

Alterações clínicas, metabólicas e resistência à insulina entre adolescentes

Clinical and metabolic alterations and insulin resistance among adolescents

Alteraciones clínicas, metabólicas y resistencia a la insulina en adolescentes

Mayla Rosa Guimarães¹

Adalgison Alves dos Santos¹

Thais Fernanda Ribeiro de Moura¹

Mariana Rodrigues da Rocha¹

Ionara Holanda de Moura¹

Ana Roberta Vilarouca da Silva¹

Descritores

Resistência à insulina; Adolescente; Obesidade; Fatores de risco; Doenças crônicas

Keywords

Insulin resistance; Adolescent; Obesity; Risk factors; Chronic diseases

Descriptor

Resistencia a la Insulina; Adolescente; Obesidad; Factores de riesgo; Enfermedad crónica

Submetido

23 de Abril de 2018

Aceito

24 de Julho de 2019

Autor correspondente

Ana Roberta Vilarouca da Silva
<http://orcid.org/0000-0001-5087-4310>
E mail: vilarouca@ufpi.edu.br

DOI

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201900085>



Resumo

Objetivo: Analisar as alterações clínicas, metabólicas e sua relação com a resistência à insulina entre adolescentes.

Métodos: Estudo analítico, realizado com 357 adolescentes de escolas públicas estaduais de um município do Nordeste brasileiro. O formulário aplicado continha as variáveis Índice de Massa Corporal, Circunferência da Cintura, Circunferência do Pescoço, Índice de Conicidade, Pressão Arterial Média; Triglicérides, Glicemia, *High – Density Lipoprotein Cholesterol*, Insulina e *Índice Homeostasis Model Assessment*, analisadas por medidas descritivas para variáveis quantitativas; e frequências para variáveis qualitativas. Foram realizados testes de associações através do Qui-quadrado e do teste Odds Ratio. **Resultados:** A prevalência de resistência à insulina foi de 33,9%. As médias da circunferência da cintura, circunferência do pescoço, índice de conicidade, pressão arterial sistólica média e pressão arterial diastólica média estiveram elevadas respectivamente em 4,2%; 30%; 10,9%; 4,2% e 14% dos adolescentes. Os níveis de *High – Density Lipoprotein cholesterol* estiveram diminuídos em 30,5% da amostra, ao passo que os triglicérides estavam elevados em 18,8%. Não foi identificada alteração na glicemia. Aqueles que apresentaram índice de massa corporal, circunferência da cintura, circunferência do pescoço, índice de conicidade e triglicérides com valores alterados possuíam maiores chances de apresentar resistência à insulina (OD: 3,62; 11,54; 3,50; 4,49; 3,05, respectivamente). De maneira oposta, os adolescentes com pressão arterial sistólica média, pressão arterial diastólica média e *High – Density Lipoprotein cholesterol* alterados não apresentaram significância estatística ($p < 0,05$).

Conclusão: A resistência à insulina está presente entre os adolescentes, com associações positivas e significativas com alterações clínicas e metabólicas.

Abstract

Objective: Analyzing the clinical and metabolic alterations and their relation to insulin resistance among adolescents.

Methods: Analytic study, carried out with 357 adolescents of state public schools in a municipality in Northeastern Brazil. The applied form contained the variables Body Mass Index, Waist Circumference, Neck Circumference, Taper Index, Average Blood Pressure, Triglycerides, Blood Sugar Level, High-Density Lipoprotein Cholesterol, Insulin, and Homeostasis Model Assessment Index, analyzed through descriptive measures for quantitative variables; and through frequency for qualitative variables. Association tests were made through Chi-Square test and through Odds Ratio.

Results: Prevalence of insulin resistance was 33.9%. The average values of waist circumference, neck circumference, taper index, average systolic blood pressure and average diastolic blood pressure were high in, respectively, 4.2%, 30%, 10.9%, 4.2% and 14% of adolescents. High-Density Lipoprotein Cholesterol levels were decreased in 30.5% of the sample, whereas triglycerides were high in 18.8%. No blood sugar alteration was identified. Those who presented altered values for body mass index, waist circumference, neck circumference, taper index, and triglycerides had higher chances to present insulin resistance (OD: 3.62, 11.54, 3.50, 4.49, 3.05, respectively). On the other hand, adolescents with altered average systolic blood pressure, average diastolic blood pressure and High-Density Lipoprotein Cholesterol did not present statistical significance ($p < 0.05$).

Conclusion: Insulin resistance is present among adolescents, with positive and significant association to clinical and metabolic alterations.

Resumen

Objetivo: Analizar las alteraciones clínicas, metabólicas y la relación con la resistencia a la insulina en adolescentes.

Métodos: Estudio analítico, realizado con 357 adolescentes de escuelas públicas provinciales/departamentales de un municipio del Nordeste brasileiro. El formulario aplicado contenía las variables: índice de masa corporal, circunferencia de la cintura, circunferencia del cuello, índice de conicidad, presión arterial promedio, triglicéridos, glucemia, colesterol *High-Density Lipoprotein*, insulina e índice *Homeostasis Model Assessment*. Las variables cuantitativas fueron analizadas mediante medidas descriptivas, y las variables cualitativas mediante frecuencias. Se realizaron pruebas de relaciones a través de la prueba χ^2 de Pearson y Odds Ratio.

