

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

**FABIA ROSA SIGWALT**

**RESISTÊNCIA À INSULINA EM ADOLESCENTES COM E SEM  
EXCESSO DE PESO**

**Dissertação de Mestrado**

**FLORIANÓPOLIS, SC**

**2012**



**FABIA ROSA SIGWALT**

**RESISTÊNCIA À INSULINA EM ADOLESCENTES COM E SEM  
EXCESSO DE PESO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosane Carla Rosendo da Silva

**FLORIANÓPOLIS, ABRIL, 2012**



Aos meus pais, João e Vera, e ao  
meu marido André, por todo carinho,  
amor e incentivo. Amo vocês!



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pela minha vida, saúde e família.

Em segundo lugar gostaria de agradecer a minha família! Agradeço aos meus pais, João e Vera, pela educação amor e tudo mais que me deram nesses 25 anos de vida e que hoje fazem de mim o que sou. Amo vocês infinitamente! Quero agradecer também aos meus irmãos, Vinícius e João Victor, por estarem sempre presentes na minha vida. Agradecimento em especial ao Vinícius pela ajuda nos dias de coleta desse trabalho. Muito Obrigada, Mano!

Ao meu marido André, por todo incentivo desde a graduação até hoje. Obrigada também, meu amor, pelos mimos, carinhos e por todo amor que me dedicas sempre. Te Amo!

Família, vocês são e sempre serão o mais importante na minha vida!

À minha mãe nº 2, minha orientadora, Professora Rosane Rosendo. Serei eternamente grata por todas as oportunidades que me ofertou, por todos os ensinamentos acadêmicos em principalmente pelo carinho e por todas as nossas conversas e reflexões sobre a vida fora da graduação e mestrado. Sem palavras para agradecer todos esses, seis, anos de convivência.

A todos os meus amigos que entenderam a minha ausência em alguns momentos, pelo apoio e incentivo de sempre. Em especial quero agradecer ao Fabio e a Naiandra, colegas de classe que fizeram com que esses dois anos de curso fossem mais leves e divertidos.

À banca examinadora deste trabalho, em especial à Profª Maria Alice, que aceitou prontamente o convite e contribuiu muito para este trabalho desde a qualificação, dando a ele a cara que tem hoje. À Profa. Kelly S. Silva pelo auxílio na definição da amostragem e do desenho do estudo.

A todos os professores, servidores e técnicos do CDS que fizeram parte desse processo, em especial a Dona Rose, do LAEF, por estar sempre dispostas a nos ajudar, mesmo sendo para comprar um lanche e nos poupar tempo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física pelas oportunidades oferecidas para a formação. A CAPES pelo importante apoio Financeiro.

À Secretaria de Educação Estadual e à Secretaria Municipal de Saúde de Palhoça pelo apoio imprescindível para a realização deste estudo.

## RESUMO

ROSA, Fabia. **Resistência à Insulina em Adolescentes com e sem Excesso de Peso**. Santa Catarina, 2012. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFSC.

O aumento nas prevalências de excesso de peso entre adolescentes, principalmente devido aos altos índices de inatividade física e por hábitos alimentares inadequados tem sido foco de grande preocupação na saúde pública. Por outro lado, o aumento do peso corporal está associado a diversas doenças crônico-degenerativas, dentre elas o Diabetes mellitus tipo 2 e a resistência à insulina. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi comparar a prevalência de resistência à insulina entre adolescentes com peso normal e com excesso de peso. A amostra foi composta por 96 adolescentes (35,4% rapazes) com idade entre 14 e 19 anos ( $16,6\pm 0,98$ ) sendo que 50% apresentavam excesso de peso. A massa corporal, estatura e a circunferência da cintura (CC) foram mensuradas. Para categorizar os indivíduos de acordo com o IMC e CC foram utilizados os pontos de corte propostos por Conde&Monteiro (2006) e Fernández et al. (2004), respectivamente. A coleta de sangue foi realizada após jejum de 10 a 12 horas, e o índice HOMA-IR foi calculado através dos valores de insulina e glicemia de jejum. Para identificar a resistência à insulina (RI) foi utilizado o ponto de corte de HOMA-IR proposto por Lee et al. (2006). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e foi empregado o teste Mann-Whitney. Para investigar a diferença entre as frequências foi utilizado o teste Qui-quadrado. A fim de investigar a relação do índice HOMA-IR com IMC e CC, e entre CC e IMC, os dados foram transformados por meio do log 10, e foi realizada a correlação ajustada para sexo, idade e estágio maturacional. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de  $p<0,05$ . Foi encontrada uma prevalência de 2,1% de RI, sem diferença significativa entre os sexos, categorias de peso ou de CC. No entanto, as moças, assim como os adolescentes com excesso de peso, tenderam a ter valores mais altos do índice HOMA-IR. As prevalências de RI do presente estudo são mais baixas daquelas encontradas na literatura. Não foram encontrados valores de glicemia que indicassem RI na amostra. Foram observadas correlações significativas ( $p<0,001$ ), porém fracas, entre os

indicadores de gordura corporal e os valores de HOMA-RI (IMC  $r=0,36$  e para CC  $r=0,38$ ).

Contudo, apesar das baixas frequências de RI e dos valores de glicemia de jejum estarem dentro da normalidade, sugere-se que os adolescentes com glicemia acima de 90 assim como os com valores de HOMA-IR superiores a 2,28 realizem exames clínicos mais detalhados já que a literatura mostra que para adolescentes esses valores já representam um risco aumentado de adquirir DM2 na vida adulta.

**Palavras Chave:** adolescentes, excesso de peso, resistência à insulina, HOMA-IR.

## ABSTRACT

The increase in overweight prevalence among adolescents, mostly due to the physical inactivity and inadequate dietary habits, is a great concern in public health. On the other hand, the increase in body weight is associated with several chronic degenerative diseases, such as type 2 Diabetes mellitus and insulin resistance. Therefore, the aim of the present study was to compare insulin resistance among adolescents with normal weight and overweight. The sample was composed by 96 adolescents (35.4 % male), aged 14-19 years ( $16.6\pm 0.98$ ), among which 50% were overweight. Body mass, height and waist circumference (WC) were measured. To categorize subjects according to the body mass index (BMI) and WC, the cut-off points proposed by Conde & Monteiro (2006) and Fernández et al (2004) were used, respectively. Blood samples were taken after 10-12 hours fasting, and the HOMA-IR index was calculated by using both plasma insulin and glucose values. The cut-off point proposed to Lee et al. (2006) was used to identify insulin resistance (RI). Non-parametric data were analyzed using Mann-Whitney test. Chi-square test was used to evaluate differences among frequency. To investigate the relationship between HOMA-IR index with IMC and WC, and between WC and IMC, a correlation was performed adjusting for sex, age and sexual maturation. Significance level was set at  $p < 0.05$  for all analyses. Prevalence of 2.1% of RI was found, with no significant differences among sex, weight groups and CC groups. However, overweight adolescents and females tended to show higher values of HOMA-IR index. The results of the present study showed lower prevalence of RI when compared to others on literature. In addition, no cases of insulin resistance using fasting glycemic values among subjects. Significant but weak correlation coefficients ( $p < 0.001$ ) were showed among body fat and HOMA-IR values ( $r = 0.36$  for BMI;  $r = 0.38$  for WC). Although low prevalence of IR among adolescents, as well as among overweight subjects, identification of individuals in risk is needed since they are more prone to develop DM type in adult life.

**Keywords:** adolescents, overweight, insulin resistance, HOMA-IR index.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Delimitação Do Estudo.....	3
1.2	Objetivo Geral .....	3
1.3	Objetivos Específicos .....	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
2.1	Resistência à Insulina .....	5
2.2	Métodos de avaliação da Resistência à Insulina.....	6
2.3	Excesso De Peso.....	9
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
3.1	Modelo Do Estudo.....	15
3.2	Sujeitos Do Estudo .....	15
3.3	Procedimentos De Coleta De Dados.....	16
3.4	Tratamento Estatístico .....	22
4	RESULTADOS .....	23
5	DISCUSSÃO .....	31
6	CONCLUSÃO .....	37
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
8	ANEXOS .....	49



## 1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico gerou uma série de mudanças ambientais e comportamentais, principalmente em relação aos hábitos alimentares e de atividade física, correspondendo a um aumento da ingestão de alimentos ricos em gorduras e carboidratos e a uma diminuição dos níveis de atividade física (CHOPRA et al., 2002). Essa mudança de comportamento, por sua vez, originou a transição nutricional, que consiste na diminuição dos quadros de desnutrição e um significativo aumento das prevalências de sobrepeso e obesidade (SILVEIRA NETO, 2000). Desta forma, os casos de excesso de peso (sobrepeso somado à obesidade) alcançaram proporções epidêmicas em todo mundo, mesmo entre os adolescentes (WHO, 2011).

O aumento das prevalências de sobrepeso e obesidade em jovens é um fato preocupante devido ao grande risco que um adolescente com excesso de peso apresenta de permanecer neste perfil durante a vida adulta (BALABAN; SILVA, 2004), elevando assim, o risco para doenças cardiovasculares, dislipidemias, resistência à insulina e diabetes mellitus tipo 2 (DM2; CHIARELLI; MARCOVECCHIO, 2008).

O excesso de peso pode ser identificado por meio dos valores de índice de massa corporal (IMC), e também por meio da medida da circunferência da cintura (CC), a qual é capaz de estimar a quantidade de gordura abdominal (ALVAREZ; PAVAN, 2005). Ambos os métodos são de simples aplicação e de baixo custo, o que possibilita a sua utilização em estudos epidemiológicos (IUGHETTI et al., 2004; DE ALMEIDA et al., 2007).

Silva et al. (2008a) avaliaram 5028 escolares do estado de Santa Catarina com idade entre 15 e 19 anos em relação aos valores de (IMC) (classificação proposta por Cole et al. (2000)) e ao nível de atividade física (COMPAC - Estilo de Vida e os Comportamentos de Risco dos Jovens Catarinenses) e notaram que 12,7% dos rapazes e 7,9% das moças apresentavam excesso de peso. Mais especificamente em Florianópolis, Farias Júnior et al. (2009) avaliaram o IMC de 934 adolescentes com idade entre 14 e 18 anos e encontraram uma prevalência de 16,8% de excesso de peso, utilizando a classificação do IMC proposta por Conde e Monteiro (2006).

A avaliação do estado nutricional de adolescentes, assim como a identificação da gordura abdominal são de grande importância para o diagnóstico da obesidade e do risco à DM2 (SHAH et al., 2009; VIEIRA et al., 2009). O acúmulo excessivo da gordura corporal, e principalmente da gordura abdominal, está associado aos valores aumentados de ácidos graxos livres (AGL) na corrente sanguínea, que, por sua vez, podem prejudicar a sinalização da insulina diminuindo a sensibilidade dos receptores nas membranas celulares, criando o quadro de resistência à insulina. A insulina é o hormônio responsável pela utilização de glicose nos tecidos adiposo, hepático e muscular (CHAMPE et al., 2006),

A resistência à insulina (RI) é considerada um pré-diabetes, e é caracterizada pelo desequilíbrio do metabolismo da glicose, causando um aumento da produção de insulina, e/ou a diminuição da captação de glicose pelos tecidos insulino-dependentes (POWERS; HOWLEY, 2005). O procedimento mais utilizado atualmente em estudos epidemiológicos para o diagnóstico da RI é o índice HOMA (*Homeostasis model assessment*), que requer apenas as medidas sanguíneas de glicose e insulina em jejum. Este teste tem relativamente baixo custo e possui altos valores de correlação ( $r= 0,88$  e  $p<0,0001$ ) com o teste de *clamp euglicêmico hiperinsulinêmico*, considerado o padrão-ouro para esta avaliação (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006). Não há um consenso na literatura de qual ponto de corte deste índice deve ser utilizado para tal diagnóstico em adolescentes; no entanto, o estudo de Lee et al. (2006) propõe o valor de 4,39 e por fazer a ligação entre RI e DM2, fato que não ocorre nos demais estudos (TRESACO et al., 2003; GARCÍA CUARTERO et al., 2007), mostra-se mais adequado para esta temática.

Sendo assim, o indivíduo com excesso de peso e principalmente com acúmulo excessivo de gordura na porção central do corpo possui um risco aumentado ao DM2, que consiste em uma combinação de um quadro de hiperglicemia somado ao de resistência à insulina (SCHUSTER, 2010). Devido a essa ligação entre RI e o excesso de peso, houve nas últimas décadas um aumento de casos de DM2, inclusive entre adolescentes, fato pouco observado em décadas anteriores (LACERDA, 1998). Na Itália, Brufani (2010) ao avaliar 510 crianças e adolescentes com excesso de peso, encontrou uma prevalência de 0,4% de DM2, considerando os valores de glicemia. Por outro lado, Ghergherechi e Tabrizi (2010) avaliaram 110 crianças e adolescentes obesos do Iran e não encontraram nenhum caso de DM2.

Apesar das prevalências de DM2 entre adolescentes não serem altas, este fato é preocupante, uma vez que, tal como para o excesso de peso, indivíduos tendem a permanecer diabéticos na vida adulta, potencializando os efeitos deletérios causados pela DM2.

Tanto a atividade física como os hábitos alimentares saudáveis são de grande importância não só para a prevenção do excesso de peso assim como para a prevenção do DM2 (FREEDMAN et al., 2009). Quando um indivíduo possui uma dieta alimentar baseada em elementos com baixo teor de gorduras e carboidratos simples ele evita que haja um excesso tanto de AGL assim como grandes quantidades de glicose na corrente sanguínea (SARTORELLI; CARDOSO, 2006). Em relação à atividade física, a prática de exercícios físicos ajuda a realizar a manutenção dos níveis glicose e AGL na corrente sanguínea uma vez que são utilizados como fonte de energia durante o exercício e após o mesmo para que o organismo retorne equilíbrio fisiológico (JAGO et al., 2008). Esses dois fatores diminuem as chances de ocorrer um estresse do metabolismo glicolítico, preservando assim o bom funcionamento das vias de sinalização da insulina em (PAULI et al., 2009; RIVERA et al., 2010).

Desta maneira, o presente estudo se justifica pela necessidade de identificar a frequência de resistência à insulina em adolescentes nas diferentes categorias de peso. Além disso, não foram encontrados na literatura pesquisada estudos com amostra brasileira comparando adolescentes com e sem excesso de peso, com características semelhantes referentes ao nível socioeconômico e o comportamento relacionado à nutrição e atividade física, apontando assim, a originalidade e a relevância deste estudo.

