível, tendo por base não existir um “*set point*” ou um ponto crítico de obesidade que poderia desencadear eventos maturacionais, como a menarca (BIRO *et al.*, 2012). Além disso, um estudo recente observou a ligação de um gene que foi associado com o tempo da puberdade (ONG *et al.*, 2011). De fato, a maturação sexual também está sob o controle genético, o que tem sido demonstrado por meio de estudos de concordância nas idades do início do desenvolvimento das características sexuais secundárias entre gêmeos, pares de irmãos e pares de mães e filhas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Esses aspectos corroboram a hipótese de que o aumento do IMC e puberdade precoce podem ser fenômenos independentes.

Em contrapartida, existem algumas evidências que sugerem que a puberdade precoce está associada a uma tendência de deposição de gordura e excesso de peso (WAGNER *et al.*, 2012). Vários estudos suportam a hipótese de que aumentos do IMC e da adiposidade corporal são independentes da condição prévia destes indicadores, ou, em outras palavras, seriam mais dependentes da maturação sexual. As conclusões do estudo de Demerath *et al.*, (2004) demonstraram que meninas diferiam em relação à massa corporal apenas após a menarca. Ou seja, maior índice de massa corporal (IMC, em kg/m²) seria uma consequência e não um determinante de início de puberdade precoce. Os autores sugerem que as mudanças seculares no IMC (aumento) e precocidade de eventos maturacionais (idade média da menarca) podem ser fenômenos independentes.

Nesse mesmo sentido, Buyken e colaboradores (2009), em estudo longitudinal, identificaram que os níveis de adiposidade corporal e IMC pré-pubere não são críticos para o desencadeamento da puberdade em meninos e meninas saudáveis. O mesmo estudo destaca que maiores valores de IMC podem afetar a progressão do desenvolvimento puberal acelerando o ritmo dos eventos maturacionais, o que resultaria na antecipação de estágios depois da puberdade.

Tal qual observado nos estudos supracitados, Laron (2004), estudando crianças e adolescentes (de 10 a 16 anos de idade) de ambos os sexos, por seis anos, concluiu que o IMC parece não ser um fator crucial para determinar a maturação sexual. Os autores apontam tendências genéticas e modificações no padrão alimentar como fatores críticos para o desencadeamento do fenômeno.

Rosenfield e colaboradores (2009) avaliaram o estadiamento puberal em crianças com IMC normal e com excesso de peso. Observaram que as que maturam mais cedo (estágio II e menarca) apresentaram prevalências significativamente superiores de excesso de peso e obesidade. A adiposidade corporal, a cor da pele (negra) foram fatores associados à puberdade precoce, independente de outras variáveis analisadas.

Em um estudo realizado na Alemanha, o IMC, a massa corporal, a estatura, o pico de velocidade de crescimento e a maturação sexual foram avaliados em 1.421 crianças em estágio pré-puberal. Os pesquisadores não encontraram nenhuma diferença significativa no estágio médio de pelos pubianos em meninos e meninas com obesidade, quando comparados com os eutróficos. Quando a análise foi restrita a crianças no estágio 2 de pelos pubianos, a idade, nesta fase, não diferiu significativamente entre os indivíduos com peso normal e obesos (HEGER *et al.*, 2008).

No sexo feminino, contudo, é possível encontrar estudos em que valores elevados de IMC mostraram valor preditivo em relação à maturação sexual precoce e outros em que esta tendência não foi observada (AHMED *et al.*, 2009). Estudos longitudinais identificaram que determinados padrões corporais, que antecedem a puberdade, podem estar relacionados a ambos os eventos (> IMC e maturação sexual precoce).

Dawisom e colaboradores (2003) acompanharam 180 meninas americanas cujos resultados apontaram que crianças com maiores valores de índices antropométricos (IMC e adiposidade), nas idades de 5 e 7 anos, possuem maior chance de ter eventos maturacionais adiantados. Em outras palavras, neste estudo, um maior percentil de

IMC aos cinco e aos sete anos de idade teve valor preditivo em relação à puberdade precoce.

Outro estudo com 354 meninas, que foram acompanhadas desde os 36 meses, revelou que um IMC maior (z-score) aos 36 meses de idade foi associado com puberdade prematura (LEE *et al.*, 2007). O estudo sugere que as taxas crescentes de obesidade podem resultar em uma média de idade mais precoce de início da puberdade, para as meninas.

Dados de um estudo com mais de 2.700 meninas, nascidas no Reino Unido, mostraram que o ganho de peso excessivo nos primeiros meses de vida foi um forte indicador de menarca precoce (ONG *et al.*, 2006). O estudo concluiu que essas tendências são influenciadas por fatores étnicos, geográficas, socioeconômicos e, principalmente, por mudanças nutricionais que têm favorecido as correlações positivas entre a puberdade e a maturação sexual precoce e o IMC na infância.

De Leonibus *et al.* (2012) estudaram 100 pré-púberes (44 meninos, com idade média de 9,01 anos e 56 meninas, com 8,70 anos de idade), comparados com 55 meninos e meninas no grupo controle com peso normal. Todos os participantes do estudo foram acompanhados prospectivamente, com seis visitas mensais com avaliação da estatura, massa corporal, índice de massa corporal (IMC) e estágio puberal. Ao final do estudo, os autores observaram que meninos e meninas obesos apresentavam um início mais precoce e uma duração mais curta da puberdade, quando comparados com aos seus pares com peso corporal normal.

Entre crianças e adolescentes do sexo feminino, no universo dos estudos transversais, alguns estudos demonstraram a associação positiva entre excesso de peso e maturação sexual precoce (ADAIR; GORDON-LARSEN, 2001; ADAMI; VASCONCELOS, 2008; ANDERSON *et al.*, 2003; HIMES *et al.*, 2006; KAPLOWITZ *et al.*, 2001; KEIZER; MUL, 2001; WANG, 2002).

De qualquer forma, independente do sexo e dos estudos com resultados conflitantes, não se pode desconsiderar o ritmo da maturação sexual, pois, independente de outros fatores, este tende a interferir no IMC e na adiposidade no período peripubertal e na vida adulta (PIERCE, LEON, 2005). De fato, quando se consideram os efeitos da maturação sexual precoce em longo prazo, observa-se uma associação com maior IMC na vida adulta, principalmente em meninas (OGDEN, 2010).

Um estudo com uma amostra do sexo feminino, acompanhado por 10 anos (10 a 18 anos de idade), independentemente da raça, as

mulheres que tiveram a maturação sexual mais cedo apresentaram maior IMC aos 18 anos de idade (BIRO *et al.*, 2010). Os autores reportam uma complexidade de fatores que podem estar relacionados com essa condição, porém reforçam a relação dos eventos maturacionais com a composição corporal na vida adulta.

Entre crianças e adolescentes do sexo masculino, além de poucos estudos, observa-se a existência de resultados conflitantes sobre a relação maturação sexual, excesso de peso e obesidade. Dados oriundos do estudo de Wang (2002) apontam uma relação de proteção para excesso de peso para os maturados precocemente, quando comparados aos maturados tardiamente. Outros estudos acenam com tendências similares em que são relatados menores valores de IMC (BIRO *et al.*, 1995; VIZMANOS; MARTI-HENNEBERG, 2000).

Por outro lado, no estudo de Ribeiro (2006), que avaliou 819 adolescentes (10 a 15 anos de idade), a maturação sexual precoce mostrou ser um fator de risco para obesidade no sexo masculino. Resultados similares foram descritos por outros levantamentos em que foi encontrada uma associação positiva entre excesso de peso e maturação sexual precoce (AKSGLAEDE *et al.*, 2009; BUYKEN *et al.*, 2009; SORENSEN *et al.*, 2010).

Wagner *et al* (2012), revisando estudos com adolescentes do sexo masculino, concluíram que a maioria dos estudos em que a relação entre obesidade e maturação sexual foi analisada mostraram que a obesidade está associada à puberdade mais cedo, e que o ganho de IMC elevado durante a infância está relacionado a um início mais precoce da puberdade e ganho de estatura reduzido durante a adolescência, enquanto os meninos com um início mais tardio da puberdade tendem a ser mais altos e menos obesos quando adultos.

A tendência de maior IMC na vida adulta, para rapazes com maturação precoce, parece não ser um caso isolado. Outro estudo investigou o efeito do tempo da puberdade sobre o IMC em 579 homens adultos, com idades entre 18 a 20 anos, concluindo que um maior IMC na fase pré-pubere prediz maior efetividade a obesidade na vida adulta (KINDBLOM, 2006).

Em contraponto, estudos em que não são observadas diferenças significativas entre estágios de maturação sexual e excesso de peso, no sexo masculino, também podem ser encontrados na literatura (ADAMI; VASCONCELOS, 2008; BRATBERG *et al.*, 2007).

Sendo assim, os dados existentes sobre o impacto da puberdade sobre a obesidade no sexo masculino são conflitantes. A associação entre IMC corporal, idade e puberdade pode ser não linear, pois a

puberdade tardia pode ser encontrada tanto em rapazes magros quanto em rapazes obesos. Estudos de base longitudinal são necessários para sanar essas dúvidas e compreender tais divergências (TINGGAARD *et al.*, 2012).

Por fim, não existem dados robustos sugerindo claramente que a obesidade está associada à prematura ativação dos eventos maturacionais. Algumas hipóteses, ainda inconclusivas, revelaram que as condições e/ou exposições iniciais do ciclo vital podem predispor crianças a maturar precocemente, independente dos níveis de adiposidade corporal (AHMED *et al.*, 2009; DIVALL; RADOVICK 2009).

Apesar da indicação de alguns estudos de que o excesso de peso corporal pode acelerar o desenvolvimento puberal, esta condição pode não representar necessariamente precocidade de indicadores de maturação sexual (JASIK; LUSTIG, 2008). Tal fenômeno estaria relacionado com a obesidade e maior produção de estrógenos, porém sem a ativação da central (gonadotrofina-dependente) da puberdade. Corrobora esta hipótese o fato de que moças púberes obesas tem uma menor secreção do hormônio luteinizante (LH) quando comparadas às eutróficas (BORDINI *et al.* 2009; MCcARTNEY *et al.* 2009). Esses dados sugerem que a adiposidade em excesso, na ausência de esteróides sexuais (testosterona e estradiol), pode não desencadear a maturação sexual.

Independente da relação causal, estudos de diferentes delineamentos sustentaram a relação entre maturação precoce, aumento do IMC e da gordura corporal em adolescentes e adultos jovens (WAGNER *et al.*, 2012). Essa relação alcança maior magnitude no sexo feminino, enquanto que, no sexo masculino, os indicadores, mesmo oriundos de estudos longitudinais, não são consensuais.

A literatura recomenda novos estudos longitudinais, incluindo componentes genéticos, biológicos e ambientais, para melhor compreender os mecanismos biológicos por trás dessas associações (SILVENTOINEM *et al.*, 2008; ZEFERINO *et al.*, 2003). O que se pode afirmar até o momento é que o início da puberdade pode ocorrer de forma precoce em ambos os sexos, com obesidade ou com peso normal (WAGNER *et al.*, 2012).

2.6 MATURAÇÃO SEXUAL E ADIPOSIDADE CORPORAL

A interação entre massa corporal, adiposidade, início e duração da maturação sexual é considerada complexa em relação a sua

cronologia, assim como em relação aos seus efeitos sobre a composição corporal na vida adulta. Dessa forma, é considerado um campo de estudo importante no contexto da saúde pública, principalmente na infância e adolescência (OGDEM, 2010). Determinados aspectos, envolvendo a maturação sexual e a composição corporal, estão mais avançados na literatura, como exemplo o comportamento da adiposidade corporal entre meninas. Outros ainda merecem um melhor detalhamento, como a distribuição da adiposidade em ambos os sexos e a interação entre adiposidade e maturação sexual entre meninos (WAGNER *et al.*, 2012).

Parece consenso que, independente dos estágios de maturação sexual, a partir da puberdade há uma tendência de maior acúmulo de gordura centralizada no sexo masculino e de gordura periférica e geral no sexo feminino (TAYLOR *et al.*, 2010). A literatura tem mostrado que, desde o período pré-puberal (5 a 7 anos de idade), meninos podem apresentar maiores concentrações de gordura na região da cintura do que as meninas (KIRKBY *et al.*, 2004; WEBSTER-GANDY *et al.*, 2003).

O advento da puberdade pode ampliar essa diferença, levando os meninos/rapazes a assumir uma forma corporal mais androide (TAYLOR *et al.*, 2010), visto que a quantidade de gordura corporal tende a aumentar secundariamente ao desenvolvimento puberal. Essa tendência está bem consolidada na literatura, por meio de estudos longitudinais. Mihalopoulos e colaboradores (2010) estudaram crianças e adolescentes por seis anos (entre 8 e 14 anos de idade) e observaram aumento dos valores de circunferência da cintura, acompanhado do aumento de adiposidade e IMC durante a puberdade.

Os resultados de um estudo longitudinal, com amostra do sexo masculino, acompanhada por 14 anos e avaliado por seis vezes, evidenciou que a maturação precoce na infância se associou com valores mais elevados de adiposidade subcutânea na idade adulta (VAN LENTHE *et al.*, 1996). Resultados similares foram apresentados por Sandhu e colaboradores (2006), quando verificaram uma maior circunferência da cintura e quadril na idade adulta, entre crianças classificadas com maturação sexual precoce.

Outro estudo investigou o efeito do tempo da puberdade sobre a massa gorda e sua distribuição em 579 homens adultos com idades entre 18 a 20 anos. Concluiu-se que o início da puberdade precoce pode prevenir, de modo mais específico, uma tendência para uma maior deposição centralizada da massa gorda, quando comparada à periférica (KINDBLOM *et al.*, 2006).

Em estudos transversais, foi possível observar casos em que a maturação sexual precoce mostrou-se associada a uma menor proporção de gordura corporal em crianças e adolescentes do sexo masculino (VIZMANOS; MARTI-HENNEBERG, 2000). Entretanto, esse efeito parece não ser totalmente dependente dos eventos maturacionais. Em estudo com adolescentes brasileiros de 10 a 15 anos de idade, independente da precocidade do evento, foi observado que o percentual de gordura corporal diminuiu progressivamente com a maturação sexual nos rapazes, enquanto que entre as moças o efeito observado foi o aumento da gordura corporal (CINTRA *et al.*, 2013)

Em revisão sobre o tema, Wagner *et al.* (2012) concluíram que os dados existentes sobre a relação excesso de gordura corporal e puberdade no sexo masculino são poucos e ainda não é possível observar uma tendência definitiva. Os autores reforçaram que, embora o efeito da obesidade sobre a temporização da puberdade seja controverso, alguns estudos mostraram que a adiposidade foi associada à puberdade precoce.

Em contrapartida, parecem existir associações mais claras entre o aumento dos valores de adiposidade e o início da puberdade no sexo feminino (WAGNER *et al.*, 2012). Ibanez e colaboradores (2006) verificaram associação da maturação sexual precoce com a adiposidade em um estudo transversal envolvendo adolescentes do sexo feminino. Nesse estudo, as medidas da adiposidade total e distribuição de gordura corporal (circunferência da cintura, razão cintura/quadril, gordura abdominal) foram significativamente maiores entre as adolescentes com maturação sexual precoce. Essa mesma tendência foi descrita por Bratberg *et al.* (2007), em que uma maior circunferência da cintura foi associada ao excesso de peso e à maturação sexual precoce. O referido estudo acompanhou adolescentes do sexo feminino por quatro anos (14,2 aos 18,2 anos).

Outro estudo, que acompanhou meninos e meninas por seis anos (8 a 14), constatou que valores mais elevados de adiposidade central (CC) e periférica, avaliados por meio de dobras cutâneas, foram observados entre as meninas com maturação sexual precoce (MIHALOPOULOS *et al.*, 2010)

No que concerne às concentrações de gordura corporal, de modo geral, em estudos que utilizaram dobras cutâneas, as medições demonstraram que as espessuras são frequentemente mais elevadas no sexo feminino, pelo menos a partir dos oito anos de idade (HEUDE *et al.*, 2006; MARINI *et al.*, 2007); que esse fenômeno se potencializa durante a puberdade, principalmente devido ao aumento da deposição de

gordura periférica nas crianças e adolescentes do sexo feminino (HEUDE *et al.*, 2006). Além disso, em relação às regiões do corpo, maiores concentrações de gordura corporal nos membros inferiores, principalmente na região do quadril, estão bem documentados em crianças e adolescentes do sexo feminino (TAYLOR *et al.*, 2010).

Dawisom e colaboradores (2003) acompanharam, por 10 anos (5 aos 15 anos de idade), 180 meninas americanas cujos resultados apontaram que aquelas que apresentavam maiores valores de adiposidade nas idades de cinco e sete anos tiveram maior chance de ter eventos maturacionais adiantados. Em outras palavras, nesse estudo, um maior percentual de gordura corporal aos cinco anos de idade teve valor preditivo em relação à puberdade precoce.

Em estudo envolvendo uma amostra do sexo feminino, acompanhada por 10 anos (8 a 18 anos de idade), verificou-se que, independentemente da raça, aos 18 anos de idade as que tiveram a maturação mais cedo apresentaram maiores índices de gordura corporal, mais massa livre de gordura e maior RCEst. O mesmo estudo concluiu que níveis mais altos de IMC na infância podem levar a maiores RCEst aos 18 anos de idade, e que estas mudanças são mais significativas do que as alterações esperadas do IMC na mesma idade, devido, principalmente, aos aumentos desproporcionais de massa gorda (BIRO *et al.*, 2010)

Em contrapartida, Rider *et al.*, (1992) demonstraram que a adiposidade (somatória de quatro dobras cutâneas) não se associou positivamente com a maturação sexual precoce (ocorrência do estágio 2 do desenvolvimento mamário anterior aos oito anos de idade), mas sim com a velocidade do desenvolvimento pubertário.

Não se pode omitir a influência da puberdade e seus eventos sobre a adiposidade corporal, embora as controvérsias permaneçam. Em um estudo com crianças e adolescentes de sete a dezesseis anos de idade, o *status* puberal explicou 18,6 e 12,4% da variação na adiposidade subcutânea e adiposidade visceral, respectivamente, e teve uma maior influência sobre estes indicadores de adiposidade do que a idade, etnia ou gênero (BRAMBILLA *et al.*, 2006).

Tais resultados, porém, não se mostraram consensuais na literatura. Em outro estudo, o estágio puberal foi moderadamente correlacionado com a adiposidade subcutânea e visceral em rapazes, mas não em moças, entre os jovens com idade média de 13.5 anos de idade, e explicou apenas 6,8% e 3,7% da variação na adiposidade subcutânea e visceral, respectivamente (BENFIELD *et al.*, 2008).

Não restam dúvidas que na puberdade os compartimentos corporais sofrem importantes modificações com o advento da maturação sexual. Porém, estudos têm mostrado que outros fatores, como o baixo peso ao nascer com a recuperação do crescimento rápido e fatores alimentares durante a infância, podem também interferir de modo efetivo na quantidade de adiposidade corporal (AHMED *et al.*, 2009, DIVALL; RADOVICK, 2009). O baixo peso ao nascer, por exemplo, tem sido associado com a precocidade da menarca e ao aumento da adiposidade nas meninas, sendo o efeito consistente em diferentes etnias (IBÁÑEZ *et al.*, 2011).

Apesar das evidências e da observação precoce desses indicadores, é difícil estratificar componentes que possam, em maior ou menor proporção, interferir sobre a adiposidade corporal e a maturação sexual precoce (AHMED *et al.*, 2009, DIVALL; RADOVICK, 2009), permenecendo dúvidas a respeito da sua cronologia e efeito, principalmente no sexo masculino. Contudo, de maneira geral dentro de uma mesma faixa etária, jovens avançados em maturidade em relação à idade cronológica, portanto precoces, eram, em média, mais pesados, possuíam mais MLG (especialmente o sexo masculino) e mais MG, principalmente o sexo feminino (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

3 MÉTODOS

3.1 SOBRE O ESTUDO

Este estudo caracteriza-se como transversal de base escolar e está vinculado ao levantamento epidemiológico, realizado entre os meses de abril a outubro de 2007, com escolares de Florianópolis, SC, Brasil, intitulado “**Estado nutricional de escolares de sete a quatorze anos do município de Florianópolis: evolução da composição corporal, tendência e prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso**”.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A caracterização da população estudada, assim como o processo amostral já foram descritos em periódicos nacionais e internacionais (BENEDET *et al.*, 2014; BENEDET *et al.*, 2013; LUCIANO *et al.*, 2013; BERNARDO; VASCONCELOS, 2012).

A população do estudo foi constituída por escolares de sete a quatorze anos de idade do município de Florianópolis, SC. A amostra foi calculada a partir da população estimada para Florianópolis, em 2006, segundo as regiões da cidade. Esses dados estavam disponíveis na Secretaria Municipal da Saúde de Florianópolis. (http://www.pmf.sc.gov.br/saude/unidades_saude/populacao), acesso em 24/03/2006. Eram os dados disponíveis mais atuais, por região e idade em anos, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição da população de sete a quatorze anos em Florianópolis, segundo idade e região de residência, 2006.

Idade	REGIÃO					Total
	Norte	Sul	Centro	Continente	Leste	
7	1115	1432	1153	1638	945	6290
8	1109	1402	1174	1595	934	6222
9	1111	1474	1200	1662	968	6424
10	1101	1508	1294	1789	981	6683
11	1186	1461	1353	1832	1045	6888
12	1142	1501	1398	1922	1097	7072
13	1071	1429	1439	1865	1071	6888
14	1118	1462	1511	1963	1144	7212
Total	8953	11669	10522	14266	8185	53595

A tabela 2 apresenta segundo dados do censo escolar de 2004 e do cadastro das escolas 2005 (INEP). Pode ser visualizada a distribuição das escolas com Ensino Fundamental completo e seus alunos no Ensino Fundamental, segundo as regiões da cidade (centro, continente, leste, norte e sul) e tipo de estabelecimento (público e privado).

Tabela 2 - Distribuição das escolas e dos alunos matriculados no ensino fundamental, segundo a natureza administrativa e região da cidade, Florianópolis, 2006.

Região	Escolas			Nº. de alunos		
	Privada	Pública	Total	Privada	Pública	Total
Centro	17	19	36	9209	12691	21900
Continente	8	13	21	2593	7828	10421
Leste	2	4	6	544	2103	2647
Norte	3	11	14	620	8165	8785
Sul	3	7	10	420	4243	4663
Total geral	33	54	87	13386	35030	48416

A pesquisa utilizou amostragem por conglomerados, cuja característica básica é a união de grupos de elementos da população e posterior seleção de alguns grupos para composição da amostra. Nesse

sistema de amostragem, a expectativa é que cada conglomerado represente o máximo possível o total da população estudada, minimizando custos e facilitando o trabalho de campo.