Resultados: La prevalencia de resistencia a la insulina fue de 33,9%. Los promedios de circunferencia de la cintura, circunferencia del cuello, índice de conicidad, presión arterial sistólica promedio y presión arterial diastólica promedio fueron altos respectivamente en el 4,2%; 30%; 10,9%; 4,2% y 14% de los adolescentes. Los niveles de colesterol *High-Density Lipoprotein* fueron bajos en el 30,5% de la muestra, mientras que los triglicéridos fueron altos en el 18,8%. No se identificó alteración en la glucemia. Los que presentaron índice de masa corporal, circunferencia de la cintura, circunferencia del cuello, índice de conicidad y triglicéridos con valores alterados tenían mayores chances de presentar resistencia a la insulina (OD: 3,62; 11,54; 3,50; 4,49; 3,05, respectivamente). De forma contraria, los adolescentes con presión arterial sistólica promedio, presión arterial diastólica promedio y colesterol *High-Density Lipoprotein* alterados no presentaron significación estadística.

Conclusión: La resistencia a la insulina está presente en los adolescentes, con una relación positiva y significativa respecto a alteraciones clínicas y metabólicas.

Como citar:

Guimarães MR, Santos AA, Moura TF, Rocha MR, Moura IH, Silva AR. Alterações clínicas, metabólicas e resistência à insulina entre adolescentes. *Acta Paul Enferm.* 2019;32(6):608-16.

¹Universidade Federal do Piauí, Picos, PI, Brasil.
Conflitos de interesse: nada a declarar.

Introdução

As modificações nos hábitos de vida da população mundial, com baixos níveis de atividades físicas diárias, somadas com uma dieta inadequada, que inclui alimentos de alta densidade calórica, influenciam no desenvolvimento de diversas doenças crônicas, como a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), Dislipidemias, Diabetes Mellitus, Obesidade, e Resistência à Insulina (RI). Estas modificações acontecem independentes da faixa etária, sendo cada vez mais comuns entre os adolescentes.

Em virtude dessas modificações, a adolescência é considerada uma etapa crítica para o desenvolvimento da obesidade e outros distúrbios metabólicos, contexto no qual se insere o fenômeno da transição nutricional, onde o excesso de peso cresce significativamente nesse grupo populacional, sendo considerado um sério problema de saúde pública.⁽¹⁾

O acúmulo de gordura corporal nessa faixa etária pode levar ao aparecimento da RI, evento que consiste em desequilíbrio no metabolismo da glicose, ocasionando um aumento da produção de insulina, diminuição na concentração de receptores, falha no mecanismo de trânsito celular ou defeito em alguns mecanismos pós-receptores durante sua utilização. Além disso, essa concentração excessiva de gordura corporal, sobretudo a gordura abdominal, está diretamente relacionada a valores elevados de Ácidos Graxos Livres (AGL) na corrente sanguínea. Esses distúrbios podem prejudicar a sinalização da insulina e, em decorrência disso, provocar um quadro de RI.⁽²⁾

Estudo recente envolvendo 121 crianças e adolescentes obesos com idades entre 6 e 17 anos, de Coimbra, Portugal, verificou presença de RI em 38,1% da amostra, tendo-se utilizado o HOMA-IR.⁽³⁾ Outro estudo realizado com 162 adolescentes escolares de 12 a 19 anos revelou uma prevalência de RI alterada em 23,5% da população estudada.⁽⁴⁾ Outros estudos realizados com o mesmo público da pesquisa reforçaram a assertiva de que adolescentes dislipidêmicos apresentam maiores níveis de RI, quando comparados aos eutróficos.⁽⁵⁻⁷⁾

Em face do exposto, a identificação da RI em adolescentes, a partir do índice HOMA-IR, com a avaliação adicional de variáveis antropométricas e metabólicas desse grupo populacional, permite o reconhecimento dos fatores de risco mais associados ao desenvolvimento da RI e das doenças secundárias a este desfecho, auxiliando na implementação de medidas de intervenção no âmbito da saúde pública para a prevenção de eventos cardiovasculares e doenças crônicas não transmissíveis na adolescência e na vida adulta.^(3,6)

Desta forma, observa-se a necessidade de mais esclarecimentos no que diz respeito à detecção do quadro da RI em adolescentes. O uso do índice HOMA-IR para essa função favorece um diagnóstico rápido e precoce do evento, possibilitando a identificação dos fatores cardiometabólicos relacionados ao desenvolvimento do distúrbio em estudos epidemiológicos.

Em virtude da escassez de investigações concernentes ao tema em questão, realizadas no estado do Piauí, especificamente com adolescentes de escolas públicas, avaliar a associação do índice HOMA-IR com variáveis antropométricas e metabólicas se faz essencial na identificação dos fatores passíveis de modificação mais relacionados com o desenvolvimento/manutenção do quadro da RI em adolescentes, e na promoção da saúde cardiovascular desse grupo populacional.

A pesquisa tem ainda notável impacto para a área da enfermagem, pois os profissionais atuam como coordenadores de programas do MS, como Programa Saúde na Escola (PSE), em que o conhecimento da realidade poderá guiar ações de intervenção e educação em saúde, estimulando a população a adotar hábitos de vida saudáveis e assim transmitir e gerar conhecimento sobre a temática de qualidade de vida atrelada ao aparecimento precoce de doenças crônico-degenerativas.

Nessa perspectiva, é inegável dizer que os transtornos metabólicos mais importantes abrangem hiperinsulinemia e resistência à insulina, e estes eventos estão relacionados, mais tarde, a altos níveis de glicemia. Assim, objetivou-se avaliar indicadores clínicos e metabólicos e sua relação com a resistência à insulina entre adolescentes.