## 1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo delimita-se a avaliar adolescentes de ambos os sexos com idade entre 15 e 19 anos e matriculados na Escola de Ensino Básico Irmã Maria Teresa do município de Palhoça/SC.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Comparar a frequência de resistência à insulina entre adolescentes, com peso normal e com excesso de peso.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as frequências de excesso de peso e de resistência à insulina.
- Analisar a relação entre IMC e resistência à insulina (HOMA-IR);
- Averiguar a relação entre CC e resistência à insulina (HOMA-IR);
- Comparar a frequência de resistência à insulina entre os grupos com valores de CC normal e de risco.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RESISTÊNCIA À INSULINA

A resistência à insulina (RI), segundo Champe et. al. (2006), consiste na diminuição da captação de glicose pelo fígado, músculo e tecido adiposo, que dependem de insulina para esta finalidade. Para que a captação normal de glicose ocorra, é necessário que tanto os receptores de insulina assim como os transportadores de glicose estejam em perfeito funcionamento, caso contrário, pode resultar em um quadro de hiperglicemia (alta concentração de glicose no sangue) (CHIARELLI; MARCOVECCHIO, 2008). Há ação compensatória das células  $\beta$  do pâncreas com produção de maiores quantidades de insulina (hiperinsulinemia), a fim de normalizar os níveis de glicose sanguínea. Os transportadores de glicose são chamados de GLUT, que são proteínas carreadoras da glicose através da membrana plasmática. No tecido muscular, o transportador é o GLUT4, que pode ser estimulado tanto pela insulina como pelo exercício físico (ZECCHIN; SAAD, 2001).

É sabido que quando o organismo é exposto a constantes quadros de hiperglicemia e/ou volumes aumentados de ácidos graxos livres (AGL) na corrente sanguínea, há uma interferência na sinalização da insulina. No entanto, os mecanismos desta interferência não estão totalmente esclarecidos (ZECCHIN; SAAD, 2001). Segundo estudo de revisão realizado por Ivy (2004), os mecanismos que levam a RI ocorrem diretamente na membrana celular, em algum ponto da cascata de sinalização da insulina. O autor analisou estudos que compararam o processo de captação de glicose em ratos magros e com excesso de peso, e observou que não houve diferenças na expressão gênica ou na translocação das GLUT's entre os grupos. Além disso, quando os ratos foram submetidos ao exercício físico, a captação de glicose foi igual nos dois grupos, o que nos leva a crer que só há diminuição da captação de glicose quando é dependente da presença de insulina.

Outra hipótese para o surgimento da RI, é que o tecido adiposo, além de estocar energia em forma de gordura, também desempenha um papel fundamental na regulação do apetite, no equilíbrio do gasto energético e na regulação da glicose. Além disso, secreta substâncias pró inflamatórias que interferem na sinalização da insulina (SCHUSTER,

2010). Desta forma, os indivíduos com excesso de peso por possuírem uma maior massa de gordura corporal produzem maiores quantidades dessas substâncias, estando mais vulneráveis ao desenvolvimento da RI (OPRESCU et al., 2007). Assim, os indivíduos com excesso de peso possuem maior risco de desenvolver DM2, caracterizado pela combinação de RI e deficiência relativa na produção de insulina (ADA, 2007).

## 2.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À INSULINA

O método considerado como padrão ouro para mensurar, de forma direta, a sensibilidade à insulina é o teste *clamp euglicêmico hiperinsulinêmico*, que provê valores do metabolismo de glicose mediado pela insulina, define os sítios de RI e separa a contribuição da glicemia em suprimir a produção hepática de glicose, assim como induzir a sua utilização como substrato. Este teste consiste na infusão sistêmica de insulina ( $40\text{mU/m}^2$  por minuto) concomitante a uma infusão de glicose endovenosa (20%) por um período de duas a três horas. A glicemia é monitorada a cada 5 minutos e a quantidade da infusão de glicose é calculada para manter os valores de glicemia dentro do normal. Os valores de infusão de glicose dos últimos 30 minutos do teste são utilizados para a definição do índice de RI, ou seja, quanto menor for a necessidade de glicose para a manutenção da glicemia mais insulino-resistente será o paciente. O tempo necessário, assim como, os gastos para a realização deste teste são altos, dificultando sua utilização em estudos epidemiológicos (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006).

Neste sentido, os métodos indiretos mais utilizados clinicamente para a detecção de resistência à insulina são a análise da glicemia de jejum e o teste de tolerância a glicose. O teste da glicemia de jejum necessita que o avaliado esteja nesta condição por pelo menos 10 horas e o resultado se dá pela análise do valor da glicemia de apenas uma coleta de sangue. Em 2003, a ADA redefiniu os pontos de corte do teste de glicemia em jejum para possibilitar a identificação da RI, incluindo uma faixa de valores para a pré-diabetes, de 101 a 125mg/dL, e diabetes valores maiores que 126mg/dL). A normalidade da glicemia de jejum está estabelecida em valores iguais ou menores a  $\leq 100\text{mg/dL}$  (ADA, 2003). Por outro lado, o teste de tolerância à glicose, além do jejum, o indivíduo necessita ficar por pelo menos mais duas horas no laboratório para realizar as sucessivas coletas de sangue, antes e após a

ingestão de 75g de glicose, a fim de criar a curva glicêmica (ROMAN; ZEITLER, 2008).

Sendo assim, métodos que utilizem medidas mais simples têm ganhado destaque na avaliação da RI. Os mais estudados são os modelos matemáticos que usam as medidas de glicemia e insulinemia de jejum para calcular o índice de RI, tais como *Homeostasis model assessment* (HOMA) e Quantitative Insulin-Sensitivity Check Index (QUICKI) (CARNEVALE SCHIANCA et al., 2006; ROSSNER et al., 2010). O índice de homeostase glicêmica HOMA tem sido amplamente utilizado, por possuir alta correlação com o padrão-ouro ( $r= 0,88$ ;  $p< 0,0001$ ) (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006). As equações do HOMA são descritas abaixo (1 e 2) (MATTHEWS et al., 1985), onde quanto menor for o valor encontrado, maior a sensibilidade à insulina (YECKEL et al., 2004).

$$\text{HOMA} - \text{IR} (\mu\text{u}/\text{mmoL}) = \text{Glicemia (mMol)} * \text{Insulina (uU/mL)} / 22,5 \text{ (equação 1)}$$

$$\text{HOMA} - \% \beta (\mu\text{u}/\text{mmoL}) = 20 * \text{Insulina (uU/mL)} / (\text{Glicemia (mMol)} - 3,5) \text{ (equação 2)}$$

O índice do HOMA-IR representa a resposta celular à insulina e o HOMA- $\beta$  demonstra a capacidade das células  $\beta$  do pâncreas em produzir insulina. Vasques et al. (2008) em estudo de revisão sobre a história, validação e utilização do índice HOMA-IR mostra que ele é uma ferramenta útil em estudos populacionais, mesmo que não haja consenso na literatura quanto ao ponto de corte a ser utilizado, por apresentar, na maioria dos estudos revisados, correlação forte e significativa entre as técnicas consideradas como padrão ouro para a avaliação da resistência à insulina. No entanto, deve ser utilizado com cautela no diagnóstico ou acompanhamento individual, por conta das variações de métodos laboratoriais de análise da glicemia e insulina de jejum. O estudo de Ghiringhello et al. (2006) apresentou uma distribuição dos valores de HOMA-IR com uma amostra de brasileiros adultos em relação ao estado nutricional dos indivíduos identificado por meio do IMC, estabelecendo médias de valores de HOMA-IR para indivíduos com peso normal ( $1,2 \pm 0,65$ ), com sobrepeso ( $1,8 \pm 0,98$ ) e obesidade ( $2,9 \pm 1,6$ ).

Mais recentemente, Madeira et al. (2008) realizaram um estudo a fim de estabelecer qual dos pontos de corte de HOMA-IR já estabelecidos na literatura (D'ANNUNZIO et al., 2004; KESKIN et al.,

2005; GARCÍA CUARTERO et al., 2007; MANIOS et al., 2007) seria o mais eficiente em identificar a síndrome metabólica em crianças, com idade entre 2 e 11 anos, pré-puberes, com excesso de peso. Os autores avaliaram cinco pontos de corte (2,00; 2,50; 3,16; 3,45 e 3,80) por meio da curva ROC, testando a sensibilidade e especificidade de cada valor, e verificaram que, para a amostra do estudo, o ponto de corte mais adequado foi o proposto por d'Annunzio et al. (2004) com o valor de 2,50 por ter sensibilidade de 61% e especificidade de 84%. É importante salientar que todos os estudos incluíam crianças e adolescentes em suas amostras, com a exceção do estudo de Madeira et al. (2008), que só analisou crianças. Desta forma, esse ponto deve ser utilizado apenas para crianças com sobrepeso.

Keskin et al.(2005), ao comparar diferentes métodos de avaliação da resistência à insulina em 57 crianças e adolescentes obesos da Turquia, de ambos os sexos, pode perceber que o HOMA-IR é o melhor método de avaliação da resistência à insulina para aquela amostra. Assim, verificaram, por meio da curva ROC, que o melhor ponto de corte de HOMA-IR para avaliar a resistência à insulina foi o valor de 3,16. Em adição, García Cuartero et al. (2007) realizaram um estudo com o objetivo de estabelecer valores de referencia de HOMA-IR para determinar risco coronariano em crianças. Os autores avaliaram 372 crianças com peso normal, de ambos os sexos, com idade entre 1 mês e 18 anos e diferentes estágios de maturação. Os valores de resistência à insulina foram apresentados por meio da distribuição percentílica, separando o grupo por sexo e de acordo com o estágio maturacional, e adotando como ponto de corte os valores referentes ao percentil 90. Sendo assim, o ponto de corte de HOMA-IR proposto para as meninas foi de 3,79 e 2,89 para os meninos, enquanto para o grupo como um todo este valor foi de 3,43.

Por outro lado, Tresaco et al. (2005) inferiram o valor de 2,28, que corresponde ao percentil 60, como o melhor ponto de corte do índice HOMA-IR quando avaliaram crianças e adolescentes com idade entre 7 e 16 anos, para a identificação da síndrome metabólica. No entanto, os autores revelam que os percentis entre 50 e 75 podem ser utilizados para tal finalidade, mostrando que valores próximos a 3,00 parecem ser adequados.

Lee et al., (2006) avaliaram 1802 adolescentes americanos, com idade entre 12 e 19 anos, participantes do *National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002*, com o objetivo de avaliar a distribuição percentílica dos valores de insulina e índice HOMA-IR e as relações do

HOMA-IR com sexo, etnia, idade e categoria de peso avaliada por meio do IMC. Os autores utilizaram o percentil 97,5 de HOMA-IR (4,39) para identificar a resistência à insulina em indivíduos com peso normal e sem valores anormais de glicose em jejum,.

Contudo, Almeida et al. (2008), ao avaliarem 447 crianças e adolescentes eutróficos com idade entre 7 e 17,9 anos, estudantes de duas escolas públicas de Bonfim Paulista-SP/Brasil, observaram uma variação significativa ( $p < 0,001$ ) dos valores crescentes do índice HOMA-IR até 14,9 anos, em ambos os sexos; sendo assim, os autores defenderam a utilização de pontos de corte ajustados para a idade.

### 2.3 EXCESSO DE PESO

Acredita-se que o aumento da prevalência de excesso de peso entre adolescentes tem levado ao surgimento de resistência à insulina e de DM2 nesta população, fato menos freqüente no passado (PAULI et al., 2009). A literatura mostra que em estudos com crianças e adolescentes, quando se compara os valores do índice HOMA-IR de grupos com peso normal e com excesso de peso, este último apresenta maiores valores (DA SILVA et al., 2005; HIRSCHLER et al., 2005; LEE et al., 2006), e que em crianças com excesso de peso, e idade entre 4 e 15 anos, o acréscimo de peso ao longo do período de um ano, leva a um aumento desta variável, e que por outro lado, uma diminuição do  $IMC \geq 0,5$  é capaz de reduzir significativamente os valores de HOMA-IR (REINEHR; ANDLER, 2004).

A tendência secular de mudança do estado nutricional dos indivíduos, passando da desnutrição para a grande prevalência de sobrepeso e obesidade tem sido observada mundialmente e mais recentemente no Brasil. Essa transição nutricional é devida aos fatores comportamentais e socioeconômicos, sendo gerada principalmente pelas mudanças nos hábitos alimentares (aumento na ingestão de alimentos ricos em gordura e glicose) e uma diminuição dos níveis de atividade física (SILVEIRA NETO, 2000).

O excesso de gordura corporal, segundo Champe et al. (2006), é um distúrbio dos sistemas reguladores do peso corporal. É considerado uma doença universal, assumindo caráter epidêmico pela crescente prevalência, tornando-se o principal problema de saúde pública da sociedade moderna (SABIA et al., 2004). O excesso de peso pode ser estimado e/ou diagnosticado de diversas maneiras, por meio de

procedimentos laboratoriais e de imagem que avaliam a gordura corporal (GC). Dentre estes procedimentos temos a antropometria (por meio do índice de massa corporal, circunferência da cintura e dobras cutâneas), a impedância bioelétrica, a pesagem hidrostática, o DXA e a tomografia computadorizada. No entanto, cada vez mais aumenta utilização de métodos de fácil aplicabilidade e baixo custo, tais como o Índice de massa corporal (IMC) e a medida de circunferência da cintura (CC), principalmente quando se pensa em estudos populacionais (NORTON; OLDS, 2005). O IMC fornece uma medida do peso relativo ajustado à altura (calculado pela divisão do peso corporal (Kg) pela quadrado da altura (metros) e por este motivo é utilizado para a classificação do estado nutricional do indivíduo. Uma limitação da sua utilização é que o IMC não diferencia massa de gordura dos demais tecidos corporais ou seja, massa livre de gordura, por isso deve ser utilizado com cautela em atletas, pessoas com altos níveis de atividade física e adolescentes, pois nesses indivíduos a massa muscular e óssea são mais desenvolvidas. Contudo, os aumentos observados no IMC entre jovens sejam usualmente pelo aumento de gordura corporal (ALVAREZ; PAVAN, 2005).

No entanto, Giuliano e Melo (2004) encontraram relação positiva e significativa entre IMC e o percentual de GC estimado a partir da soma das dobras cutâneas tricipital e subescapular e da tricipital e panturrilha, quando propuseram diagnosticar o excesso de peso em escolares por meio do IMC, mostrando sua validade para prever a GC ( $r=0,843$ ;  $p<0,02$  para meninos e  $r=0,774$ ;  $p<0,02$  para meninas). Além disso, Ferreira et al. (2008) encontraram forte correlação entre IMC e o percentual de GC, utilizando a fórmula proposta por Slaughter et al., (1988) ( $r=0,89$  para meninos e  $r=0,86$  para meninas com  $p<0,001$ ), ao avaliar o estado nutricional de crianças de sete a 11 anos. Em adição, Corrêa et al. (2003), quando avaliaram a influência da GC no controle metabólico de pacientes com DM2, demonstraram que apesar de não refletir a composição corporal, o IMC ainda é um método válido para a avaliação do excesso de peso, possuindo uma correlação significativa ( $r=0,71$   $p=0,000$ ) com a GC estimada através da impedância bioelétrica tetrapolar.