A amostra foi aleatória, estratificada geograficamente (região central= centro e continente e região praias= sul, leste e norte), por natureza de propriedade da escola (pública e privada) e proporcional ao tamanho do estrato. A probabilidade proporcional ao tamanho do estrato agrega a vantagem de contribuir com a redução da variância entre as unidades de seleção. Assim, os estratos foram definidos como: região central (escolas públicas e privadas); região praias (escolas públicas e privadas).

Dentro de cada estrato, houve seleção aleatória das escolas com igual probabilidade, sendo esta a unidade primária de amostragem (estágio I). Do total de 87 escolas (33 privadas e 54 públicas), foram selecionadas 11 públicas e seis privadas. No segundo estágio, os escolares foram selecionados aleatoriamente por faixa etária, com igual probabilidade, em cada uma das escolas sorteadas.

Para o cálculo do tamanho da amostra, considerou-se 22,1% de prevalência de sobrepeso para as crianças de sete a dez anos de idade (ASSIS *et al.*, 2005), o que totalizou 1.100 crianças. Relativamente aos adolescentes de 11 a 14 anos, considerou-se uma prevalência de sobrepeso de 12,6% (WANG *et al.*, 2002), o que totalizou 700 adolescentes, randomicamente selecionados, com igual probabilidade, em cada uma das escolas selecionadas. Com as margens de erro para perdas (em torno de 10%), a amostra estimada foi de 1.200 escolares de sete a dez anos e 800 adolescentes de 11 a 14 anos. Para ambos os processos amostrais, considerou-se uma margem de erro de três pontos percentuais (teste bicaudal), efeito de delimitação amostral de 1,5 e 95% de nível de confiança.

Foram inclusos neste e demais estudos supracitados (BENEDET *et al.*, 2014; BENEDET *et al.*, 2013; LUCIANO *et al.*, 2013; BERNARDO; VASCONCELOS, 2012) 749 adolescentes, que passaram pelo mesmo processo de coleta de dados no ano de 2007. Porém, são adolescentes que participaram de pesquisa similar realizada no ano de 2002, que na época tinham de sete a dez anos de idade e que, em 2007, apresentavam idade de 11 a 14 anos. Foram localizados, no censo da Secretaria Municipal de Educação, 1.047 escolares que fizeram parte da pesquisa em 2002, dos quais 749 foram encontrados e reavaliados no ano de 2007.

Relativamente ao estudo central, a inclusão desse segundo grupo teve a intenção de realizar seguimento com dados repetidos (dados de

segmento não são utilizados neste estudo, pois dados de maturação sexual não foram coletados no ano de 2002).

No que concerne a este e demais estudos já publicados (BENEDET *et al.*, 2014; BENEDET *et al.*, 2013; LUCIANO *et al.*, 2013; BERNARDO; VASCONCELOS, 2012), a inclusão teve por objetivo ampliar as possibilidades de análise, visto que inicialmente o cálculo amostral não previa estudos de associação. Assim, com esse tamanho de amostra, é possível detectar razão de prevalência de 1,5, com prevalência de desfecho de 12%, nível de significância de 5%, poder de 80% e prevalência de exposição de 10%.

A inclusão do grupo de seguimento não inviabiliza as análises e as estimativas, tendo em vista que não há diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de escolares. Exemplos da similaridade podem ser visualizados quanto à prevalência de excesso de peso: grupo de seguimento — 28,9% (IC95% 26,1-31,5) *versus* grupo de novos adolescentes — 31% (IC95% 28,2-32,6); classificação dos estágios de maturação sexual precoce: grupo de seguimento 32,2% (IC95% 30,9-33,8) *versus* grupo de novos escolares — 33,6% (IC95% 31,5- 34,8).

Finalmente, o processo de amostragem resultou em participação de 1.600 escolares de 11 a 14 anos e 1.233 escolares de sete a dez anos. Os escolares que se recusaram a participar ou que não tiveram o consentimento dos pais foram substituídos por outros da mesma faixa etária, residentes na mesma área geográfica e que estudavam na mesma escola.

Para esse estudo foram excluídos 72 escolares (36 sexo masculino) por apresentarem falta de dados de maturação sexual e cinco (4 sexo masculino) por inconsistência de dados, e os escolares de sete anos (n= 421), que não tiveram a maturação sexual coletada. Portanto, a amostra final deste estudo foi de 2.335 escolares de oito a quatorze anos (1.107 do sexo masculino, 47,4%).

A distribuição proporcional da amostra considerou o local de residência e não a escola em que aluno estudava. Os percentuais de alunos avaliados por região, considerando a participação populacional nos estratos geográficos, foram: 16,7% de crianças residentes na região norte; 21,8% de crianças residentes na região sul; 19,6% de crianças residentes na região centro; 26,6% de crianças residentes no continente; e 15,3% de crianças residentes na região leste.

A distribuição para estratificação por natureza administrativa, porém, fundamenta-se na distribuição de alunos matriculados em 2006, tal como apresentado na tabela 2. Com isso, a coleta de dados ficou distribuída como apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição da previsão de escolares selecionados (n e %) segundo tipo de escola e região da cidade, Florianópolis, 2007.

Região	Escola					
	Privada		Pública			
	%		%		%	
Centro	42	256	58	353	100	609
Continente	25	205	75	620	100	825
Leste	21	97	79	376	100	473
Norte	7	37	93	481	100	518
Sul	9	61	91	614	100	675

Esse total de escolares foi dividido entre os dois grupos etários, sendo escolares de sete a dez anos de idade e escolares de 11 a 14 anos de idade, conforme apresentado, distribuídos por região geográfica na tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição da previsão de escolares selecionados segundo tipo de escola, região da cidade e grupo etário, Florianópolis, 2007.

Região	Privada		Pública		Total	
	7 a 10	11 a 14	7 a 10	11 a 14	7 a 10	11 a 14
Centro	99	157	137	216	236	373
Continente	80	126	240	379	319	506
Leste	38	61	145	229	183	290
Norte	14	22	186	295	201	317
Sul	24	37	238	376	261	414
Total	255	403	946	1495	1200	1898

Após coleta de dados, a distribuição de escolares avaliados ficou tal qual apresentado na tabela 5, onde podem ser observados a natureza da escola (pública e privada), a faixa etária e o estrato amostral.

Tabela 5 - Distribuição de escolares avaliados segundo o tipo de escola, a região da cidade, e o grupo etário, Florianópolis, 2007.

REGIÃO	Privada			Pública			Total	
	7 a 10	11 a 14 novos	11 a 14 2002	7 a 10	11 a 14 novos	11 a 14 2002	7 a 10	11 a 14
Centro	84	50	96	201	95	114	285	355
Continent e	87	63	40	193	141	135	280	379
Leste	29	18	23	103	75	40	132	156
Norte	48	44	47	275	217	166	323	474
Sul	42	16	16	171	132	72	213	236
Total	290	191	222	943	660	527	1233	1600

As perdas da amostra, conforme previsto e descrito anteriormente, são apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 - Diferenças encontradas entre o proposto (incluindo 10% de perdas – tabela 4) e os dados coletados (tabela 5), Florianópolis, 2007.

REGIÃO	Privada		Pública		Total	
	7 a 10	11 a 14	7 a 10	11 a 14	7 a 10	11 a 14
Centro	-11	-11	65	-7	49	-18
Continent e	-8	-23	-44	-103	-39	-126
Leste	-18	-20	-41	-114	-51	-134
Norte	52	69	85	88	122	157
Sul	20	-5	-68	-172	-48	-177
Total	35	10	-3	-308*	33	-298

*Perdas relativas aos escolares remanescentes do estudo de 2002

A figura 2 sintetiza o processo amostral de acordo com os estratos, estágios e escolares sorteados e inclusos no estudo, conforme descrito por etapas nos parágrafos anteriores.

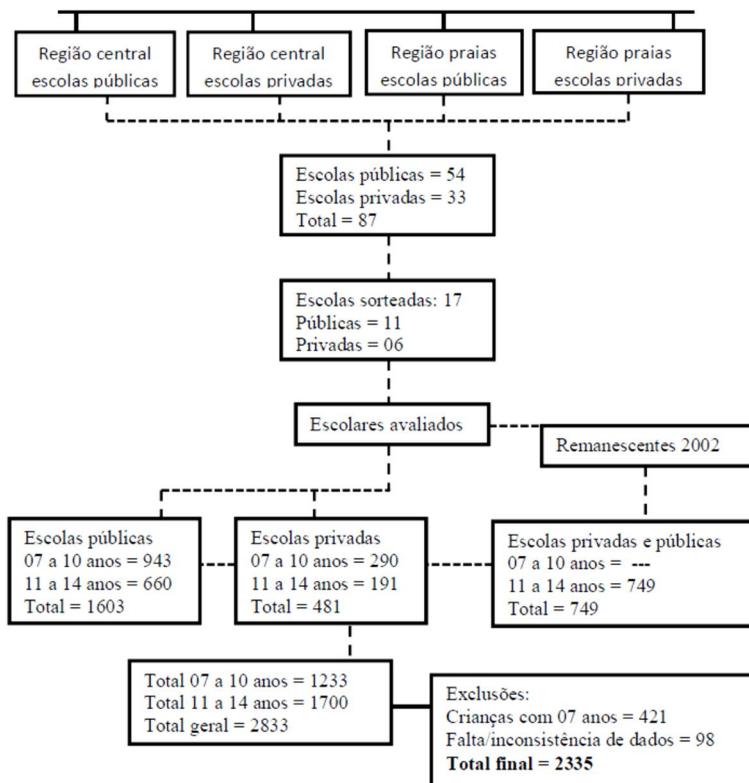


Figura 2 - Organograma do Processo Amostral, Florianópolis, 2007.

3.3 EQUIPE DE COLETA DE DADOS

A equipe foi composta por estudantes e professores de Educação Física, estudantes do curso de Nutrição e nutricionistas. A equipe foi preparada, inicialmente, com uma oficina de treinamento em pesquisa, em que foram abordados os protocolos de pesquisa a serem utilizados e o treinamento de padronização de medidas antropométricas. Posteriormente, a equipe realizou estudo de harmonização de medidas para averiguação do erro técnico de mensuração intra-avaliadores e interavaliadores. Conforme recomendado pela WHO (2006), foi calculada a medida de erro técnico de mensuração (ETM) intra-avaliador e interavaliador para as medidas antropométricas.

Quase todos os valores de R intra-avaliadores foram maiores que 0,95 para as dobras cutâneas e maiores que 0,99 para as circunferências. Os resultados de ETM absoluto e de coeficiente de confiabilidade α do estudo interavaliador foram similares aos do estudo intra-avaliador. O ETM intra-avaliador mostrou um coeficiente de confiabilidade acima de 0,95, demonstrando que cada antropometrista conseguiu coletar as dobras cutâneas de maneira adequada, proporcionando pouca variabilidade. Os resultados de todo o estudo de ETM podem ser consultados em outra publicação (FRAINER *et al.*, 2007).

Antecedendo a coleta de dados foi realizado estudo piloto, em que foram aplicados, em campo, todos os procedimentos da pesquisa. Após transcorrer três meses de coleta, a equipe realizou novo treinamento de padronização de medidas antropométricas e demais protocolos de aplicação, buscando minimizar erros e vícios de coleta.

3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES

3.4.1 Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Para a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I) pelos pais ou responsáveis, os escolares levaram o termo para casa, devidamente orientados pela equipe de coleta de dados. Para isso, a estratégia tomada levou em consideração o conjunto pesquisadores-escola, por meio de visita à escola, seguida de explanação breve da pesquisa e entrega do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) aos alunos, por um membro da equipe de coleta de dados.

Nos dias que antecederam a coleta de dados, os professores das turmas que tinham alunos sorteados foram orientados a reforçar diariamente, em sala, o compromisso de mostrar o TCLE aos pais e retornar o mesmo à escola. Paralelo a essa estratégia, o mesmo membro da equipe responsável pela entrega do TCLE realizou, pelo menos, uma visita à escola no espaço de tempo entre a entrega do TCLE e a coleta de dados, para entregar termos para possíveis alunos faltantes na primeira visita, recolher termos já assinados e relembrar os procedimentos aos participantes da pesquisa.

3.4.2 Variáveis sociodemográficas

Foram coletadas, por meio de questionário previamente testado (ANEXO II), informações sobre idade, sexo, massa corporal e estatura dos pais e o peso do adolescente ao nascer. Tal questionário foi entregue junto ao termo de consentimento e respondido pelos pais ou responsáveis dos adolescentes.

A idade, em anos completos, foi obtida por meio das informações da data da entrevista e data de nascimento do adolescente. Para a variável sexo (masculino e feminino), a informação foi fornecida pelo cadastro escolar e confirmada na coleta de dados. A massa corporal e a estatura dos pais foram autorreferidas e, para as análises, classificadas de acordo com a *World Health Organization* (WHO). O peso dos adolescentes (em gramas), ao nascer, foi informado pelos pais ou responsáveis, que foram instruídos a consultar a caderneta de saúde. Posteriormente, foi classificado de acordo *World Health Organization* (WHO).

3.4.3 Medidas antropométricas e de composição corporal

Foram coletadas medidas antropométricas de massa corporal, estatura e circunferência da cintura. Como indicador antropométrico de excesso de peso, adotou-se o IMC. Para adiposidade central, optou-se pela circunferência da cintura e a razão cintura/estatura e, para gordura corporal total e periférica, o somatório de dobras cutâneas (tricipital, subescapular, supraílica e panturrilha) e dobras cutâneas tricipital e panturrilha, respectivamente.

3.4.3.1 Massa corporal

Para a medida de massa corporal, foi utilizada balança eletrônica Marte, modelo PP180, capacidade de 180 kg e escala de gradação de 50 gramas. A medida foi realizada com o indivíduo na posição ortostática (em pé, com o corpo ereto), com o peso dividido em ambos os pés, mantendo a cabeça de acordo com o plano de *Frankfurt*, ombros descontraindo e braços soltos lateralmente. O avaliado estava descalço e usando roupas leves, de preferência sem calça jeans, moletoms, jaquetas (LOHMAN *et al.*, 1988). A medida foi realizada duas vezes e, posteriormente, calculado o valor médio.

3.4.3.2 Estatura

Para a medida de estatura, utilizou-se a padronização proposta por Lohman *et al.* (1988). O instrumento utilizado foi um estadiômetro Altura Exata, com escalas de 1 mm. O avaliado permanecia na posição ortostática, pés juntos, peso corporal dividido em ambos os pés, parte superior das costas tocando o estadiômetro, cabeça de acordo com o plano de Frankfurt, ombros descontraídos e braços soltos lateralmente. A medida foi realizada duas vezes e computado o valor médio.

3.4.3.3 Dobras cutâneas

As dobras cutâneas (DC) foram mensuradas com um adipômetro CESCORF, com escalas de medida de 0.1 mm, conforme a padronização proposta por Lohman *et al.* (1988). A aferição foi feita lado direito do corpo dos escolares na posição ortostática. Os valores das medidas, em milímetros, foram anotados na ficha de avaliação antropométrica (Anexo III). Foram realizadas três medidas de cada DC em cada escolar e utilizado o valor médio das mesmas.

3.4.3.4 Circunferência da cintura

A circunferência da cintura foi aferida com fita métrica não extensível, com escalas de 0,1 milímetros. O sujeito permaneceu na posição ortostática, com o peso corporal distribuído sobre os dois membros inferiores, livre de qualquer roupa na região da medida. A medida foi obtida ao se posicionar a fita métrica no ponto mais estreito do tronco. Em sujeitos em que não era possível visualizar o ponto, por apresentar elevado volume na região abdominal, a medida foi realizada no ponto médio entre a 10^a costela e a porção superior da crista ilíaca. A medida foi realizada duas vezes e utilizou-se o valor médio das medidas. Os dados foram anotados na ficha de dados antropométricos (ANEXO IV). Para as análises, foram usados os pontos de corte sugeridos por Fernandes *et al.*, (2004), e o Z score CC na forma quantitativa (amostra como referência).

3.4.3.5 Índice de massa corporal (IMC)

O IMC foi calculado a partir das medidas de massa corporal e estatura, por meio da seguinte fórmula:

$$\text{IMC} = \text{Massa corporal (kg)} / \text{Estatura (m)}^2$$

Para as análises foram usados os pontos de corte por idade e sexo da Organização Mundial da Saúde (DE ONIS *et al.*, 2007) e o Z escore IMC na forma quantitativa.

3.4.3.6 RCEst

O valor desta variável foi calculado a partir das medidas de circunferência da cintura e estatura:

$$\text{RCEst} = \text{Circunferência da cintura (cm)} / \text{Estatura (cm)}$$

Para as análises utilizou-se o ponto de corte de 0,5 para ambos os sexos e Mediana (p25 – p75) na forma quantitativa. Relativo ao valor de 0,5, este tem sido utilizado em crianças a partir de cinco anos de idade, para ambos os sexos, sendo amplamente respaldado pela literatura (BROWNING *et al.*, 2010).

3.4.3.7 Gordura corporal

Esta variável foi analisada a partir de quatro dobras cutâneas: tricipital, subescapular, supraílica e panturrilha. A análise das variáveis de desfecho foi feita obtendo-se o somatório de quatro dobras cutâneas (tricipital, subescapular, supraílica e panturrilha) e dobras tricipital e panturrilha. Posteriormente, foram analisadas na forma quantitativa, por meio de valores de Z escore (Z escore Σ dobras cutâneas, Z escore dobra tricipital, Z escore dobra panturrilha), obtidos com base na média e desvio padrão de cada dobra, segundo sexo e idade (amostra como referência); e na forma qualitativa, utilizando-se o ponto de corte referente ao percentil 85, sendo os indivíduos divididos em grupo com excesso de adiposidade (\geq percentil 85) e sem excesso de adiposidade ($<$ percentil 85). Dessa forma, pôde-se avaliar gordura total, (Z escore Σ dobras cutâneas - percentil \geq 85), e periférica (Z escore dobra tricipital - percentil \geq 85 e Z escore dobra panturrilha - percentil \geq 85). Para as análises foi adotado o percentil 85 para excesso ou não de gordura corporal. Embora não se observe um consenso para o diagnóstico da obesidade com base na quantidade de gordura corporal, diversos autores definiram o percentil 85 como ponto de corte para excesso de gordura corporal (ANTAL *et al.*, 2009; HAROUN *et al.*, 2009; KURTOGLU *et al.*, 2010; MARQUES-VIDAL *et al.*, 2008; MCCARTHY *et al.*, 2006; PASQUARELLI *et al.*, 2010; WRIGHT *et al.*, 2008).

3.4.4 Maturação sexual

A maturação sexual foi avaliada segundo critérios propostos por Tanner (MALINA; BOUCHARD, 1991). Esses critérios foram adaptados para o presente estudo, com algumas modificações nas ilustrações: contornos dos órgãos genitais (principalmente seios) e contrastes de cores (ANEXO V). Para a amostra, esses critérios foram apresentados em forma de planilha, com frente e verso (lado 1 e lado 2). Cada planilha foi apresentada aos alunos e eles responderam no questionário destinado ao registro dos dados de maturação sexual (ANEXO VI). Os alunos realizaram a autoavaliação da maturação sexual em ambiente isolado, onde eles preencheram o questionário identificando os estágios em que se encontravam, com prévia explicação do instrumento por parte do pesquisador. Todas as explicações constavam no manual de campo da pesquisa e envolveram as seguintes informações:

- _ “Você vai responder sobre o seu corpo”;
- _ “Essa planilha é sobre desenvolvimento de seios (ou órgão genital) e pelos púbicos”;
- _ “Cada lado possui 5 estágios”;
- _ “Você irá passar por todos os estágios, mas hoje você se encontra em um deles”;
- _ “Anote na folha o estágio que você se encontra de acordo com o lado 1 e de acordo com o lado 2”;
- _ “Você irá responder sozinho. Ninguém saberá dessas informações. Por isso, você não precisa ter vergonha e nem mentir”.

Foi realizada uma análise de consistência interna nos dados de autoavaliação da maturação sexual, embora a validade dos dados de maturação sexual, autoreferida por meio dos estágios de Tanner, já tenha sido comprovada em adolescentes brasileiros (MATSUDO; MATSUDO, 1991; 1994; SAITO, 1984) e classificada como confiável a partir de oito anos de idade (CHAN *et al.*, 2008; SLORA *et al.*, 2009).

No instrumento de referência utilizado constavam os cinco estágios de desenvolvimento sexual propostos por Tanner (1962), com a diferença de que no instrumento-teste os estágios estavam descritos, e não mais desenhados. O tamanho da amostra para a análise de consistência foi de 30 sujeitos, sendo estratificada por sexo e idade.

Foram coletados dados de apenas uma escola, totalizando 16 escolares do sexo feminino e 14 do masculino. As variáveis idade, massa corporal, estatura, IMC e os valores de Z escore IMC, massa corporal e estatura não foram diferentes em relação à amostra total (teste t, $p > 0,05$). Não foram encontradas diferenças entre as duas medidas de maturação sexual para ambos os sexos (Teste de Wilcoxon, $p > 0,05$). O coeficiente de correlação de Kendall foi de 0,627 ($p < 0,01$) para o sexo masculino e de 0,739 ($p < 0,01$) para o sexo feminino.

A análise da maturação sexual foi feita com base em tercís da idade decimal para cada um dos cinco estágios de maturação sexual, em cada sexo (BENEDET *et al.*, 2014; ADAMI; VASCONCELOS, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2006). Os escolares foram distribuídos por estágio de maturação sexual, conforme a idade e o sexo, sendo classificados com maturação sexual precoce (abaixo do 1º tercil), com maturação sexual tardia (maior ou igual ao 2º tercil) e grupo de referência, entre o 1º e 3º tercil, denominado como de maturação sexual normal.

3.5 QUADRO DE VARIÁVEIS DO ESTUDO

As variáveis foram organizadas de acordo com os objetivos do estudo e são apresentadas em relação ao seu tipo e classificação, característica e medida utilizada no quadro 4.

Quadro 4 - Variáveis, tipo e classificação, características e medidas utilizadas neste estudo.