Métodos

Trata-se de um estudo analítico, quantitativo, realizado em 18 escolas públicas estaduais localizadas em Picos-PI, na região Nordeste do Brasil. A população constituiu-se de 3.800 escolares de ambos os sexos, de escolas estaduais, na faixa etária de 10 a 19 anos, devidamente matriculados e ativos nas escolas de realização do estudo. O tamanho amostral foi estimado por meio da fórmula para populações finitas, considerando o nível de confiança de 95%, erro relativo de 8%, erro absoluto=4%, $t^{25\%}=1,96$. A amostra resultou em 357 participantes estratificados nas 18 escolas e selecionados por amostragem aleatória simples.

Os critérios de inclusão foram: ser matriculado e frequentar regularmente a escola; ter idade entre 10 e 19 anos; e participar de todas as etapas da pesquisa. Foram excluídos aqueles impedidos para obtenção das medidas antropométricas (grávidas e cadeirantes) e que fossem portadores de alguma doença ou que estivessem em uso de medicação que interferisse no metabolismo glicídico ou lipídico. Assim, foram excluídos doze participantes. Após registradas as exclusões, novos sorteios foram realizados até atingir o número de adolescentes estimado em cada escola.

A coleta de dados ocorreu de agosto a dezembro/2014 e março/2015. Utilizou-se um formulário estruturado contendo dados pessoais, socioeconômicos, variáveis clínicas e metabólicas.

Foram consideradas as variáveis clínicas: Peso corporal (kg), Estatura (cm), Índice de Massa Corporal (IMC), Circunferência do Pescoço (CP), Circunferência da Cintura (CC), Índice de Conicidade (IC), e Pressão Arterial (PA).

O peso foi obtido por balança corporal digital portátil com capacidade máxima de 150 kg e sensibilidade em 100g, com o avaliado no centro do equipamento, usando roupas leves, descalço, ereto, pés juntos e braços estendidos ao longo do corpo. A estatura foi medida com auxílio de fita métrica inextensível, com precisão de 0,5cm, fixada perpendicularmente em parede plana. Com esses dados, analisou-se e classificou-se o IMC (kg/m^2) ajustado para idade e sexo dos participantes, e dentre os diagnósti-

cos nutricionais temos os seguintes: < Percentil 0,1 = Magreza Acentuada, \geq Percentil 0,1 e < Percentil 3 = Magreza, \geq Percentil 3 e < Percentil 85 = Eutrofia, \geq Percentil 85 e < Percentil 97 = Sobrepeso, \geq Percentil 97 e \leq Percentil 99,9 = Obesidade e > Percentil 99,9 = Obesidade Grave.⁽⁷⁻¹⁰⁾

O IMC foi classificado segundo parâmetros estabelecidos para adolescentes pela OMS (2007) e adotados pela Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) (2009) e pelo Projeto Erica (2011). A circunferência do pescoço foi medida utilizando-se uma fita métrica com extensão de 2 metros, flexível e inelástica. Os participantes foram orientados a ficar eretos, com a cabeça posicionada no plano horizontal. A borda superior da fita métrica foi colocada logo abaixo da proeminência laríngea e foi aplicada perpendicularmente ao longo do eixo do pescoço.⁽¹¹⁾ Para análise foram adotados os pontos de corte desenvolvidos por Hingorjo, Qureshi, Mehdi⁽¹²⁾ adaptados para adolescentes, que definem como excesso de peso aqueles indivíduos com $\text{CP}>35,5\text{cm}$ e $\text{CP}>32\text{cm}$ para os sexos masculino e feminino, respectivamente.

Obteve-se a circunferência da cintura utilizando fita métrica inelástica colocada sobre a pele, com o sujeito em posição ereta, no ponto médio entre a última costela e a borda superior da crista ilíaca no final do movimento expiratório, e classificada de acordo com a idade, o sexo e a raça, sendo considerada aumentada quando se enquadrava no percentil 90 ou acima.⁽¹³⁾

No IC proposto por Valdez,⁽¹⁴⁾ a equação do IC leva em consideração as medidas de CC, peso corporal, estatura e a constante de 0,109, que representa a conversão das unidades de volume e massa para as unidades de comprimento. O cálculo do IC foi feito conforme a seguinte equação:

$$\text{Índice C} = \frac{\text{Circunferência cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m)}}}}$$

O IC foi classificado como adequado ou inadequado, de acordo com o ponto de corte estabelecido para homens e mulheres, respectivamente: 1,25 e 1,18.⁽¹⁵⁾

A pressão arterial foi verificada pelo método auscultatório clássico com aparelho validado para a pesquisa. A verificação da pressão arterial seguiu os procedimentos recomendados nas VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão.⁽¹⁶⁾ Foram utilizados manguitos de tamanho apropriado à circunferência dos braços dos adolescentes, e foi desenvolvido um protocolo para verificação da pressão arterial, que considerou as médias de duas medidas de pressão arterial sistólica e diastólica aferidas no adolescente, após 5 minutos de descanso. No caso de a diferença entre a 1ª e a 2ª medidas da pressão arterial sistólica ou pressão arterial diastólica ser maior que 5mmHg, foi realizada uma 3ª medida e considerada a média entre a 2ª e a 3ª medidas da pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica. Para a classificação da pressão arterial foram consideradas as curvas para determinação do percentil da estatura da criança/adolescente de acordo com a idade e o sexo, segundo o *National High Blood Pressure Education Program* dos Estados Unidos, e a tabela de percentil da pressão arterial.