A OMS sugere que sejam utilizados pontos de corte de IMC para a avaliação nutricional de adultos, especialmente 25 a 30 Kg/m<sup>2</sup> para sobrepeso e acima de 30 Kg/m<sup>2</sup> para obesidade (WHO, 1998). Porém, têm sido propostos pontos de corte específicos para crianças e adolescentes, ajustando os valores de acordo com o sexo e a idade para

considerar as variações do tamanho corporal durante o crescimento físico (COLE et al., 2000; CONDE; MONTEIRO, 2006). Os principais pontos de corte utilizados são os de Cole et. al. (2000) na literatura internacional e de Conde e Monteiro (2006) na população brasileira. Ambos fazem uma extrapolação retroativa para definir os valores de IMC equivalentes aos pontos de corte de adultos para idades de dois aos 18 anos (ZEFERINO et al., 2003).

Vitolo et al. (2007) fizeram a comparação da utilização das duas classificações em adolescentes brasileiros e concluíram que os pontos de corte sugeridos por Conde e Monteiro (2006) são mais sensíveis em prever a adiposidade neste grupo de sujeitos. Este fato possivelmente está ligado às amostras utilizadas para a formulação das curvas de IMC, uma vez que a primeira proposta é proveniente de um conjunto de dados do Brasil e mais cinco países, já a segunda é de uma base de dados integralmente brasileira.

Quando se fala em obesidade entre adolescentes, no Brasil, por meio de dados auto referidos, a prevalência é de 5,8%, nas idades entre 10 e 19 anos, tendo maior prevalência no sexo feminino (7%) (IBGE, 2006). Mendonça et al. (2010) ao analisar os valores de IMC (classificação do *Centers for Disease and Control and Prevention*) de 1253 crianças de escolas públicas e particulares, de Maceió (Alagoas), com idade entre 7 e 17 anos encontrou uma prevalência de excesso de peso de 13,8%.

Em Florianópolis, Kunkel et al. (2009), ao investigar estudantes de uma escola pública de ensino médio constataram que 15,8% dos adolescentes com até 18 anos estavam com excesso de peso quanto a classificação de IMC proposta por Cole. Em adição, Silva et al. (2008b) analisou o excesso de peso por meio da classificação do IMC (pontos de corte de Cole) em 1362 estudantes de escolas públicas e privadas da mesma cidade, e verificou uma maior prevalência de excesso de peso nos estudantes das escolas privadas (pública 12,9%, privada 18,4%;  $p < 0,001$ ).

Levando em conta que as principais causas da obesidade, apontadas pela literatura são a inatividade física e a má alimentação (CHOPRA et al., 2002), muitos estudos buscam avaliar a relação da atividade física e dos hábitos alimentares com o sobrepeso e a obesidade. Em João Pessoa, capital da Paraíba, Silva e Lopes (2008) fizeram a associação entre o tipo de deslocamento até a escola, ativo ou passivo, e o excesso de peso diagnosticado por meio do IMC, (classificação proposta por Cole) Os autores puderam notar que a

prevalência de excesso de peso foi maior ( $p < 0,001$ ) nos adolescentes que se deslocavam até a escola de forma passiva (15,8% VS 30,0%), quando comparados aos adolescentes que se deslocavam até a escola de forma ativa (caminhando ou de bicicleta), mostrando assim, a importância da atividade física na prevenção ao sobrepeso e a obesidade. Em Maceió - Alagoas, Rivera et al. (2010), avaliaram o nível de atividade física, por meio do questionário *Physical Activity Questionnaire for Older Children* (PAQ-C) e a classificação do IMC, usando a proposta de Must et al. (1991), de 1253 estudantes de ambos os sexos com idade entre 10 e 17 anos, de escolas públicas e privadas. Os autores observaram que 13,8% dos escolares apresentavam excesso de peso, a maioria era sedentária e assistia a mais de 3 horas de TV (93,6% e 66,9%, respectivamente).

Silva et al. (2008a), ao avaliar adolescentes de Santa Catarina, verificaram que 21% dos rapazes e 37% das moças eram pouco ativos. Por meio das análises de regressão logística ajustada foi possível observar que os rapazes pouco ativos possuíam mais chance (74%) de apresentar excesso de peso em comparação ao que são ativos. No entanto, não foi possível observar associações significativas entre excesso de peso e o nível de atividade física para as moças.

Outra forma de avaliação do excesso de peso e risco a doenças crônico-degenerativas é através da distribuição anatômica da GC. Podemos classificar esta distribuição em dois tipos, o primeiro é o Ginecóide, que apresenta maior acúmulo de gordura nos quadris e glúteos. A gordura acumulada nesta região é dificilmente mobilizada pelos hormônios para ser utilizada como fonte de energia. Desta forma, os indivíduos que apresentam esse tipo de distribuição, geralmente mulheres, apresentam maior dificuldade de emagrecer, porém possuem menor risco a doenças crônico degenerativas. A segunda categoria é denominada Andróide, onde há maior concentração de gordura na região abdominal, ou padrão masculino (CHAMPE et al., 2006). As células adiposas desta região são maiores e sofrem maior influência dos hormônios; sendo assim, essa gordura é mais utilizada como fonte de energia, facilitando a diminuição de gordura destes depósitos (POWERS; HOWLEY, 2005).

No entanto, estudos têm demonstrado que a adiposidade central possui alta correlação com doenças coronarianas, dislipidemias, resistência à insulina e DM2 (OKOSUN et al., 2000). O excesso de gordura abdominal está ligado com o aumento da massa de gordura visceral, que por sua vez está correlacionada com as concentrações de

glicose e insulina sanguínea (KARTER et al., 1996). Com isso, a circunferência da cintura tem sido utilizada para a representação da gordura abdominal e risco de doenças coronarianas e DM2, sendo que indivíduos com maiores valores possuem maior risco (SEIDELL et al., 2001).

Estudos na literatura têm utilizado a medida de CC aferida em quatro diferentes lugares:

- 1- Local médio entre a última costela e a crista ilíaca.
- 2- Logo abaixo da última costela.
- 3- Na menor circunferência do tronco.
- 4- Logo acima da crista ilíaca.

Wang et al. (2003) compararam os valores de CC obtidos nos quatro diferentes lugares e encontraram que a medida realizada acima da crista ilíaca apresenta maior relação ( $R^2= 0,92$   $p<0,001$ ) com a gordura localizada no tronco. Apesar disso, os valores obtidos nos quatro locais mostram baixos valores de variação ( $\leq 4$ cm) quando comparados entre si e oferecem altos valores de correlação intraclasse ( $r= 0,99$ ) para ambos os sexos (WANG et al., 2003).

Para adultos, o ponto de corte para classificação de risco de doença coronariana é de 102 cm para homens e 88 cm para mulheres (LEAN et al., 1995). Assim como o IMC, a medida da CC apresenta variação de acordo com o crescimento físico, por este motivo, pontos de corte adequados por faixa etária e sexo em crianças e adolescentes vêm sendo estudados (FREEDMAN et al., 1999; TAYLOR et al., 2000; FERNÁNDEZ et al., 2004), embora ainda não haja consenso nos valores a serem adotados como critério.

Katzmarzyk (2004) desenvolveu estudo com 3064 crianças canadenses com idade entre 11 e 18 anos, e estabeleceu como o ponto de corte para a identificação da obesidade abdominal, o percentil 90 específico para idade e sexo.

Em estudo semelhante, Fernández et al. (2004) realizaram um estudo com o intuito de criar uma distribuição dos valores de CC para identificar a obesidade abdominal em crianças americanas de 2 a 19 anos, tendo como base o estudo *Third National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III). Os autores definiram como ponto de corte para risco aumentado de doenças cardiovasculares o percentil 90 da distribuição para sexo e idade.

Pela ligação existente entre a gordura visceral e DM2 apontada pela literatura (KOIKE et al., 2008), Vasques et al., (2009) realizaram um

estudo com 190 homens adultos e verificaram uma correlação significativa ( $p < 0,001$ ) e positiva  $r = 0,45$  entre a medida de CC (aferida logo acima da crista ilíaca) e o índice HOMA-IR, com area abaixo da curva ROC de  $0,73 \pm 0,049$ . Mostrando assim que tal medida pode ser utilizada como preditora de RI em adultos

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 MODELO DO ESTUDO

O presente estudo pode ser classificado de acordo com sua natureza como uma pesquisa aplicada e de acordo com a abordagem do problema como quantitativa, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e assume que tudo pode ser transcrito em números (SILVA; MENEZES, 2001). Conforme seus objetivos é uma pesquisa do tipo descritiva correlacional, que segundo Thomas e Nelson (2002) é o estudo das características de uma determinada população ou fenômeno buscando identificar relações entre as variáveis (GIL, 2002).

#### 3.2 SUJEITOS DO ESTUDO

A população do estudo foi composta por 393 adolescentes de ambos os sexos, com idade entre 14 e 19 anos, regularmente matriculados no período diurno da Escola de Ensino Básico Irmã Maria Teresa (EEBIMT), situada no município de Palhoça/SC. A amostra foi determinada por conveniência.

A Escola de Ensino Básico Irmã Maria Teresa, situada no município de Palhoça/SC, foi convidada a participar do estudo principalmente por oferecer exclusivamente turmas do ensino médio, por ter apresentado maior disponibilidade em participar do estudo e por sua localização facilitar a logística da coleta de dados. Desta forma, após agendamento com a direção da escola, todos os alunos matriculados no período diurno foram convidados a participar da pesquisa. Primeiramente, foi realizado um convite virtual postado no blog da escola, em um segundo momento, foi ministrada pela pesquisadora principal uma palestra explicativa onde os alunos foram informados sobre o tema da pesquisa e como esta se daria. A palestra foi realizada para todas as turmas do período diurno em suas respectivas aulas de Educação Física. Além disso, um dia antes da coleta foi realizada uma visita em sala de aula reforçando o convite e a data da coleta.

Entre as etapas de coleta, foi realizada uma palestra, ministrada pelo Prof. Dr. Markus Vínicus Nahas, da Universidade Federal de Santa Catarina, sobre “Adolescência e Estilo de vida saudável” com o intuito

de conscientizar os alunos sobre a importância da atividade física e de hábitos adequados, enfatizando a pesquisa que estava sendo realizada na escola, assim como a participação deles na mesma.

### 3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu no período de agosto a novembro de 2011. Na data agendada para a coleta cada participante entregou o termo de consentimento livre esclarecido (ANEXO 1), recebido no dia da palestra explicativa, assinado por ele e por um responsável.

No TCLE, o responsável foi solicitado a informar a renda familiar e o peso do adolescente ao nascer. Os procedimentos da pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (proc nº 1194/2010).

O estudo se deu em duas etapas, as quais são descritas a seguir:

#### **Primeira Etapa:**

A coleta ocorreu na própria escola no turno em que os adolescentes freqüentavam as aulas, durante as aulas de Educação Física. Nessa etapa, o participante preencheu informações sobre dados demográficos (sexo e idade) e o questionário de poder de compra da ABEP (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa). Para categorizar as classes socioeconômicas, as classes A1 e A2 foram unidas (classe A), assim como a B1 e B2 (classe B) e as C1, C2, D e E (classe CDE).

Para avaliar a atividade física (AF) e os hábitos alimentares (HA), utilizou-se as questões referentes a estes componentes do Questionário de Perfil do Estilo de Vida Individual (NAHAS et al., 2000) (ANEXO 2). Cada uma das três questões de cada componente tem o escore que varia de 0 a 3 pontos, onde zero é a ausência total do comportamento em questão e três é a presença total do mesmo. A categorização do componente foi realizada a partir da soma das três questões, sendo que escores  $< 3$  foram classificados como *Comportamento inadequado*, entre 3 e 6 como *Precisa melhorar*, enquanto escores  $\geq 6$ , como *Comportamento adequado*. A inclusão do nível de atividade física, assim como os hábitos alimentares, é justificada porque ambos podem influenciar a presença de resistência à insulina (MENDES et al., 2009; PAULI et al., 2009; RIVERA et al., 2010).

A antropometria (massa corporal e estatura) foi realizada por uma equipe de avaliadores treinados, composta por quatro (4) acadêmicos do curso de Educação Física (UFSC), sendo dois acadêmicos por período de coleta. Cada acadêmico ficou responsável por apenas uma variável antropométrica. A massa corporal (MC) e estatura foram mensuradas seguindo o protocolo de Alvarez e Pavan (2005) por meio de um Estadiômetro portátil, modelo Personal Caprice, com precisão de 1 mm da marca Sanny® e por uma balança digital, modelo Acqua, com precisão de 100 g da marca Plenna®. Os valores de massa corporal e estatura foram utilizados para o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC). Cada participante recebeu um relatório individual a partir dos dados obtidos em sua avaliação (ANEXO 4).

### **Segunda etapa:**

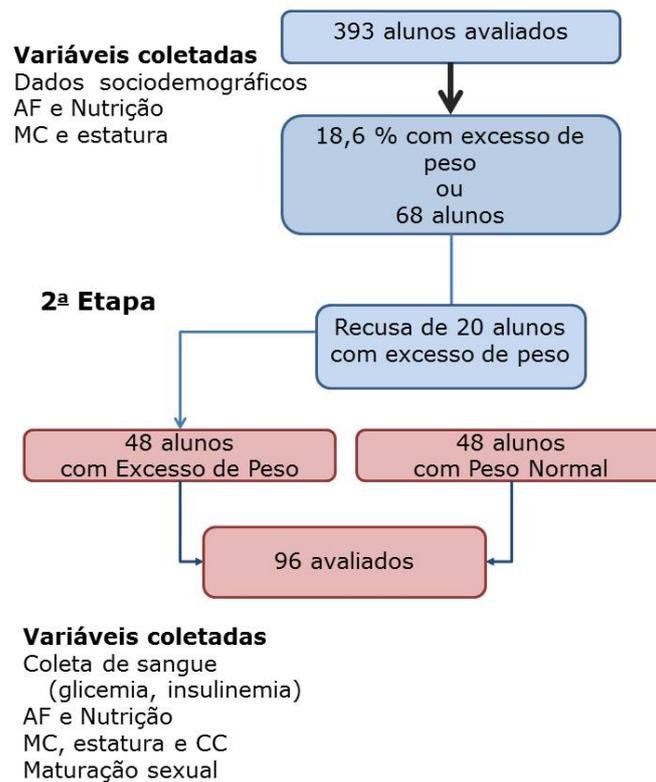
Todos os 68 adolescentes, com idade entre 14 e 19 anos, que apresentaram excesso de peso (sobrepeso e/ou obesidade) de acordo com a classificação do IMC proposta por Conde e Monteiro (2006) foram convidados a participar da segunda etapa do estudo, porém 20 adolescentes desistiram de participar da coleta de dados, apesar diversas convocações realizadas durante o período da 2ª etapa. Muitos desses indivíduos alegaram ter medo de agulha da coleta de sangue. Os desistentes não apresentam diferenças significativas quanto às variáveis da primeira etapa em comparação aos demais indivíduos com excesso de peso. Adolescentes com peso normal que tinham características semelhantes de atividade física, hábitos alimentares e condição socioeconômica dos participantes com excesso de peso também foram convidados a participar dessa etapa. No caso de não haver indivíduos com a mesma classificação para estas variáveis, utilizou-se a classificação mais próxima. Foi usada a razão de um adolescente com peso normal para um adolescente com excesso de peso, seguindo os seguintes critérios de grupamento:

- Mesmo sexo;
- Idade: a variação de idade entre os pares de, no máximo,  $\pm 0,5$  anos. Assim, a categorização das idades foi realizada com o uso do intervalo 0,50 a 0,49 anos. Por exemplo, idades entre 14,50 e 15,49 anos foi designada como 15 anos;
- Atividade Física: a classificação no componente (Inadequado, Precisa melhorar e Adequado);

- Hábitos Alimentares: a classificação no componente (Inadequado, Precisa melhorar e Adequado);
- Nível socioeconômico: a classe socioeconômica da ABEP (A, B ou CDE).