Independente	Variável	Tipo e Classificação	Característica	Medida utilizada
	Maturação sexual	Catagórica: 1ºtercil: precoce 2º tercil: normal 3º tercil: tardia	Biológica	Autorresposta
Dependente	Índice de massa corporal IMC	- Numérica Z escore IMC - Categórica Excesso de peso sim/não	Antropométrica	Mensuração da massa corporal e estatura
	Gordura corporal (dobras cutâneas (DC) tricípital (TR), panturrilha (PAN), subescapular (SE) e suprailíaca (SI))	Catagórica Z escore Σ DC - percentil \geq 85= excesso de adiposidade Z escore DC TR - percentil \geq 85= excesso de adiposidade Z escore DC PAN - percentil \geq 85= excesso de adiposidade Numérica Z escore DC - Mediana (p25 – p75)	Antropométrica	Mensuração das dobras cutâneas
	Circunferência da Cintura (CC)	Catagórica Excesso sim/não Numérica Z escore CC - Mediana (p25 – p75)	Antropométrica	Mensuração (ponto médio crista ilíaca e a última costela)
	Razão cintura/estatura	Catagórica Excesso: sim / não Numérica Mediana (p25 – p75)	Antropométrica	Mensuração da circunferência da cintura e estatura
Controle	Peso ao nascer	Catagórica Baixo (>2500 g) Normal (2500-3.999 g) Elevado (>4.000g)	Antropométrica	Autorresposta pelos pais - caderneta de saúde)
	Sexo	Catagórica Masculino/Feminino	Sociodemográfica	Autorresposta
	Idade	Ordinal (anos) 8,9,10,11,12,13,14	Sociodemográfica	Cadastro escolar
	IMC da mãe	Catagórica Excesso de peso sim/não	Antropométrica	Autorresposta peso e estatura
	Tipo de escola	Catagórica Pública/Privada	Sociodemográfica	Cadastro escolar

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

O banco de dados utilizado para a elaboração desta tese foi tabulado no programa EPIDATA 3.2, com dupla entrada. Posteriormente, foi realizada análise de consistência por meio de medidas de dispersão, valores mínimos/máximos para identificar a presença de possíveis *outliers*, que foram analisados e tratados adequadamente. Na análise dos dados, inicialmente, foram utilizados os procedimentos da estatística descritiva para apresentar o perfil geral dos escolares. Nas demais análises utilizaram-se os seguintes testes:

Teste de kolmogorov Smirnov ($p < 0,05$) para análise de normalidade de distribuição dos dados, nos indicadores de obesidade — IMC, adiposidade central e gordura corporal. Tendo em vista a não normalidade dos dados antropométricos, a descrição das variáveis quantitativas foi feita por meio de mediana, percentis 25 e 75. Na análise de variáveis qualitativas foi utilizada frequência relativa (%). No comparativo das variáveis quantitativas foi utilizado o teste de Mann-Whitney (entre sexo) e Kruskal-Wallis (entre classificação de maturação sexual — precoce, normal, tardio).

A associação entre variáveis qualitativas foi averiguada pelo teste de Rao-Scott. Na análise das variáveis dependentes (excesso de peso, excesso de adiposidade corporal, excesso de circunferência da cintura e razão cintura/estatura) foi utilizado o modelo univariado e múltiplo de regressão de Poisson, adotando variância robusta e estratégia *stepwise forward* para entrada no modelo múltiplo.

As curvas de crescimento de IMC (total e por classificação de maturação sexual — precoce, normal e tardio) foram estimadas por meio dos valores de mediana para cada sexo, utilizando-se de polinômio de 6º grau para suavizar a curva. Nas idades em que não há Z score de IMC, os respectivos valores foram extrapolados a partir da diferença média de Z score IMC e estatura das categorias de classificação de maturação sexual.

Para análise dos dados foi utilizado o programa de estatística STATA 11.0®, usando nas análises comando *svy* para ponderá-las, conforme pesos amostrais e estrato (BARROS; HIRAKATA, 2003; KLEINBAUM *et al.*, 2008). Todas as análises foram estratificadas por sexo, sendo as variáveis de controle somente apresentadas na caracterização geral dos escolares.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO

Este projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que foi aprovado a partir do parecer n. 028/066, que acompanha as normas de Resolução 196/96 e 251/97 do Conselho Nacional sobre pesquisa envolvendo seres humanos (ANEXO VIII).

Precedendo a aplicação do questionário, os escolares receberam orientações gerais sobre os questionamentos e avaliações antropométricas, a importância e o caráter voluntário da participação na pesquisa, assim como a garantia do anonimato e do sigilo das informações individuais coletadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados e discutidos em seções, conforme objetivos propostos. Primeiramente será descrito o perfil geral dos escolares em relação a todas as variáveis (dependente, independentes e de controle). Posteriormente, três seções são apresentadas, contendo informações sobre: (1) associação entre maturação sexual e excesso de peso (IMC); (2) associação entre estágios de maturação sexual e gordura corporal; (3) associação entre estágios de maturação sexual e adiposidade central (circunferência da cintura, razão cintura/estatura) em escolares.

4.1 PERFIL GERAL DA AMOSTRA

A amostra foi composta por 2.376 escolares regularmente matriculados no ensino fundamental, no município de Florianópolis, no ano de 2007. Em relação à coleta de dados estimada e a realizada, o número de escolares avaliados permaneceu dentro das estimativas iniciais em ambos os estratos etários (07 a 10 e 11 a 14 anos), considerando os processos amostrais realizados no ano de 2007.

Essa condição se estabeleceu ao se adotar a reposição de escolares que se recusaram a participar do estudo por outros da mesma faixa etária, residentes na mesma área geográfica e que estudavam na mesma escola. As perdas relativas aos adolescentes de 11 a 14 anos, apresentadas na tabela 6, são relativas ao estudo de segmento e são resultados do abandono escolar, mudanças de escola e/ou residência.

As exclusões somaram 77 indivíduos (3,03%) pelos seguintes motivos: inconsistência de dados cinco escolares (4 sexo masculino); informações faltantes ou inconsistentes de maturação sexual (36 sexo masculino e 36 sexo feminino). Após as exclusões, as análises foram realizadas em 2.335 escolares de oito a quatorze anos (1.107 do sexo masculino). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes de prevalência de excesso de peso, valores de Z escore IMC, e outras variáveis independentes, comparando escolares excluídos com os que permaneceram na amostra.

Os escolares do sexo masculino representam 47,7% da amostra do estudo. Quando comparados ao sexo feminino, apresentam maiores valores de Z escore IMC ($p < 0,001$), mediana da razão cintura estatura ($p < 0,001$), razão cintura/estatura $> 0,5$ ($p < 0,001$), excesso de circunferência da cintura ($p < 0,001$), prevalência de excesso de peso

corporal (34,4 vs 24,0%, $p<0,001$) e peso ao nascer (14,4 vs 8,1%, $p<0,001$).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nas demais variáveis analisadas (Tabela 1). Destaca-se, na comparação entre os sexos, valores similares de adiposidade total e periférica avaliada por meio da soma de dobras cutâneas e dobras tricipital e panturrilha, respectivamente.

As características sociodemográficas, antropométricas e de *status* de maturação sexual dos escolares podem ser visualizadas na tabela 7.

Tabela 7 - Características antropométricas, sociodemográficas e *status* de maturação sexual de escolares por sexo, Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.

Variáveis de estudo	Sexo Masculino (47,7%)	Sexo Feminino (52,3%)	p [§]
	Mediana (p25 ; p75)*		
Idade (anos)	11 (10 ; 13)	12 (10 ; 13)	0,529
Z escore IMC	0,51 (-0,22 ; 1,42)	0,21 (-0,41 ; 0,96)	<0,001
Z escore Σ dobras cutâneas [‡]	-0,36 (-0,73 ; 0,52)	-0,22 (-0,72 ; 0,50)	0,501
Z escore dobra tricínital	-0,24 (-0,76 ; 0,60)	-0,17 (-0,74 ; 0,54)	0,550
Z escore dobra panturrilha	-0,29 (-0,75 ; 0,61)	-0,18 (-0,74 ; 0,52)	0,555
Z escore circunferência da cintura	-0,24 (-0,71 ; 0,53)	-0,17 (-0,67 ; 0,50)	0,618
Razão cintura / estatura	0,44 (0,41 - 0,46)	0,42 (0,39 - 0,44)	<0,001
	%		
Excesso de circunferência da cintura	18,6	10,2	<0,001
Razão cintura/ estatura $\geq 0,5$	10,4	5,3	<0,001
Z escore Σ dobras cutâneas - percentil ≥ 85	9,7	8,9	0,436
Z escore dobra tricípital - percentil ≥ 85	10,2	9,3	0,414
Z escore dobra panturrilha - percentil ≥ 85	9,5	8,5	0,468
Excesso de peso	34,4	24,0	<0,001
Classificação de Maturação Sexual			0,937
Precoce	33,1	32,5	
Tardio	32,2	32,7	
Excesso de peso da Peso ao nascer	31,0	33,4	0,313
< 2.500	5,8	8,3	<0,001
≥ 4.000	14,4	8,1	
Tipo de escola			0,975
Pública	65,4	65,5	
Privada	34,6	34,5	

4.2 ASSOCIAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO SEXUAL E EXCESSO DE PESO

Entre escolares do sexo masculino, de acordo com a classificação de maturação sexual — precoce, normal, tardia (Tabela 8) —, observam-se diferenças estatisticamente significantes para Z escore do IMC ($p < 0,001$) e prevalência de excesso de peso corporal ($p = 0,027$). Resultados similares aos encontrados no sexo feminino, cujos valores de p foram todos menores que 0,001 para Z escore do IMC e prevalência de excesso de peso corporal (Tabela 8). Dessa forma, observa-se uma tendência de aumento dos valores de Z escore IMC e prevalência de excesso de peso com a precocidade de idade nos estágios de maturação sexual em ambos os sexos (p de tendência $< 0,001$ para todas as variáveis).

Nos modelos bruto e ajustado (Tabela 9), tendo como referências escolares do sexo feminino com maturação sexual normal, as com maturação sexual precoce apresentaram maior prevalência de excesso de peso, com valor ajustado de razão de prevalência (IC95%) igual a 1,69 (1,20 ; 2,40); as com maturação tardia, menor prevalência de excesso de peso, com razão de prevalência (IC95%) igual a 0,57 (0,37 ; 0,88). No sexo masculino não foi encontrada associação entre a classificação de maturação sexual e o excesso de peso corporal ($p = 0,900$ e $p = 0,091$), comparando maturação sexual precoce e tardia com maturação sexual normal, respectivamente (Tabela 9).

Observa-se, no entanto, uma tendência de redução na prevalência de excesso de peso em escolares do sexo masculino com maturação sexual tardia (Figura 3), apesar de valores não estatisticamente significantes. A razão de prevalência ajustada (IC95%) dos escolares do sexo masculino, com maturação sexual precoce, foi de 1,26 (0,96 ; 1,66); e a dos com maturação sexual normal foi de 1,29 (0,99 ; 1,67), quando comparado aos com maturação tardia.

Dessa forma, os achados corroboram a tendência de que crianças e adolescentes que apresentavam maturação precoce possuíam, em média, um maior IMC do que as classificadas com maturação normal e tardia (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009; WAGNER *et al.*, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2006).

Os resultados do estudo de associação mostraram que a maturação sexual precoce está associada à maior prevalência de excesso de peso corporal em escolares do sexo feminino, tal qual observado por outros estudos de características transversais (ADAMI; VASCONCELOS, 2008; HIMES *et al.*, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2006).

Além dos levantamentos transversais, é possível encontrar, na literatura, estudos longitudinais que suportam a hipótese, observada neste estudo, de que o aumento do IMC está associado à maturação sexual precoce. Isso pode ser observado em estudos longitudinais quando o acompanhamento do IMC foi realizado antes, durante e, em alguns casos, depois da maturação sexual se completar.

O estudo de Pierce e Leon (2005), por exemplo, verificou que a maturação sexual precoce foi um preditor de altos valores de IMC na idade adulta, mais importante que o IMC na infância. O IMC foi avaliado entre as idades de quatro a seis anos, período no qual não há influência da puberdade nas variáveis antropométricas. Os achados do estudo apontaram para a relação entre maturação sexual precoce e obesidade na idade adulta, independente do IMC na infância.

Da mesma forma, Demerath *et al.* (2004) mostraram que maiores valores de IMC parecem ser uma consequência e não um determinante do início da puberdade. A perspectiva levantada pelos autores é que maiores índices de massa corporal (IMC, em kg/m^2) observados antes da puberdade não mostraram valores preditivos para a puberdade precoce e que as mudanças do IMC (aumento) e precocidade de eventos maturacionais (idade média da menarca) podem ser fenômenos independentes e coincidentes.

Tabela 8 - Testes de hipóteses e valores descritivos do IMC (contínuo e categórico) segundo classificação da maturação sexual de escolares de 8 a 14 anos de idade de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.

Variáveis	Classificação de maturação sexual			Classificação de maturação sexual			p [†]	p [§]	p [†]
	Precoce	Normal	Tardia	Precoce	Normal	Tardia			
	Sexo masculino			Sexo feminino					
	Mediana (p25 – p75)*			Mediana (p25 – p75)*					
Z score IMC	0,67 (-0,13; 1,56)	0,53 (-0,17; 1,41)	0,26 (-0,37; 1,11)	0,60 (0,01; 1,33)	0,14 (-0,40; 0,84)	-0,10 (-0,81; 0,54)	<0,001	<0,001	<0,001
	%			%					
Excesso de peso	37,5	37,8	26,9	31,7	19,4	13,4	<0,001	<0,001	<0,001

* p25 e p75: Percentis 25 e 75;

§ Teste de Kruskal-Wallis (variáveis quantitativas) e Rao-Scott (variáveis qualitativas);

† Teste de tendência.

Tabela 9 - Estimativas provenientes dos modelos univariado e múltiplo de regressão de Poisson para associação do excesso de peso, segundo classificação de maturação sexual de escolares de 8 a 14 anos de idade de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.

Classificação de maturação sexual	Sexo Masculino		Sexo Feminino		p [§]
	Razão de prevalência bruta (IC 95%)*	Razão de prevalência ajustada (IC 95%)* [§]	Razão de prevalência bruta (IC 95%)*	Razão de prevalência ajustada (IC 95%)* [§]	
Precoce	0,99 (0,75; 1,32)	0,98 (0,73; 1,33)	1,63 (1,23; 2,16)	1,69 (1,20; 2,40)	0,007
Normal	1 0,71	1 0,79	1 0,69	1 0,57	-
Tardio	(0,55; 0,93)	(0,60; 1,05)	(0,51; 0,95)	(0,37; 0,88)	0,016

*

Intervalo de confiança de 95%;

§ Ajustado para IMC da mãe, idade, peso ao nascer, tipo de escola e interação entre IMC da mãe e tipo de escola por meio de modelo de regressão de Poisson.

Biro *et al.* (2001) mostraram que, entre crianças e adolescentes do sexo feminino (9 a 19 anos) com maturação sexual precoce (idade da menarca), a mediana do IMC tende a se apresentar maior ao longo da puberdade, quando comparada com o IMC daquelas com maturação normal e tardia. O estudo indica que o advento da menarca é um fator que potencializa o crescimento do IMC no sexo feminino.

Outros estudos longitudinais também concluíram que o IMC pode não ser um elemento fundamental para desencadear os eventos maturacionais. Buyken e colaboradores (2009) identificaram que maiores valores de IMC podem não ser decisivos para desencadear os processos maturacionais, porém afetam a progressão do desenvolvimento puberal, acelerando o ritmo da maturação sexual, o que resultaria na antecipação de estágios depois da puberdade. Laron (2004) complementa afirmando que tendências genéticas e modificações no padrão alimentar podem ser fatores cruciais para o desencadeamento da puberdade e da maturação sexual, principalmente no sexo feminino.

Os resultados do estudo de Heger e colaboradores (2008) reforça a hipótese de que diversos fatores, além do IMC, devem estar envolvidos com o tempo da puberdade. Os pesquisadores não encontraram diferença significativa no estágio médio de pelos pubianos em meninos e meninas com obesidade, quando comparados com os eutróficos. No mesmo estudo, quando analisaram de forma restrita crianças no estágio dois de pelos pubianos, a idade não diferiu significativamente entre os indivíduos com peso normal e obesos (HEGER *et al.*, 2008).

Em contrapartida, fisiologicamente o início da puberdade, no sexo feminino, pode favorecer a um aumento na quantidade de massa gorda, como consequência do aumento na concentração sanguínea de estradiol (ROGOL *et al.*, 2002). Além disso, a elevação do tecido adiposo favorece o aumento dos fatores de crescimento do tipo IGF1, influenciando no crescimento dos compartimentos corporais, tanto de massa livre de gordura quanto de gordura corporal (VELDHUIS *et al.*, 2005).

Dessa forma, no sexo feminino é de se esperar que o início precoce da puberdade esteja associado a um aumento na quantidade de tecido adiposo, podendo levar a uma maior prevalência de excesso de peso. Em estudos transversais, os níveis de adiposidade ou o IMC elevado em idades precoces podem confundir essa relação. Destaca-se, portanto, o IMC na infância como uma variável de confusão importante, dada a capacidade preditora dos valores de IMC na puberdade e idade adulta.

Por outro lado, muitos estudos envolvendo crianças e adolescentes do sexo feminino mostraram uma forte influência do IMC na maturação sexual precoce. Estudos com delineamento de *coorte*, que analisaram a associação entre indicadores antropométricos e maturação sexual, ajustado pelo IMC ou adiposidade na infância no sexo feminino, evidenciaram que a obesidade na idade adulta seria mais dependente de altos valores de IMC ou adiposidade na infância e adolescência, quando comparada com a maturação sexual precoce (BRATBERG *et al.*, 2007; FREEDMAN *et al.*, 2003; MUST *et al.*, 2005).

A idade média de avaliação desses indicadores antropométricos pode, contudo, ser influenciada pela maturação sexual, o que pode enviesar os resultados. Exemplos dessa condição são os estudos de Must *et al.* (2005), que avaliou aos doze anos de idade, e Bratberg *et al.* (2007), aos 14 anos de idade, períodos nos quais os eventos maturacionais, provavelmente, estão em curso.

De fato, não se pode desprezar totalmente o IMC nos anos iniciais do ciclo vital, quando se procura identificar preditores da puberdade precoce. Estudos observaram que um maior percentil de IMC, aos cinco e aos sete anos de idade, teve valor preditivo em relação à puberdade precoce (DAWISOM *et al.*, 2003) ou um IMC maior (*z*-score), aos 36 meses de idade, foi associado com puberdade mais cedo (LEE *et al.*, 2007). No entanto, os autores somente sugerem que a obesidade possa estar antecipando os eventos puberais entre meninas e destacaram que mais estudos são necessários para identificar os mecanismos fisiopatológicos pelos quais a obesidade poderia levar à puberdade precoce entre meninas.

Em relação ao sexo masculino, a associação entre maturação sexual precoce e excesso de peso tem se mostrado conflitante. Neste estudo, não foi encontrada relação estatisticamente significativa, tal qual observado em outros estudos (ADAMI; VASCONCELOS, 2008; BRATBERG *et al.*, 2007). Porém, foram observadas prevalências menores no grupo com maturação sexual tardia (Figura 3).

Estudos realizados na década de 1990 e início dos anos 2000 mostravam uma tendência da maturação sexual tardia estar associada ao excesso de peso. Exemplos dessa condição podem ser visualizados por meio do estudo de Wang (2002), que constatou uma relação de proteção para excesso de peso para os maturados precocemente, quando comparados aos maturados tardiamente. Outros estudos acenavam com tendências similares em que são relatados menores valores de IMC entre os classificados com maturação sexual precoce (BIRO *et al.*, 1995; VIZMANOS; MARTI-HENNEBERG, 2000).

O comportamento das associações, porém, parece assumir uma nova tendência em estudos mais recentes. O estudo de Ribeiro (2006), que avaliou adolescentes de 10 a 15 anos, mostrou maiores prevalências de obesidade entre os classificados com maturação sexual precoce no sexo masculino. Resultados similares foram descritos por outros levantamentos em que foi encontrada uma associação positiva entre excesso de peso e maturação sexual precoce (AKSGLAEDE *et al.*, 2009; BUYKEN *et al.*, 2009; SORENSEN *et al.*, 2010).

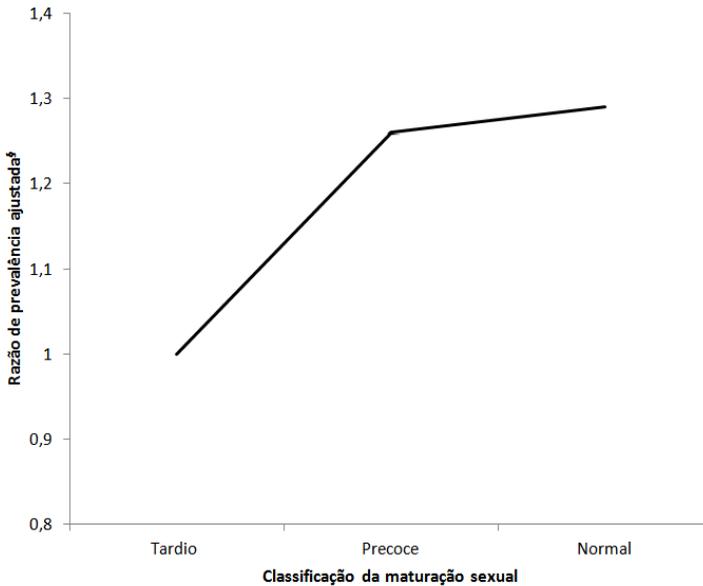


Figura 3 - Razão de prevalência ajustada, proveniente do modelo múltiplo de regressão de Poisson, segundo classificação de maturação sexual em escolares do sexo masculino. Brasil, 2007.

[§] Ajustado para IMC da mãe, peso ao nascer, tipo de escola e interação entre IMC da mãe e tipo de escola por meio de modelo de regressão de Poisson.

Como resultado desses e de outros achados — compilados em ampla revisão (WAGNER *et al.*, 2012) sobre maturação sexual e obesidade em adolescentes do sexo masculino — concluiu-se que a puberdade precoce pode estar associada à obesidade e que poderia reduzir o ganho de estatura durante a adolescência, diferente dos

meninos com um início mais tardio da puberdade, que tendem a ser mais altos e menos obesos quando adultos.

Hipóteses para explicar o aumento do IMC associado à maturação precoce, no sexo masculino, ainda não são conclusivas. No entanto, não se pode desprezar o impacto do aumento generalizado da prevalência de obesidade nesse contexto, visto que a associação entre puberdade e IMC tem características não lineares. Em outras palavras, a obesidade pode ser encontrada entre jovens com maturação precoce, assim como com maturação tardia, o que pode explicar, em parte, as mudanças observadas.

Em resumo, a maturação sexual precoce mostrou-se associada ao excesso de peso entre as escolares do sexo feminino, corroborando outros estudos de delineamento similar. Apesar das associações não significantes entre os escolares do sexo masculino, as maiores prevalências observadas entre aqueles com maturação sexual precoce convergem com as tendências observadas em estudos recentes.