Para as mensurações bioquímicas utilizou-se a coleta sanguínea. Um dia antes foi feito contato com os responsáveis por meio telefônico lembrando a importância do jejum de 12 horas, para obtenção de informações laboratoriais. Os exames laboratoriais foram todos realizados no laboratório contratado para esse fim e incluíram dosagem sérica de HDL-c, triglicerídeos, insulina e glicemia de jejum. As amostras de sangue foram coletadas por meio de punção venosa, após jejum de 12 horas. A coleta foi realizada em tubo a vácuo contendo gel separador sem anticoagulante. Após a coleta o sangue foi centrifugado por 10 minutos a 3.000 rpm para separar o soro dos demais componentes, e este foi utilizado para efetuar as análises.

Os níveis de triglicerídeos, HDL-colesterol e glicose foram determinados utilizando kit calorimétrico enzimático processado no aparelho Autohumalyzer A5, (Human GMBH, Kaiserslautern, Alemanha). A insulina foi determinada em equipamento ACS-180 Automated Chemiluminescence System (Ciba Corning, Diagnostics Corp; Medifield, EUA). Os resultados dos triglicerídeos e do HDL-colesterol foram comparados com os valores de referência para

a infância e adolescência da V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose.⁽¹⁷⁾ A glicemia de jejum seguiu os valores da Sociedade Brasileira de Diabetes.⁽¹⁸⁾

O índice HOMA-IR foi utilizado para avaliar a resistência à insulina, tendo sido obtido com o cálculo do produto da insulina plasmática de jejum (mU/mL) e da glicemia de jejum (mmol/L) dividido por 22,5. O ponto de corte utilizado foi maior ou igual a 3,16 para ambos os sexos.⁽¹⁹⁾

Foram calculadas inicialmente as médias, o desvio padrão, mínimos e máximos, para variáveis quantitativas; e frequência simples e percentual para variáveis qualitativas. Para a análise dos dados foi utilizado o modelo de regressão logística múltiplo em que a variável dependente é binária, dada pela “Resistência à Insulina” a fim de verificar as covariáveis que estão associadas a esse desfecho e evitar possíveis fatores de confusão. A medida *Odds Ratio* foi utilizada para quantificar a força da associação entre as covariáveis e o desfecho. *A priori*, as covariáveis foram introduzidas no modelo a partir da sua significância na associação bivariada com o desfecho do estudo, considerando um nível de significância de 0,2 nesta etapa; também foram acrescentadas ao modelo as variáveis sexo e idade. No modelo final ficaram as covariáveis cujos parâmetros estimados foram significativos ao nível de 0,05 de significância.

Os dados foram processados e analisados no *International Business Machines Statistics Package Social Science* versão 20.0 (IBM SPSS20.0) e o *software* R versão 3.5.1 para modelagem dos dados. Tão logo analisados, foram apresentados por meio de tabelas de modo a tornar mais clara a divulgação e organização das informações referentes ao proposto pelo objetivo.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com o Parecer número: 853.499.

Resultados

Foram incluídos no estudo 357 adolescentes de ambos os sexos. Da amostra, 63,0% dos adolescentes eram do sexo feminino. A idade variou de 10

a 19 anos, com média de 14,99±2,4 anos, sendo que a faixa etária predominante foi a de 15-19 anos (60,2%).

Em relação à cor autorreferida, 53,5% eram pardos. No que se refere à classe econômica, percebeu-se que a maioria (66,9%) pertencia à classe C, ao passo que nenhum estudante pertencia à classe A. Quanto à situação laboral, 88,2% dos adolescentes declararam que apenas estudavam.

Foram investigadas as variáveis clínicas na amostra, onde 18,5% dos escolares encontravam-se com excesso ponderal, de acordo com o marcador IMC, com média de 20,5±3,83. Quanto ao marcador CC, os escolares apresentaram média de 70,8±8,23, e apenas 4,2% estavam com excesso de adiposidade central. Em relação à CP, 30,0% encontravam-se com a CP inadequada. O IC foi encontrado de forma inadequada em 10,9% dos adolescentes. Níveis elevados de PAS e PAD foram verificados em 4,2% e 13,8% da amostra, com média e desvio padrão de 103,1±11,46 e 676±9,55 para a PAS e PAD.

Sobre as características das variáveis metabólicas entre os adolescentes, foi possível observar que o componente que não apresentou nenhum tipo de alteração foi a glicemia venosa, que esteve normal em 100% dos adolescentes com média de 75,9±10,37. No entanto, os TG estavam limítrofes em 11,2%, e elevados em 7,6% da amostra estudada, com média de 78,2±36,0. O HDL-c ficou com

seus valores abaixo do recomendado em 30,5% dos adolescentes, variando com mínimo e máximo de 29,30-85,90, respectivamente. No total dessa amostra, 100 adolescentes (28%) foram diagnosticados com RI, com mínimo de 2,0 e máximo de 11.

Identificaram-se, ainda, as covariáveis que inicialmente fizeram parte do modelo ($p < 0,20$), que foram: IMC, CC, CP, IC e TG. As variáveis Idade e Sexo também foram acrescentadas ao modelo para avaliar a influência sobre a resistência à insulina. Para a aplicação da técnica foram validados 357 casos dos 357 amostrados. Foram observados 28% casos de resistência à insulina, e 72% de não resistência à insulina.

Na tabela 1 tem-se o modelo completo gerado com as covariáveis selecionadas. Nota-se que as covariáveis Sexo, IMC e CC não influenciaram significativamente ($p > 0,05$) na resistência à insulina, portanto deixarão o modelo.

Na tabela 2 é possível observar o modelo atualizado sem as variáveis não significativas. Para analisar a qualidade do ajuste do modelo final realizou-se o teste de *Omnibus* ($\chi^2=119,24$ gl=5; $p < 0,001$), em que se rejeitou a hipótese de o modelo atualizado ser igual ao modelo sem covariáveis. Aplicando o Teste de *Hosmer and Lemeshow* obtém-se $\chi^2=12,56$, gl=8, com p-valor=0,128, ou seja, os valores previstos pelo modelo não são significativamente diferentes dos observados.