Desta forma, fizeram parte da amostra, da segunda etapa, 96 adolescentes, 48 com peso normal e 48 com excesso de peso. O fluxograma, a seguir, mostra as duas etapas de coleta com os procedimentos realizados em cada etapa.

### 1ª Etapa



Foram coletadas, na segunda etapa da pesquisa, as variáveis bioquímicas (hemograma completo, glicemia e insulina de jejum),

comportamentais (Atividade Física e Hábitos Alimentares) e antropométricas (massa corporal, estatura e circunferência da cintura), além da maturação sexual. O intervalo médio de dias entre a primeira e a segunda etapa de coleta foi de  $39,2 \pm 14,6$  dias.

Para a realização dos exames laboratoriais, foi firmada uma parceria com a Secretaria Municipal de Saúde que disponibilizou 120 avaliações no Laboratório de Análises Clínicas São Gerônimo além do local da coleta. A coleta de sangue foi realizada no Posto Municipal de Saúde localizado ao lado da escola. Devido ao jejum necessário para as análises sanguíneas, todas as variáveis foram coletadas pela manhã. As demais variáveis foram mensuradas na própria escola, após desjejum servido pela equipe de coleta.

A coleta sanguínea foi realizada por um profissional qualificado do Laboratório de Análises Clínicas São Gerônimo. Foram retirados 10 ml de sangue venoso da prega do cotovelo e armazenados individualmente em recipientes de vidro para posterior análise. Os seguintes materiais foram utilizados para a coleta: Tubos Vacutainer seco da marca Vacuette®, Scalpe (com agulha) da marca Holdex Ecomed®, Adaptador para Vacutainer da marca Vacuette®, Garrote da marca Vacuette®. Para as análises de hemograma, glicemia e insulinemia, foram utilizados os mesmos lotes dos respectivos reagentes.

O Hemograma foi analisado por meio do aparelho Micros 60ABX utilizando os reagentes Miniclean, lote 110818T1 (validade 10.08.2012), Minilyse, lote 110428D1 (validade 28.10.2012), Minoton LMG, lote: 110830B (validade 28.02.2013).

A glicemia foi analisada pelo método enzimático colorimétrico laboratorial com reagentes, lote: 298 LH (validade 12/2011), por meio do aparelho ADVIA 1650.

A Insulina de jejum foi analisada pelo método de Quimiluminescência com o reagente, lote: 110293 (Validade: 28.02.2013), por meio do Aparelho Beckmann Colter.

Os valores de glicemia e insulinemia de jejum foram utilizados para calcular o índice HOMA-IR, por meio da seguinte equação 3 (VASQUES et al., 2008):

$$\text{HOMA-IR} = \text{Glicemia (mMol/L)} \times \text{Insulina } (\mu\text{U/mL}) \div 22,5$$

(equação 3)

O valor de HOMA-IR usado para determinar o ponto de corte do índice de resistência à insulina foi 4,39, proposto pelo estudo de Lee et al.(2006), por ser o ponto de corte criado tendo em vista o desfecho

da DM2 e que utiliza a base de dados do NHANES III, de qualidade mundialmente reconhecida.

Os dados referentes à atividade física e hábitos alimentares foram coletados por meio do questionário Estilo de Vida do Adolescente Catarinense COMPAC (DE BEM, 2003), utilizando apenas as questões relacionadas à estes comportamentos, a fim de detalhá-los. O formato do questionário utilizado é o mesmo que foi aplicado no estudo COMPAC 2, o qual tem por objetivo identificar e comparar aspectos do estilo de vida e a presença de comportamentos de risco à saúde em jovens catarinenses, na perspectiva da tendência secular. Trata-se de uma pesquisa epidemiológica de corte transversal com delineamento híbrido (Inquérito de 2001; Inquérito em 2011) e atributos de estudo de painel repetido (ANEXO 5).

Para a análise dos dados do COMPAC foram criados escores das questões utilizadas. Para as questões 12 e 13, à cada opção de resposta foi atribuído um número de zero (0) a sete (7) que foram multiplicados entre si, tendo assim um escore possível de zero a 28 para atividades físicas moderadas e/ou vigorosas (AF Moderada/Vigorosa). Para as questões sobre deslocamento ativo (Deslocamento Total) (16,17,18 e 19), os escores variaram de zero a 15, somando o deslocamento para a escola e para o trabalho. O comportamento sedentário (questões de número 21, 22 e 23) foi analisado por número de horas gastas por semana, somando o tempo diário de TV, tela (computador e videogame), cartas (jogos de tabuleiro, cartas, leitura) e tempo sentado, considerando os dias de semana e final de semana. Para se obter tempo de TV semanal, tempo de tela semanal e tempo sentado por semana, foram somados os tempos de dia da semana (horas multiplicadas por cinco) e final de semana (horas multiplicadas por dois), sendo que a opção “*menos de uma hora*” foi tabulada como 0,5 hora, e a opção “*4 horas ou mais*” foi tabulada como 4 horas. A frequência semanal de ingestão de gordura e de carboidrato foi estimada por meio da questão de número 32, onde a ingestão de gordura corresponde à opção “*SALGADINHOS (coxinha, pastel, batata frita...)*”, e a ingestão de carboidrato à soma das frequências das opções “*DOCES (bolos, tortas, sonhos, sorvetes...)*” e “*REFRIGERANTES*”.

A massa corporal e a estatura seguiram os mesmos procedimentos e padronizações da primeira etapa. A categorização da amostra pelo IMC permaneceu a utilizada para o grupamento dos grupos, embora sete indivíduos tenham mudado de classificação de excesso de peso para peso normal, da primeira para a segunda etapa do

estudo. Houve diferença da primeira para a segunda medida de massa corporal e especialmente de estatura (em média +0,2 Kg e +1,4 cm, respectivamente). As hipóteses para estas diferenças estão relacionadas ao erro técnico de medida (ETM), ao crescimento e a variação diurna destas medidas. A avaliação do ETM do presente estudo não foi realizada, contudo, o erro técnico de medida relatado pelo NHANES III é de 1,3 cm (MALINA, 1995a), compatível com a variação encontrada. A variação pelo crescimento pode ser uma explicação, principalmente em rapazes do estudo, sendo que a média de idade ( $16,4 \pm 1,0$  anos) coincide com o pico de crescimento (FERRARI et al., 2008). Quanto à variação diurna, a segunda medida da estatura foi realizada pela manhã, quando sabidamente os valores são maiores devido a menor compressão dos discos intervertebrais (NORTON; OLDS, 2005).

A circunferência da cintura (CC) foi mensurada apenas pela pesquisadora principal deste estudo, com uma fita métrica não-flexível em fibra de vidro, com precisão de 1 mm, da marca *Mabbis*®, logo acima da crista ilíaca, conforme Fernández et al. (2004). Foram realizadas duas medidas, e a média dos valores foi utilizada para as análises estatísticas. As categorias de circunferência da cintura *normal* e circunferência da cintura *em risco*, seguiram o ponto de corte específico para sexo e idade, proposto por Fernández et al (2004).

O estágio de desenvolvimento maturacional foi levantado por meio da auto-avaliação, com base nas figuras propostas pelo Fels Research Institute (1993) (ANEXO 3). Os adolescentes receberam instruções de como preencher o cartão resposta, e em um espaço privativo realizaram a auto-avaliação. A devolução do cartão resposta foi realizada em um envelope, visando manter a privacidade do participante. Foram usados apenas os valores dos estágios de desenvolvimento de seios para as meninas, e de genitália para os meninos nas análises estatísticas. O estágio de desenvolvimento maturacional foi utilizado como variável controle no estudo, já que a literatura mostra que dependendo do estágio maturacional pode haver modificações na secreção de insulina, influenciando, portanto, nos resultados da insulinemia e glicemia de jejum e do índice HOMA (GARCÍA CUARTERO et al., 2007).

Cada participante recebeu um relatório individual (ANEXO 4) a partir dos dados obtidos nessa segunda coleta.

### 3.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram tabulados no Microsoft Access 2007 e analisados no programa Statistical Package for the Social Science 15.1 (SPSS). Foi utilizada a estatística descritiva (medidas de tendência central e dispersão, e frequências) para apresentar as características da amostra.

A normalidade dos dados foi testada com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Como os dados não apresentaram distribuição normal, foi empregado o teste Mann-Whitney para averiguar as diferenças entre variáveis estudadas quando o grupo foi categorizado por sexo e pelo IMC. Para avaliar a diferença entre as frequências foi utilizado o teste do Qui quadrado. A fim de investigar a relação do índice HOMA-IR com IMC e CC foi realizada a correlação ajustada para sexo, idade e estágio maturacional, após a transformação dos valores pelo log 10, uma vez que os dados não eram paramétricos. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de  $p < 0,05$ .

#### 4 RESULTADOS

Participaram da primeira etapa da pesquisa 393 alunos, 73,3% do sexo feminino. A tabela 1 mostra os valores descritivos (valor mínimo, máximo, média, desvio padrão e mediana) de variáveis sócio-demográficas (idade, nível socioeconômica), antropométricas, e comportamentais (atividade física e nutrição) da amostra da 1ª etapa.

Tabela 1: Dados descritivos da amostra.

	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	Atividade Física (escore 0-9)	Nutrição (escore 0-9)	Peso ao Nascer (kg)
<b>Rapazes (n= 106)</b>							
<b>Média</b>	16,4±1,0	66,2±10,9	174,2±6,9	21,8±3,3	5,9±2,3	3,5±1,6	3,4±0,6
<b>Mediana</b>	16,3	65,2	173,6	21,4	6,0	3,5	3,5
<b>Mínimo</b>	14,4	42,1	162,2	15,9	0,0	0,0	1,9
<b>Máximo</b>	19,7	113,3	191,8	38,1	9,0	8,0	5,2
<b>Moças (n= 287)</b>							
<b>Média</b>	16,6±1,1	56,0±9,5	161,7±5,9	21,4±3,2	4,5±2,2	3,6±1,7	3,2±0,6
<b>Mediana</b>	16,5	54,3	161,5	20,8	4,0	4,0	3,3
<b>Mínimo</b>	14,6	36,1	148,8	15,6	0,0	0,0	1,1
<b>Máximo</b>	23,7	93,5	179,3	33,0	9,0	8,0	5,2
<b>Total (n= 393)</b>							
<b>Média</b>	16,5±1,1	58,8±10,9	165,1±8,3	21,5±3,2	4,9±2,3	3,6±1,7	3,3±0,6
<b>Mediana</b>	16,4	57	164,1	21	5	4	3,3
<b>Mínimo</b>	14,4	36,1	148,8	15,6	0	0	1,1
<b>Máximo</b>	23,7	113,3	191,8	38,1	9	8	5,2

A tabela 2 mostra a categorização do estado nutricional pelo IMC. É possível notar que a prevalência de excesso de peso (sobrepeso e obesidade) da amostra é de 17,3%(CI 14,1 – 21,7); por outro lado, quando analisamos o grupo por sexo, notamos que a prevalência de excesso de peso é maior para os rapazes 25,4% (CI 18,1 – 34,5%) do que para as moças (14,2% ;CI 10,9 – 19,2%,  $p<0,05$ ).

**Tabela 2: Frequências, absoluta e relativa, das classificações do IMC.**

Estado nutricional	Frequência		
	Rapazes (n= 106)	Moças (n= 287)	Total (n= 393)
Baixo Peso	0 (0%)	6 (2,1%)	6 (1,5%)
Normal	79 (74,5%)	240 (83,6%)	319 (81,2%)
Sobrepeso	24 (22,6%) *	32 (11,1%)	56 (14,2%)
Obesidade	3 (2,8%)	9 (3,1%)	12 (3,1%)

Nota: \*  $p<0,05$  (diferença entre os sexos).

A tabela 3 mostra as frequências absoluta e relativa do nível de atividade física, nutrição e socioeconômico, quando o grupo foi categorizado por sexo e pela categoria do peso. É possível observar que 60,6% dos adolescentes avaliados não possuem hábitos adequados quanto à atividade física. Os rapazes com peso normal possuem hábitos mais adequados que as moças com peso normal ( $p<0,001$ ), não havendo diferença entre rapazes e moças com excesso de peso ( $p>0,05$ ). Em relação à nutrição, é possível perceber que somente 12,7% dos alunos avaliados possuem hábitos alimentares adequados, não havendo diferença entre os sexos ou categoria de peso quanto a esse comportamento.

Quando se observa as frequências do nível socioeconômico é possível perceber que a maior parte dos alunos (77,4%) se encontra na classe socioeconômica B, não havendo diferença entre os sexos. A maioria dos alunos (60,1 %) possui renda familiar de 2 a 5 salários mínimos, segundo a classificação do IBGE (29,3% de 2 a 3 SM e 30,8% de 3 a 5 SM), que atualmente, representa uma renda entre R\$ 1.635,00 e R\$ 2.725,00.