Apesar de a característica deste estudo (dados transversais) não permitir inferências causais, no contexto da causalidade as evidências não são claras ao sugerir que a puberdade precoce está associada a uma tendência de deposição de gordura e excesso de peso (WAGNER *et al.*, 2012). Da mesma forma, outras evidências suportam a hipótese que o crescimento rápido durante a infância, especialmente o incremento de gordura corporal e do IMC, está associado com a puberdade precoce (HEGER *et al.*, 2008).

De modo objetivo, o evento (maturação sexual/aumento do IMC) que ocorre primeiro raramente tem sido investigado (DE LEONIBUS *et al.*, 2012). Atualmente, a hipótese de que dados não provam uma relação causal direta entre aumento do IMC e maturação sexual precoce e que este fenômeno pode ser coincidência tem se mostrado plausível (SOLORZANO; MCCARTNEY, 2010), o que ratifica a importância de uma melhor compreensão da influência da maturação sexual sobre a composição corporal.

Mais estudos são necessários para elucidar esta relação, principalmente entre crianças e adolescentes do sexo masculino. Tais estudos devem, além do *status* de maturação sexual e indicadores antropométricos, incluir características biológicas, genéticas e ambientais. Embora estudos transversais possam contribuir por meio da plausibilidade e da força de associação, somente delineamentos longitudinais podem acompanhar a evolução do IMC antes, durante e após a puberdade, por isso devem ser priorizados (BIRO *et al.*, 2006).

4.2.1 Evolução do IMC segundo o *status* de maturação sexual

Entre escolares do sexo masculino, ao confrontar as curvas de crescimento de IMC total, precoce, normal e tardio, observou-se que os valores de Z escore IMC foram maiores para o polinômio precoce nos estratos etários mais jovens (até aproximadamente os 12,5 anos). A partir dessa idade, valores de Z escore IMC se mostraram similares, indicando uma menor influência dos estágios de maturação sexual sobre a composição corporal. Destacam-se menores valores de Z escore IMC em todas as faixas etárias para os classificados com maturação sexual tardia (Figura 4).

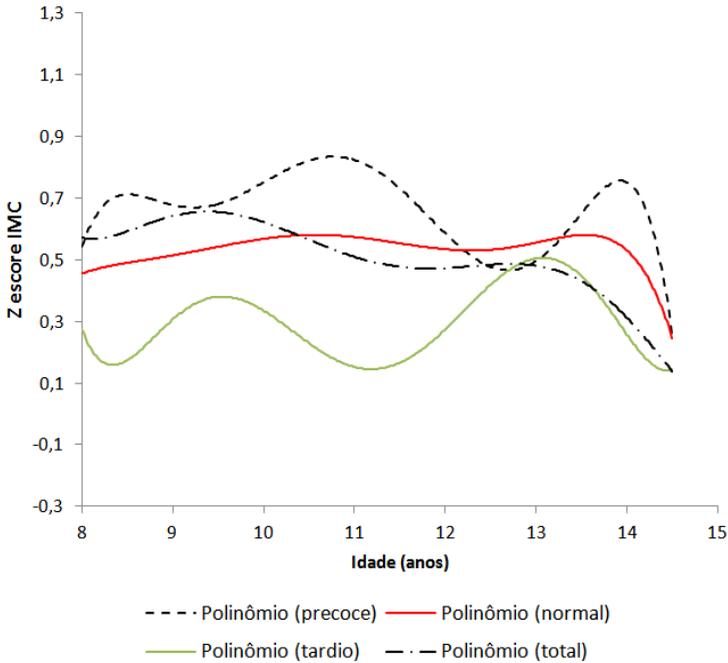


Figura 4 - Curvas de crescimento de IMC segundo classificação de maturação sexual e total em escolares do sexo masculino. Florianópolis - Sul do Brasil, 2007.

A tendência de maiores valores de Z escore IMC também foi observada entre escolares do sexo feminino classificadas com maturação sexual precoce, neste caso em todas as idades. Comparando as curvas de crescimento Z escore IMC, de acordo com os estágios de maturação sexual (precoce, normal e tardio) e total, observa-se uma evolução mais lenta do Z escore IMC no sexo feminino, com maturação sexual tardia, similar ao grupo com maturação normal em todas as faixas etárias avaliadas (Figura 5).

Os resultados expressos em curvas de crescimento mostraram que, de modo geral, crianças e adolescentes com maturação sexual precoce apresentaram um crescimento mais precoce e acentuado de IMC durante as idades avaliadas. A relação entre IMC e maturação sexual ficou bem evidente à medida que o IMC corporal apresentou ritmo e proporções diferentes de acordo com o status de maturação sexual. Além disso, o sexo e a idade também mostraram ser determinantes na evolução do IMC. De fato, crianças e adolescentes que apresentaram maturação precoce tendem a possuir, em média, um maior IMC do que aquelas com maturação média e tardia (MALINA; BOUCHARD; BAROR, 2009; WAGNER *et al.*, 2012).

Nesse sentido, recomenda-se considerar na avaliação de indicadores antropométricos de obesidade durante a puberdade, além da idade cronológica e do sexo, o estágio de maturação sexual. Há indícios de que a gordura corporal aumenta secundariamente ao desenvolvimento puberal e que o IMC pode aumentar significativamente a cada estágio de maturação sexual (LABAYEN *et al.*, 2009), o que deve ser observado para uma correta avaliação da composição corporal.

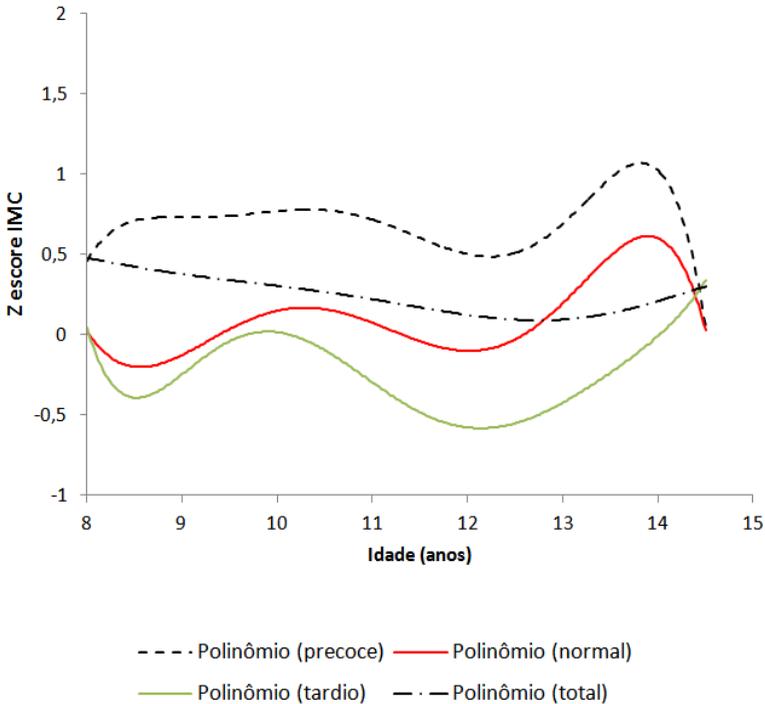


Figura 5 - Curvas de crescimento de IMC segundo classificação de maturação sexual e total em escolares do sexo feminino. Florianópolis, Sul do Brasil, 2007.

Pelas dificuldades de obtenção de dados relativos à maturação sexual, essa é uma condição que nem sempre é considerada nos processos de avaliação da composição corporal, na idade escolar. Assim, a representação gráfica da evolução do IMC, considerando os estágios de maturação sexual, torna-se uma importante ferramenta para visualização e posterior entendimento do comportamento do IMC durante os anos da puberdade.

De fato, curvas de crescimento têm sido usadas há, pelo menos, um século para avaliar diversos indicadores antropométricos de crescimento e composição corporal, bem como suas inter-relações com a saúde na infância e vida adulta. Nas últimas décadas, a preocupação com o excesso de IMC aumentou a utilização das curvas de crescimento, como ferramenta de triagem, especialmente voltadas para diagnóstico da obesidade e avaliação do crescimento (CDC, 2010).

Estudos avaliando o comportamento do IMC, em relação aos estágios de maturação sexual, são poucos e de difícil comparação, dadas as particularidades metodológicas. Días *et al.* (1996) avaliaram crianças e adolescentes de sete a dezessete anos de idade, de ambos os sexos, concluindo que o IMC aumentava de forma significativa a cada estágio de maturação sexual (entre 0,5 a 1,3 kg/m²). Em nosso estudo, a influência dos estágios de maturação sexual se mostrou menos evidente no sexo masculino, quando comparado ao sexo feminino. Assim, para o sexo masculino, pode-se encontrar estudos em que a interferência dos estágios de maturação sexual, em relação à idade cronológica, não se mostrou significativa em relação ao aumento do IMC (KANBUR *et al.*, 2002) ou apresentaram fraca correlação (CASTILHO *et al.*, 2008).

Os resultados deste estudo, no entanto, acenaram para a possibilidade de escolares do sexo masculino, com maturação sexual precoce, apresentarem um momento mais prematuro de elevação do IMC. Isso fica mais evidente quando somente por volta dos 13 anos de idade os classificados com maturação tardia alcançaram *status* similar de IMC aos demais grupos. Van Lenthe *et al.* (1996) observaram que nas idades de 13, 14 e 15 anos a adiposidade na presença da maturação sexual precoce diminuiu, enquanto que na maturação sexual tardia aumentou entre os rapazes, o que pode favorecer o ajuste do IMC. Tal qual observado nesse estudo, parece que, independente da antecipação dos eventos maturacionais, os valores de IMC tendem a se ajustar ao final da adolescência, no sexo masculino, sendo por alterações na adiposidade ou massa magra.

Essas constatações levam a supor que, no sexo masculino, a maturação precoce pode ocasionar um declínio da massa corporal ao final da puberdade, podendo ocorrer redução da gordura corporal, o que pode facilitar o ajuste do IMC. Autores relataram que a curva de crescimento de IMC para a precocidade no sexo masculino tende a aumentar consideravelmente até os 13 anos, quando podem ser observadas diferenças entre os grupos. Após isso, meninos medianos e tardios, em termos de maturação sexual, tendem a não diferir (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). No entanto, os autores supracitados destacaram que se trata de um tópico que requer mais estudos.

Estudos em que crianças e adolescentes do sexo feminino, com maturação sexual precoce, apresentaram maiores valores de IMC durante a puberdade, tal qual neste estudo, são mais frequentes na literatura (BIRO *et al.*, 2001; LUCIANO *et al.*, 2013). De modo mais específico, resguardadas as características de cada estudo, os achados do

presente estudo estão de acordo com as conclusões de Biro *et al.* (2001), em que as crianças e adolescentes, seguidas por 10 anos (9 a 19 anos de idade), que foram classificadas com maturação sexual precoce apresentaram uma mediana de IMC sempre maior ao longo do período de seguimento, quando comparadas as com maturação normal e tardia.

Tal constatação fica mais evidente à medida que se analisa a idade média de crianças e adolescentes, com e sem excesso de peso, e as respectivas medianas de IMC para cada estágio de maturação sexual. Luciano *et al.* (2013) observaram, em amostra com idade entre oito e quatorze anos, que, para todos os estágios de maturação sexual (exceto o 5), as idades médias são sempre menores nas crianças e adolescentes do sexo feminino com excesso de peso. Tal qual observado neste estudo, ao que tudo indica as diferenças entre os ritmos de maturação tendem a se minimizar no que diz respeito à massa corporal, conforme caracterizado pelo estágio 5 (final da puberdade).

A maturação sexual e o aumento do IMC são fenômenos que acontecem de forma paralela. É comum ocorrer simultaneidade na precocidade do desenvolvimento das características sexuais secundárias e o crescimento do IMC. Por ocorrerem de forma concomitante, tem sido difícil separar os efeitos do aumento do IMC dos efeitos da maturação sexual precoce (BRATBERG, 2007).

Independente dessas constatações, os resultados deste estudo mostraram que a evolução do IMC, em escolares com maturação normal ou tardia, é mais lenta quando comparada aos com maturação sexual precoce, o que pode se traduzir em uma menor chance de desenvolver excesso de peso, inclusive na vida adulta. De fato, já foram constatadas maiores prevalências de obesidade em adultos que tiveram maturação sexual precoce, tanto em homens (KIMBLUM, 2006) quanto em mulheres (BIRO *et al.*, 2010; OGDEM *et al.*, 2010).

Diante do exposto, existe uma tendência entre crianças e adolescentes com maturação sexual precoce de apresentarem um crescimento mais prematuro e acentuado do IMC para a idade, o que pode se traduzir em maior probabilidade de obesidade na vida adulta. Essa constatação deve ser considerada importante no contexto da saúde pública, tendo em vista a correlação do IMC com a obesidade e as doenças crônicas ao longo do ciclo vital (NADEAU *et al.*, 2011; FLYNN *et al.*, 2006).

4.3 ASSOCIAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO SEXUAL E GORDURA CORPORAL

Comparando escolares do sexo masculino, segundo a classificação da maturação sexual (precoce, normal, tardia), não se encontraram diferenças estatisticamente significativas para as variáveis de gordura corporal total e periférica (Tabela 10).

Nos escolares do sexo feminino, houve diferenças estatisticamente significantes de gordura corporal total (Σ dobras cutâneas) e periférica, com classificação de maturação sexual, a exceção do Z escore dobra tricaptal — percentil ≥ 85 ($p = 0,105$). Observa-se, assim, tendência de aumento dos valores de gordura corporal total e periférica com precocidade de idade nos estágios de maturação sexual (p de tendência $< 0,001$ para todas as variáveis analisadas).

No modelo ajustado (Tabelas 11 e 12), tendo como referência maturação sexual normal, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as variáveis de gordura corporal em ambos os sexos. Destaca-se, no sexo feminino, uma redução da prevalência de excesso de gordura corporal com diminuição da precocidade de idade nos estágios de maturação sexual, sendo os valores de razão de prevalência todos menores que 1 (um) para as que apresentavam maturação sexual tardia.

Resultados similares a este estudo foram encontrados por Rider *et al.* (1992), quando demonstraram que a adiposidade (somatória de quatro dobras cutâneas) não se associou positivamente com a maturação sexual precoce (ocorrência do estágio 2 do desenvolvimento mamário anterior aos oito anos de idade). Nesse estudo, embora os resultados não tenham demonstrado associações significativas entre maturação sexual e gordura corporal, ficou evidente uma tendência de maiores concentrações de gordura corporal em escolares do sexo feminino, com maturação sexual precoce.

Diferente do observado neste estudo, parece existirem associações claras entre aumento dos percentuais de gordura corporal e início da puberdade no sexo feminino (WAGNER *et al.*, 2012). De fato, existem estudos em que a gordura periférica, avaliada por meio de dobras cutâneas, foi mais elevada entre as adolescentes com maturação sexual precoce (MIHALOPOULOS *et al.*, 2010); ou que a gordura corporal aumentou independentemente da precocidade da maturação sexual (CINTRA *et al.*, 2013). É considerado normal um certo aumento

da deposição de gordura central e periférica durante a puberdade, nas crianças e adolescentes do sexo feminino (HEUDE *et al.*, 2006).

Destaca-se, nesse contexto, a interação de fatores hormonais que podem convergir em maiores concentrações de gordura corporal com a maturação sexual precoce. Na puberdade feminina, ocorre aumento das concentrações de insulina, de fatores de crescimento do tipo IGF-I, leptina e estradiol (ROGOL *et al.*, 2010; THANKAMONY *et al.*, 2012), que podem contribuir para um aumento das concentrações de gordura corporal (VENNER *et al.*, 2006). Além disso, ocorre uma maior produção de estrogênios que favorecem a deposição de gordura corporal (MARCOVECCHIO; CHIARELLI; 2013; SOLORZANO, MCARTNEY, 2010).

Isso fica mais evidente à medida que, em estudos que utilizaram dobras cutâneas em crianças e adolescentes, as medições demonstraram que as espessuras são frequentemente mais elevadas no sexo feminino, pelo menos a partir da idade de oito anos, atingindo maiores diferenças com o advento da puberdade e da maturação sexual (HEUDE *et al.*, 2006; MARINI *et al.*, 2007).

Tabela 10 - Testes de hipóteses e valores descritivos das variáveis de gordura corporal segundo a classificação de maturação sexual em escolares (8-14 anos de idade) de Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

Variáveis	Classificação de maturação sexual Masculino			Classificação de maturação sexual Feminino			p [§]	p [†]
	Precoce	Normal	Tardio	Precoce	Normal	Tardio		
Z escore Σ dobras cutâneas ^ε	-0,39 (-0,77; 0,61)	-0,29 (-0,74; 0,62)	-0,39 (-0,69; 0,36)	-0,04 (-0,50; 0,78)	Mediana (p25 - p75)* -0,25 (-0,73; 0,45)	-0,43 (-0,88; 0,19)	<0,001	<0,001
Z escore dobra tripital	-0,33 (-0,84; 0,64)	-0,16 (-0,76; 0,59)	-0,27 (-0,69; 0,51)	0,08 (-0,54; 0,81)	-0,20 (-0,75; 0,53)	-0,43 (-0,85; 0,23)	<0,001	<0,001
Z escore dobra panturrilha	-0,32 (-0,78; 0,68)	-0,25 (-0,74; 0,58)	-0,25 (-0,74; 0,54)	-0,03 (-0,53; 0,67)	-0,16 (-0,70; 0,57)	-0,39 (-0,89; 0,33)	<0,001	<0,001
Z escore Σ dobras cutâneas - percentil \geq 85	9,4	7,9	12,2	13,8	7,9	5,4	0,014	<0,001
Z escore dobra tripital - percentil \geq 85	9,6	9,7	11,6	12,3	8,3	6,1	0,105	<0,001
Z escore dobra panturrilha - percentil \geq 85	8,8	9,3	8,7	11,9	6,2	7,1	0,016	<0,001

* p25 e p75; † Teste de Kruskal-Wallis (variáveis quantitativas) e de Rao-Scott (variáveis qualitativas); ‡ Teste de tendência.; § Somatório das dobras cutâneas tripital, subescapular, supraílica e panturrilha.

Tabela 11 - Estimativas provenientes dos modelos múltiplos de regressão de Poisson para associação do excesso de gordura corporal, segundo a classificação de maturação sexual em escolares do sexo masculino (8-14 anos de idade) de Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

Classificação de maturação sexual no sexo asculino	Z escore Σ dobras cutâneas [‡] percentil \geq 85	Z escore dobra tricípital percentil \geq 85	Z escore dobra panturrilha percentil \geq 85
Precoce	1,39 (0,86; 2,24)	1,11 (0,64; 1,93)	1,01 (0,63; 1,60)
Normal	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Tardio	1,87 (0,92; 3,83)	1,44 (0,57; 3,62)	0,99 (0,51; 1,92)

* Intervalo de confiança de 95%;

§ Ajustado para IMC da mãe, idade, peso ao nascer, tipo de escola e interação entre IMC da mãe e tipo de escola por meio de modelo de regressão de Poisson.

‡ Somatório das dobras cutâneas tricípital, subescapular, suprailíaca e panturrilha.

Tabela 12 - Estimativas provenientes dos modelos múltiplos de regressão de Poisson para associação do excesso de gordura corporal, segundo a classificação de maturação sexual em escolares do sexo feminino (8-14 anos de idade) de Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

Classificação de maturação sexual no sexo feminino	Z escore Σ dobras cutâneas [‡] - percentil \geq 85	Z escore dobra tricípital percentil \geq 85	Z escore dobra panturrilha percentil \geq 85
Precoce	1,91 (0,85; 4,26)	1,73 (0,84; 3,56)	1,96 (0,95; 4,01)
Normal	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Tardio	0,57 (0,27; 1,22)	0,57 (0,32; 1,04)	0,90 (0,40; 2,04)

* Intervalo de confiança de 95%;

§ Ajustado para IMC da mãe, idade, peso ao nascer, tipo de escola e interação entre IMC da mãe e tipo de escola por meio de modelo de regressão de Poisson.

‡ Somatório das dobras cutâneas tricípital, subescapular, suprailíaca e panturrilha.

No sexo masculino, em ampla revisão sobre o tema, Wagner *et al.* (2012) concluíram que os dados existentes sobre a relação excesso de gordura corporal e puberdade, no sexo masculino, são poucos e ainda não é possível observar uma tendência definitiva. Os autores reforçaram que, embora o efeito da obesidade sobre a temporização da puberdade

seja controverso, alguns estudos mostraram a puberdade precoce associada com o aumento da gordura corporal.

De forma resumida, existe evidência que a maturação sexual precoce, no sexo masculino, esteja associada com menores prevalências de gordura corporal total e periférica (VIZMANOS; MARTI-HENNEBERG, 2000); em outros que esta precocidade representa um risco para o aumento da gordura corporal (SØRENSEN *et al.*, 2010).

Não se pode omitir a influência da puberdade e da maturação sexual sobre a quantidade e distribuição da gordura corporal, embora seja difícil quantificar tal fenômeno. Em um estudo com crianças e adolescentes de ambos os sexos, o *status* puberal explicou 18,6 e 12,4% da variação na adiposidade subcutânea e adiposidade visceral, respectivamente, com maior influência sobre estes indicadores de adiposidade do que a idade, etnia ou gênero (BRAMBILLA *et al.*, 2006).

Obviamente, não se devem desprezar outros fatores que podem interferir na quantidade e distribuição da gordura corporal na puberdade. A literatura destaca que o baixo peso ao nascer, com a rápida recuperação do crescimento, tem sido associado com a precocidade da menarca e aumento da adiposidade no sexo feminino (AHMED *et al.*, 2009; DIVALL; RADOVICK, 2009).

Enfim, ainda que alguns indicativos possam ser encontrados na literatura, as hipóteses para explicar a relação entre a maturação sexual e as concentrações de gordura corporal continuam sendo debatidas e permanecem inconclusivas na sua totalidade. Nesse contexto, independente do *status* hormonal da puberdade, não se pode ignorar a interferência de aspectos genéticos, étnicos e do ambiente. As questões ambientais, com as mudanças no consumo alimentar e nas atividades físicas ocorridas ao longo do tempo, podem ter influências consideráveis sobre esses fenômenos (BIRO *et al.*, 2006; SILVA, 2013).