Aprovada a qualidade do ajuste do modelo, assim como a adequação da distribuição proposta, fez-se necessário interpretar os parâmetros estimados (Tabela 2). Constatou-se que a idade é um fator de proteção para resistência à insulina, sendo que o acréscimo de um ano reduz a chance em 10,4% de haver resistência à insulina. Para a variável CP, pôde-se identificar que adolescentes que possuem CP inadequado têm, aproximadamente, 3 vezes mais chance de ter resistência à insulina se comparados a adolescentes que

Tabela 1. Modelo de regressão logística binário múltiplo (completo) para resistência à insulina

Variáveis do modelo	Coefficiente estimado	Erro padrão	Estatística Wald	p-value	OR	IC (95%)
Sexo (Feminino)	-0,286	0,269	1,124	0,289	0,752	0,44-1,27
Idade (anos)	-0,097	0,016	36,418	<0,001*	0,908	0,88-0,94
IMC (Alterado)	0,28	0,354	0,623	0,43	1,323	0,66-2,65
CP (Inadequado)	0,875	0,299	8,552	0,003*	2,399	1,33-4,31
IC (Inadequado)	1,014	0,401	6,399	0,011*	2,758	1,26-6,05
TG (Elevado)	0,94	0,357	6,948	0,008*	2,561	1,27-5,15
CC (Aumentada)	1,044	0,734	2,023	0,155	2,84	0,67-11,96

OR - odds ratio; IC (95%) - Intervalo de confiança com 95% de confiança

Tabela 2. Modelo de regressão logística binário múltiplo (atualizado) para resistência à insulina

Variáveis do modelo	Coefficiente estimado	Erro padrão	Estatística de Wald	G.L.	p-value	OR	IC (95%)	
Idade(anos)	-0,109	0,012	86,712	1,000	<0,001	0,896	0,876	0,917
CP (Inadequado)	1,095	0,272	16,184	1,000	<0,001	2,988	1,753	5,094
IC (Inadequado)	1,167	0,371	9,900	1,000	0,002	3,213	1,553	6,647
TG (Elevado)	1,030	0,346	8,893	1,000	0,003	2,802	1,424	5,516

OR - odds ratio; IC(95%) - Intervalo de confiança com 95% de confiança; G.L. - grau de liberdade

possuem CP adequado. Nota-se situação semelhante com relação aos níveis inadequados de IC e níveis elevados de TG, que possuem OR de, aproximadamente, 3,2 e 2,8, respectivamente.

No intuito de verificar se a distribuição proposta para o modelo é adequada, foi feita a análise de resíduos utilizando o gráfico dos envelopes simulados (Figura 1), no qual verificou-se que os resíduos de Pearson estão sobre uma linha e dentro das bandas de confiança de 95%, evidenciando a suposição de distribuição adequada para o modelo em estudo.

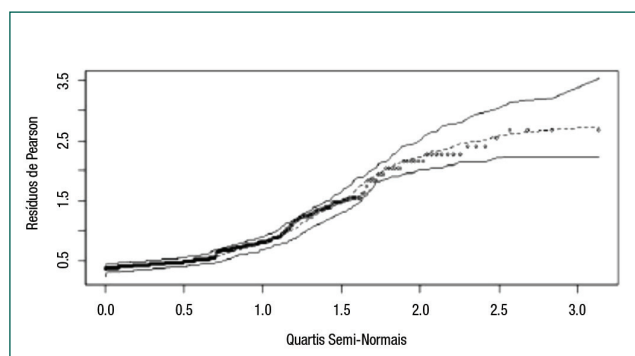


Figura 1. Análise dos resíduos

Discussão

Os limites dos resultados deste estudo estão relacionados ao delineamento transversal, que não permite determinar relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas.

Os resultados apresentados trouxeram importante contribuição para a região Nordeste, sobretudo para o interior do Piauí, revelando dados relevantes à literatura, em especial pela ausência de trabalhos que buscassem analisar a resistência à insulina em adolescentes de escolas públicas. Esses dados embasam o planejamento de intervenções, na prática dos enfermeiros, direcionadas ao controle dos fatores que contribuem para o desenvolvimento da resistência à insulina em adolescentes.

Após a apresentação dos resultados foi possível caracterizar os participantes da pesquisa, que, na maioria, eram do sexo feminino, compreendidos na faixa etária de 10 a 19 anos, com cor da pele autorreferida parda, pertencentes, principalmente, à classe econômica C. De forma equivalente, estudos realizados com esse público com vistas a investigar fatores de risco e/

ou excesso de peso, bem como outros estudos que investigaram situação de saúde/doença da comunidade, retratam que o sexo feminino foi o mais frequente.⁽²⁰⁾

Com relação à distribuição das variáveis clínicas entre os adolescentes, percebeu-se que 18,5% dos adolescentes apresentavam excesso de peso (sobrepeso/obesidade) quando avaliados em relação ao IMC, espargidos em 12,9% com sobrepeso e 5,6% com obesidade. Resultado superior ao estudo realizado com 305 adolescentes de Petrolina-PE, no qual foi demonstrado excesso de peso em 16% dos estudantes.⁽²¹⁾ Apesar de as suas causas serem passíveis de prevenção, o sobrepeso vem se agravando nessa idade, tornando-se o agravo em maior evolução no mundo.⁽⁵⁾