**Tabela 3: Frequências das classificações de atividade física, nutrição e nível socioeconômico.**

Variável	Sexo				Total (n= 393)
	Rapazes		Moças		
	PN (n=79)	EXCP (n=27)	PN (n=246)	EXCP (n=41)	
<b>Atividade</b>					
Inadequado	5 (6,3%) *	3 (11,1%)	52 (21,1%)	10 (24,4%)	70 (17,8%)
Precisa Melhorar	28 (35,4%) *	7 (25,9%)	116 (47,2%)	17 (41,5%)	168 (42,7%)
Adequado	46 (58,2%) *	17 (63,0%)	78 (31,7%)	14 (34,1%)	155 (39,4%)
<b>Nutrição</b>					
Inadequado	19 (24,1%)	7 (25,9%)	69 (28,0%)	11 (26,8%)	106 (27,0%)
Precisa Melhorar	52 (65,8%)	18 (66,7%)	146 (59,3%)	21 (51,2%)	237 (60,3%)
Adequado	8 (10,1%)	2 (7,4%)	31 (12,6%)	9 (22,0%)	50 (12,7%)
<b>Nível socioeconômico (ABEP)</b>					

A	5 (6,3%)	2 (7,4%)	17 (6,9%)	2 (4,9%)	26 (6,6%)
B	60 (75,9%)	19 (70,4%)	196 (79,7%)	29 (70,7%)	304 (77,4%)
CDE	14 (17,7%)	6 (22,2%)	33 (13,4%)	10 (24,4%)	63 (16,0%)

Nota: PN= Peso Normal; EXCP= Excesso de Peso; Classe A= A1+A2; classe B= B1+B2; classe CDE= C1+C2+D+E, \*p<0,05 diferença entre os sexos.

Na 2ª etapa de coleta de dados, a amostra utilizada foi de 96 adolescentes (48 com excesso de peso), sendo 64,6% do sexo feminino. A comparação dos dados destes participantes coletados na primeira etapa do estudo não apresentou diferença significativa entre as categorias de peso, mostrando assim que o grupamento realizado foi bem sucedido.

A tabela 4 mostra os valores descritivos (média e desvio padrão) idade, dados antropométricos, bioquímicos, índice HOMA-IR e de comportamento (COMPAC) da amostra segundo sexo e categoria de peso. Conforme esperado, há diferenças entre os grupos nas variáveis massa corporal, IMC e circunferência de cintura (p<0,05).

Para o sexo masculino, há diferença significativa (p<0,05) entre as categorias de peso para tempo de tela semanal, onde os rapazes com excesso de peso apresentam maiores valores, e glicemia de jejum, onde os rapazes com peso normal apresentam maiores valores. Para as moças há diferença significativa (p<0,05) entre as categorias de peso nas seguintes variáveis: tempo de TV semanal, insulinemia, glicemia de jejum, e índice HOMA-IR, onde as moças com excesso de peso apresentam maiores valores para as quatro (4) variáveis. Por outro lado, quando observamos o grupo como um todo realizando apenas a comparação entre as categorias de peso, podemos notar que há diferença significativa para circunferência da cintura, insulinemia de jejum e índice HOMA-IR (p<0,05) onde o grupo com excesso de peso apresenta maiores valores para todas as variáveis.

**Tabela 4: dados descritivos da amostra classificando o grupo por sexo e IMC.**

Variável	Sexo			
	Rapazes		Moças	
	PN (n= 17)	EXCP (n= 17)	PN (n= 31)	EXCP (n= 31)
<b>Idade (anos)</b>	16,33±0,87	16,45±0,87	16,67±1,04	16,71±1,05
<b>Massa Corporal (kg)</b>	62,2±7,8	79,7±11,8**	55,1±6,8	71,2±8,9
<b>Estatura (cm)</b>	176,1±6,8	175,1±5,5	163,3±6,2	162,9±5,6
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>	20,0±1,7	26,0±3,9**	20,6±1,7	26,8±2,3**
<b>Circunferência de Cintura (cm)</b>	74,4±5,0	87,20±8,5**	74,2±5,2	87,7±7,6**
<b>Insulinemia (µU/mL)</b>	7,0±4,0	7,9±4,0	7,1±3,4	11,5±6,2*
<b>Glicemia (mg/dL)</b>	81,4±7,1 *	76,4±6,1	73,2±6,4	78,6±7,3*
<b>HOMA-IR (mµ/mmol)</b>	1,4±0,8	1,5±0,8	1,3±0,7	2,2±1,3**

<b>AF</b>				
<b>Moderada/Vigorosa (escore 0-28)</b>	15,9±7,2	13,3±7,8	7,4±6,2	9,8±5,5
<b>Deslocamento ativo total (escore 0-15)</b>	1,6±1,6	0,9±1,3	0,7±1,1	1,6±2,9
<b>Tempo de TV (0-28 h/semana)</b>	11,9±8,1	9,7±6,6	10,9±8,1	15,1±8,7*
<b>Tempo de Tela (0-28 h/semana)</b>	14,6±7,1	19,2±8,1*	14,7±9,3	12,3±9,9
<b>Tempo sentado (0,5-28 h/semana)</b>	14,9±8,9	15,1±8,7	17,3±7,9	17,6±9,2
<b>Comportamento sedentário (0-84 h/semana)</b>	41,4±15,9	43,9±17,2	41,9±18,8	44,9±16,3
<b>Ingestão de Gordura (0-7 dias/semana)</b>	1,9±1,8	1,6±1,8	1,7±1,5	1,7±1,4
<b>Ingestão de Carboidrato (0-7 dias/semana)</b>	3,9±3,7	3,3±3,7	3,4±2,9	3,4±2,8

Nota: IMC: índice de massa corporal; PN= Peso Normal; EXCP= Excesso de Peso \*p<0,05, \*\*p<0,001 (Diferença entre as categorias de peso).

Ao analisar os dados de maturação sexual é possível perceber que 54,2% da amostra se encontra no estágio 4 de desenvolvimento maturacional, não havendo diferença significativa (p<0,05) entre os sexos e categorias de peso. Ao observar o grupo por sexo e categoria de peso nota-se que para os rapazes que o estágio de desenvolvimento maturacional não influencia na presença ou não de excesso de peso, sendo que a maior parte dos rapazes tanto com peso normal como com

excesso de peso se encontram no estágio 4 de desenvolvimento maturacional (52,9% e 70,6% respectivamente). Por outro lado, para as moças, pode-se observar diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as categorias de peso; 67,7% das moças classificadas com peso normal se encontram no estágio 4 e 61,3% das moças classificadas com excesso de peso se encontram no estágio 5 de desenvolvimento maturacional.

A tabela 5 mostra as frequências absolutas e relativas dos adolescentes com as categorias de índice HOMA-IR, classificando a amostra por sexo, categoria de peso e CC (normal e risco). Pode-se notar que a frequência de HOMA-IR aumentado para o grupo como um todo é baixa (2,1%) e quando se observa o grupo por sexo ou categoria de peso, não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nas frequências de HOMA-IR aumentado entre as classificações. De certa forma, este é um resultado esperado, já que não foi encontrado nenhum adolescente com glicemia  $> 100$  mg/dL.

Em relação à classificação de CC, é possível perceber que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os sexos e entre as classificações de CC.

A correlação ajustada por sexo, idade e estágio de maturação entre os valores de IMC e índice HOMA-IR da amostra, pode-se observar que há correlação significativa ( $p < 0,001$ ), porém fraca ( $r = 0,36$ ) entre essas variáveis. Para CC e índice HOMA-IR, o resultado é similar ( $r = 0,38$ ,  $p < 0,001$ ).

**Tabela 5: prevalência de HOMA-IR aumentado.**

Classificação	Prevalência	
	HOMA-IR < 4,39	HOMA-IR > 4,39
<b>Rapazes (n= 34)</b>		
Peso Normal	17 (100%)	0 (0%)
Excesso de Peso	17 (100%)	0 (0%)
<b>Moças (n= 62)</b>		
Peso Normal	31 (100%)	0 (%)
Excesso de Peso	29 (93,5%)	2 (6,5%)
<b>Total (n= 96)</b>	<b>94 (97,9%)</b>	<b>2 (2,1%)</b>
<b>Rapazes (n= 34)</b>		
Circunferência de Cintura Normal	33 (100%)	0 (0%)
Circunferência da Cintura em Risco	1 (100%)	0 (0%)
<b>Moças (n= 62)</b>		
Circunferência de Cintura Normal	56 (98,2%)	1 (1,3%)
Circunferência de Cintura em Risco	4 (80%)	1 (20%)
<b>Total (n= 96)</b>	<b>94 (97,9%)</b>	<b>2 (2,1%)</b>

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar a prevalência de resistência à insulina entre adolescentes, com peso normal e com excesso de peso. Não foi observada associação entre o excesso de peso e a presença de RI, principalmente pelo pequeno número de casos na amostra, ainda que a prevalência seja maior entre as moças. Sendo assim, não foi possível definir diferenças de chance dos adolescentes com excesso de peso apresentarem a RI em comparação aos de peso normal.

No presente estudo foi encontrado um pequeno número de casos de HOMA-IR aumentados (dois indivíduos) utilizando o ponto de corte de 4,39, gerando uma frequência 2,1% na amostra total e de 20% nos adolescentes obesos. Esses valores são muito menores do que o estudo de Lee et al., (2006) que propôs o critério aplicado, 52,1% (95% CI 44,5–59,8), em adolescentes obesos (n=294), fato que pode ser explicado pela amostra utilizada no estudo, já que trata-se de uma amostra dos EUA, onde os altas prevalências de obesidade infantil são observadas há mais tempo.

Da Silva et al. (2005), utilizando o ponto de corte de HOMA-IR de 2,5, identificaram uma prevalência de 22,2% de resistência à insulina no grupo como um todo. Analisando o grupo pela categoria de peso, os autores encontraram valores de 23% nos adolescentes com sobrepeso e de 43,5% nos obesos. Se utilizarmos o mesmo ponto de corte que Da Silva et al. (2005) em nossa amostra, ainda assim, encontraremos menores frequências de RI na amostra total (14,6%). No entanto, se analisarmos as frequências separando o grupo por categoria de peso, encontraremos valores de frequência similares, sendo de 21,1% nos adolescentes com sobrepeso e de 40% nos obesos.

O fato dos diferentes pontos de corte existentes na literatura, assim como as formas com que foram criados, gera variação das frequências de RI. Lee et al. (2006) utilizaram o percentil 97,5 como ponto de corte, encontrando o valor de HOMA-IR de 4,39, que segundo os autores, parece ser melhor para identificar a resistência à insulina. No entanto, dos valores de HOMA-IR não foram ajustados para controlar os efeitos do sexo e idade (ALMEIDA et al., 2008). Por outro lado, Tresaco et al. (2005) detectaram o valor HOMA-IR de 2,28, que corresponde ao percentil 60, como o melhor ponto de corte para

identificar a síndrome metabólica na amostra estudada (crianças e adolescentes com idade entre 7 e 16 anos, e com e sem excesso de peso), porém demonstram que os percentis entre 50 e 75 também podem ser utilizados como ponto de corte e que valores próximos a 3 parecem ser adequados. Em adição, García Cuartero et al. (2007) apresentam os valores de resistência à insulina por meio da distribuição percentilica, separando o grupo por sexo e de acordo com o estágio maturacional sendo adotado como ponto de corte, para risco cardiovascular, os valores referentes ao percentil 90. Sendo assim, o valor de HOMA-IR proposto como ponto de corte para o grupo como todo é de 3,43, já quando se divide o grupo por sexo, é de 3,79 para o sexo feminino e de 2,89 para o sexo masculino. Desta forma, pode-se afirmar que valores de HOMA-IR superiores a 2,28 são indicativos de risco a resistência à insulina. Por esta ótica, encontramos na presente amostra 20 indivíduos em risco, sendo 4 rapazes (2 com peso normal e 2 com excesso de peso) e 16 moças (4 com peso normal e 12 com excesso de peso).

Além de todas as diferenças apresentadas acima, no valor de percentil a ser utilizado como ponto de corte, assim como na forma de categorizar o grupo, outro fator que pode gerar diferença entre as frequências de HOMA-IR aumentados, é o desfecho analisado em cada estudo. Os pontos de corte de HOMA-IR já estabelecidos na literatura, com exceção do proposto por Lee et al. (2006) são para a identificação de doenças coronarianas e síndrome metabólica e não em função da prevenção da DM2.

Apenas três sujeitos apresentaram valores de glicemia acima de 90 mg/dL, (o valor máximo encontrado foi de 96 mg/dL), valores abaixo do ponto de corte para DM2, sendo a média de  $76,97 \pm 7,4$  ( $78,91 \pm 7,3$  para rapazes e  $75,9 \pm 7,4$  para moças). Esses indivíduos não apresentaram valores de HOMA-IR acima do ponto de corte. Os dados de glicemia da amostra estão de acordo com os apresentados por Beck (2007) que encontraram média de glicemia de  $82,9 \pm 7,7$  para o grupo total de adolescentes com idade entre 14 e 19 anos, e de  $85,0 \pm 7,2$  para o sexo masculino e de  $81,0 \pm 7,6$  para o sexo feminino. Almeida et al. (2008) verificaram médias de  $89,69 \pm 8,65$  e  $89,77 \pm 6,52$  para rapazes e moças respectivamente, com idade entre 15 e 17,9 anos. Contudo, um fato que não pode ser desconsiderado, e que talvez seja a mais provável causa da baixa frequência de RI, é a amostra do presente estudo ser saudável.

Além disso, ao analisar os valores médios do índice HOMA-IR da presente amostra podemos notar que os adolescentes com excesso de

peso possuem valores maiores quando comparados com o peso normal ( $2,0\pm 1,1$  e  $1,3\pm 0,7$ , respectivamente,  $p<0,05$ ) fato que também foi observado por Hirschler et al. (2005), que ao avaliarem 84 adolescentes, com idade inferior (6 a 13 anos) observaram que tanto o grupo com sobrepeso, como o de obesidade apresentavam valores maiores de HOMA-IR quando comparados ao grupo com peso normal ( $1,81\pm 0,78$ ;  $2,76\pm 1,89$  e  $1,20\pm 0,65$  respectivamente) ( $p<0,01$ ). Da Silva et al. (2005) realizaram um estudo a fim de determinar a prevalência de síndrome metabólica em 99 adolescentes brasileiros com idade entre 10 e 19 anos e com histórico familiar de DM2. Os valores médios do índice HOMA-IR encontrados foram de  $1,5\pm 0,8$  para o grupo com peso normal,  $2,0\pm 1,0$  para sobrepeso e  $2,8\pm 1,5$  para obesidade, havendo diferença significativa ( $p<0,05$ ) tanto para o grupo com excesso de peso, como para o grupo com obesidade em relação ao grupo com peso normal. Em adição, Lee et al. (2006) estudaram 1802 adolescentes americanos, com idade entre 12 e 19 anos, verificaram que em modelos ajustados para sexo e categoria de peso, os adolescentes com obesidade apresentam médias ajustadas de HOMA-IR maiores ( $4,93$  IC 95%=  $4,56-5,35$ ) que os com peso normal ( $2,30$  IC 95%=  $2,21-2,39$ )

Por outro lado, ao analisar os valores médios de HOMA-IR, classificando a amostra por sexo, pode-se notar que não há diferença entre rapazes e moças ( $1,5\pm 0,8$  e  $1,8\pm 1,1$  respectivamente), resultados similares aos apresentados por Morales et al. (2007), que determinaram a distribuição de HOMA-IR em uma amostra representativa de Maracaibo/Venezuela, composta por 418 crianças e adolescentes de 7, 9, 11, 13 e 15 anos Para a idade de 15 anos, valores médios de HOMA-IR foram próximos ao do presente estudo para rapazes e moças ( $1,41$  IC 95%=  $1,1-1,2$  e  $1,92$  IC 95%=  $1,5-2,5$ , respectivamente). Em contrapartida, Almeida et al. (2008) encontraram, nas idades entre 15 e 17,9 anos, diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os sexos nos valores médios de HOMA-IR ( $1,05\pm 0,67$  e  $1,49\pm 0,7$ , para rapazes e moças, respectivamente) em 447 crianças e adolescentes eutróficos com idade entre 7 e 17,9 anos, estudantes de duas escolas públicas de Bonfim Paulista-SP/Brasil. García Cuartero et al. (2007) ao avaliar 372 crianças com peso normal, de ambos os sexos, com idade entre 1 mês e 18 anos e diferentes estágios de maturação, puderam perceber que as moças tendem a ter valores de HOMA-IR mais elevados do que os rapazes. Por fim, Lee et al. (2006) verificaram que, em modelos ajustados para sexo e categoria de peso, as moças possuem valores mais altos de HOMA-IR quando comparadas aos rapazes. Sendo assim, pode-se afirmar que o

sexo influencia nos valores centrais de percentis de HOMA-IR em adolescentes, com o sexo feminino apresentando maiores valores, no entanto não parecem influir sobre os valores extremos de percentis, fato importante uma vez que estes são utilizados para categorizar os indivíduos (ALLARD et al., 2003; GARCÍA CUARTERO et al., 2007; MORALES et al., 2007).