De fato, há indícios de que um balanço energético positivo, em longo prazo, pode afetar tanto os níveis de adiposidade corporal, quanto o tempo de maturação sexual, fazendo com que estas tendências sejam coincidentes (HIMES, 2006). Nesse contexto, o aumento das prevalências de adiposidade corporal, independente dos estágios de maturação sexual, pode representar uma sobreposição de fatores ambientais às tendências genéticas e ao *status* hormonal da puberdade, principalmente no sexo masculino. Porém, tais suposições precisam ser mais bem estudadas para que possam ser identificadas e esclarecidas.

4.4 ASSOCIAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO SEXUAL E ADIPOSIDADE CENTRAL

A comparação de escolares do sexo masculino, segundo a classificação da maturação sexual (precoce, normal, tardia), não identificou diferenças estatisticamente significantes para todas as variáveis de adiposidade central, a exceção da razão cintura/estatura ($<0,001$). Destaca-se, no entanto, a tendência de aumento do Z escore circunferência da cintura com a precocidade da maturação sexual (p de tendência = 0,035), Tabela 13.

Nas crianças e adolescentes do sexo feminino, houve associação estatisticamente significativa da adiposidade central, em todas as variáveis avaliadas, com a classificação da maturação sexual (Tabela 13). Observa-se, assim, tendência de aumento dos valores de adiposidade central com precocidade de idade nos estágios de maturação sexual (p de tendência $< 0,001$ para todas as variáveis, exceto para a razão cintura estatura, $p= 0,001$).

No modelo ajustado (Tabelas 14 e 15), tendo como referência a maturação sexual normal, os escolares do sexo masculino não apresentaram diferenças estatisticamente significantes para as variáveis de adiposidade central.

Entre escolares do sexo feminino, as classificadas com maturação sexual precoce apresentaram excesso de razão cintura/estatura, com valor ajustado de razão de prevalência (IC95%) igual a 2,82 (1,20 ; 6,64). A maturação sexual tardia mostrou menores prevalências de excesso de circunferência da cintura, com valor ajustado de razão de prevalência (IC95%) igual a 0,46 (0,22 ; 0,98).

Destaca-se, no sexo feminino, uma redução da prevalência de excesso de adiposidade central (CC e RCEst), com diminuição da precocidade de idade nos estágios de maturação sexual, sendo os valores de razão de prevalência todos menores que 1 (um), para as que apresentavam maturação sexual tardia, nos modelos bruto e ajustado (Tabelas 14 e 15).

Tabela 13 - Testes de hipóteses e valores descritivos da razão cintura/estatura e excesso de circunferência da cintura segundo classificação da maturação sexual de escolares (8 a 14 anos de idade) de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.

Variáveis	Classificação de maturação sexual				Classificação de maturação sexual				p [†]	p [§]	p [†]
	Precoce		Tardia		Precoce		Tardia				
	Normal	Sexo masculino	Normal	Sexo feminino	Normal	Sexo masculino	Normal	Sexo feminino			
	Mediana (p25 – p75)*										
Cintura/Estatura	0,44 (0,42; 0,47)	0,43 (0,41; 0,46)	0,42 (0,40; 0,45)		0,43 (0,40; 0,46)	0,41 (0,40; 0,44)	0,41 (0,39; 0,43)				
Z score circunferência da cintura	-0,16 (-0,67; 0,59)	-0,22 (-0,72; 0,54)	-0,29 (-0,75; 0,31)		0,08 (-0,42; 0,77)	-0,17 (-0,67; 0,41)	-0,45 (-0,84; 0,22)				
	%										
Excesso de circunferência da cintura	19,4	15,7	16,7		13,9	8,0	3,9				
Cintura/Estatura >=0,5	11,3	9,1	11,1		8,7	3,3	3,2				

* p25 e p75; Percentis 25 e 75;

§ Teste de Kruskal-Wallis (variáveis quantitativas) e Rao-Scott (variáveis qualitativas);

† Teste de tendência.

Tabela 14 - Estimativas provenientes dos modelos univariado e múltiplo de regressão de Poisson para associação de excesso de razão de cintura/estatura, segundo classificação de maturação sexual de escolares (8 a 14 anos de idade) de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.

Classificação de maturação sexual	Sexo Masculino			Sexo Feminino		
	Razão de prevalência bruta (IC 95%)*	Razão de prevalência ajustada (IC 95%)*§	p§	Razão de prevalência bruta (IC 95%)*	Razão de prevalência ajustada (IC 95%)*§	p§
Precoce	1,24 (0,68; 2,26)	1,48 (0,84; 2,60)	0,439	2,62 (1,29; 5,33)	2,82 (1,20; 6,64)	0,022
Normal	1,23 (0,56; 2,71)	1,53 (0,64; 3,67)	-	1,06 (0,34; 2,66)	1,06 (0,30; 3,07)	-
Tardio			0,581			0,949

* Intervalo de confiança de 95%;

§ Ajustado para IMC da mãe, idade, peso ao nascer, tipo de escola e interação entre IMC da mãe e tipo de escola por meio de modelo de regressão de Poisson.

Tabela 15 - Estimativas provenientes dos modelos univariado e múltiplo de regressão de Poisson para associação de excesso de circunferência da cintura, segundo classificação de maturação sexual de escolares (8 a 14 anos de idade) de Florianópolis – Sul do Brasil, 2007.

Classificação de maturação sexual	Sexo Masculino			Sexo Feminino		
	Razão de prevalência bruta (IC 95%)*	Razão de prevalência ajustada (IC 95%)*§	p§	Razão de prevalência bruta (IC 95%)*	Razão de prevalência ajustada (IC 95%)*§	p§
Precoce	1,23 (0,82; 1,86)	1,33 (0,79; 2,24)	0,253	1,75 (0,74; 4,13)	1,93 (0,75; 4,96)	0,154
Normal	1,06	1,15	-	1,49	0,46	-
Tardio	(0,52; 2,16)	(0,51; 2,59)	0,704	(0,29; 0,81)	(0,22; 0,98)	0,044

* Intervalo de confiança de 95%;

§ Ajustado para IMC da mãe, idade, peso ao nascer, tipo de escola e interação entre IMC da mãe e tipo de escola por meio de modelo de regressão de Poisson.

Os resultados do estudo mostraram que, no sexo feminino, a maturação sexual precoce está associada a uma maior deposição de gordura na região central do corpo, enquanto que a maturação sexual tardia mostrou ser um efeito inverso. Esses indicadores de adiposidade central, se observados precocemente, revelam-se de grande valia, tendo em vista a maior probabilidade de desenvolvimento de morbidades na vida adulta (BAKER; OLSEN; SORENSEN, 2007), principalmente diabetes tipo II, doença coronária, derrame, apneia do sono, hipertensão, dislipidemia, resistência à insulina, inflamação e alguns tipos de câncer (TCHERNOF; DESPRÉS, 2013).

Em escolares do sexo feminino, classificadas com maturação sexual precoce, a prevalência de excesso de RCEst foi significativamente maior quando comparadas com o sexo feminino. Nesse caso, o emprego da RCEst tende a ajustar o efeito do crescimento, que é bastante pronunciado na puberdade, minimizando possíveis distorções da quantidade de adiposidade central relativa à estatura do avaliado. Assim, mesmo considerando que indivíduos classificados com maturação precoce possam apresentar maior estatura (normal para a precocidade da maturação sexual), esse indicador permaneceu associado. Ou seja, mesmo considerando uma possível maior quantidade de gordura corporal, aceitável para a região do tronco em função de uma provável maior estatura, as adolescentes com maturação sexual precoce apresentaram um risco significativo de excesso de RCEst.

Somente um estudo, com delineamento longitudinal, analisou estágios de maturação sexual e RCEst. Resguardadas as diferenças de delineamento, encontraram-se tendências similares às deste estudo. Biro *et al.* (2010) acompanharam adolescentes do sexo feminino dos 10 aos 18 anos e, independentemente da raça, as mulheres, aos 18 anos, que tiveram a maturação mais cedo apresentaram maiores índices de gordura corporal, mais massa livre de gordura e maior RCEst. Adicionalmente, os autores concluíram que níveis mais altos de IMC na infância podem levar a maior RCEst aos 18 anos, e que estas mudanças são mais significativas do que as alterações esperadas do IMC ao longo da puberdade e início da vida adulta.

Isso se deve em função de que há uma tendência ou maior chance de ocorrer aumentos desproporcionais de massa gorda e estabilização da estatura com o advento da idade. De fato, ao se observar uma desproporção de adiposidade central para a estatura ainda nos anos iniciais da adolescência, pode-se admitir que tal tendência se acentue à medida que ocorra fechamento das epífises ósseas e o processo de

crescimento se encerre na sua totalidade, sem garantias de que ocorra estabilização da adiposidade central.

Em outro estudo, a RCEst foi utilizada para identificar a adiposidade corporal em crianças e adolescentes, a partir de oito anos de idade, com a finalidade de encontrar um indicador confiável de gordura corporal, independente dos estágios de maturação sexual. Os autores concluíram que a RCEst é uma medida conveniente e adequada de adiposidade durante a puberdade. Adicionalmente, ratificaram que o estado puberal deve ser levado em conta no ajuste da massa corporal para a estatura em crianças e adolescentes (LEWITT *et al.*, 2012).

Relativamente à CC, os resultados mostraram a mesma tendência da RCEst, ainda que, no modelo ajustado, a maturação precoce não tenha permanecido com valores estatisticamente significantes. Porém, as escolares com maturação tardia mostraram ter um efeito de proteção para excesso de CC. Outros estudos mostraram valores mais elevados de CC entre adolescentes com maturação sexual precoce.

Ibanez e colaboradores (2003) verificaram, no sexo feminino, que as medidas de adiposidade total e distribuição de gordura corporal, avaliadas por meio da circunferência da cintura, razão cintura/quadril e gordura abdominal, eram significativamente maiores no grupo com maturação sexual precoce. A mesma tendência foi descrita por Bratberg *et al.* (2007), em um estudo envolvendo adolescentes do sexo feminino, com faixa etária entre 14, 2 e 18,2 anos, em que uma maior circunferência da cintura foi associada ao excesso de peso e à maturação sexual precoce.

Ao que tudo indica, a maturidade sexual tardia pode oferecer um efeito protetor para a adiposidade central. Obviamente, isso pode sofrer influência de tendências genéticas, ambientais e de condições pré-pubescentes. Porém, não se pode desconsiderar o fato de que, com o adiamento da maturação, ocorra um retardamento da produção de hormônios femininos, principalmente estradiol, que é um dos estimuladores do acúmulo de gordura, principalmente nas regiões do seio e quadril (ROGOL *et al.*, 2002).

No sexo masculino, apesar das diferenças não significantes, as prevalências de excesso de adiposidade central (CC e RCEst) foram maiores entre os classificados com maturação sexual precoce. Independente da maturação sexual, a partir do período pré-puberal (5 a 7 anos) os meninos tendem a aumentar as concentrações de gordura centralizada e o advento da puberdade e da maturação sexual pode incrementar esta condição (KIRKBY *et al.*, 2004; WEBSTER-GANDY; WARREN; HENRY, 2003).

Essa constatação parece assumir uma importância maior em longo prazo, pois estudos longitudinais têm mostrado que a maturação precoce na infância, nos rapazes, se associa com valores mais elevados de circunferência da cintura e quadril na idade adulta (SANDHU *et al.*, 2006). Nessa mesma direção, Kimblom e colaboradores (2006) concluíram que o início da puberdade precoce pode prever de modo mais específico uma tendência para uma maior deposição centralizada da massa gorda, quando comparada à periférica em adolescentes do sexo masculino.

É provável que uma tendência observada na infância se potencialize com o advento da idade entre os homens, considerando que, naturalmente, há uma maior tendência de acúmulo de gordura na região abdominal, a partir da idade adulta. Tal condição tem recebido especial atenção em função das características metabólicas e hormonais da gordura abdominal, que favorecem o armazenamento de lípidios, o aumento do tamanho e quantidade dos adipócitos. Todos esses fatores são possíveis determinantes do aumento do risco cardiometabólico e estão associados com o excesso de adiposidade central na idade adulta (BERRY *et al.*, 2013; TCHERNOF, DESPRÉS, 2013).

Ao que tudo indica, a maturação sexual precoce favorece o acúmulo de gordura na região abdominal, no sexo feminino. De fato, a literatura tem apontado que o advento da puberdade e da maturação sexual precoces favorece mais a deposição de gordura centralizada do que a gordura periférica, que seria mais dependente das condições de adiposidade pré-puberal (WAGNER *et al.*, 2012). Porém, isso não parece ser um fenômeno dependente exclusivamente dos eventos maturacionais e tão pouco de determinadas populações, e sim uma tendência generalizada entre crianças e adolescentes de ambos os sexos.

Estudos têm observado que a obesidade abdominal apresenta crescimento maior do que a obesidade geral em adolescentes, quando avaliados por meio do índice de massa corporal. Essa tendência foi observada na Espanha, onde os valores de circunferência da cintura apresentaram um crescimento, independente das mudanças no IMC em ambos os sexos, em adolescentes de 13 a 14 anos, no período de 1995 a 2002 (MORENO *et al.*, 2005). A mesma tendência foi constatada na circunferência da cintura de crianças e adolescentes britânicos, em que o aumento da cintura foi maior que o IMC nos últimos 10 a 20 anos (1977-1987-1997), principalmente no sexo feminino (MCCARTHY; ELLIS; COLE, 2003).

Uma dificuldade na utilização da CC diz respeito aos pontos de corte e às particularidades de cada população, assim como as diferentes

metodologias de avaliação relativas ao local da mensuração. Nesse estudo, a adoção dos pontos de corte de Fernandes *et al.* (2004), em que o percentil 75 foi considerado para o excesso de circunferência da cintura, pode ser interpretada como uma medida conservadora, pois percentis mais elevados foram normalmente utilizados para outras populações de crianças e adolescentes (KATZMARZYK, 2004; McCARTHY; JARRETT; CRAWLEY, 2001; YAN *et al.*, 2008; POH *et al.*, 2011).

Ao analisar os resultados dos dois indicadores de adiposidade central (CC e RCEst), observou-se uma tendência de maior risco entre os escolares classificados com maturação sexual precoce. No caso da RCEst, destaca-se que este indicador considera o aumento da estatura que acontece simultaneamente com a puberdade e a maturação sexual. Ou seja, mesmo considerando que os escolares com maturação precoce possam ter mais estatura que seus pares com maturação normal e tardia, o que permitiria uma maior quantidade de adiposidade central, esse indicador permaneceu associado.

Por outro lado, a CC mostrou uma tendência similar, mas com valores significativos relativos à maturação tardia apresentando menores prevalências de excesso de adiposidade central, no sexo feminino. As medidas de CC mostraram uma tendência clara de valores mais elevados com precocidade da maturação sexual, resultados que são respaldados pela literatura que reporta uma maior relação entre maturação sexual precoce e adiposidade central quando comparada à periférica (WAGNER *et al.*, 2012). Convém ressaltar que os pontos de corte adotados neste estudo não são específicos desta população, o que pode ter alguma influência nestes resultados, porém sem modificar o efeito das associações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 ASPECTOS RELEVANTES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE ESTUDOS

Os aspectos relacionados à puberdade e seus eventos, inclusive a maturação sexual, são de fato complexos dada a sua cronologia e, principalmente, a interação de fatores biológicos, genéticos e ambientais. O entendimento da magnitude do efeito desses fatores sobre a composição corporal é desafiador e importante em saúde pública. As recentes confirmações de que as prevalências de excesso de peso e obesidade seguem avançando e a certeza que a infância e adolescência são períodos críticos para a determinação da composição corporal reafirmam a importância deste e demais estudos relacionados ao tema.

Particularmente, este estudo destaca-se por ter analisado a associação de indicadores antropométricos de obesidade com os estágios de maturação sexual. Nesse contexto, a utilização em conjunto do IMC, dobras cutâneas, CC e RCEst oferecem um caráter inovador à proposta. Além disso, outros pontos fortes do estudo merecem destaque, como o fato de ser um levantamento com base na população de escolares, o que, dada às características do município de Florianópolis, onde um elevado percentual de crianças e adolescentes frequentam a escola, faz com que a amostra estudada fique muito próxima da representatividade da população de crianças e adolescentes do município.

Devem-se considerar os aspectos metodológicos, como a utilização de instrumentos validados e utilizados anteriormente em outras pesquisas, assim como o esmero na preparação da equipe de coleta de dados antropométricos, que utilizou equipamentos padronizados e calibrados. A equipe de coleta de dados de maturação sexual foi preparada com treinamento prévio e estudo-piloto, além de contar com protocolo específico de aplicação do instrumento no manual de campo. A dificuldade de obtenção de dados de maturação sexual com quantidade e qualidade normalmente tem desencorajado pesquisadores e reduzido a disponibilidade de estudos sobre o tema. Contudo, o número expressivo de escolares avaliados aumentou o poder das tendências observadas por meio das associações encontradas, o que são pontos fortes do estudo.

As principais limitações deste estudo dizem respeito ao seu caráter transversal, ao procedimento de classificação dos estágios de

maturação sexual e o autorreferimento das características de estadiamento puberal.

A natureza transversal dos dados confere limitações relativas aos desfechos analisados quanto à sua natureza cronológica, e estes devem ser interpretados como associações. Por outro lado, as dificuldades para realizar estudos longitudinais e para obtenção de dados representativos de maturação sexual estão bem descritas na literatura e aumentam a importância dos estudos transversais. A plausibilidade dos achados reforça a validade do estudo. E contribuições de estudos transversais, para apontar ou reforçar tendências no contexto da maturação sexual e da composição corporal, são recomendadas por pesquisadores e amplamente citadas na literatura.

Quanto à classificação dos escolares em relação à progressão de maturação sexual, isso já foi descrito na literatura em âmbito nacional e internacional. Embora possa ser questionada, em função da não utilização de um marco específico (menarca, espermarca, idade versus estágio), ela parte do pressuposto de que, para o mesmo estadiamento, indivíduos que têm menor idade são considerados precoces, comparados a seus pares que estão no mesmo estágio de maturação. Essa estratégia tem sido utilizada em estudos transversais cuja faixa etária amostral não contempla todo o estrato etário que envolve a puberdade. A plausibilidade e consistência dos resultados deste e demais estudos que utilizaram esta classificação reforça a metodologia como viável do ponto de vista epidemiológico. Por fim, nenhuma metodologia de avaliação neste campo esta isenta de limitações, mesmo em estudos longitudinais.

As informações autorreferidas foram consideradas válidas em adolescentes brasileiros, mas foi questionada por outros estudos cuja concordância com avaliadores foi considerada de moderada a fraca. De modo geral, é razoável admitir que a informação reportada possa sofrer influência de *status* de maturidade sexual socialmente desejável, principalmente no sexo masculino, que tende a superestimar os estágios em que se encontram. Na população mais jovem (8 a 10 anos de idade) os problemas são similares, acrescentando-se o fato que algumas crianças têm pouca familiaridade com o tema. Apesar de tais constatações, alguns estudos com pré-pubescentes classificaram como confiável as informações de maturação sexual autorreferida nesta faixa etária.

Além das limitações supracitadas, a faixa etária do estudo que compreende crianças e adolescentes de oito a catorze anos de idade não abarca a totalidade cronológica dos eventos de maturação sexual,

principalmente no sexo masculino. Neste contexto é necessário atentar que uma menor proporção de escolares nos estágios finais de maturação sexual pode ter influenciado os resultados, provavelmente não no sentido das associações observadas e sim na sua magnitude.

Outra questão pertinente diz respeito à inclusão neste estudo de adolescentes remanescentes de outro processo amostral. Embora não se tenha observado diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, o que viabilizou a inclusão, isto não representa que as associações observadas possam estar totalmente isentas de possíveis vieses derivados deste processo.

Neste mesmo sentido, é necessário atentar para a utilização dos pontos de corte para circunferência da cintura propostos por Fernandes *et al.*, (2004), cuja localização anatômica pode não coincidir exatamente com a adotada neste estudo. No entanto as análises quantitativas mostraram tendências similares às categóricas o que minimiza possíveis vieses quanto as associações observadas.

Por fim, na comparação dos resultados foram utilizados estudos cujas medidas das variáveis dependentes e independentes foram avaliadas de formas diferentes as adotadas neste estudo. Isto se fez necessário em função dos poucos estudos relacionados ao tema a pela diversidade de metodologias utilizadas para avaliar a maturação sexual e principalmente o excesso de peso e a adiposidade corporal. No entanto estas diferentes metodologias são citadas ao longo do trabalho o que permite a sua contextualização.

Apesar das dificuldades metodológicas ao se abordar o tema, somadas as dificuldades de confiabilidade e coleta de dados, novas pesquisas devem ser prospectadas e incentivadas. Nesse sentido, algumas lacunas persistem e poderiam ser exploradas em novas pesquisas:

Aprofundar a investigação sobre o comportamento da massa e da gordura corporal em meninos, com diferentes ritmos de maturação sexual. É no mínimo intrigante a tendência de mudanças observadas na última década com o aumento do risco para excesso de peso e adiposidade corporal em rapazes com indicadores de maturação sexual precoce. São necessárias pesquisas que incluam, além das variáveis de composição corporal, indicadores hormonais, visto que o que se observa é paradoxal aos aspectos hormonais esperados com a precocidade maturacional (aumento dos hormônios anabólicos) que resultam no aumento, principalmente, da massa livre de gordura e redução ou estabilização da gordura corporal.

Realizar estudos em que a massa livre de gordura seja analisada concomitantemente às variáveis de massa corporal e gordura corporal é significativo. Muitos estudos que relacionaram os estágios de maturação sexual, excesso de peso e obesidade se valeram do IMC como medida para avaliação da composição corporal e acabaram discutindo com maior afinco as questões que envolvem a adiposidade corporal. Além disso, embora descrita na literatura, a influência da maturação sexual sobre os diversos compartimentos corporais, se estão ocorrendo mudanças na adiposidade, se é possível que a massa livre de gordura sofra efeito de tais transformações. Sem dúvida é interessante obter essas respostas.

Outro aspecto que merece um novo olhar neste campo de investigação diz respeito à avaliação dos estágios de maturação sexual. É recorrente na submissão de artigos o questionamento sobre a validade dos dados autorreferidos, cuja confiabilidade é considerada baixa, principalmente em meninos. Essa constatação fica mais evidente a partir de publicações recentes que têm colocado em dúvida essa estratégia. Para novos estudos faz-se necessário pensar em alternativas às planilhas de Tanner ou à sua metodologia de aplicação. Exemplo dessa iniciativa é o “*automated audio computer-assisted self-interview (ACASI)*” desenvolvido pelo *National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES)*, utilizado para coleta de dados socialmente indesejáveis, inclusive a maturação sexual. Dados de validade para autoavaliação da maturação sexual, por meio do ACASI, alcançaram resultados considerados bons entre meninos e excelentes entre meninas. Considerando as dificuldades da avaliação presencial por especialistas em estudos epidemiológicos, o desenvolvimento de novas metodologias é muito bem vindo neste campo investigativo.