As prevalências observadas na literatura sofrem ligeiras diferenças quando comparadas às apresentadas no presente estudo. Variam entre valores mínimos de 11,2% ao máximo de 38% de crianças e adolescentes apresentando excesso ponderal. Dessa forma, permitem dizer que o presente estudo proporciona prevalências de médias equivalentes às identificadas nas pesquisas em discussão. Em alguns estudos também não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos, no entanto, na associação com a idade apontam que quanto mais elevada, maiores são os índices de excesso ponderal.⁽²²⁾

Tais achados são considerados preocupantes, pois a obesidade é vista atualmente como uma epidemia global, e sua predominância é crescente tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento.⁽⁴⁾ Além disso, o sobrepeso e a obesidade podem motivar problemas psicossociais entre os adolescentes em virtude da pressão exercida pela mídia e pela sociedade de se alcançar a todo custo uma silhueta corporal considerada por eles como ideal.⁽²³⁾

Sendo a obesidade reconhecida como doença de etiologia multifatorial, era de se esperar que estudos envolvendo adolescentes mostrassem diferentes padrões de comorbidades. Por conseguinte, faz-se necessário que medidas educativas sejam incentivadas no intuito de conscientizar os adolescentes a adotarem um estilo de vida mais ativo para favorecer o balanço energético negativo, como educação alimentar e nutricional, por ser menos onerosa aos recursos públicos e mais eficiente contra a obesidade e suas consequências prejudiciais à saúde.

Com relação à adiposidade abdominal, no presente estudo 4,2% da amostra estudada expressaram valores aumentados, ao passo que 95,8% apresentaram valores eutróficos. Prevalência oposta foi encontrada na pesquisa realizada com 1030 adolescentes do interior de Rio Grande do Sul, na qual foi identificada obesidade abdominal em 24% dos adolescentes,⁽²⁰⁾ e o estudo realizado em Fortaleza-Ceará-Brasil, com 702 estudantes, demonstrou prevalência de CC elevada em 13,6% dos participantes.⁽²⁴⁾

No que se refere a níveis de CP, constatou-se que 30% da amostra estavam com parâmetros inadequados. Frequência semelhante foi encontrada no estudo realizado com o mesmo público da pesquisa com 2.866 participantes, que evidenciou predominância de CP alterados em 30,1% da amostra estudada.⁽²⁵⁾ Estes resultados vão de acordo com as conclusões apresentadas pela pesquisa com adolescentes do sexo feminino, os quais mostraram que a CP é um importante indicador de avaliação da gordura central, sendo necessária a inclusão deste parâmetro clínico na avaliação do estado nutricional de adolescentes.⁽²⁶⁾

Pensando nisso, diversas técnicas para avaliação da composição corporal vêm sendo desenvolvidas, no entanto muitas apresentam um alto custo financeiro para sua realização. Torna-se, portanto, necessário o desenvolvimento de técnicas simples, mais baratas e com boa precisão para aplicação tanto nos adolescentes como em grandes populações.⁽²⁷⁾

Em relação ao IC, constatou-se que 10,9% dos participantes apresentaram valores alterados, com mínimo de 0,98 e máximo de 1,35. Em estudo realizado em escolas públicas de Viçosa-MG, com 113 adolescentes, evidenciou-se que o IC não foi bom indicador da massa corporal e da gordura corporal total.⁽²⁶⁾

No que se refere a níveis de PA alterada, na atual investigação verificou-se em 17,2% da amostra. Nessa mesma compreensão, pesquisa transversal desenvolvida com 653 adolescentes observou a prevalência de fatores associados a valores elevados de PA em adolescentes de Ponta Grossa-PA e, de maneira próxima, verificou que 12,4% da amostra encontravam-se com PA elevada, com correlação positiva e significativa com o excesso de peso ($p < 0,001$).⁽²⁸⁾

Outras investigações revelaram valores similares aos do presente estudo, como observado no estu-

do realizado na região Nordeste do Brasil, com 211 adolescentes, no qual 13,7% da amostra avaliada apresentaram HAS.⁽²⁹⁾ Resultados superiores foram observados na pesquisa envolvendo adolescentes de escolas municipais do interior do Rio Grande do Sul,⁽²⁰⁾ com prevalência de HAS em 30,4%, sendo que 17,9% foram classificados como estágio I e 12,5% como estágio II.

Identificar a HAS em idades precoces representa uma ação relevante para o controle e a prevenção da HAS na vida adulta. Apesar disso, a maioria dos adolescentes não afere frequentemente a sua PA, por isso torna-se tão difícil o acompanhamento.⁽³⁰⁾

Com relação à distribuição das variáveis metabólicas entre os adolescentes, constatou-se que os TG estiveram alterados em 18,8% dos analisados. Esses resultados vão ao encontro do observado em estudo que analisou os fatores de risco cardiovascular, perfil antropométrico e lipídico de adolescentes. Este evidenciou altas taxas de alterações do TG (45,5%).⁽³¹⁾ Esses distúrbios metabólicos favorecem a RI, que é considerada como evento central na geração de risco para doenças metabólicas.⁽³²⁾

A literatura salienta, ainda, que a alteração nos TG acomete principalmente escolares da classe social econômica baixa, sendo que as pessoas com menor poder aquisitivo estão associadas com a incidência e mortalidade por DCV, provavelmente em razão do acúmulo de fatores de risco.⁽³²⁾

No que concerne ao HDL-colesterol, 30,5% dos adolescentes apresentaram-se abaixo do recomendado. Esses resultados são inferiores aos encontrados na pesquisa que buscou avaliar 113 indivíduos obesos de 7 a 18 anos, na qual o HDL-c estava abaixo do recomendado em 69% da amostra estudada.⁽⁷⁾ É provável que isso se deva a diferentes metodologias ou pontos de corte dos exames laboratoriais, mas, também, a diferentes padrões do estilo de vida, incluindo-se a alimentação e a prática de atividade física.