O presente estudo encontrou uma prevalência de excesso de peso (sobrepeso e obesidade) de 17,3% (CI 95%=14,1 – 21,7); sendo maior para os rapazes 25,4% (CI 95%=18,1 – 34,5), quando comparado às moças 14,2% (CI 95%=10,9 – 19,2,  $p<0,05$ ). Estes achados estão de acordo com o estudo realizado por Farias Júnior et al. (2009), que ao utilizar o mesmo ponto de corte de IMC, encontraram uma prevalência de excesso de peso de 16,8% (IC 95%=14,3-19,3) para o grupo de adolescentes de 14 a 18 anos de idade da cidade de Florianópolis (SC), avaliados em 2001, de 22,6% (IC 95%= 18,8-26,5) para os rapazes e 11,0% (IC 95%= 8,2-13,9) para as moças.

Ao utilizar a tabela de classificação do IMC, proposta por Cole et al., (2000) encontramos prevalências menores de excesso de peso, sendo de 14,2% para o grupo como um todo, 17,9% para os rapazes e 12,9% para as moças, não havendo diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os sexos. Silva et al. (2008a) utilizando a mesma tabela de referencia verificaram valores menores de excesso de peso, observando uma prevalência 12,7% nos rapazes e 7,9% nas moças ao avaliarem 5028 escolares do estado de Santa Catarina com idade entre 15 e 19 anos.

Por outro lado, Silva et al. (2008b) utilizando a mesma tabela de referencia verificaram valores mais elevados de prevalência de excesso de peso para os rapazes, havendo diferença significativa entre os sexos (22,5% rapazes e 12,8% moças), ao avaliarem 1362 estudantes de Florianópolis. Em adição, Kunkel et al. (2009) encontrou uma prevalência de 15,8% de excesso de peso nos adolescentes com até 18 anos de uma escola pública de ensino médio de Florianópolis, utilizando a medida aferida de massa corporal e autoreferida de estatura, com diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os sexos (22,3% rapazes; 11,1 moças).

As variáveis *Nível de atividade física* e a *Nutrição* podem influenciar a resistência à insulina. No entanto, a comparação entre o grupo com e sem excesso de peso, assim como o grupo com e sem HOMA-IR alterado não mostrou diferenças significativas para essas variáveis (deslocamento ativo semanal, atividade física moderada e

vigorosa; comportamento sedentário, e frequência da ingestão de carboidratos e gorduras).

Os resultados do presente estudo apresentam correlações significativas, porém fracas, entre os indicadores de gordura corporal e os valores de resistência à insulina (HOMA-IR e IMC  $r=0,36$ ; HOMA-IR e CC  $r=0,38$   $p<0,001$  para ambos coeficientes). Esses resultados corroboram com os dados encontrados por Da Silva et al. (2005) (HOMA-IR e IMC  $r=0,46$ ; HOMA-IR e CC  $r=0,52$  ambos com significância de  $p<0,001$ ), e Hirschler et al. (2005) (HOMA-IR e CC  $r=0,59$  ( $p<0,05$ )).

Assim como para o excesso de peso, não foi encontrada relação entre as categorias de CC (normal e em risco) e a presença de RI.

Acredita-se que o pequeno número de participantes, principalmente do sexo masculino ( $n=34$ ), apesar das diversas formas de convites e incentivos verbais tanto da pesquisadora quanto da equipe de professores e diretores da escola, foi responsável pela ausência de relação entre o excesso de peso e a presença de RI. Acreditamos que o baixo índice de participação foi devido a um conjunto de fatores: a palestra convite e as coletas foram realizadas durante as aulas de Educação Física. Alguns alunos, principalmente rapazes, deixaram de participar para não perder aula de Educação Física. Outro fato foi que a escola estava retornando de um grande período de greve.



## 6 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi comparar a frequência de resistência à insulina entre adolescentes com peso normal e com excesso de peso. A amostra apresentou valores considerados similares em relação às prevalências de excesso de peso e os valores de correlação do IMC, CC e HOMA-IR quando confrontada aos estudos presentes na literatura.

Não foram encontrados valores de glicemia acima de 100 mg/dL, sendo o valor de 96 mg/dL o mais alto encontrado, não havendo assim nenhum caso de RI na amostra, quando se utiliza a glicemia de jejum como forma de identificação.

As frequências de HOMA-IR aumentado, utilizando o valor de 4,39 como ponto de corte, são inferiores aos estudos analisados. Não foram observadas as relações entre excesso de peso, valor de circunferência da cintura em risco com a presença de RI.

Contudo, apesar das baixas frequências de RI e dos valores de glicemia de jejum estarem dentro da normalidade, sugere-se que os adolescentes com glicemia acima de 90 assim como os com valores de HOMA-IR superiores a 2,28 realizem exames clínicos mais detalhados já que a literatura mostra que para adolescentes esses valores já representam um risco aumentado de adquirir DM2 na vida adulta.

Além disso, recomenda-se que sejam realizadas palestras de conscientização e um acompanhamento mais rigoroso quanto ao comportamento de atividade física e hábitos alimentares desses adolescentes.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADA. Follow-up Report on the Diagnosis of Diabetes Mellitus: The Expert Committee On The Diagnosis And Classification Of Diabetes Mellitus **Diabetes Care**, v.26, n.11, p. 3160-3167, 2003.

\_\_\_\_\_. Total Prevalence of Diabetes & Pré-diabetes: In: [www.diabetes.org/diabetes-statistics/prevalenc.jsp](http://www.diabetes.org/diabetes-statistics/prevalenc.jsp). 2007. Disponível em: Acesso em:

ALLARD, P.; E. E. DELVIN; G. PARADIS; J. A. HANLEY; J. O'LOUGHLIN; C. LAVALLEE; E. LEVY; M. LAMBERT. Distribution of fasting plasma insulin, free fatty acids, and glucose concentrations and of homeostasis model assessment of insulin resistance in a representative sample of Quebec children and adolescents. **Clinical Chemistry**, v.49, n.4, Apr, p. 644-9, 2003.

ALMEIDA, C. A.; A. P. PINHO; R. G. RICCO; M. T. PEPATO; I. L. BRUNETTI. Determination of glycemia and insulinemia and the homeostasis model assessment (HOMA) in schoolchildren and adolescents with normal body mass index. **Jornal de Pediatria**, v.84, n.2, Mar-Apr, p. 136-40, 2008.

ALVAREZ, B. R.; A. L. PAVAN. Alturas e comprimentos. In: PETROSKI, E. L. (Ed.). **Antropometria: Técnicas e Padronizações**. Santa Maria: Pallotti, 2005, p. xx-xx.

BALABAN, G.; G. A. SILVA. [Protective effect of breastfeeding against childhood obesity]. **Jornal de Pediatria**, v.80, n.1, Jan-Feb, p. 7-16, 2004.

BECK, C. C. **Sedentarismo e outros fatores de risco cardiovasculares em adolescentes**. Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BRUFANI, C.; P. CIAMPALINI; A. GROSSI; R. FIORI; D. FINTINI; A. TOZZI; M. CAPPÀ; F. BARBETTI. Glucose tolerance status in 510 children and adolescents attending an obesity clinic in Central Italy. **Pediatric Diabetes**, v.11, p. 47-54, 2010.

CARNEVALE SCHIANCA, G. P.; P. P. SAINAGHI; L. CASTELLO; R. RAPETTI; A. M. LIMONCINI; E. BARTOLI. Comparison between HOMA-IR and ISI-gly in detecting subjects with the metabolic syndrome. **Diabetes/Metabolism Research and Reviews** v.22, p. 111-117, 2006.

CHAMPE, P.; R. HARVEY; D. FERRIER. **Bioquímica Ilustrada**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.

CHIARELLI, F.; M. L. MARCOVECCHIO. Insulin resistance and obesity in childhood. **European Journal of Endocrinology** v.159 p. 67-74, 2008.

CHOPRA, M.; S. GALBRAITH; I. DARNTON-HILL<sup>3</sup>. A global response to a global problem: the epidemic of overnutrition. **Bulletin of the World Health Organization** v.80, n.12, p. 952-958, 2002.

COLE, T. J.; M. C. BELLIZZI; K. M. FLEGAL; W. H. DIETZ. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **Bmj**, v.320, n.7244, May 6, p. 1240-3, 2000.

CONDE, W. L.; C. A. MONTEIRO. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. **Jornal de Pediatria** v.82, n.4, Jul-Aug, p. 266-72, 2006.

CORRÊA, F. H. S.; G. F. TABOADA; C. R. M. A. JÚNIOR; A. M. FARIA; E. L. S. CLEMENTE; A. G. FUKS; M. D. B. GOMES. Influência da Gordura Corporal no Controle Clínico e Metabólico de Pacientes Com Diabetes Mellitus Tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia** v.47, n.1, p. 62-68, 2003.

D'ANNUNZIO, G.; M. VANELLI; F. MESCHI; A. PISTORIO; M. CASO; C. PONGIGLINE. The SIDEP Study Group. Valori normali di HOMA-IR in bambini e adolescenti: studio multicentrico italaiano. **Quad Pediatr.** 2004, v.3, p. 44, 2004.

DA SILVA, R. C. Q.; W. L. MIRANDA; A. R. CHACRA; S. A. DIB. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Normal Glucose Tolerant Brazilian Adolescents With Family History of Type 2 Diabetes. **DIABETES CARE**, v.28, n.3, p. 716-718, 2005.

DE ALMEIDA, C. A.; A. P. PINHO; R. G. RICCO; C. P. ELIAS. Abdominal circumference as an indicator of clinical and laboratory

parameters associated with obesity in children and adolescents: comparison between two reference tables. **Jornal de Pediatria**, v.83, n.2, Mar-Apr, p. 181-185, 2007.

DE BEM, M. F. L. **Estilo de vida e comportamentos de risco de estudantes trabalhadores do Ensino Médio de Santa Catarina**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Ergonomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 147 p.

FARIAS JÚNIOR, J. C. D.; L. M. KONRAD; F. M. RABACOW; S. GRUP; V. C. ARAÚJO. Sensitivity and specificity of criteria for classifying body mass index in adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v.43 (1), p. 53-59, 2009.

FELS RESEARCH INSTITUTE, D. O. H. B.-W. S. U. **The self-assessment of sexual maturation**. p., 1993

FERNÁNDEZ, J. R.; D. T. REDDEN; A. PIETROBELLI; D. B. ALLISON. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. **Jornal de Pediatria**, v.145, n.4, Oct, p. 439-44, 2004.

FERRARI, G. L. D. M.; L. J. SILVA; F. L. CESCHINI; L. C. OLIVEIRA; D. R. ANDRADE; V. K. R. MATSUDO. Influência Da Maturação Sexual Na Aptidão Física De Escolares Do Município De Ilhabela - Um Estudo Longitudinal. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v.13, n.3, p. 141-148, 2008.

FERREIRA, A. P.; C. B. FERREIRA; M. R. MOTA; R. M. C. FONSECA; O. T. NÓBREGA; R. J. OLIVEIRA; N. M. FRANÇA. Comparação entre o critério do CDC e outros indicativos de gordura corporal para avaliação do estado nutricional. **Arquivos de Ciências Saúde** v.15, n.2, p. 75-81, 2008.

FREEDMAN, D. S.; P. T. KATZMARZYK; W. H. DIETZ; S. R. SRINIVASAN; G. S. BERENSON. Relation of body mass index and skinfold thicknesses to cardiovascular disease risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.90, n.1, Jul, p. 210-6, 2009.

FREEDMAN, D. S.; M. K. SERDULA; S. R. SRINIVASAN; G. S. BERENSON. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid

and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study1-3. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, p. 308-17, 1999.

GARCÍA CUARTERO, B.; C. G. LACALLE; C. J. LOBO; A. G. VERGAZ; C. C. REY; M. J. A. VILLAR; E. D. MARTÍNEZ. Índice HOMA y QUICKI, insulina y péptido C en niños sanos. Puntos de corte de riesgo cardiovascular. **An Pediatr (Barc)**, v.66, n.5, p. 481-90, 2007.

GELONEZE, B.; M. A. TAMBASCIA. Laboratorial evaluation and diagnosis of insulin resistance. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.50, n.2, Apr, p. 208-15, 2006.

GHERGHERECHI, R.; A. TABRIZI. Prevalence of impaired glucose tolerance and insulin resistance among obese children and adolescents. **Therapeutics and Clinical Risk Management**, v.6, p. 345-349, 2010.

GHIRINGHELLO, M. T.; J. G. VIEIRA; T. T. TACHIBANA; C. FERRER; R. M. MACIEL; P. H. AMIOKA; O. M. HAUACHE; C. H. DE OLIVEIRA; C. KHAWALI; A. F. REIS. Distribution of HOMA-IR in Brazilian subjects with different body mass indexes. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.50, n.3, Jun, p. 573-4, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, 2002.

GIUGLIANO, R.; A. L. P. MELO. Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. **Jornal de Pediatria**, v.80, n.2, p. 129 - 134, 2004.

HIRSCHLER, V.; C. ARANDA; M. D. L. CALCAGNO; G. MACCALINI; M. JADZINSKY. Can Waist Circumference Identify Children With the Metabolic Syndrome? **Arch Pediatr Adolesc Med**, v.159, p. 740-744, 2005.