No contexto da adiposidade corporal, muitos estudos observaram que a gordura centralizada apresenta uma magnitude de associação mais forte com a precocidade dos eventos maturacionais do que a gordura periférica ou mesmo a gordura total. Paralelamente a isso, esse é um fenômeno que também se observa independentemente da precocidade dos eventos maturacionais em crianças e adolescentes. Além disso, a gordura subcutânea parece ter função mais robusta do que a visceral no contexto da ativação hormonal na puberdade. Estudos que avancem nessas particularidades da adiposidade corporal, na puberdade, elucidando essas questões, certamente serão bem recebidos por editores de revistas qualificadas.

Por fim, as associações, a cronologia e a causalidade dos eventos maturacionais e indicadores de obesidade precisam continuar a ser

debatidos e analisados. Estudos longitudinais podem oferecer novas perspectivas relacionadas principalmente à composição corporal antes da adolescência e suas influências sobre a maturação sexual. Considera-se, nessa perspectiva, que o advento da puberdade e da maturação sexual pode potencializar tendências pré-estabelecidas e modificar o ritmo dos eventos maturacionais. Além disso, as constantes mudanças no estilo de vida, principalmente redução das atividades físicas e aumento no consumo de alimentos industrializados, de alta densidade energética, tem influência significativa nesses eventos. Adicionalmente, particularidades genéticas, culturais, econômicas e geográficas podem derivar características distintas para as variáveis envolvidas neste processo, o que ratifica a necessidade da continuidade das investigações em diferentes populações.

Essas são algumas propostas que, se desenvolvidas, poderiam melhorar o nível de evidências sobre a relação da maturação sexual e os indicadores de obesidade e da composição corporal de modo geral.

5.2 CONCLUSÕES

Considerando os objetivos estabelecidos para esta investigação, é possível concluir que:

- a) A maturação sexual precoce foi associada ao excesso de peso corporal em escolares do sexo feminino. De modo geral, os escolares classificados com maturação sexual precoce parecem apresentar uma evolução mais rápida do IMC comparada a seus pares classificados com maturação normal e tardia.
- b) As variáveis de gordura corporal total e periférica foram similares em escolares classificados em diferentes estágios de maturação sexual, em ambos os sexos. Porém, observou-se uma tendência de redução da prevalência de excesso de gordura corporal com diminuição da precocidade de idade nos estágios de maturação sexual no sexo feminino.
- c) A maturação sexual precoce foi associada ao excesso de razão cintura/estatura, enquanto que a maturação sexual tardia apresentou uma associação negativa para excesso de circunferência da cintura em escolares do sexo feminino. Nos escolares do sexo masculino, não houve diferenças entre estágios de maturação e adiposidade central.

A partir das conclusões desta pesquisa, pôde-se confirmar a primeira e a segunda hipótese do estudo, que indica associação entre maturação sexual precoce e excesso de peso e de adiposidade central em escolares do sexo feminino. Embora a hipótese formulada a partir do indicador circunferência da cintura indicava associação da maturação sexual precoce com excesso de circunferência da cintura e os resultados mostrem a maturação tardia com menores prevalências, entende-se que, epidemiologicamente, os resultados mostraram uma convergência entre indicadores de risco e proteção para os classificados com maturação precoce e tardia, respectivamente, o que ratifica a hipótese inicial do estudo.

Os indicadores de gordura corporal total e periférica foram similares nos estágios de maturação sexual. Essa constatação refuta a terceira hipótese da presente tese que indicava associação da precocidade de maturação sexual e gordura corporal em escolares do sexo feminino. Dessa forma, o estudo indica que a maturação sexual precoce pode estar mais relacionada com a concentração de gordura corporal centralizada do que com a quantidade e distribuição da gordura corporal.

Nenhum dos indicadores antropométricos de obesidade foi associado à maturação sexual em escolares do sexo masculino, o que confirma a quarta hipótese que indica não existir associação entre maturação sexual, excesso de peso, gordura corporal e adiposidade central. Contudo, essa tendência merece ser mais bem acompanhada diante das maiores prevalências verificadas entre os classificados com maturação sexual precoce neste estudo e que vem sendo descrita na literatura em estudos recentes.

Por fim, o presente estudo defende a tese de que a maturação sexual está associada ao excesso de peso e à adiposidade central nos escolares do sexo feminino, com idade entre oito e quatorze anos, no município de Florianópolis, SC. O estudo mostrou evidências convincentes dessas associações e aponta possíveis alternativas para a busca do entendimento dos eventos decorrentes da maturação sexual sobre a composição corporal.

REFERÊNCIAS

- ADAIR, L. S. Child and adolescent obesity: Epidemiology and developmental perspectives. **Physiology & Behavior**, v. 94, n. 1, p. 8-16, 2008.
- ADAIR, L. S.; GORDON-LARSEN, P. Maturational timing and overweight prevalence in US adolescent girls. **American Journal Public Health**, v. 91, n. 6, p. 642-44, 2001.
- ADAMI, F.; VASCONCELOS, F. A. G. Obesidade e maturação sexual precoce em escolares de Florianópolis - SC. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 11, n. 4, p. 549-60, 2008.
- AHMED, M. L.; ONG, K. K.; DUNGER, D. B. Childhood obesity and the timing of puberty. **Trends in Endocrinology and Metabolismo**, v. 20, n.5, p. 237-42, 2009.
- AKSGLAEDE, L.; JUUL, A.; OLSEN, L., W.; SORENSEN, T. I. Age at puberty and the emerging obesity epidemic. **PLoS One**, v. 12, n. 4, p. e8450, 2009
- ALVAREZ, M. M.; VIEIRA, A. C. R. E.; SICHIERI, R.; VEIGA, G. V. D. Associação das medidas antropométricas de localização de gordura central com os componentes da síndrome metabólica em uma amostra probabilística de adolescentes de escolas públicas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 52, n. 4, p. 649-657, 2008.
- AMIGO, H. Obesidad en el niño en América Latina: situación, criterios de diagnóstico y desafíos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, suplemento 1, p.163-70, 2003.
- ANDERSON, S.; DALLAL, G.; MUST, A. Relative weight and race influence average age at menarch: results from two nationally representative surveys of US girls studied 25 years apart. **Pediatrics**, v. 111, n. 4, p. 844-50, 2003.

ANTAL, M. et al. Prevalance of underweight, overweight and obesity on the basis of body mass index and body fat percentage in Hungarian schoolchildren: representative survey in metropolitan elementary schools. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v.54, n. 3, p.171-76, 2009.

ASHWELL, M.; COLE, T. J.; DIXON, A. K. Ratio of waist circumference to height is strong predictor of intra-abdominal fat. **British Medical Journal**, v.313, p.559-60, 1996.

ASHWELL, M.; GIBSON, S. Waist to height ratio is a simple and effective obesity screening tool for cardiovascular risk factors: analysis of data from the British National Diet and Nutrition Survey of adults aged 19-64 years. **Obesity Facts**, v. 2, n. 2, p. 97-103, 2009.

ASHWELL, M.; HSIEH, S. D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, n. 5, p. 303-307, 2005.

ASSIS, M. A. et al. Obesity, overweight and thinness in schoolchildren of the city of Florianópolis, Southern Brazil. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n. 9, p. 1015-21, 2005.

BAKER, J. L.; OLSEN, L. W.; SØRENSEN, T. I. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. **The New England journal of medicine**, v. 357, n. 6, p. 2329-37, 2007.

BARBOSA, K. B. F.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E. Influência dos estágios de maturação sexual no estado nutricional, antropometria e composição corporal de adolescentes. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 6, n. 4, p.375-82, 2006.

BARROS, A. J.; HIRAKATA, V. N. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. **BMC Medical Research Methodology**, v. 20, p.3-21, 2003.

BARTON, M. Childhood obesity: a life-long health risk. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 33, n.2, p. 189-93, 2012.

BENEDET, J.; ASSIS, M. A.; CALVO, M. C.; ANDRADE, D. F. Overweight in adolescents: exploring potential risk factors. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 31, n. 2, p.172-81, 2013.

BENEDET, J.; LOPES, A. S.; ADAMI, F.; FRAGAS, P. H.; VASCONCELOS, F. A. G. Association of sexual maturation with excess body weight and height in children and adolescents. **BMC Pediatrics**, v. 14, n. 72, p. 1-7, 2014.

BENFIELD, L. L. et al. 2008. Magnetic resonance imaging of abdominal adiposity in a large cohort of British children. **International Journal of Obesity**, v. 32, n. 1, p. 91-99, 2008.

BERNARDO, C. O.; VASCONCELOS, F. A. G. Association of parents' nutritional status, and sociodemographic and dietary factors with overweight/obesity in schoolchildren 7 to 14 years old. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p. 291-304, 2012.

BERRY, D.C.; STENESEN, D.; ZEVE, D.; GRAFF, J. M. The developmental origins of adipose tissue. **Development**, v. 140, n.19, p. 3939-49, 2013.

BIRO, F. M. et al. Impact of timing of pubertal maturation on growth in black and white female adolescents: The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. **The Journal of Pediatrics**, v.138, n.5, p. 636-43, 2001.

BIRO, F. M.; HUANG, B.; MORRISON, J. A.; HORN, P. S.; DANIELS, S. R. Body mass index and waist-to-height changes during teen years in girls are influenced by childhood body mass index. **Journal of Adolescent Health**, v. 46, n. 3, p. 245-50, 2010.

BIRO, F. M.; KHOURY, P.; MORRISON, J. A. Influence of obesity on timing of puberty. **International Journal of Andrology**, v. 29, n.1, p. 272-7, 2006.

BIRO, F. M.; LUCKY, A. W.; HUSTER, G. A.; MORRISON, J. A. Pubertal staging in boys. **The journal of Pediatrics**, v. 127, n. 1, p.100-2, 1995.

BORDINI, B.; LITTLEJOHN, E.; ROSENFELD, R. L. Blunted sleep-related luteinizing hormone rise in healthy premenarcheal pubertal girls with elevated body mass index. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 94, n.4, p. 1168-75, 2009.

BRAMBILLA, P. et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 1, p. 23-30, 2006.

BRATBERG, G. H.; NILSEN, T. I. L.; HOLMEN, T. L.; VATTEN, L. J. Early sexual maturation, central adiposity and subsequent overweight in late adolescence. A four-year follow-up of 1605 adolescent Norwegian boys and girls: the Young HUNT study. **BMC Public Health**, v. 12, p. 7-54, 2007.

BROWNING, L. M.; HSIEH, S. D.; ASHWELL, M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. **Nutrition Research Reviews**, vol. 23, n. 2, p. 247-69, 2010.

BUYKEN, A. E.; KARAOLIS-DANCKERT, N.; REMER, T. Association of prepubertal body composition in healthy girls and boys with the timing of early and late pubertal markers. **The American Journal Clinical Nutrition**, v. 89, n. 1, p. 221-30, 2009.

CASTILHO, S. D.; COCETTI, M.; DE AZEVEDO BARROS FILHO, A. Body mass index and body composition in relation to sexual maturation. **Journal of Pediatric Endocrinology**, v 21, n. 2, p. 127-33, 2008.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION [CDC]. Use of World Health Organization and CDC Growth Charts for Children Aged 0–59 Months in the United States. **Morbidity and mortality weekly report. Supplement**, v.59, n.10, p.1-13, 2010.

CHAN, N. P.; SUNG, R. Y.; KONG, A. P.; GOGGINS, W. B.; SO, H. K.; NELSON, E. A. Reliability of pubertal self-assessment in Hong Kong Chinese children. **Journal of paediatrics and Child Health**, v. 44, n. 6, p. 353-8, 2008.

CHAUHAN, A.; GRISSOM, M. Disorders of childhood growth and development: precocious puberty. **Family Physician Essentials**, v. 410, p. 25-31, 2013.

CHIPKEVITCH, E. Avaliação clínica da maturação sexual na adolescência. **Jornal de Pediatria**, v. 77, n. 2, p.135-142, 2001.

CINTRA, I. P.; FERRARI, G. L. M.; SOARES, A. C. S. V.; PASSOS, M. A.; FISBERG, M.; VITALLE, M. S. Body fat percentiles of Brazilian adolescents according to age and sexual maturation: a cross-sectional study. **BMC Pediatrics**, v. 13, n. 1, p.96, 2013.

CLAYTON, P. E.; HALL, C. M. Insulin-like growth factor I levels in healthy children. **Hormone Research**, v. 62, n.1, p. 2-7, 2004.

COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition of child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, v. 320, n. 6, p.1240-3, 2000.

COLLI, A.S. In: Setian, N. Organizador. Endocrinologia pediátrica. Aspectos físicos e metabólicos da criança ao adolescente. São Paulo: Sarvier, 2002, p. 37-44.

CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Valores críticos do índice de massa corporal para classificação do estado nutricional de crianças e adolescentes brasileiros. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 4, p. 266-72, 2006.

COUTANT, R. et al. Divergent effect of endogenous and exogenous sex steroids on the insulin-like growth factor I response to growth hormone in short normal adolescents. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 89, n. 12, p. 6185-92, 2004.

DANIELS, S. R. et al. Overweight in children and adolescents. Pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. **Circulation**, v. 111, n. 15, p. 1999-2012, 2005.

DANIELS, S. R.; KHOURY, P. R.; MORRISON, J. A. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. **American Journal of Epidemiology**, v. 152, n. 12, p. 1179-84, 2000.

DAVISON, K. K.; SUSMAN, E. J.; BIRCH, L. L. Percent body fat at age 5 predicts earlier pubertal development among girls. **Pediatrics**, v. 111, n. 4, p. 815-21, 2003.

DE LEONIBUS, C.; MARCOVECCHIO, M. L.; CHIARELLI, F. Update on statural growth and pubertal development in obese children. **Pediatrics Reports**, v. 4, n. 4, p. 119-23, 2012.

DE ONIS, M. Update on the implementation of the WHO child growth standards. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v. 106, p. 75-82, 2013.

DE ONIS, M.; BLOSSNER, M.; BORGHI, E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 92, n. 5, p.1257-64, 2010.

DE ONIS, M.; ONYANGO, A. W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-7, 2007.

DEMERATH, E. W. et al. Fifty-year trends in serial body mass index during adolescence in girls: the Fels Longitudinal Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 2, p. 441-6, 2004.

DEMERATH, E. W.; TOWNE, B.; WISEMANDLE, W.; BLANGERO, J.; CHUMLEA, W. C.; SIERVOGEL, R. M. Serum leptin concentration, body composition, and gonadal hormones during puberty. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 23, n. 7, p. 678-85, 1999.

DÍAZ, E. B.; BURROWS, R. A.; MUZZO, S. B.; GALGANI, J. F.; RODRIGUEZ, R. R. Evaluación nutricional de adolescentes mediante índice de masa corporal para etapa puberal. **Revista Chilena de Pediatría**, v. 67, n. 4, p. 153-8, 1996.

DIVALL, S. A.; RADOVICK, S. Endocrinology of female puberty. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity**, v. 16, n. 2, p. 1-4, 2009.

ELLIS, K. J.; SHYPAILO, R. J.; ABRAMS, S. A.; WONG, W. W. The reference child and adolescent models of body composition. A contemporary comparison. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 904, p.374-382, 2000.

EULING, S. Y. et al. Examination of US Puberty-Timing Data from 1940 to 1994 for Secular Trends: Panel Findings. **Pediatrics**, v. 121, n. 3, p. 172-191, 2008.

FAULKNER, R. A. In: Docherty D.D. Organizador. **Measurement in Pediatric Exercise Science**. British Columbia, Canadá: Human Kinetics, 1996.

FAWCETT, K. A.; BARROSO, I. The genetics of obesity: *FTO* leads the way. **Trends in genetics**, v. 26, n. 6, p. 266-74, 2010.

FERNANDES, R. A.; ROSA, C. S.; BUONANI, C.; OLIVEIRA, A. R.; FREITAS JUNIOR, I. F. The use of bioelectrical impedance to detect excess visceral and fat. **Jornal de Pediatria**, v. 83, n. 6, p. 529-34, 2007.

FERNANDEZ, J. R.; REDDEN, D.T.; PIETROBELLI, A.; ALLISON, D. B. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African- American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. **The Journal of Pediatrics**, v. 145, n. 4, p. 439-444, 2004.

FINUCANE, M. M. et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. **Lancet**, v. 377, p.557-67, 2011.

FLYNN, M. A.; MCNEIL, D. A.; MALOFF, B.; MUTASINGWA, D.; WU, M.; FORD, C.; TOUGH, S. C. Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with ‘best practice’ recommendations. **Obesity Reviews**, v.7, n. 1, p.7-66, 2006.

FORD, E. S.; MOKDAD, A. H. Epidemiology of obesity in the Western Hemisphere. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 93, n. 11, p. 1-8, 2008.

FRAINER, D. E. S.; ADAMI, F.; VASCONCELOS, F. A. G.; ASSIS, M. A. A.; CALVO, M. C. M.; KERPEL, R. Standardization and reliability of anthropometric measurements for population surveys. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 2007; v. 57, n. 4, p.335-42, 2007.

FREEDMAN, D. S.; KHAN, L. K.; SERDULA, M. K.; DIETZ, W. H.; SRINIVASAN, S. R.; BERENSON, G. S. The relation of childhood BMI to adult adiposity: The Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, v. 115, n. 1, p. 22-27, 2005.

FRISCH, R. E.; REVELLE, R. Height and weight at menarche and a hypothesis of critical body weights and adolescent events. **Science**, v. 169, p. 397-99, 1970.

GOLUB, M. S. et al. Public health implications of altered puberty timing. **Pediatrics**, v. 121, Suplemento 3, p. 218-30, 2008.
GRUMBACH, M. M. The neuroendocrinology of human puberty revisited. **Hormone Research**, v. 57, Suplemento 2, p. 2-14, 2002.

HALFON, N.; VERHOEF, P. A.; KUO, A. A. Childhood antecedents to adult cardiovascular disease. **Pediatrics in Review**, v. 33, n. 2, p. 51-60, 2012.

HALL, D. M. B.; COLE, T. J. What use is the BMI? **Archives of Disease in Childhood**, v. 91, n. 4, p. 283-86, 2006.

HAROUN, D. et al. Validation of BIA in obese children and adolescents and reevaluation in a longitudinal study. **Obesity**, v.17, n. 12, p. 2245-50, 2009.

HEGER, S.; KÖRNER, A.; MEIGEN, C.; GAUSCHE, R.; KELLER, A.; KELLER, E.; KIESS, W. Impact of weight status on the onset and parameters of puberty: analysis of three representative cohorts from central Europe. **Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism**, v. 21, n. 9, p. 865-77, 2008.

HERMAN-GIDDENS, M. E.; SLORA, E. J.; WASSERMAN, R. C.; BOURDONY, C. J.; BHAPKAR, M. V.; KOCH, G. G.; HASEMEIER, C. M. Secondary sexual characteristics and menses in young girls seen in office practice: a study from the Pediatric Research in Office Settings network. **Pediatrics**, v. 99, n. 4, p. 505-12, 1997.

HEUDE, B. et al. Growth curves of anthropometric indices in a general population of French children and comparison with reference data. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 60, n. 12, p.1430-36, 2006.

HILLS, A. P.; BYRNE, N. M. An overview of physical growth and maturation. **Medicine and Sports Science**, v. 55, p. 1-13, 2010.

HILLS, A. P.; KING, N. A.; ARMSTRONG, T. P. The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents: implications for overweight and obesity. **Sports Medicine**, v. 37, n. 6, p. 533-45, 2007.

HIMES, J. H. Examining the evidence for recent secular changes in the timing of puberty in US children in light of increases in the prevalence of obesity. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 254, n. 25, p. 13-21, 2006.

HOELSCHER, D. M.; KIRK, S.; RITCHIE, L.; CUNNINGHAM-SABO, L.; Academy Positions Committee. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: interventions for the prevention and treatment of pediatric overweight and obesity. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 113, n. 10, p. 1375-94, 2013.

IBAÑEZ, L.; LOPEZ-BERMEJO, A.; DIAZ, M.; MARCOS, M. V.; DE ZEGHER, F. Early metformin therapy to delay menarche and augment height in girls with precocious pubarche. Early metformin therapy to delay menarche and augment height in girls with precocious pubarche. **Fertility and Sterility**, v. 95, n. 2, p. 727-30, 2011.

IBAÑEZ, L.; ONG, K.; DE ZEGHER, F.; MARCOS, M. V.; DEL RIO, L.; DUNGER, D. B. Fat distribution in non-obese girls with and without precocious pubarche: central adiposity related to insulineaemia and androgenaemia from prepuberty to postmenarche. **Clinical Endocrinology**, v. 58, n. 53, p. 372-9, 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro; 2010.

INCLEDON, E.; WAKE, M.; HAY, M. Psychological predictors of adiposity: systematic review of longitudinal studies. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 6, n. 2, p.1-11, 2011.

JACKSON-LEACH, R.; LOBSTEIN, T. Estimated burden of pediatric obesity and co-morbidities in Europe. Part 1. The increase in the prevalence of child obesity in Europe is itself increasing. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 1, n. 1, p.26-32, 2006.

JASIK, C. B.; LUSTIG, R. H. Adolescent obesity and puberty: the “perfect storm”. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1135, p. 265-79, 2008.

KAKARLA, N.; BRADSHAW, K. D. Disorders of pubertal development: precocious puberty. **Seminars in Reproductive Medicine**, v. 21, n. 4, p. 339-51, 2003.

KANBUR, N. O.; DERMAN, O.; KINIK, E. Prevalence of obesity in adolescents and the impact of sexual maturation stage on body mass index in obese adolescents. **International Journal of Adolescent Medicine and Health**, v. 14, n. 1, p. 61-5, 2002.

KAPLOWITZ, P. B. Link between body fat and the timing of puberty. **Pediatrics**, v. 121, n. 3, p. 208-17, 2008.

KAPLOWITZ, P. B.; OBERFIELD, S. E. Reexamination of the Age Limit for Defining When Puberty Is Precocious in Girls in the United States: Implications for Evaluation and Treatment. **Pediatrics**, v. 104, n. 1, p. 936-41, 1999.

KATZMARZYK, P. T. Waist circumference percentiles for Canadian youth aged 11–18 y of age. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 58, n. 7, p.1011-15, 2004.

KEIZER, S. M.; MUL, D. Trends in pubertal development in Europe. **Human Reproduction Update**, v. 7, n. 3, p. 287-91, 2001.

KINDBLOM, J. M. et al. Pubertal Timing Is an Independent Predictor of Central Adiposity in Young Adult Males: The Gothenburg Osteoporosis and Obesity Determinants Study. **Diabetes**, v. 55, n. 11, p. 3047-52, 2006.