No estudo ora apresentado, a RI foi a mais prevalente das alterações metabólicas. Apresentou-se com níveis alterados em 28% dos pesquisados, considerada uma das complicações da obesidade. Este resultado equipara-se com os dados obtidos no estudo realizado com 186 adolescentes com idades entre 10 e 19 anos, o qual verificou predomínio da RI em 42,5% dos par-

ticipantes da pesquisa;⁽⁵⁾ e a pesquisa efetuada com 121 crianças e adolescentes obesos com idades entre 6 e 17 anos, de Coimbra, Portugal, verificou a presença de RI em 38,1%, tendo-se utilizado o HOMA-IR como ponto de corte de 3; nesse mesmo estudo, 12,5% dos indivíduos tinham alguma dislipidemia.⁽³⁾

Ademais, frequências mais elevadas foram encontradas na pesquisa com 321 adolescentes obesos de 10 a 17 anos, com 65% dos avaliados com RI.⁽³³⁾ Em outro estudo, os autores concluíram que os níveis de RI devem ser monitorados nos adolescentes com excesso de peso, por terem observado que quanto maior a RI, maior a presença dos fatores de risco cardiovasculares.⁽³⁴⁾

Conforme se pode verificar nos estudos acima, apesar de diferentes autores observarem prevalências elevadas de alterações nos perfis glicêmico e lipídico, os resultados são variáveis. É provável que isso tenha sido em decorrência das diferentes metodologias ou pontos de corte dos exames laboratoriais, mas, também, a diferentes padrões de estilo de vida, incluindo-se a alimentação e a prática de atividade física.

Ainda na presente pesquisa, verificou-se que a RI apresentou associação significativa com todos os indicadores de composição corporal (IMC, CC e CP), assim como o IC e o TG, e está de acordo com outros trabalhos.⁽³⁵⁾

No presente estudo não houve correlação significativa nas variáveis sexo, IMC e CC para resistência à insulina. Foi possível encontrar resultados divergentes em outro estudo, no qual observou-se que os adolescentes do sexo masculino com sobrepeso e obesidade apresentaram mais que o dobro de prevalência de resistência à insulina.⁽⁴⁾ Constatou-se, ainda no presente estudo, que os adolescentes que possuíam CP inadequada tinham, aproximadamente, 3 vezes mais chances de adquirir resistência à insulina (OR: 2,988).

Cabe ressaltar que a relação observada entre a RI e as variáveis analisadas, neste estudo, aponta para o aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes tipo II e SM, na maturidade, para este grupo.

Dessa forma, ações de promoção de saúde devem ser realizadas nas escolas com adolescentes, sobretudo no próprio cenário da escola. Tendo em vista que a população estudada é jovem, e quanto mais cedo práticas regulares de atividade física, alimen-

tação saudável e ações pontuais de cunho coletivo forem oferecidas a essa faixa etária, melhores serão os resultados futuros. Nesse sentido, é de extrema importância salientar que a adolescência é uma fase de transição para a fase adulta, e que os adolescentes devem ser incentivados a um estilo de vida saudável.

Conclusão

Os achados deste estudo mostraram frequência elevada de resistência à insulina e de alterações nas variáveis clínicas e metabólicas dos adolescentes, especialmente excesso de adiposidade corporal, circunferência do pescoço, triglicérides elevados, e HDL-c baixo com associações positivas e significativas com as variáveis clínicas e metabólicas.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Piauí pelo suporte institucional para a realização do estudo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; financiamento da pesquisa através do Edital Universal/2013).

Colaborações

Guimarães MR, Santos AA, Moura TFR, Rocha MR, Moura IH e Silva ARV contribuíram com a concepção do projeto, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação final da versão a ser publicada. Silva ARV colaborou com a redação do artigo e aprovação final da versão a ser publicada.

Referências

1. Philippi ST, Leme AC. Dietary intake and meal frequency of Brazilian girls attending a school-based randomized controlled trial. *Nutr Food Sci.* 2015; 45(6):954-68.
2. Sigwalt FR, da Silva RC. Resistencia a insulina em adolescentes com e sem excesso de peso de municipio da Grande Florianopolis-SC. *Rev Bras Enferm.* 2014;67(1):43-7.

3. Pires A, Martins P, Pereira AM, Silva PV, Marinho J, Marques M, et al. Insulin resistance, dyslipidemia and cardiovascular changes in a group of obese children. *Arq Bras Cardiol.* 2015;104(4):266–73.
4. Morais PR, Sousa AL, Jardim TS, Nascente FM, Mendonça KL, Povoia TI, et al. Correlation of insulin resistance with anthropometric measures and blood pressure in adolescents. *Arq Bras Cardiol.* 2016;106(4):319–26.
5. Leal JD, Moura TN, Carvalho VN, Silva AR, Silva AF, Lima LH, et al. Clinical and metabolic profile and its relationship with insulin resistance among school children. *Rev Rene.* 2016;17(3):393–400.
6. Clemente AP, Netto BD, de Carvalho-Ferreira JP, da Silveira Campos RM, de Piano Ganen A, Tock L, et al. Circunferência da cintura como marcador para triagem de doença hepática gordurosa não alcoólica em adolescentes obesos. *Rev Paul Pediatr.* 2016;34(1):47–55.
7. Nogueira-de-Almeida CA, Pires, LA, Santos, RG. Comparison of glycemic and lipid profiles indicators among obese children and adolescents treated at public or private services from the city of Ribeirão Preto (SP). *Medicina (Ribeirão Preto. Online).* 2016; 49(6): 504-10.
8. World Health Organization (WHO); Multicentre Growth Reference Study Group. WHO child growth standards: methods and development. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development [Internet]. Geneva: WHO; 2006. [cited 2016 Apr 28]. Available from: http://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en
9. Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia Avaliação nutricional da criança e do adolescente – Manual de orientação. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento de Nutrologia; 2009. 112 p.
10. Bloch KV, Szklo M, Kuschnir MC, Abreu GA, Barufaldi LA, Klein CH, et al. The study of cardiovascular risk in adolescents – ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health.* 2015;15(1):94-103.
11. Monteiro JC. Obesidade: diagnóstico, métodos e fundamentos. In: Halpern A, Matos AF, Suplicy HL, Mancini MC, Zanella MT. Obesidade. São Paulo: Lemos; 1998. p. 31–53
12. Hingorjo MR, Qureshi MA, Mehdi A. Neck circumference as a useful marker of obesity: a comparison with body mass index and waist circumference. *J Pak Med Assoc.* 2012;62(1):36–40.
13. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(2):308–17.
14. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1993;17(2):77–82.
15. Pitanga FJ, Lessa I. Association of anthropometric indicators of obesity with coronary risk in adults in the city of Salvador, Bahia, Brazil. *Rev Bras Epidemiol.* 2007;10(2):239–48.
16. Sociedade Brasileira de Hipertensão. VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(3):53–62.
17. Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101 Supl 1:1–20.
18. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes, 2015-2016. São Paulo: AC Farmacêutica, 2016.
19. García Cuartero B, García Lacalle C, Jiménez Lobo C, González Vergaz A, Calvo Rey C, Alcázar Villar MJ, et al. [The HOMA and QUICKI indexes, and insulin and C-peptide levels in healthy children. Cut off points to identify metabolic syndrome in healthy children]. *An Pediatr (Barc).* 2007;66(5):481–90.
20. Madruga JG, Moraes Silva F, Scherer Adami F. Associação positiva entre razão cintura-estatura e presença de hipertensão em adolescentes. *Rev Port Cardiol.* 2016;35(9):479–84.
21. Lima AS, Araújo RC, Gomes MR, Schwingel PA, Pitangui AC. Prevalência de hipertensão e sua associação com excesso de peso e atividade física em adolescentes. *ABCS Health Sci.* 2014;39(1):83–7.
22. Heymsfield SB, Wadden TA. Mechanisms, pathophysiology, and management of obesity. *N Engl J Med.* 2017;376(15):1492.
23. Sutter C, Nishina A, Adams RE. How you look versus how you feel: associations between BMI z-score, body dissatisfaction, peer victimization, and self-worth for African American and white adolescents. *J Adolesc.* 2015;43:20–8.
24. Pereira DC, Araújo MF, Freitas RW, Teixeira CR, Zanetti ML, Damasceno MM. Circunferência do Pescoço como Possível Marcador para Síndrome Metabólica em Universitários. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2014;22(6):973.
25. Barreto Neto AC, Andrade MI, Lima VL, Diniz AS. Body weight and food consumption scores in adolescents from northeast Brazil. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33(3):318–25.
26. Pereira PF, Serrano HM, Carvalho GQ, Ribeiro SM, Peluzio MC, Franceschini SC, et al. Measurements of body fat distribution: assessment of collinearity with body mass, adiposity and height in female adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33(1):63–71.
27. Schneiders K, Ribeiro AJ. Índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura (%g), circunferência de pescoço (CP) e circunferência de cintura (CC) de escolares de 11 a 15 anos da rede municipal de Iporã do Oeste, SC. *Unoesc & Ciência – ACBS.* 2017; 8(2):143-52.
28. Silva DA, de Lima LR, Dellagrana RA, Bacil ED, Rech CR. Pressão arterial elevada em adolescentes: prevalência e fatores associados. *Cien Saude Colet.* 2013;18(11):3391–400.
29. Moura IH, Vieira EE, Silva GR, Carvalho RB, Silva AR. Prevalência de hipertensão arterial e seus fatores de risco em adolescentes. *Acta Paul Enferm.* 2015;28(1):81–6.
30. Inacio DS, Almeida AC. Hypertension Prevalence and its Associated Risk Factors in Adolescents in Health Strategy Units of Family in a City in Minas Gerais. *Rev Ciên Saúde.* 2016; 6(3).
31. Souza IS. Associação entre história familiar de fatores de risco cardiovascular e perfil antropométrico e lipídico em crianças e adolescentes: estudo transversal em unidade ambulatorial do Rio de Janeiro [tese]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca; 2014.
32. Moraes AC, Silva IT, Almeida-Pititto B, Ferreira SR. Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2014;58(4):317–27.
33. Rizzo AC, Goldberg TB, Silva CC, Kurokawa CS, Nunes HR, Corrente JE. Metabolic syndrome risk factors in overweight, obese, and extremely obese Brazilian adolescents. *Nutr J.* 2013;12(19):19.
34. Faria ER, Faria FR, Franceschini SC, Peluzio MC, Sant Ana LF, Novaes JF, et al. [Insulin resistance and components of metabolic syndrome, analysis by gender and stage of adolescence]. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2014;58(6):610–8.
35. Romualdo MC, Nóbrega FJ, Escrivão MA. Insulin resistance in obese children and adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2014;90(6):600–7.