IBGE. Estado Nutricional, precisão das estimativas e totais das populações: In: [www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao). 2006. Disponível em: Acesso em:

IUGHETTI, L.; M. DE SIMONE; S. BERNASCONI; B. PREDIERI; N. BATTISTINI; G. BEDOGNI. Relationship between body mass index and insulin measured during oral glucose tolerance testing in severely obese

children and adolescents. **Annals of human biology**, v.31, n.2, Mar-Apr, p. 196-201, 2004.

IVY, J. L. Muscle Insulin Resistance Amended with Exercise Training: Role of GLUT4 Expression. **MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE**, v.36, n.7, p. 1207-1211, 2004.

JAGO, R.; N. WEDDERKOPP; P. L. KRISTENSEN; N. C. MOLLER; L. B. ANDERSEN; A. R. COOPER; K. FROBERG. Six-year change in youth physical activity and effect on fasting insulin and HOMA-IR. **American Journal of Preventive Medicine**, v.35, n.6, Dec, p. 554-60, 2008.

KARTER, A. J.; E. J. MAYER-DAVIS; J. V. SELBY; R. B. D'AGOSTINO, JR.; S. M. HAFFNER; P. SHOLINSKY; R. BERGMAN; M. F. SAAD; R. F. HAMMAN. Insulin sensitivity and abdominal obesity in African-American, Hispanic, and non-Hispanic white men and women. The Insulin Resistance and Atherosclerosis Study. **Diabetes**, v.45, n.11, Nov, p. 1547-55, 1996.

KATZMARZYK, P. T. Waist circumference percentiles for Canadian youth 11-18y of age. **Eur J Clin Nutr**, v.58, n.7, Jul, p. 1011-5, 2004.

KESKIN, M.; S. KURTOGLU; M. KENDIRCI; M. E. ATABEK; C. YAZICI. Homeostasis Model Assessment Is More Reliable Than the Fasting Glucose/Insulin Ratio and Quantitative Insulin Sensitivity Check Index for Assessing Insulin Resistance Among Obese Children and Adolescents. **PEDIATRICS**, v.115, p. 500-503, 2005.

KOIKE, T.; M. MIYAMOTO; Y. OSHIDA. Waist circumference is positively associated with insulin resistance but not with fasting blood glucose among moderately to highly obese young Japanese men. **Obesity Research & Clinical Practice**, v.3, p. 109-114, 2008.

KUNKEL, N.; W. F. D. OLIVEIRA; M. A. PERES. Excesso de peso e qualidade de vida relacionada à saúde em adolescentes de Florianópolis, SC. **Rev Saúde Pública** v.43, n.2, p. 226-235, 2009.

LACERDA, S. N. L. D. **Diabetes Mellitus na Prática Médica**. Rio de Janeiro: Pirâmide, 1998.

LEAN, M. E. J.; T. S. HAN; C. E. MORRISON. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. **British Medical Journal**, v.311, 15 JuLY p. 158-161, 1995

LEE, J. M.; M. J. OKUMURA; M. M. DAVIS; W. H. HERMAN; J. G. GURNEY. Prevalence and Determinants of Insulin Resistance Among U.S. Adolescents. A population-based study. **DIABETES CARE**, v. 29, n.11, p. 2427-2431, 2006.

MADEIRA, I. R.; C. N. M. CARVALHO; F. M. GAZOLLA; H. J. D. MATOS; M. A. BORGES; M. A. N. BORDALLO. Ponto de Corte do Índice Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) Avaliado pela Curva Receiver Operating Characteristic (ROC) na Detecção de Síndrome Metabólica em Crianças Pré-Púberes com Excesso de Peso. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia** v.52, n.9, p. 1466-1473, 2008.

MALINA, R. **Physiological Assessment of Human Fitness**. . Champaign, IL: Human Kinetics, 1995a. 205-219 p. (Anthropometry).

MANIOS, Y.; G. MOSCHONIS; G. KOURLABA; Z. BOULOUBASI; E. GRAMMATIKAKI; A. SPYRIDAKI; C. HATZIS; A. KAFATOS; G. A. FRAGIADAKIS. Prevalence and independent predictors of insulin resistance in children from Crete, Greece: The Children Study. **DIABETIC Medicine**, v.25, p. 65-72, 2007.

MATTHEWS, D. R.; J. P. HOSKER; A. S. RUDENSKI; B. A. NAYLOR; D. F. TREACHER; R. C. TURNER. Homeostasis model assessment: insulin resistance and betacell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v.28, p. 412-419, 1985.

MENDES, L. L.; A. GAZZINELLI; G. VELASQUEZ-MELENDEZ. [Factors associated with insulin resistance in rural populations]. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v.53, n.3, Apr, p. 332-9, 2009.

MENDONÇA, M. R. T.; M. A. M. D. SILVA; I. R. RIVERA; A. Á. MOURA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes da cidade de Maceió. **Rev Assoc Med Bras**, v.56, n.2, p. 192-196, 2010.

MORALES, L. M.; X. RALEIGH; V. FERNANDEZ; E. MOLERO-CONEJO. [Distribution of fasting glucose, insulin, homeostasis model assessment (HOMA) insulin resistance (IR) and HOMA beta cell in

children and adolescents from Maracaibo, Venezuela]. **Rev Med Chil**, v.135, n.2, Feb, p. 205-11, 2007.

NAHAS, M. V.; M. V. G. D. BARROS; V. FRANCALACCI. O Pentágulo do Bem-Estar - Base Conceitual para a avaliação do estilo de vida e indivíduos ou grupos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.5, n.2, p. 48-59, 2000.

NORTON, K.; T. OLDS. **ANTROPOMÉTRICA: Um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OKOSUN, I.; S. TEDDERS<sup>2</sup>; S. CHOI; G. DEVER. Abdominal adiposity values associated with established body mass indexes in white, black and hispanic Americans. A study from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **International Journal of Obesity**, v.24, p. 1279-1285, 2000.

OPRESCU, A. I.; G. BIKOPOULOS; A. NAASSAN; E. M. ALLISTER; C. TANG; E. PARK; H. UCHINO; G. F. LEWIS; I. G. FANTUS; M. ROZAKIS-ADCOCK; M. B. WHEELER; A. GIACCA. Free fatty acid-induced reduction in glucose-stimulated insulin secretion: evidence for a role of oxidative stress in vitro and in vivo. **Diabetes**, v.56, n.12, Dec, p. 2927-37, 2007.

PAULI, J. R.; D. E. CINTRA; C. T. D. SOUZA; E. R. ROPELLE. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.53, n.4, p. 399-408, 2009.

POWERS, S. K.; E. T. HOWLEY. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. Barueri: Editora Manole, 2005.

REINEHR, T.; W. ANDLER. Changes in the atherogenic risk factor profile according to degree of weight loss. **Arch Dis Child** v.89, p. 419-422, 2004.

RIVERA, I. R.; M. A. M. D. SILVA; R. D. A. T. A. SILVA; B. ALMEIDA; V. D. OLIVEIRA; A. C. C. CARVALHO. Atividade Física, Horas de Assistência à TV e Composição Corporal em Crianças e Adolescentes. **Arq Bras Cardiol**, v.95 n.2, p. 159-165, 2010.

ROMAN, R.; P. S. ZEITLER. Oral glucose tolerance testing in asymptomatic obese children: more questions than answers. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.93, n.11, Nov, p. 4228-30, 2008.

ROSSNER, S. M.; M. NEOVIUS; A. MATTSSON; C. MARCUS; S. NORGRÉN. HOMA-IR and QUICKI: decide on a general standard instead of making further comparisons. **Acta Paediatrica**, v.99, n.11, Nov, p. 1735-1740, 2010.

SABIA, R. V.; J. E. D. SANTOS; R. P. P. RIBEIRO. Efeito da atividade física associada à orientação alimentar em adolescentes obesos: comparação entre o exercício aeróbio e anaeróbio **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** v.10, p. 349-355, 2004.

SARTORELLI, D. S.; M. A. CARDOSO. Associação Entre Carboidratos da Dieta Habitual e Diabetes Mellitus Tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia** v.50, p. 415-426, 2006.

SCHUSTER, D. P. Obesity and the development of type 2 diabetes: the effects of fatty tissue inflammation. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy** v.3, p. 253–262, 2010.

SEIDELL, J. C.; L. PERUSSE; J. P. DESPRES; C. BOUCHARD. Waist and hip circumferences have independent and opposite effects on cardiovascular disease risk factors: the Quebec Family Study. **American Journal of Nutrition**, v.74, n.3, Sep, p. 315-21, 2001.

SHAH, S.; B. M. KUBLAOU; J. D. ODEN; P. C. WHITE. Screening for Type 2 Diabetes in Obese Youth. **Pediatrics** v.124, n.2, p. 572-580, 2009.

SILVA, E. L. D.; E. M. MENEZES. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2001.

SILVA, K. S.; A. S. LOPES. Excesso de Peso, Pressão Arterial e Atividade Física no Deslocamento à Escola (Excess Weight, Arterial Pressure and Physical Activity in Commuting to School: Correlations). **Arq Bras Cardiol**, v.91, n.2, p. 93-101, 2008.

SILVA, K. S.; M. V. NAHAS; L. P. HOEFELMANN; A. D. S. LOPES; E. S. OLIVEIRA. Associações entre atividade física, índice de massa corporal e comportamentos sedentários em adolescentes. **Rev Bras Epidemiol**, v.11, n.1, p. 159-68, 2008a.

SILVA, K. S.; A. PELEGRINI; L. P. HOEFELMANN; D. G. VASQUES; A. S. LOPES. Prevalência de Excesso de Peso Corporal em Escolas Públicas e Privadas da Cidade de Florianópolis, SC. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.52, n.3, p. 574-575, 2008b.

SILVEIRA NETO, E. **Atividade física para diabéticos**. Rio de Janeiro: Editora Sprint, 2000.

SLAUGHTER, M.; T. LOHMAN; C. HORSWILL; R. STILLMAN; M. VANLOAN; D. BEMBEN. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology** v.60, p. 709 -723, 1988.

TAYLOR, R. W.; I. E. JONES; S. M. WILLIAMS; A. GOULDING. 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 y. **American Clinical of Nutrition**, v.72, n.2, Aug, p. 490-5, 2000.

THOMAS, J. R.; J. K. NELSON. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

TRESACO, B.; G. BUENO; L. A. MORENO; J. M. GARAGORRI; M. BUENO. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v.59, n.3, Sep, p. 217-23, 2003.

TRESACO, B.; G. BUENO; I. PINEDA; L. A. MORENO; J. M. GARAGORRI; M. BUENO. Homeostatic model assessment (HOMA) index cut-off values to identify the metabolic syndrome in children. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v.61, n.2, Jun, p. 381-8, 2005.

VASQUES, A. C. J.; L. E. F. P. D. L. ROSADO; G. P. ROSADO; R. D. C. L. RIBEIRO; S. D. C. C. FRANCESCHINI; B. GELONEZE; S. E. PRIORE; D. R. D. OLIVEIRA. Diferentes Aferições do Diâmetro Abdominal Sagital e do Perímetro da Cintura na Predição do HOMA-IR. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.93, p. 473-479, 2009.

VASQUES, A. C. J.; L. E. F. P. L. ROSADO; R. D. C. G. ALFENAS; B. GELONEZE. Análise Crítica do Uso dos Índices do Homeostasis Model Assessment (HOMA) na Avaliação da Resistência à Insulina e Capacidade

Funcional das Células-B Pancreáticas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.52, n.1, p. 32-39, 2008.

VIEIRA, A. C.; M. M. ALVAREZ; S. KANAAN; R. SICHIERI; G. V. VEIGA. Body mass index for predicting hyperglycemia and serum lipid changes in Brazilian adolescents. **Revista de Saude Publica**, v.43, n.1, Feb, p. 44-52, 2009.

VITOLLO, M. R.; P. D. B. CAMPAGNOLO; M. E. BARROS; C. M. GAMA; F. A. LOPEZ. Avaliação de duas classificações para excesso de peso em adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**, v.41, n.4, p. 653-656, 2007.

WANG, J.; J. C. THORNTON; S. BARI; B. WILLIAMSON; D. GALLAGHER; S. B. HEYMSFIELD; M. HORLICK; D. KOTLER; B. LAFERRERE; L. MAYER; F. X. PI-SUNYER; R. N. PIERSON, JR. Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. **American Cincial of Nutrition**, v.77, n.2, Feb, p. 379-84, 2003.

WHO. **Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic** World Health Organization. Geneva, 1998. p.

\_\_\_\_\_ . Obesity and overweight: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> 2011. Disponível em: Acesso em:

YECKEL, C. W.; R. WEISS; J. DZIURA; S. E. TAKSALI; S. DUFOUR; T. S. BURGERT; W. V. TAMBORLANE; S. CAPRIO. Validation of insulin sensitivity indices from oral glucose tolerance test parameters in obese children and adolescents. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism** v.89, n.3, Mar, p. 1096-101, 2004.

ZECCHIN, H. G.; M. J. A. SAAD. Etiopatogenia do Diabetes Mellitus tipo 2. In: BRAGA, W. D. R. C. (Ed.). **Enciclopédia da Saúde: Diabetes Mellitus**. Rio de Janeiro: MEDSI, v.3, 2001, p. 363-376.

ZEFERINO, A. M. B.; A. A. B. FILHO; H. BETTIOL; M. A. BARBIERI. Acompanhamento do crescimento. **Jornal de Pediatria**, v.79, n.1, p. 23-32, 2003.

## 8 ANEXOS

## Anexo 1



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Desportos  
Departamento de Educação Física



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**

A resistência à insulina é um primeiro estágio para o desenvolvimento do Diabetes Mellitus tipo II, doença que leva a uma série de complicações como a cegueira e podendo causar até mesmo amputação dos pés. Devido ao aumento da obesidade na população, houve nos últimos anos um aumento de casos de Diabetes, inclusive entre adolescentes, algo que antes era pouco observado. A identificação precoce tanto da obesidade como da resistência à insulina é importante para iniciar o tratamento adequado diminuindo as complicações do Diabetes.

Estamos conduzindo um estudo que faz parte do projeto intitulado **Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**, desenvolvido pela maestranda Prof<sup>a</sup> Fabia Rosa e orientado pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosane Rosendo da Silva no programa de Pós-graduação em Educação Física do Centro de Desportos da UFSC. O estudo para o qual o seu filho(a) está sendo convidado(a) tem como objetivo avaliar as medidas das partes corporais (antropométricas) e hábitos de nutrição e atividade física dos adolescentes das escolas públicas de Palhoça.

As avaliações serão realizadas na escola onde os adolescentes estudam, com duração média de uma hora, quando serão coletados dados de condição social (renda), demográficas (sexo e idade), partes corporais (massa corporal, estatura e circunferência da cintura) e um questionário sobre atividade física e hábitos alimentares. Essas avaliações não envolvem nenhum gasto e tão pouco oferecem riscos ao participante, podendo haver apenas um desconforto no momento da coleta de sangue. Todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores.