KIRKBY, J. et al. Sex differences in resting energy expenditure and their relation to insulin resistance in children (EarlyBird 13). **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 2, p. 430-35, 2004.

KLEINBAUM, D.; KUPPER, L.; NIZAM, A.; MULLER, K. E. **Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods**. Australia: Thomson Brooks/Cole, 2008.

KREICHAUF, S. et al. Critical narrative review to identify educational strategies promoting physical activity in preschool. ToyBox-study group. **Obesity Reviews**, v. 13, n.1, p. 96-105, 2012.

KUCZMARSKI, R. J. et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. **Vital and Health Statistics**, v. 246, n. 11, p. 1-190, 2002.

KURTOGLU, S.; MAZICIOGLU, M. M.; OZTURK, A.; HATIPOGLU, N.; CICEK, B.; USTUNBAS, H. B. Body fat reference curves for healthy Turkish children and adolescents. **European Journal of Pediatrics**, v. 169, n. 11, p.1329-35, 2010.

LABAYEN, I.; ORTEGA, F. B.; MORENO, L. A.; REDONDO-FIGUERO, C.; BUENO, G.; GÓMEZ-MARTÍNEZ, S.; BUENO, M. The effect of early menarche on later body composition and fat distribution in female adolescents: role of birth weight. **Annals of Nutrition & Metabolismo**, v. 54, n. 4, p. 313-20, 2009.

LARON, Z. Is Obesity Associated With Early Sexual Maturation? **Pediatrics**, v.113, n. 1, p.171-2, 2004.

LEE, J. M.; APPUGLIESE, D.; KACIROTI, N.; CORWYN, R. F.; BRADLEY, R. H.; LUMENG, J. C. Weight status in young girls and the onset of puberty. **Pediatrics**, v.119, n. 3, p. 624-30, 2007.

LEE, S.; BACHA, F.; ARSLANIAN, S. A. Waist circumference, blood pressure, and lipid components of the metabolic syndrome. **The Journal of Pediatrics**, v.149, n. 6, p. 809-16, 2006.

LEE, S.; BACHA, F.; GUNGOR, N.; ARSLANIAN, S. A. Waist circumference as an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. **The Journal of Pediatrics**, v.148, n. 2, p.188-94, 2006.

LEWITT, M. S.; BAKER, J. S.; MOONEY, G. P.; HALL, K.; THOMAS, N. E. Pubertal stage and measures of adiposity in British schoolchildren. **Annals of human Biology**, v.39, n. 5, p. 440-7, 2012.

LI, C.; FORD, E. S.; MOKDAD AH; COOK, S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. **Pediatrics**, v.118, n. 5, p.1390-98, 2006

LINHARES, R. V.; MATTA, M. D. E. O.; LIMA, J. R.; DANTAS, P. M.; COSTA, M. B.; FERNANDES FILHO, J. Effects of sexual maturation on body composition, dermatoglyphics, somatotype and basic physical qualities of adolescents. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 53, n. 1, p. 47-54, 2009.

LOBSTEIN, T.; JACKSON-LEACH, R. Child overweight and obesity in the USA: prevalence rates according to IOTF definitions. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 2, n. 1, p. 62-4, 2007.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Illinois: Human Kinetics Books, 1988.

LONGUI, C. A.; CALLIARI, L. E. P.; MONTE, O. Revisão crítica do diagnóstico e tratamento da puberdade precoce central. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 45, n. 1, p. 48-57, 2001.

LOOMBA-ALBRECHT, L. A.; STYNE, D. M. The physiology of puberty and its disorders. **Pediatrics Annals**, v. 41, n.4, p. 1-9, 2012.

LOOMBA-ALBRECHT, L. A.; STYNE, D. M. Effect of puberty on body composition. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity**, v. 16, n. 1, p. 10-15, 2009.

LOUIE, J. C.; FLOOD, V. M.; HECTOR, D. J.; RANGAN, A. M.; GILL, T. P. Dairy consumption and overweight and obesity: a systematic review of prospective cohort studies. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 7, p.582-92, 2011.

LUCIANO, A. P.; BENEDET, J.; DE ABREU, L. C.; VALENTI, V. E.; DE SOUZA ALMEIDA, F.; VASCONCELOS, F. A. G.; ADAMI, F. Median ages at stages of sexual maturity and excess weight in school children. **Reproductive Health**, v. 10, n.1, p. 56, 2013.

MAFFEIS, C. A etiology of overweight and obesity in children and adolescents. **European Journal of Pediatrics**, 2000; v. 159 (suppl. 1), p. 35-44, 2000.

MAGAREY, A. M.; DANIELS, L. A.; BOULTON, T. J.; COCKINGTON, R. A. Predicting obesity in early adulthood from childhood and parental obesity. **International Journal of Obesity and related Metabolic Disorders**, v. 27, n. 4, p. 505-13, 2003.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Growth, maturation, and physical activity**. Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Crescimento, maturação e atividade física**. São Paulo: Phorte, 2009.

MANCO, M.; DALLAPICCOLA, B. Genetics of pediatric obesity. **Pediatrics**, v. 130, n. 1, p.123-33, 2012.

MARCOVECCHIO, M. L.; CHIARELLI, F. Obesity and growth during childhood and puberty. **World review of nutrition and dietetics**, v. 106, p.135-41, 2013.

MARINI, E.; MARINI, E.; CABRAS, S.; REBATO, E.; BUFFA, R.; SALCES, I.; BORGOGNINI-TARLI, S. Sex differences in skinfold variability across human populations and during the life cycle. **Annals of Human Biology**, v. 34, n. 3, p.377-92, 2007.

MARQUES-VIDAL, P. ; BOCHUD, M.; MOOSER, V. ; PACCAUD, F. ; WAEBER, G. ; VOLLENWEIDER P. Obesity markers and estimated 10-year fatal cardiovascular risk in Switzerland. **Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases**, v. 19, n.7, p. 462-8, 2008.

MARTOS-MORENO, G. A. et al., Influence of prematurity and growth restriction on the adipokine profile, IGF1, and ghrelin levels in cord blood: relationship with glucose metabolism. **European Journal of Endocrinology**, v.161, n. 3, p. 381-9, 2009.

MASSA, M.; RÉ AH. In SILVA, L. R. (Editor). Características de crescimento e desenvolvimento; Desempenho esportivo: Treinamento com crianças e adolescentes. São Paulo: Phorte: 2010, p. 71-108.

MAST. M.; KÖRTZINGER, I.; KÖNIG, E.; MÜLLER, M. J. Gender differences in fat mass of 5-7-year old children. **International journal of obesity and related metabolic disorders**, v. 22, n. 9, p. 878-84, 1998.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys e girls: concordance and reproducibility. **American Journal of Human Biology**, v. 6, p. 451-5, 1994.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R. Validade da auto-avaliação da maturação sexual. **Revista Brasileira de Ciencia e Movimento**, v. 5, n. 2, p. 18-35, 1991.

MAURAS, N. Growth hormone and sex steroids. Interactions in puberty. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, v. 30, n. 3, p. 529-44, 2001.

MCCARTHY, H, D.; COLE, T. J.; FRY, T.; JEBB, S. A.; PRENTICE, A. M. Body fat reference curves for children. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 4, p. 598-602, 2006.

McCARTHY, H. D.; ASHWELL, M. A study of central fatness using waist-to- height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message - 'keep your waist circumference to less than half your height'. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 6, p. 988-92, 2006.

McCARTHY, H. D.; ELLIS, S. M.; COLE, T. J. Dramatic increases in central overweight and obesity in British children aged 11-16 year: cross-sectional surveys of waist circumference. **British Medical Journal**, v. 326, p. 624-27, 2003.

McCARTHY, H. D.; JARRETT, K. V.; CRAWLEY, H. F. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0 to 16.9 y. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.55, n. 10, p. 902-07, 2001.

MCCARTNEY, C. R.; PRENDERGAST, K. A.; BLANK, S. K.; HELM, K. D.; CHHABRA, S.; MARSHALL, J. C. Maturation of luteinizing hormone (gonadotropin-releasing hormone) secretion across puberty: evidence for altered regulation in obese peripubertal girls. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 94, n. 1, p. 56-66, 2009.

MIHALOPOULOS, N. L.; HOLUBKOV, R.; YOUNG, P.; DAI, S.; LABARTHE, D. R. Expected changes in clinical measures of adiposity during puberty. **The Journal of Adolescent Health**, v. 47, n. 4, p. 360-6, 2010.

MORAES, A. C. F.; FADONI, R. P.; RICARDI, L. M.; SOUZA, T. C.; ROSANELI, C. F.; NAKASHIMA, A. T. A.; FALCÃO, M. C. Prevalence of abdominal obesity in adolescents: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 2, p. 69-77, 2011.

MORENO, L. A.; RODRIGUES, G. Dietary risk factors for development of childhood obesity. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 10, n. 3, p. 336-41, 2007.

MORENO, L. A.; SARRIA, A.; FLETA, J.; MARCOS, A.; BUENO, M. Secular trends in waist circumference in Spanish adolescents, 1995 to 2000-02. **Archives of Disease in Childhood**, v. 90, n. 8, p. 818-9, 2005.

MOSCHOS, S.; CHAN, J. L.; MANTZOROS, C. S. Leptin and reproduction: a review. **Fertility and Sterility**, v. 77, n. 3, p. 433-44, 2002.

MOURITSEN, A. et al. Hypothesis: exposure to endocrine-disrupting chemicals may interfere with timing of puberty. **International Journal of Andrology**, v. 33, n. 2, p.346-59, 2010.

MURPHY, M. J. et al. Girls at five are intrinsically more insulin resistant than boys: The Programming Hypotheses Revisited-The Early Bird Study (EarlyBird 6). **Pediatrics**, v. 113, n. 1, p. 82-86, 2004.

MUST, A.; NAUMOVA, E. N.; PHILLIPS, S. M.; BLUM, M.; DAWSON-HUGHES, B.; RAND, W. M. Childhood Overweight and Maturation Timing in the Development of Adult Overweight and Fatness: The Newton Girls Study and Its Follow-up. **Pediatrics**, v. 116, p.620-7, 2005.

NADEAU, K. J.; MAAHS, D. M.; DANIELS, S. R.; ECKEL, R. H. Childhood obesity and cardiovascular disease: links and prevention strategies. **Nature Reviews Cardiology**, v. 8, n. 9, p. 513-25, 2011.

OGDEN, C.; CARROL, M. Prevalence of obesity among children and adolescents: United States, trends 1963–1965 through 2007–2008. National Center for Health Statistics. **Division of Health and Nutrition Examination Surveys**, v.17, p. 1-5, 2010.

ONG, K. K. et al. Associations between the pubertal timing-related variant in LIN28B and BMI vary across the life course. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 96, n. 1, p. e125-e12, 2011.

ONG, K. K. et al. Genetic variation in LIN28B is associated with the timing of puberty. **Nature Genetics**, v. 41, n. 6, p.729-33, 2009.

ONG, K. K.; AHMED, M. L.; DUNGER, D. B. Lessons from large populations studies on timing and tempo of puberty (secular trends and relation to body size): The European trend. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 254/255, p. 8-12, 2006.

PANJIKKARAN, S. T.; KUMARI, K. S. Augmenting BMI and waist height ratio for establishing more efficient obesity percentiles among school going children. **Indian Journal of Community Medicine**, v.34, n.2, p.135-139, 2009.

PAPADIMITRIOU, A.; NICOLAIDOU, P.; FRETZAYAS, A.; CHROUSOS, G. P. Constitutional Advancement of Growth, a.k.a. Early Growth Acceleration, Predicts Early Puberty and Childhood Obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, 2010, v. 95, n. 10, p. 4535-41, 2010.

PAPALIA, D. E.; OLDS, S. W. **Desenvolvimento Humano**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PASQUARELLI, B. N.; SILVA, V. O.; NASR, E. M. B.; LOCH, M. R.; FILHO, F. B. L. Estágio de maturação sexual e excesso de peso corporal em escolares do município de São José dos Campos, SP. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 12, p. 350-344, 2010.

PÉREZ-ESCAMILLA, R.; OBBAGY, J. E.; ALTMAN, J. M.; ESSERY, E. V.; MCGRANE, M. M.; WONG, Y. P.; SPAHN, J. M.; WILLIAMS, C. L. Dietary energy density and body weight in adults and children: a systematic review. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 5, p. 671-84, 2012.

PIERCE, M. B.; LEON, D. A. Age at menarche and adult BMI in the Aberdeen Children of the 1950s cohort study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 4, p.733-39, 2005.

PINTO, I. C.; ARRUDA, I. K.; DINIZ, A. D. A.; CAVALCANTI, A. M. Prevalence of overweight and abdominal obesity according to anthropometric parameters and the association with sexual maturation in adolescent schoolchildren. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 9, p. 1727-37, 2010.

PITANGA, F. J. G.; LESSA, I. Razão cintura-estatura como discriminador do risco coronariano de adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 157-61, 2006.

POH, B. K.; JANNAH, A. N.; CHONG, L. K.; RUZITA, A. T.; ISMAIL, M. N.; MCCARTHY, D. Waist circumference percentile curves for Malaysian children and adolescents aged 6.0-16.9 years. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 6, n.3-4, p. 229-35, 2011.

RÉ, A. H. N. Crescimento, maturação e desenvolvimento na infância e adolescência: Implicações para o esporte. **Motricidade**, v.7, n. 3, p. 55-67, 2011.

REILLY, J. J.; KELLY, J.; WILSON, D.C. Accuracy of simple clinical and epidemiological definitions of childhood obesity: systematic review and evidence appraisal. **Obesity Reviews**, v. 11, n. 9, p. 645-55, 2010.

- RIBEIRO FILHO, F. F.; MARIOSIA, L. S.; FERREIRA, S. R. G.; ZANELLA, M. T. Visceral fat and metabolic syndrome: more than a simple association. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 230-8, 2006.
- RIBEIRO, J.; SANTOS, P.; DUARTE, J.; MOTA, J. Association between overweight and early sexual maturation in Portuguese boys and girls. **Annals of Human Biology**, v. 33, n. 1, p. 55-63, 2006.
- RICARDO, D. R.; ARAÚJO, C.J.S. Índice de Massa Corporal: Um Questionamento Científico Baseado em Evidências. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.79, n. 1, p. 61-9, 2002.
- RIDDER, C. M.; THILSSEN, J. H. H.; BRUNING, P. F.; VAN DEN BRANDE, J. L.; ZONDERLAND, M. L.; ERICH, W. B. M. Body fat mass, body fat distribution, and puberal development: a longitudinal study of physical and hormonal sexual maturation of girls. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolismo**, v.75, n. 2, p. 442-6, 1992.
- ROGOL, A. D. Sex steroids, growth hormone, leptin and the pubertal growth spurt. **Endocrine Development**, vol 17, p. 77-85, 2010
- ROGOL, A. D.; ROEMMICH, J. N.; CLARK, P.A. Growth at puberty. **The Journal of Adolescent Health**, v. 31, n. 6, p. 192-200, 2002.
- ROSENFELD, R. L.; LIPTON, R. B.; DRUM, M. L. Thelarche, Pubarche, and Menarche Attainment in Children with Normal and Elevated Body Mass Index. **Pediatrics**, v. 123, n. 1, p. 84-8, 2009.
- SAITO, M. I. Maturação sexual: auto-avaliação do adolescente. **Pediatria**, v.6, n. 3, p. 111-5, 1984.
- SANDHU, J.; BEN-SHLOMO, Y.; COLE, T. J.; HOLLY, J.; DAVEY SMITH, G. The impact of childhood body mass index on timing of puberty, adult stature and obesity: a follow-up study based on adolescent anthropometry recorded at Christ's Hospital (1936–1964). **International journal of obesity**, v. 30, n. 1, p. 14-22, 2006.
- SIERVOGEL, R. M.; DEMERATH, E. W.; SCHUBERT, C.; REMSBERG, K. E.; CHUMLEA, W. C.; SUN, S.; CZERWINSKI, S. A.; TOWNE, B. Puberty and body composition. **European Review of Endocrinology**, v. 60 Suplemento 1, p.36-45, 2003.

SILVA, A. C. C. S.; ADAN, L. F. F. Crescimento em meninos e meninas com puberdade precoce. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 47, n. 4, p. 422-31, 2003.

SILVA, M. J. C. Nutritional status, biological maturation and cardiorespiratory fitness in Azorean youth aged 11–15 years. **BMC Public Health**, v. 22, n. 13, p. 495, 2013.

SILVEIRA, J. A.; TADDEI, J. A.; GUERRA, P. H.; NOBRE, M. R. Effectiveness of school-based nutrition education interventions to prevent and reduce excessive weight gain in children and adolescents: a systematic review. **Jornal de Pediatria**, v. 87, n. 5, p. 382-92, 2011.

SILVENTOINEN, K.; HAUKKA, J.; DUNKEL, L.; TYNELIUS, P.; RASMUSSEN, F. Genetics of Pubertal Timing and Its Associations With Relative Weight in Childhood and Adult Height: The Swedish Young Male Twins Study. **Pediatrics**, v.121, n. 4, p. 885-91, 2008.

SLAWSON, D. L.; FITZGERALD, N.; MORGAN, K. T. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: the role of nutrition in health promotion and chronic disease prevention. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 113, n. 7, p. 972-9, 2013.

SLORA, E. J.; BOCIAN, A. B.; HERMAN-GIDDENS, M. E.; HARRIS, D. L.; PEDLOW, S. E.; DOWSHEN, S. A.; WASSERMAN, R. C. Assessing inter-rater reliability (IRR) of Tanner staging and orchidometer use with boys: a study from PROS. **Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism**, v. 22, n. 4, p. 291-9, 2009.

SOLORZANO, C. M. B.; MCCARTNEY, C. R. Obesity and the pubertal transition in girls and boys. **Reproduction**, v.140, n. 3, p.399-410, 2010.

SØRENSEN, K.; AKSGLAEDE, L.; PETERSEN, J. H.; JUUL, A. Recent changes in pubertal timing in healthy Danish boys: associations with body mass index. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 95, n. 1, p. 263-70, 2010.

SØRENSEN, K.; MOURITSEN, A.; AKSGLAEDE, L.; HAGEN, C.P.; MOGENSEN, S. S.; JUUL, A. Recent secular trends in pubertal timing: implications for evaluation and diagnosis of precocious puberty. **Hormone Research in Pediatrics**, v.77, n.3, p.137-45, 2012.

SOTO GONZALEZ, A.; BELLIDO, D.; BUNO, M. M.; PÉRTEGA, S.; DE LUIS, D.; MARTÍNEZ-OLMOS, M.; VIDAL, O. Predictors of the metabolic syndrome and correlation with computed axial tomography. **Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 36-45, 2007.

STAIANO, A. E.; BROYLES, S. T.; GUPTA, A. K.; MALINA, R. M.; KATZMARZYK, P. T. Maturity-associated variation in total and depot-specific body fat in children and adolescents. **American Journal of Human Biology**, v. 25, n. 4, p.473-9, 2013.

SUMMERBELL, C. D. et al. Evidence-based recommendations for the development of obesity prevention programs targeted at preschool children. ToyBox-study group. **Obesity Reviews**, v. 13, Supplement1, p. 129-32, 2012.

TANNER, J. M. **Growth at Adolecense**. 2nd edition. Oxford: Hiackwell, 1962.

TANNER, J. M. **The use and abuse of growth standards**. In: Falkner, F.; Tanner, J. M. Editores. New York: Plenum, 1986, p. 95-112.

TAYLOR, R. W.; GRANT, A. M.; WILLIAMS, S. M.; GOULDING, A. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. **Obesity**, v. 18, n. 7, p.1410-6, 2010.

TAYLOR, R. W.; JONES, I. E.; WILLIAMS, S. M.; GOULDING, A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y1–3. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n. 2, p. 490-95, 2000.

TCHERNOF, A.; DESPRÉS, J. P. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. **Physiological reviews**, v. 3, n. 1, p. 359-404, 2013.

TELFORD, R. D.; CUNNINGHAM, R. B. Reformulation of BMI and Percent Body Fat to Remove the Height Bias in 8-year-olds. **Obesity**, v.16, n. 9, p. 2175-81, 2008.

THANKAMONY, A.; ONG, K. K.; AHMED, M. L.; NESS, A. R.; HOLLY, J. M.; DUNGER, D. B. Higher levels of igf-I and adrenal androgens at age 8 years are associated with earlier age at menarche in girls. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 97, n. 5, p. 786-90, 2012.

TINGGAARD, J.; MIERITZ, M. G.; SØRENSEN, K.; MOURITSEN, A.; AKSGLAEDE, L.; WOHLFAHRT-VEJE, C.; JUUL, A. The physiology and timing of male puberty. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity**, v. 19, n. 3, p.197-203, 2012

TOMMISKA, J.; WEHKALAMPI, K.; VAARALAHTI, K.; LAITINEN, E. M.; RAIVIO, T.; DUNKEL, L. LIN28B in constitutional delay of growth and puberty. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 95, n. 6, p. 3063-6, 2010.

VAN LENTHE, F. J.; KEMPER, H. C. G.; MECHELEN, W. V. Rapid maturation in adolescence results in greater obesity in adulthood: the Amsterdam growth and health study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n.1, p.18-24, 1996.

VELDHUIS, J. D.; ROEMMICH, J. N.; RICHMOND, E. J.; ROGOL, A. D.; LOVEJOY, J. C.; SHEFFIELD-MOORE, M.; MAURAS, N.; BOWERS, C.Y. Endocrine Control of body composition in infancy, childhood and puberty. **Endocrine Reviews**, v. 26, n. 1, p. 114-46, 2005.

VENNER, A. A.; LYON, M. E.; DOYLE-BAKER, P. K. Leptin: a potential biomarker for childhood obesity? **Clinical Biochemistry**, v. 39, n.11, p.1047-56, 2006.

VERWEIJ, L. M.; TERWEE, C. B.; PROPER, K. I.; HULSHOF, C. T.; VAN MECHELEN, W. Measurement error of waist circumference: gaps in knowledge. **Public Health Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 281-8, 2013.

VIMALESWARAN, K. S.; LOOS, R. J. Progress in the genetics of common obesity and type 2 diabetes. **Expert Reviews in Molecular Medicine**, v. 26, n. 2, e7, 2010.

VIZMANOS, B.; MARTI-HENNEBERG, C. Puberty begins with a characteristic body fat mass in each sex. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 3, p. 203-08, 2000.

WAGNER, I. V.; SABIN, M. A.; PFÄFFLE, R. W.; HIEMISCH, A.; SERGEYEV, E.; KÖRNER, A.; KIESS, W. Effects of obesity on human sexual development. **Nature Reviews. Endocrinology**, v. 8, n. 4 p. 246-54, 2012.

WALVOORD, E. C. The timing of puberty: is it changing? Does it matter? **The Journal of Adolescent Health**, v. 47, 5, p. 433-9, 2010.

WANG, J.; THORNTON, J. C.; BARI, S.; WILLIAMSON, B.; GALLAGHER, D.; HEYMSFIELD, S. B. Comparisons of waist circumference measured at 4 sites. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, n. 2, p.379-384, 2003.

WANG, Y. Epidemiology of childhood obesity – methodological aspects and guidelines: what is new? **International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders**, v. 28, (Suppl3), S21-28, 2004.

WANG, Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. **Pediatrics**, v.110, n. 5, p.903-10, 2002.

WANG, Y.; MONTEIRO, C. A.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescence in the United States, Brazil, China, and Russia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 6, p. 971-77, 2002.

WEBSTER-GANDY, J.; WARREN, J.; HENRY, C. J. Sexual dimorphism in fat patterning in a sample of 5 to 7-year-old children in Oxford. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 54, n. 6, p. 467-71, 2003.

WELLS, J. C.; VICTORA, C. G. Indices of whole-body and central adiposity for evaluating the metabolic load of obesity. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 5, p. 483-9, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity. Preventing and managing the global epidemic**. Report of a WHO Consultation. Technical Report Series, 894:1-253. Geneva, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Report of a WHO Expert Committee. Technical Report Series No. 854. Geneve, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study. **Acta paediatrica. Supplementum**, v. 450, p. 38-46, 2006.

WRIGHT, C. M.; SHERRIFF, A.; WARD, S. C. G. ; MCCOLL, J. H.; REILLY, J. J. ; NESS, A. R. Development of bioelectrical impedance-derived indices of fat and fat-free mass for assessment of nutritional status in childhood. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, n. 2, p. 210-17, 2008.

YAN, W.; YAO, H.; DAI, J.; CUI, J.; CHEN, Y.; YANG, X. Waist circumference cutoff points in school-aged chinese han and uygur children. **Obesity**, v.16, n.7, p.1687-92, 2008.

ZEFERINO, A. M. B.; BARROS FILHO, A. A.; BETTIOL, H.; BARBIERI, M. A. Acompanhamento do crescimento. **Jornal de Pediatria**, v.79, (Supl 1), S23-32, 2003.

ZERWES, E. P. Puberdade Feminina. **Revista de Medicina Da Universidade Católica de Pelotas**, v. 2, n. 1, p. 43-7, 2004.

ANEXO I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Senhores pais ou responsáveis

O Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina e as Secretarias da Educação e da Saúde do Município de Florianópolis, estão realizando uma nova pesquisa sobre obesidade em escolares de 7 a 14 anos de idade, matriculados em escolas públicas e particulares do município de Florianópolis. A realização dessa nova pesquisa tem por objetivo acompanhar a evolução do número de escolares com obesidade no período de 2002 a 2007. Os resultados possibilitarão a implantação de programas de educação alimentar e nutricional nos setores de educação e saúde, visando à prevenção das doenças decorrentes do aumento de peso e vida sedentária. Assim, solicitamos sua permissão para aplicar um questionário sobre alimentação e prática de atividades físicas e verificar o peso, altura, circunferência da cintura e braço, dobras cutâneas e alguns aspectos do desenvolvimento corporal de seu filho (a). Essas atividades serão realizadas na escola, sem prejuízo de qualquer atividade escolar. **Os dados serão mantidos em sigilo, servindo apenas para os objetivos desta pesquisa.**

O consentimento para participação de seu filho (a), bem como o preenchimento do questionário em anexo são muito importantes. Esclarecemos que mesmo com seu consentimento, só iremos avaliar seu filho(a), se ele concordar. Sendo assim, solicitamos que os senhores (as) assinem esta autorização e devolvam-na à escola, indicando a sua decisão: **ACEITO** ou **NÃO ACEITO**.

Telefones para contato: 48- 37219784 ou 48 – 37218014

Agradecido,

Professor Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos (Coordenador da pesquisa)

Eu _____, **ACEITO** que meu (minha) filho (a) _____ participe da pesquisa sobre obesidade em escolares de 7 a 14 anos de idade.

Assinatura do responsável

Florianópolis, ____ de _____ de 2007.

Eu _____, **NÃO ACEITO** que meu (minha) filho (a) _____ participe da pesquisa sobre obesidade em escolares de 7 a 14 anos de idade.

Assinatura do responsável

Florianópolis, ____ de _____ de 2007.

ANEXO II - Questionário socioeconômico

5. 2 Questionário socioeconômico

NOME _____	DA _____	ESCOLA: _____
_____		NOM _____
E DO ALUNO _____		
Série: _ Turma: _ _ Turno: Matutino <input type="checkbox"/> Vespertino <input type="checkbox"/>		

Srs. Pais ou Responsáveis,

Solicitamos, por gentileza, o preenchimento do questionário abaixo e a sua devolução juntamente com o termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido.

Dados da família

1. Nome do responsável pelo aluno: _____
2. Qual o Grau de parentesco com o aluno: mãe pai outros (especificar): ____.
3. Quantas pessoas moram na casa do aluno? _____ pessoas.
4. Quantos cômodos são usados para dormir na casa do aluno? _____ cômodos.
5. Qual a renda mensal das pessoas que moram na casa do aluno? _____ Reais.

Dados da mãe

6. Qual a idade da mãe do aluno?
|_|_| anos.
7. Qual o peso da mãe do aluno?
|_|_|_|,|_| kg.
8. Qual a altura da mãe do aluno?
|_|,|_|_| metros.
9. Qual a escolaridade da mãe do aluno?
 - Não estudou
 - Ensino Fundamental incompleto (1º grau)
 - Ensino Fundamental completo (1º grau)
 - Ensino médio incompleto (2º grau)
 - Ensino médio completo (2º grau)
 - Superior incompleto (3º grau)
 - Superior completo (3º grau).

Dados do Pai

10. Qual a idade do pai do aluno?

|_|_| anos.

11. Qual o peso do pai do aluno?

|_|_|_|,|_| kg.

12. Qual a altura do pai do aluno?

|_|,|_|_| metros.

13. Qual a escolaridade do pai do aluno?

- Não estudou
- Ensino Fundamental incompleto (1º grau)
- Ensino Fundamental completo (1º grau)
- Ensino médio incompleto (2º grau)
- Ensino médio completo (2º grau)
- Superior incompleto (3º grau)
- Superior completo (3º grau).

Dados do aluno

14. Com quantas semanas de gravidez nasceu o aluno? |_|_|_| semanas.

15. Qual o peso do aluno quando nasceu? |_|,|_|_|_| kg.

16. Qual a altura do aluno quando nasceu? |_|_|_|,|_| centímetros.

17. Por quanto tempo o aluno mamou só leite materno?

- Nunca mamou leite materno
- menos de 1 mês
- de 1 a 3 meses
- de 3 a 6 meses
- de 6 a 9 meses
- de 9 a 12 meses
- Mais que 12 meses

18. Na época em que o aluno mamava leite materno, também eram oferecidos água ou chá?

- Não Sim

19. Se sim: desde quando eram oferecidos água ou chá? _____mês.

20. Quando foi iniciada a oferta de outro leite ou outros alimentos, além do leite materno?
_____mês.

21. Até quantos meses (ou anos) o aluno mamou leite materno? _____meses.

ANEXO III - Ficha de dados antropométricos



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO**

PESQUISA “ESTADO NUTRICIONAL DE ESCOLARES DE SETE A QUATORZE ANOS DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS: EVOLUÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL, TENDÊNCIA E PREVALÊNCIA DE SOBREPESO, OBESIDADE E BAIXO PESO”

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

I - Identificação

Nº do questionário: _ _ _ _ _ _	
Escola: _____	Código: _ _ _
Nome do aluno: _____	
Sexo: _ M _ F	Data de Nascimento: _ _ / _ _ / _ _ _ _ _
Série: _ _	Turma: _ _ _ Turno _____
Data da Avaliação: _ _ / _ _ / _ _ _ _ _	

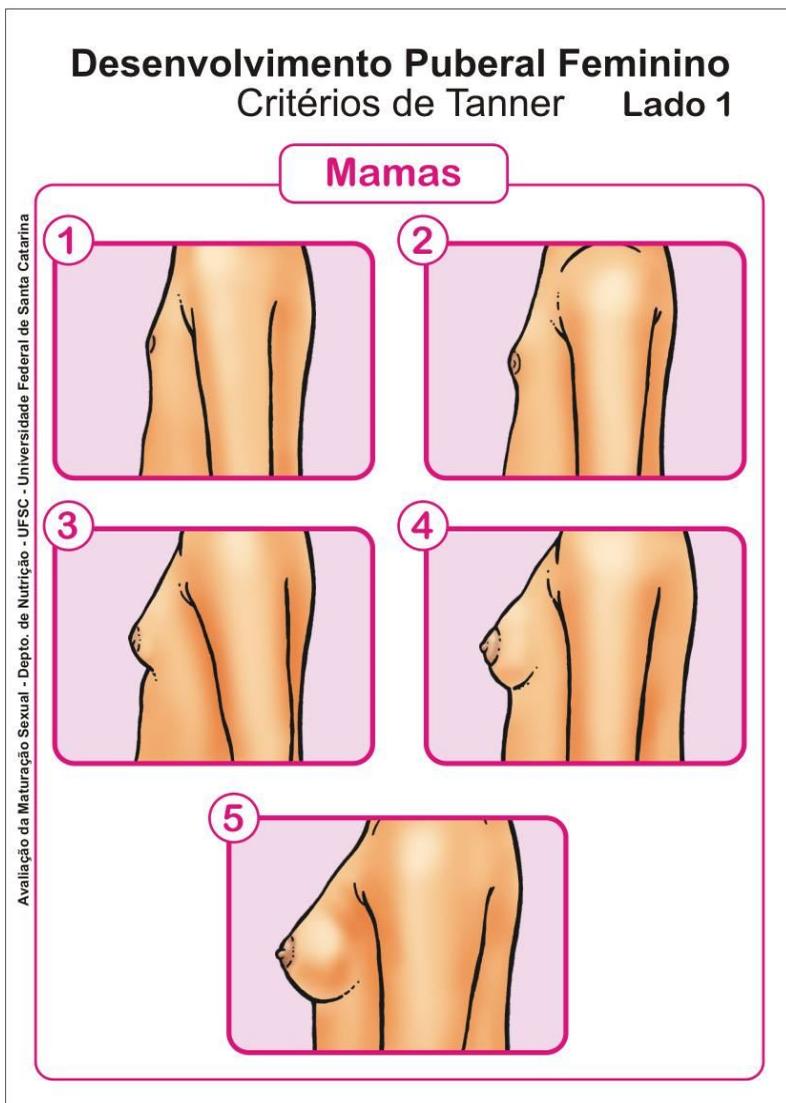
II - Avaliação Antropométrica

Variável/Medida	1º Medida	2º Medida	3º Medida
Peso (kg)	_ _ _ , _	-	-
Estatura (cm)	_ _ _ , _	-	-
Dobra Cutânea Subescapular (mm)	_ _ , _	_ _ , _	_ _ , _
Dobra Cutânea Tricipital (mm)	_ _ , _	_ _ , _	_ _ , _
Dobra Cutânea Supraílica (mm)	_ _ , _	_ _ , _	_ _ , _
Dobra Cutânea Panturrilha (mm)	_ _ , _	_ _ , _	_ _ , _
Circunferência do Braço (cm)	_ _ _ , _	-	-
Circunferência da Cintura (cm)	_ _ _ , _	-	-
Circunferência do Quadril (cm)	_ _ _ , _	-	-

Nome do Avaliador: _____

Nome do Anotador: _____

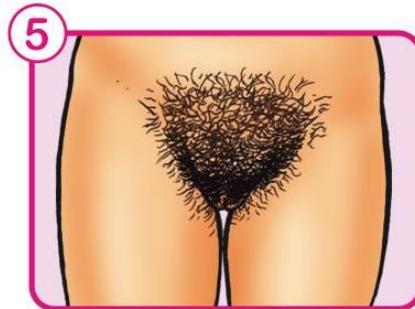
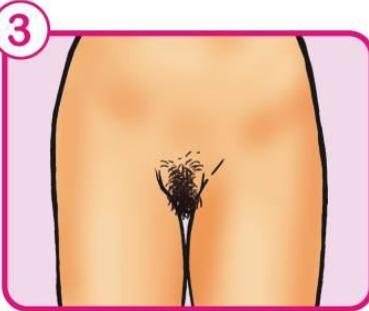
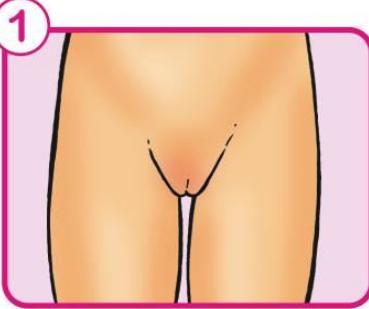
ANEXO IV - Planilhas de avaliação dos estágios de maturação sexual



Desenvolvimento Puberal Feminino

Critérios de Tanner Lado 2

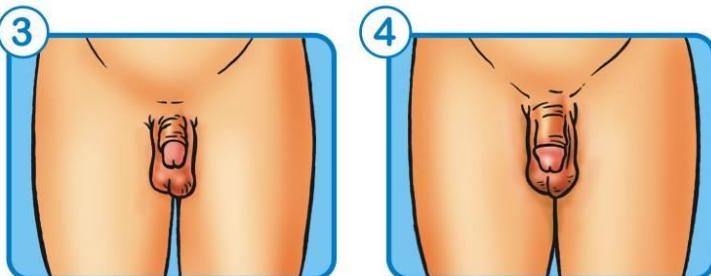
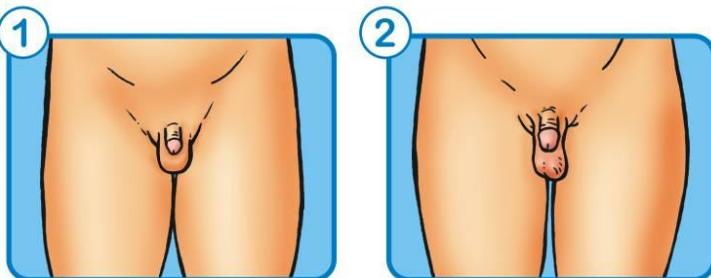
Pêlos Pubianos



Desenvolvimento Puberal Masculino

Critérios de Tanner Lado 1

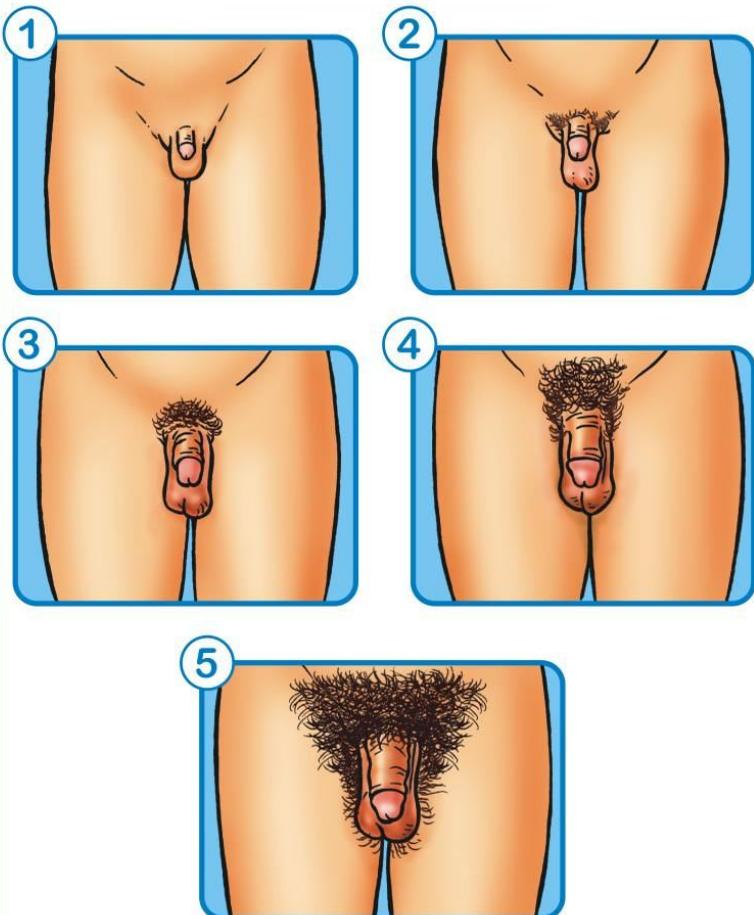
Órgão Genital



Desenvolvimento Puberal Masculino

Critérios de Tanner Lado 2

Pêlos Pubianos



ANEXO V - Ficha de avaliação da maturação sexual (estágios de Tanner) e idade da menarca e espermarca

3.7 Ficha de avaliação da maturação sexual (estágios de Tanner) e idade da menarca e espermarca

I - Identificação

Nº do questionário: _ _ _ _ _ _	
Escola:	Código: _ _ _
Nome do aluno:	
Sexo: _ M _ F	Data de Nascimento: _ _ / _ _ / _ _ _ _
Série: _ _	Turma: _ _ _ Turno
Data da Avaliação: _ _ / _ _ / _ _ _ _	

De acordo com a planilha que esta a sua frente:

Em que estágio você se identifica segundo o lado 1? ()

Em que estágio você se identifica segundo o lado 2? ()

Só para meninas:

1- Você já teve a primeira menstruação (menarca)?

() sim () não

2- Se sim, você lembra em qual data ou a idade em que aconteceu a sua menarca?

____/____/____ ou ____ anos

Só para meninos:

1- Você já teve a primeira eliminação/expulsão de esperma (espermarca ou ejaculação)?

() sim () não

2- Se sim, você lembra em qual data ou a idade em que aconteceu a sua espermarca?

____/____/____ ou ____ anos

ANEXO VI - Aprovação do comitê de ética e pesquisa com seres humanos



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 028/06**

I – IDENTIFICAÇÃO:

- **Título do Projeto:** Estudo nutricional de escolares de sete a quatorze anos do município de Florianópolis: evolução da composição corporal, tendência e prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso.

- **Pesquisador Responsável:** Prof. Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos, Nutricionista, Dr., Departamento de Nutrição – UFSC.

- **Pesquisador Principal:** o mesmo.

- **Data Coleta dados:** março/2006 – dezembro/2007.

- **Local onde a pesquisa será conduzida:** Departamento de Nutrição da UFSC e Rede de Ensino Fundamental do Município de Florianópolis, SC.

II - OBJETIVOS:

Geral:

Monitorar a prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso e sua relação com o estilo de vida em escolares de 7 a 14 anos de idade do município de Florianópolis, SC.

Específicos:

1. Determinar a prevalência de sobrepeso, obesidade e baixo peso em amostra aleatória, representativa do universo de escolares de 7 a 14 anos, considerando aspectos socioeconômicos (escola pública ou privada) e geográficos do município de Florianópolis, SC;
2. Efetuar correlações entre os índices antropométricos utilizados para realizar o diagnóstico nutricional: Índice de Massa Corporal (IMC), Circunferência da Cintura, Índice Circunferência Muscular Braquial (CMB) e índices de tecido adiposo, a serem obtidos a partir das medidas antropométricas (peso, estatura, circunferência do braço, circunferência da cintura e dobras cutâneas);
3. Pesquisar os fatores determinantes do estilo de vida desta população, a partir de investigações sobre as atividades físicas, as de lazer e o comportamento alimentar;
4. Analisar as possíveis correlações entre fatores de estilo de vida (atividade física, de lazer e consumo alimentar) com os índices de sobrepeso, obesidade e baixo peso;
5. Avaliar a tendência das prevalências e a evolução da composição corporal dos escolares, através da comparação com os dados obtidos em 2002;
6. Propor normas, medidas e sugestões para a elaboração de programas de reorientação e/ou reeducação alimentar e nutricional, a ser implantado na rede de ensino fundamental do município de Florianópolis e outros catarinenses.

III – SUMÁRIO DO PROJETO:

Projeto de pesquisa aprovado e contratado para financiamento, em 2/12/2005, pelo CNPq – conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Edital MCT-CNPq / MS-DAB / SAS – N. 51/2005, no valor de R\$ 66.534,00. A Instituição Executora e

o Departamento de Nutrição da UFSC contando com a participação de outros docentes dos Departamentos de Pediatria e de Saúde Pública do CCS – UFSC.

O estudo pode ser caracterizado como um mix de investigação de caráter transversal associada a um estudo de seguimento (longitudinal) e deverá envolver 3100 alunos na faixa etária dos 7 aos 14 anos de idade da Rede de Ensino Fundamental do Município de Florianópolis, SC.

Os procedimentos / intervenções consistem em aplicação de questionário com variáveis socioeconômicas, de consumo alimentar, de atividades físicas e lazer bem como a realização de exame antropométrico. A partir destes dados serão realizados os diagnósticos nutricionais que permitirão a implementação dos objetivos específicos.

IV – COMENTÁRIO:

O processo está bem instruído com o projeto bem delineado, todas as declarações e orçamentos são apresentados. No entanto dois problemas existem:

1. O TCLE afirma que os pesquisadores considerarão como voluntárias (ou seja, com a permissão dos pais ou responsáveis) as crianças que não devolverem, ou devolverem em branco, para a escola, o referido termo. Na realidade o inverso é o procedimento ético e legal. Solicita-se, portanto, que o TCLE seja adequado e que os pesquisadores sigam rigorosamente este preceito ético e legal;
2. O objetivo específico 1 (um) faz referência a escola pública e privada. No entanto, não se observa, no processo, as declarações necessárias de nenhuma escola privada.

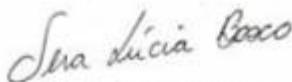
V – PARECER

Pendente

PENDÊNCIA

O pesquisador principal enviou correspondência respondendo as pendências e adequando o TCLE as sugestões. No entanto não foi devidamente explicitado que os pesquisadores não poderão considerar como voluntárias (ou seja, com a permissão dos pais ou responsáveis) as crianças que não devolverem, ou devolverem em branco, para a escola, o TCLE. Estes relatores, por consequência, encaminham pela aprovação do projeto, considerando que os pesquisadores entenderam e concordam com a observação acima.

Informamos que o parecer dos relatores foi aprovado por unanimidade, em reunião deste Comitê na data de 24 de Abril de 2006



Prof^a. Vera Lúcia Bino
Coordenadora do CEF@UFSC