Todos os dados coletados neste estudo são estritamente confidenciais e serão utilizados para produção de artigos técnicos. A participação é voluntária e o adolescente poderá, se desejar, desistir em qualquer momento, bastando apenas informar aos pesquisadores. Caso você tenha alguma dúvida poderá entrar em contato com:

Desde já, agradecemos sua colaboração!

  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosane C. Rosendo da Silva  
email: rosane@ods.ufsc.br tel: (48) 3721-6349

  
Prof<sup>a</sup>. Mda Fabia Rosa  
email: fabia\_rosa@hotmail.com tel: (48) 8404-0639

CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_, compreendo que meus pais/responsáveis consentiram a minha participação no estudo que busca identificar a **Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**, sob direção da Prof<sup>a</sup> Rosane Rosendo. Compreendo que serão realizadas medidas do meu corpo e que eu informarei sobre minha alimentação e atividade física regular. Eu também entendo que qualquer informação sobre os meus resultados serão utilizados apenas nesse estudo e não serão divulgados a ninguém. Minha participação nesse estudo é voluntária, e fui informado que posso desistir de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo a minha pessoa. Assinando este documento eu indico que concordo em participar do estudo e que entendo o que me será solicitado.

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável	Assinatura do aluno
Data de Nascimento do aluno: ____ / ____ / ____	Palhoça (SC) ____ / ____ / 2011



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Desportos  
Departamento de Educação Física



TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_,  
compreendo que meus pais/responsáveis consentiram a minha participação no estudo que busca identificar a **Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**, sob direção da Profa Rosane Rosendo. Compreendo que serão realizadas medidas do meu corpo e que eu informarei sobre minha alimentação e atividade física regular. Eu também entendo que qualquer informação sobre os meus resultados serão utilizados apenas nesse estudo e não serão divulgados a ninguém. Minha participação nesse estudo é voluntária, e fui informado que posso desistir de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo a minha pessoa. Assinando este documento eu indico que concordo em participar do estudo e que entendo o que me será solicitado.

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável: \_\_\_\_\_ Assinatura do aluno: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento do aluno: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Palhoça (SC) \_\_\_/\_\_\_/2011

Peso do aluno ao nascer: \_\_\_\_\_ Kg Nº de pessoas que moram na casa: \_\_\_\_\_

Quem é o chefe de família? \_\_\_\_\_ Sexo do chefe de família: \_\_masculino  
\_\_feminino

Escolaridade do chefe de família: \_\_\_ 1º grau incompleto \_\_\_ 2º grau incompleto \_\_\_ 3º grau incompleto  
\_\_\_ 1º grau completo \_\_\_ 2º grau completo \_\_\_ 3º grau completo

Renda Familiar em salários mínimos (SM): \_\_\_ até 1 SM \_\_\_ 1 a 2 SM \_\_\_ 2 a 3 SM  
\_\_\_ 3 a 5 SM \_\_\_ 5 a 10 SM \_\_\_ 10 a 20 SM

  
Profª Drª Rosane C. Rosendo da Silva  
(Pesquisadora Responsável/Orientadora)

  
Profª. Mda Fabia Rosa  
(Pesquisadora Principal/Orientanda)



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Desportos  
Departamento de Educação Física



#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

##### **Título do Projeto: Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**

A resistência a insulina é um primeiro estágio para o desenvolvimento do Diabetes Mellitus tipo II, doença que leva a uma série de complicações como a cegueira e podendo causar até mesmo amputação dos pés. Devido ao aumento da obesidade na população, houve nos últimos anos um aumento de casos de Diabetes, inclusive entre adolescentes, algo que antes era pouco observado. A identificação precoce tanto da obesidade como da resistência à insulina é importante para iniciar o tratamento adequado diminuindo as complicações do Diabetes.

Estamos conduzindo o projeto intitulado **Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**, desenvolvido pela mestranda Pro<sup>fa</sup> Fabia Rosa e orientado pela Pro<sup>fa</sup> Dr<sup>a</sup> Rosane Rosendo da Silva no programa de pós graduação em Educação Física. O estudo para o qual o seu filho(a) está sendo convidado(a) tem como objetivo identificar adolescentes com excesso de peso, matriculados nas escolas públicas de Palhoça, que possam ter resistência à insulina.

As coletas terão a duração de cerca de uma hora, e sempre que possível, obedecerão, a seguinte ordem: 1) coleta de sangue, após jejum de 10 a 12 horas para avaliar a glicose, insulina e HbA1c. O sangue será descartado após estas análises; 2) preenchimento dos questionários referentes à hábitos alimentares, atividade física e dados sociodemográficos; 3) medida das partes corporais (massa corporal, estatura e circunferência da cintura); 4) auto-avaliação da maturação sexual através da comparação entre imagens que apresentam padrões de desenvolvimento das características sexuais (órgãos genitais e pelos pubianos) e o nível em que o adolescente se encontra. As avaliações serão realizadas na escola onde os adolescentes estudam, com exceção da coleta de sangue. A maturação sexual será realizada pelo próprio adolescente.

Essas avaliações não envolvem nenhum gasto e tão pouco, oferecem riscos ao participante, podendo haver apenas um desconforto no momento da coleta de sangue. Todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores.

Todos os dados coletados neste estudo são estritamente confidenciais e serão utilizados para produção de artigos técnicos. A participação é voluntária e o adolescente poderá, se desejar, desistir em qualquer momento, bastando apenas informar aos pesquisadores. Caso você tenha alguma dúvida poderá entrar em contato com:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosane C Rosendo da Silva  
Dep. de Educação Física - UFSC  
email: [rosane@cds.ufsc.br](mailto:rosane@cds.ufsc.br)  
tel: (48) 3721-6349

Prof<sup>a</sup> Mda. Fabia Rosa  
PPGEF - UFSC  
email: [fabia\\_rosa@hotmail.com](mailto:fabia_rosa@hotmail.com)  
tel: (48) 8404-0639

**Desde já, agradecemos sua colaboração!**



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Desportos  
Departamento de Educação Física



TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_,  
compreendo que meus pais/responsáveis consentiram a minha participação no estudo que busca identificar a **Prevalência de Resistência à Insulina em adolescentes com excesso de peso**, sob direção da Pro<sup>fa</sup> Rosane Rosendo. Compreendo que serão realizadas medidas do meu corpo e que eu informarei sobre minha alimentação e atividade física regular. Eu também entendo que qualquer informação sobre os meus resultados serão utilizados apenas nesse estudo e não serão divulgados a ninguém. Minha participação nesse estudo é voluntária, e fui informado que posso desistir de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo a minha pessoa. Assinando este documento eu indico que concordo em participar do estudo e que entendo o que me será solicitado.

Assinatura \_\_\_\_\_

Nome do responsável \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Florianópolis (SC) \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Pro<sup>fa</sup> Dr<sup>a</sup> Rosane C. Rosendo da Silva  
(Pesquisadora Responsável/Orientadora)

\_\_\_\_\_  
Pro<sup>fa</sup>. Mda Fabia Rosa  
(Pesquisadora Principal/Orientanda)

## ANEXO 2

## PERFIL DO ESTILO DE VIDA INDIVIDUAL

O ESTILO DE VIDA corresponde ao conjunto de ações habituais que refletem as atitudes e valores das pessoas. Estas ações têm grande influência na saúde geral e qualidade de vida de todos os indivíduos.

Os itens abaixo representam características do estilo de vida relacionadas ao bem-estar individual. Manifeste-se sobre cada afirmação considerando a escala:

[ 0 ] absolutamente **não** faz parte do seu estilo de vida

[ 1 ] **às vezes** corresponde ao seu comportamento

[ 2 ] **quase sempre** verdadeiro no seu comportamento

[ 3 ] a afirmação é **sempre** verdadeira no seu dia a dia; faz parte do seu estilo de vida.

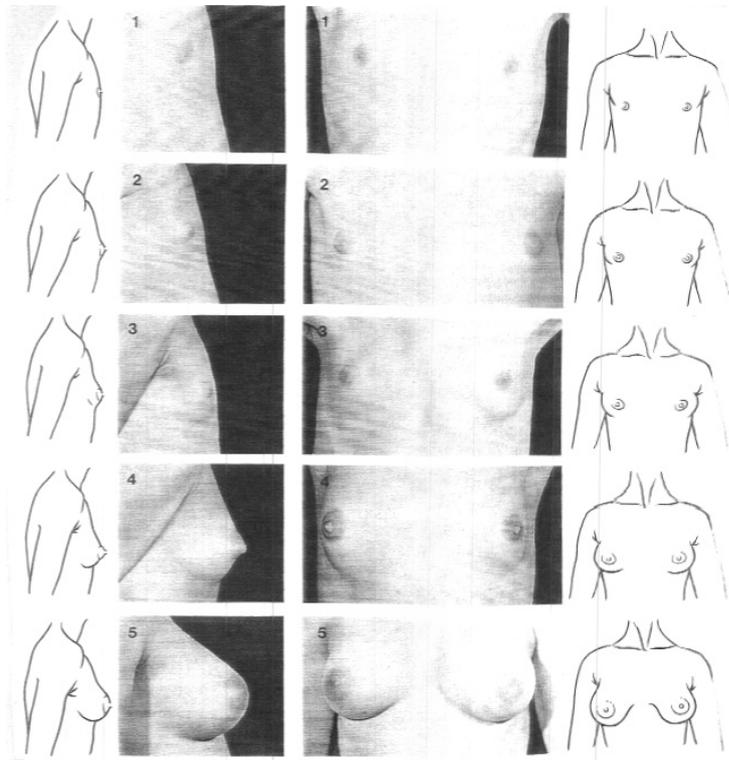
Componente: **Nutrição**

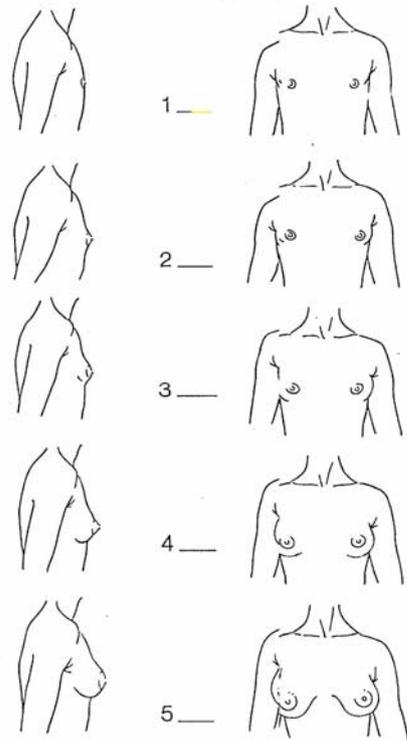
- a. Sua alimentação diária inclui ao menos 5 porções de frutas e verduras. [ ]
- b. Você evita ingerir alimentos gordurosos (carnes gordas, frituras) e doces. [ ]
- c. Você faz **4 a 5** refeições variadas ao dia, incluindo café da manhã completo. [ ]

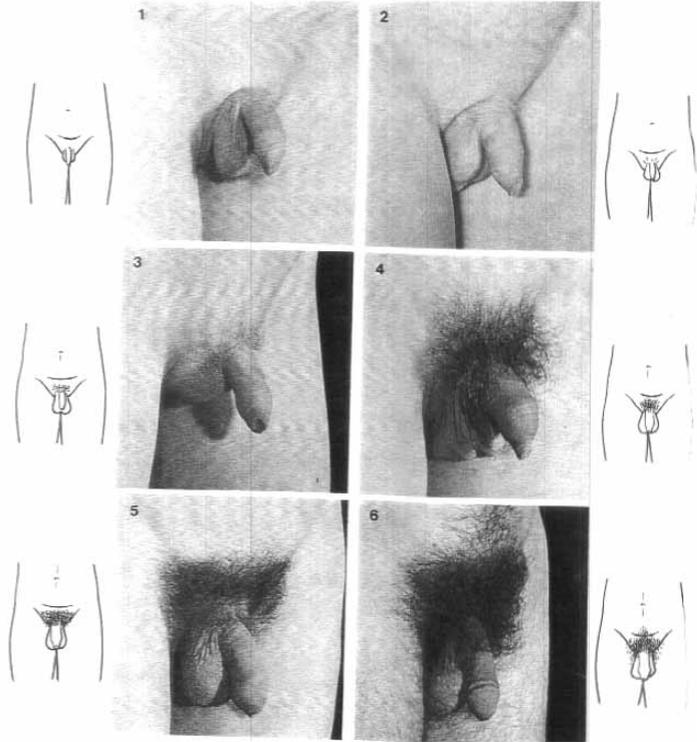
Componente: **Atividade Física**

- d. Você realiza ao menos 30 minutos de atividades físicas moderadas / intensas, de forma contínua ou acumulada, 5 ou mais dias na semana. [ ]
- e. Ao menos duas vezes por semana você realiza exercícios que envolvam força e alongamento muscular. [ ]
- f. No seu dia a dia, você caminha ou pedala como meio de transporte e, preferencialmente, usa as escadas ao invés do elevador. [ ]

## Anexo 3









## Anexo 4



Prevalência de resistência à insulina em adolescentes com excesso de peso

Relatório Individual

ID «ID» turma «Turma»

Nome: «Nome»

Data de nascimento: «DN» data da medida: «DMed»

Massa corporal: «MC\_m» Kg Estatura: «Est\_m» cm

IMC= «IMC» kg/m<sup>2</sup>

IMC=(peso em Kg)/(altura em metros<sup>2</sup>)

Classificação (Conde e Monteiro, 2006): «class\_IMC»

Hábitos Alimentares (0-9)= «Nut\_total» - «c\_Nut\_total»

Atividade Física (0-9)= «AF\_total» - «C\_AF\_total»

Comentários:

Obrigada pela sua participação!  
Em breve você será convidado a participar da segunda etapa da pesquisa.

Fábia Rosa Sigwalt  
Data:

Prevalência de resistência à insulina em adolescentes com excesso de peso

Relatório Individual

ID «ID» turma «Turma»

Nome: «Nome»

Idade: «idade» anos data da medida: «DMed»

Massa corporal: «MC\_m» Kg Estatura: «Est\_m» cm

IMC= (peso em Kg)/(altura em metros<sup>2</sup>) = «IMC» kg/m<sup>2</sup>

Classificação (Conde e Monteiro, 2006): «class\_IMC»

Perímetro de cintura= «CC»

Classificação (Fernandez et al., 2004): «cl\_cc»

Glicose= «glicose» m.M.L<sup>-1</sup> Insulina= «ins» µU.L<sup>-1</sup>

HOMA-IR= insulina\*glicose/22,5= «Homa»

Classificação HOMA-IR: «cl\_homa2»

Tempo de TV e computador: «comp\_sede» horas por semana  
O recomendado é de no máximo 14hs semanais

Muito grata pela sua participação!

Fábia Rosa Sigwalt  
Data: