

PREVALÊNCIA DE RESISTÊNCIA À INSULINA E ASSOCIAÇÃO COM FATORES DE RISCO METABÓLICOS E CONSUMO ALIMENTAR DE ADOLESCENTES – RECIFE/BRASIL

Prevalence of insulin resistance and association with metabolic risk factors and food consumption in adolescents – Recife/Brazil

Maria Izabel Siqueira de Andrade^{a,*} , Juliana Souza Oliveira^a ,
Vanessa Sá Leal^a , Niedja Maria da Silva Lima^a , Phelipe Bibiano Bezerra^b ,
Emerson Rogério Costa Santiago^a , Pedro Israel Cabral de Lira^a 

RESUMO

Objetivo: Identificar a prevalência de resistência à insulina em adolescentes e verificar sua associação com variáveis metabólicas e com o consumo alimentar.

Métodos: Estudo transversal, de base escolar, com amostra do tipo estratificada e complexa. Os indivíduos analisados foram adolescentes (n=1.081) participantes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) na cidade de Recife (Pernambuco, Brasil). Foram coletadas variáveis demográficas, socioeconômicas, comportamentais, antropométricas, bioquímicas e do consumo alimentar. A resistência à insulina foi definida como HOMA-IR > percentil 75. Análises de regressão de Poisson com ajuste robusto da variância foram empregadas, sendo identificadas associações estatisticamente significativas quando $p \leq 0,05$.

Resultados: A idade mediana foi de 14 anos (intervalo interquartilico=13–16) e a resistência à insulina foi evidenciada em 25,3% da amostra. As variáveis que se associaram significativamente com a resistência à insulina no modelo final foram a faixa etária, o índice de massa corpórea por idade (IMC/I), marcadores bioquímicos (triglicerídeos e HDL-colesterol) e o consumo alimentar de gordura saturada, observando-se maior prevalência da resistência à insulina naqueles indivíduos que apresentaram a ingestão deste tipo de gordura abaixo da mediana da própria distribuição.

Conclusões: A resistência à insulina foi prevalente nos adolescentes avaliados e se associou significativamente com variáveis metabólicas e com o consumo alimentar de gordura do tipo saturada.

Palavras-chave: Resistência à insulina; Sobrepeso; Consumo alimentar; Adolescente.

ABSTRACT

Objective: To identify the prevalence of insulin resistance in adolescents and its associations with metabolic factors and food intake.

Methods: Cross-sectional study conducted with a stratified, complex, school-based sample. The subjects were adolescents (n=1,081) who participated in the Study of Cardiovascular Risk in Adolescents in the city of Recife (Pernambuco, Brazil). We analyzed demographic, socioeconomic, behavioral, anthropometric, biochemical, and dietary variables. Insulin resistance was defined as HOMA-IR > 75th percentile. A Poisson multivariate regression model with robust variance adjustment was used, and variables with $p \leq 0.05$ in the final model were considered statistically associated with insulin resistance.

Results: Median age was 14 years (interquartile range: 13–16 years), and 25.3% of the sample showed insulin resistance. The variables associated with insulin resistance in the final model were age, body mass index-for-age (BMI/A), biochemical markers (triglycerides and high-density lipoprotein cholesterol) and saturated fat intake, with insulin resistance being more prevalent in individuals whose consumption of this type of fat was below the median of the sample distribution.

Conclusions: Insulin resistance was prevalent in the adolescents analyzed and was significantly associated with metabolic variables and saturated fat intake.

Keywords: Insulin resistance; Overweight; Food consumption; Adolescent.

*Autor correspondente. E-mail: izabelandradee@hotmail.com (M.I.S. Andrade).

^aUniversidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

^bCentro Universitário Maurício de Nassau, Recife, PE, Brasil.

Recebido em 21 de janeiro de 2019; aprovado em 10 de junho de 2019; disponível online em 26 de fevereiro de 2020.

INTRODUÇÃO

A tendência epidêmica e o aumento gradual da prevalência de sobrepeso e obesidade na população brasileira estão ligados a um novo perfil de morbimortalidade, no qual há maior incidência de doenças crônicas não transmissíveis, mesmo nos estágios iniciais da vida.^{1,2} Durante a adolescência, as alterações corporais inerentes ao crescimento e à maturação sexual podem levar ao ganho excessivo de peso. Essa situação constitui um fator de risco primário para o desenvolvimento de resistência à insulina (RI), que é um fenômeno que desempenha um papel importante no surgimento de distúrbios cardiometabólicos.³

Os componentes da dieta também podem influenciar a sensibilidade à insulina. As evidências indicam uma associação positiva entre RI e a ingestão excessiva de alimentos com alta densidade energética, e ricos em carboidratos simples e gorduras, especialmente do tipo saturadas e trans.^{3,4}

Considerando os métodos propostos para a detecção de RI, o Modelo Homeostático de Avaliação da Resistência à Insulina (*Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance* - HOMA-IR) é o mais utilizado em estudos epidemiológicos por ser um método rápido, fácil e de baixo custo, que substitui efetivamente as técnicas de diagnóstico mais sofisticadas para a RI.⁵

Assim, o presente estudo teve como objetivo identificar a prevalência de RI em adolescentes e verificar sua associação com variáveis metabólicas e do consumo alimentar.

MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal, de base escolar, realizado com adolescentes de 12 a 17 anos matriculados nos últimos três anos do ensino fundamental ou médio de instituições públicas e privadas de uma cidade brasileira localizada no nordeste do Brasil. Os sujeitos fizeram parte do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), um estudo multicêntrico nacional que teve como objetivo estimar a prevalência de fatores associados ao risco cardiovascular em adolescentes.⁶

Este estudo atendeu às diretrizes descritas na Declaração de Helsinque e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (CAAE: 05185212.2.2002.5208). Os adolescentes e seus responsáveis legais foram informados sobre todos os procedimentos, riscos e benefícios do estudo, e concordaram em participar assinando o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para o cálculo amostral, utilizou-se o método de amostragem estratificada em três etapas: escola, turma e alunos, selecionados com probabilidade proporcional ao tamanho. Nas escolas escolhidas, foi realizada uma pesquisa com turmas e alunos na faixa etária alvo. Três turmas foram selecionadas por escola, onde todos os alunos das turmas escolhidas foram convidados

a participar do estudo. Outros estudos publicaram detalhes sobre o processo de amostragem ERICA.^{6,7}

Como a pesquisa nacional gerou dados representativos para o país, diferentes regiões e grandes cidades, decidimos avaliar uma sub-amostra da população total analisada no estudo ERICA. Assim, a presente investigação incluiu apenas adolescentes matriculados no período da manhã de 39 escolas públicas e privadas da cidade de Recife, obtendo uma amostra de 1.081 adolescentes.

Dados demográficos, socioeconômicos e comportamentais dos adolescentes foram coletados com o auxílio de um *Personal Digital Assistant* (PDA). Pesquisadores devidamente treinados reuniram informações pertinentes ao estado nutricional, marcadores bioquímicos e consumo de alimentos. Investigamos as seguintes variáveis demográficas e socioeconômicas: sexo, idade, etnia e escolaridade materna. Os indivíduos também foram categorizados de acordo com o status socioeconômico, utilizando os critérios da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP),⁸ sendo os resultados divididos entre alto nível socioeconômico (classes A1, A2, B1 e B2) ou baixo status socioeconômico (classes C, D e E).

Para avaliação do estado nutricional, o peso foi medido em balança eletrônica com capacidade para 200 kg e precisão de 50g. A estatura foi mensurada em duplicata, utilizando um estadiômetro portátil com precisão de 0,1 cm, assumindo uma variação máxima de 0,5 cm entre as duas medidas e calculando a média. O padrão de referência para classificação das medidas de peso e altura foi o recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS),⁹ adotando-se os seguintes pontos de corte para categorizar os resultados: índice de massa corporal por idade (IMC/I) Escore $Z < 1$ - indivíduos sem excesso de peso; IMC/I Escores $Z \geq 1$ e < 2 - indivíduos com sobrepeso e Escore $Z \geq 2$ - indivíduos obesos. A circunferência da cintura (CC) foi calculada usando uma fita métrica não elástica colocada horizontalmente no ponto médio entre a borda inferior da última costela e a crista ilíaca. Os valores de $CC \geq$ ao percentil 90 da distribuição foram considerados para o diagnóstico de obesidade abdominal.¹⁰ A relação cintura-estatura (RCE) foi calculada utilizando a CC e a estatura, com valores iguais ou superiores a 0,5 estabelecidos como ponto de corte para obesidade abdominal.¹¹

A glicose plasmática foi medida usando o método GOD-PAP no equipamento Roche modular analítico. O perfil lipídico incluiu a determinação do colesterol total, lipoproteína de alta densidade (*high-density lipoprotein cholesterol* - HDL-C) e triglicerídeos (TG), que foram analisados pelo método enzimático colorimétrico no equipamento modular da Roche. A lipoproteína de baixa densidade (*low-density lipoprotein cholesterol* - LDL-C) foi calculada pela fórmula de Friedewald.

Determinou-se a insulina plasmática com uso dos métodos imunométricos. Os lipídios séricos foram classificados seguindo as recomendações da I Diretriz para Prevenção da Aterosclerose na Infância e Adolescência.¹³ O índice HOMA-IR foi calculado a partir dos valores de glicemia e insulinemia em jejum. Devido aos diferentes pontos de corte encontrados na literatura e suas limitações, adotou-se o percentil 75 da distribuição do HOMA-IR como ponto de corte para o diagnóstico da RI, pois o percentil utilizado representa o extremo da distribuição do HOMA-IR,^{14,15} sendo equivalente ao valor de 2,27 na amostra.

O consumo de alimentos foi avaliado usando um único registro alimentar de 24 horas, que é um método simples, rápido e de baixo custo, capaz de fornecer estimativas médias da ingestão de energia e nutrientes. O questionário foi aplicado em uma entrevista presencial, usando o “Método de Múltiplos Passos.”¹⁶ As variáveis do consumo foram coletadas com um software específico desenvolvido para a entrada direta de informações nos netbooks. O consumo foi estimado usando a Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil¹⁷ e a Tabela de Medidas Referidas para os Alimentos Consumidos no Brasil.¹⁸ Foram analisados os quartis (percentis 25, 50, e 75) do consumo de energia e macronutrientes.

A maturação sexual foi autorreferida e identificada através de figuras indicativas dos estágios de maturação sexual propostos por Tanner,¹⁹ que são divididos em três categorias: Estágio I - pré-puberdade; Estágios II, III e IV - puberdade; e Estágio V - pós-puberdade.

A frequência mensal de consumo de tabaco e álcool e o nível de atividade física foram investigados para coletar dados comportamentais associados ao risco metabólico. O tabagismo foi definido como o uso de um ou mais cigarros nos 30 dias anteriores à entrevista. O consumo excessivo de álcool foi estabelecido como o consumo de cinco ou mais doses em uma única ocasião nos 30 dias anteriores à pesquisa.²⁰ Adotando as recomendações do *International Physical Activity Questionnaire* - IPAQ, os adolescentes foram classificados como “fisicamente ativos” (aqueles que relataram praticar pelo menos 60 minutos de atividades físicas moderadas a vigorosas cinco ou mais dias por semana) ou “insuficientemente ativos” (aqueles que não atenderam aos critérios acima).²¹

Como a amostragem para o estudo ERICA envolveu estratificação, conglomeração e probabilidades desiguais, as análises estatísticas foram realizadas no software STATA, versão 14.0, ajustando o modelo de amostragem complexa a partir do módulo “*survey*”. As variáveis explicativas foram agrupadas em quatro níveis hierarquicamente ordenados: 1) fatores socioeconômicos; 2) fatores comportamentais; 3) fatores individuais (características antropométricas e bioquímicas); 4) fatores alimentares, este último sendo considerado o nível mais proximal do modelo.

O modelo conceitual foi elaborado assumindo-se que fatores predisponentes à RI implicam em diferentes níveis hierárquicos de determinação do desfecho. Inicialmente, foi conduzida uma análise bivariada para determinar associações entre a RI e as variáveis independentes, utilizando a regressão de Poisson simples. Variáveis com $p < 0,20$ foram incorporadas nos modelos de regressão multivariada de Poisson com ajuste robusto da variância. Os resultados foram expressos como razões de prevalência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Variáveis com $p \leq 0,05$ no modelo final foram consideradas estatisticamente associadas à RI.

RESULTADOS

A amostra final foi representativa para 99.221 adolescentes de 12 a 17 anos matriculados no período da manhã em escolas públicas e privadas de Recife. A amostra foi composta por um percentual maior de alunos de escolas públicas (60,1%) e ainda do ensino fundamental (53%). O sexo masculino representou 50,4% da amostra, e 50,9% tinham entre 12 e 14 anos (mediana: 14 anos; intervalo interquartil - IQ: 13 a 16 anos). Houve predominância de estudantes com menor nível socioeconômico (72,1%), cuja etnia era não-branca (73,2%) e cuja mãe possuía mais de oito anos de estudo (70,8%).

Mais da metade dos adolescentes avaliados encontrava-se na fase puberal da maturação sexual (67,6%) e os demais na fase pós-puberal (32,4%). Os não fumantes (97,8%) e os que não consumiram bebidas alcoólicas (95,8%) foram predominantes e 54,9% dos indivíduos foram considerados fisicamente ativos.

A RI foi confirmada em 25,3% da população e foi mais comum no sexo feminino, nos adolescentes com idade entre 12 e 14 anos, naqueles que não consumiam bebidas alcoólicas e em indivíduos classificados como fisicamente inativos. A Tabela 1 exibe a distribuição da RI de acordo com fatores demográficos, socioeconômicos (Nível 1) e comportamentais (Nível 2). A Tabela 2 apresenta a associação entre o índice HOMA-IR e as variáveis antropométricas e bioquímicas (Nível 3). Houve associação significativa para todas as variáveis analisadas, exceto o LDL-C. Em relação à ingestão de energia e macronutrientes (Nível 4), foram evidenciadas associações inversas entre a RI e a maioria dos componentes alimentares na análise não ajustada (Tabelas 3 e 4).

Após os ajustes estatísticos realizados de acordo com o modelo hierárquico pré-estabelecido, a variável que permaneceu significativamente associada à RI no Nível 1 foi a faixa etária; nenhuma das variáveis do nível 2 foi significativamente associada ao resultado; no nível 3, o índice antropométrico IMC/I e os marcadores bioquímicos TG e HDL-C permaneceram estatisticamente significantes; e no nível 4, a ingestão

de energia, lipídios totais, gordura poliinsaturada e gordura monoinsaturada apresentaram associação estatisticamente significativa com o desfecho (Tabela 5).

DISCUSSÃO

Estudos que abordam a associação entre RI (medida pelo índice HOMA-IR) e variáveis relacionadas a desfechos metabólicos e consumo de alimentos entre adolescentes brasileiros

são escassos na literatura. As pesquisas geralmente se concentram na ocorrência da síndrome metabólica e seus fatores associados, evento frequentemente observado nesses indivíduos, com taxas que variam de 3,4 a 45,5%, dependendo dos critérios diagnósticos.^{1,22}

Pesquisadores recomendam o uso do índice HOMA-IR para avaliar a RI em investigações epidemiológicas.^{5,23} No entanto, não há consenso na literatura sobre o ponto de corte a ser utilizado em adolescentes, o que leva a variações na prevalência

Tabela 1 Prevalência de resistência à insulina em adolescentes, segundo fatores demográficos, socioeconômicos e comportamentais. Erica-Recife, 2013-2014.

Variáveis	Resistência à insulina			RP(IC95%)	p-valor
	n observado	n estimado	%		
Nível 1 - Demográfico/socioeconômico					
Sexo					
Masculino	89	11498	23,0	Ref.	0,156*
Feminino	182	13668	27,8	1,21 (0,92, 1,57)	
Faixa etária					
15-17 anos	100	9730	20,0	Ref.	0,001†
12-14 anos	171	15435	30,6	1,53 (1,21, 1,93)	
Etnia					
Branco	67	6353	23,8	Ref.	0,393
Outros	201	19151	26,4	1,10 (0,87, 1,40)	
Maturação sexual					
Pós-puberdade	86	7668	23,8	Ref.	0,597
Puberdade	184	17445	26,0	1,09 (0,78, 1,52)	
Escolaridade materna					
>8 anos	140	17045	24,3	Ref.	0,677
≤ 8 anos	65	7593	26,2	1,08 (0,74, 1,57)	
Nível socioeconômico					
Alto	49	6608	23,9	Ref.	0,956
Baixo	136	17210	24,1	1,01 (0,73, 1,38)	
Nível 2 - Comportamental					
Tabagismo					
Sim	3	487	22,5	Ref.	0,827
Não	268	24782	25,5	1,13 (0,35, 3,59)	
Consumo de álcool					
Sim	9	529	12,6	Ref.	0,121*
Não	240	23939	25,2	1,98 (0,82, 4,79)	
Nível de atividade física					
Ativo	118	12345	22,7	Ref.	0,178*
Inativo	137	12542	28,0	1,23 (0,90, 1,68)	

RP: razão de prevalência; IC95%: intervalo de confiança de 95%; Ref: referência (1,00); * p < 0,20; † p < 0,05 (regressão de Poisson simples).

de RI relatada.^{1,5,24} No presente estudo, foi adotado o percentil 75 do índice HOMA-IR, que correspondeu ao valor de 2,27. Esse ponto de corte é inferior àquele de 3,16 recomendado pela I Diretriz para Prevenção da Aterosclerose na Infância e Adolescência,¹³ frequentemente utilizado em estudos brasileiros que relatam taxas de prevalência de RI semelhantes ou inferiores à identificada na presente investigação (10 a 29%).^{1,22,25}

Em estudo realizado por Li et al.²⁴ envolvendo adolescentes norte-americanos com idades entre 12 e 19 anos participantes da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição de 2005-2006 (*National*

Health and Nutrition Examination Survey - NHANES), o uso do percentil 75 do índice HOMA-IR evidenciou uma menor taxa de prevalência de RI quando comparada a encontrada na presente amostra (8,7 vs. 25,3%). Ressalta-se, no entanto, que a amostra do NHANES era representativa de todo o país e a população do presente estudo era representativa apenas da capital do estado de Pernambuco. Além disso, os autores citados não relataram o ponto de corte correspondente ao percentil 75 do índice.

Analisando uma amostra representativa de 2.716 adolescentes coreanos entre 10 e 20 anos, usando o percentil 95 do

Tabela 2 Prevalência de resistência à insulina em adolescentes segundo fatores antropométricos e bioquímicos. Erica-Recife, 2013 - 2014.

Variáveis	Resistência à insulina			RP(IC95%)	p-valor
	n observado	n estimado	%		
Nível 3 - Antropométrico/Bioquímico					
IMC/l					
Sem excesso de peso	122	10935	15,5	Ref.	<0,001‡
Sobrepeso	73	6536	35,4	2,28 (1,65, 3,15)	
Obesidade	76	7695	73,7	4,74 (3,53, 6,36)	
CC					
Normal	202	17776	20,1	Ref.	<0,001‡
Alto	69	7433	68,5	3,40 (2,61, 4,43)	
RCE					
Normal	176	16074	19,0	Ref.	<0,001‡
Obesidade abdominal	95	9135	62,3	3,27 (2,37, 4,52)	
Colesterol total					
Desejável	122	11906	21,8	Ref.	0,077*
Limítrofe	73	6996	28,2	1,29 (0,92, 1,79)	
Alto	76	6264	31,6	1,45 (1,03, 2,01)	
LDL-C					
Desejável	184	17525	24,1	Ref.	0,542
Limítrofe	74	6497	29,7	1,23 (0,84, 1,80)	
Alto	13	1150	24,5	1,01 (0,61, 1,68)	
HDL-C					
Desejável	105	8526	17,1	Ref.	<0,001‡
Baixo	166	16639	33,7	1,97 (1,54, 2,50)	
TG					
Desejável	171	15127	18,6	Ref.	<0,001‡
Limítrofe	41	4201	44,7	2,39 (1,79, 3,20)	
Alto	59	5837	67,3	3,61 (2,84, 4,58)	

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança de 95%; IMC /l: índice de massa corporal por idade; Ref: referência (1,00); CC: circunferência da cintura; RCE: relação cintura-estatura; LDL-C: lipoproteína de baixa densidade; HDL-C: lipoproteína de alta densidade; TG: triglicerídeos; *p<0,20; †p<0,05; ‡p<0,001 (regressão de Poisson simples).

HOMA-IR, Yi et al.⁵ encontraram uma menor prevalência de RI (9,8%), sendo maior no sexo masculino (10,9%) do que no feminino (8,6%). Por outro lado, no presente estudo, esse distúrbio afetou mais adolescentes do sexo feminino, o que está de acordo com os achados de outros estudos, apesar dos diferentes pontos de corte utilizados para o índice HOMA-IR.^{1,22,23} A distinção na distribuição entre os sexos se deve a diferenças nas mudanças da composição corporal entre meninos e meninas e na ação de hormônios característicos da fase de maturação sexual.²² Apesar disso, não foi encontrada associação significativa entre os estágios da maturação sexual e o HOMA-IR no presente estudo. Em contrapartida, indivíduos mais jovens (12 a 14 anos) apresentaram maior frequência de RI, e essa associação permaneceu significativa após os ajustes estatísticos. A ocorrência desse evento em indivíduos mais jovens, provavelmente nos estágios iniciais da puberdade, pode ser explicada pelo fato de que a RI aumenta como resposta fisiológica à puberdade e

ao avanço da idade, retornando aos níveis basais após o estirão de crescimento.¹

Na análise não ajustada, os adolescentes que não consumiram álcool foram mais afetados pela RI. No entanto, esse achado pode ter sido devido ao maior número de não alcoólistas na amostra. Embora o consumo de quantidades moderadas de álcool possa levar a uma melhora na sensibilidade à insulina em adultos,²⁶ esse comportamento não deve ser adotado como uma medida para melhorar a síndrome metabólica em adolescentes.

Uma porcentagem maior de indivíduos fisicamente inativos teve diagnóstico de RI. Esse fato é preocupante, pois um estilo de vida sedentário contribui diretamente para o ganho de peso, que é o principal fator de risco para a RI.⁵ Por outro lado, a prática regular de atividade física de intensidade moderada pode melhorar a resposta à insulina por até 48 horas após o treinamento físico,²⁷ ajudar a manter um peso corporal ideal e melhorar a qualidade física e psicológica na adolescência e idade adulta.

Tabela 3 Prevalência de resistência à insulina em adolescentes de acordo com a ingestão de energia e carboidratos. Erica-Recife, 2013 - 2014.

Variáveis	Resistência à insulina			RP(IC95%)	p-valor
	n observado	n estimado	%		
Nível 4 - Consumo de alimentos					
Consumo de energia (kcal)					
<1761,44	89	8953	38,3	2,17 (1,56, 3,01)	<0,001†
1761,44-2422,74	71	5755	24,7	1,40 (0,93, 2,11)	
2422,74-3237,17	63	5713	22,3	1,26 (0,91, 1,73)	
>3237,17	48	4744	17,6	Ref.	
Carboidratos (g)					
<230,8	90	8417	34,9	1,88 (1,33, 2,67)	<0,001†
230,8-320,8	72	6303	27,1	1,46 (0,93, 2,28)	
320,8-434,5	51	4798	18,5	Ref.	
>434,5	58	5647	21,7	1,17 (0,76, 1,79)	
Açúcar refinado (g)					
<86,1	76	7495	29,3	1,46 (0,97, 2,21)	0,097*
86,1-137,3	83	7272	28,5	1,42 (0,99, 2,03)	
137,3-195,4	59	5383	23,4	1,17 (0,67, 2,03)	
>195,4	53	5015	20,0	Ref.	
Açúcar adicionado (g)					
<60,8	80	8308	32,9	1,61 (1,07, 2,40)	0,126*
60,8-104,4	68	6188	24,7	1,21 (0,85, 1,72)	
104,4-163,0	71	5646	23,2	1,13 (0,70, 1,82)	
>163,0	52	5024	20,4	Ref.	

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança de 95%; Ref: referência (1,00); * p <0,20; †p<0,05; ‡p<0,001 (regressão de Poisson simples).

Tabela 4 Prevalência de resistência à insulina em adolescentes de acordo com a ingestão de gorduras. Erica-Recife, 2013-2014.

Variáveis	Resistência à insulina			RP(IC95%)	p-valor
	n _{observado}	n _{estimado}	%		
Nível 4 - Consumo de alimentos					
Lipídios totais (g)					
<54,5	83	8369	35,6	1,76 (1,20, 2,57)	0,028†
54,5–80,3	79	6320	26,4	1,30 (0,89, 1,92)	
80,3–115,9	55	5371	20,3	1,01 (0,65, 1,55)	
>115,9	54	5105	20,2	Ref.	
Gordura saturada (g)					
<18,8	82	8015	34,5	1,83 (1,21, 2,78)	0,032†
18,8–27,9	71	6384	25,9	1,37 (0,86, 2,21)	
27,9–42,9	67	5892	23,2	1,23 (0,80, 1,89)	
>42,9	51	4874	18,7	Ref.	
Gordura poliinsaturada (g)					
<8,7	82	7726	33,8	1,53 (1,01, 2,30)	0,199*
8,7–13,5	70	5523	23,3	1,05 (0,69, 1,60)	
13,5–22,0	63	6229	23,1	1,04 (0,72, 1,50)	
>22,0	56	5687	22,1	Ref.	
Ômega-6 (g)					
<7,6	81	7601	33,3	1,51 (0,98, 2,32)	0,235
7,6–11,8	70	5651	23,7	1,07 (0,75, 1,51)	
11,8–19,2	63	5916	22,1	Ref.	
>19,2	57	5997	23,3	1,05 (0,71, 1,55)	
Ômega-3 (g)					
<0,9	78	7331	32,8	1,52 (1,01, 2,29)	0,221
0,9–1,4	64	5284	21,5	Ref.	
1,4–2,3	73	6771	24,7	1,14 (0,73, 1,79)	
>2,3	56	5779	23,1	1,07 (0,70, 1,62)	
Gordura monoinsaturada (g)					
<17,5	87	8346	35,7	1,86 (1,27, 2,71)	0,027†
17,5–26,4	72	5989	24,9	1,29 (0,91, 1,85)	
26,4–38,9	62	5878	22,6	1,17 (0,77, 1,77)	
>38,9	50	4951	19,2	Ref.	
Colesterol dietético (g)					
<140,1	69	6920	30,0	1,35 (0,81, 2,26)	0,484
140,1–228,3	76	6799	27,3	1,23 (0,88, 1,71)	
228,3–396,4	58	5723	22,5	1,01 (0,71, 1,43)	
>396,4	68	5724	22,1	Ref.	
Gordura trans (g)					
<1,0	74	7290	28,6	1,33 (0,96, 1,84)	0,353
1,0–1,7	69	6137	25,3	1,18 (0,92, 1,52)	
1,7–3,1	68	6393	26,0	1,21 (0,82, 1,79)	
>3,1	60	5345	21,4	Ref.	

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança de 95%; Ref: referência (1,00); *p <0,20; †p<0,05; ‡p<0,001 (regressão de Poisson simples).

Tabela 5 Razões de prevalência ajustadas de resistência à insulina em adolescentes de acordo com variáveis explicativas. Erica-Recife, 2013-2014.

Níveis/variáveis	Resistência à insulina				p-valor
	Análise bruta		Análise ajustada		
	RP	CI95%	RP	CI95%	
Nível 1 - Demográfico/socioeconômico					
Faixa etária					
15 - 17 anos	Ref.		Ref.		
12 - 14 anos	1,53	(1,21, 1,93)	1,54	(1,23, 1,95)	0,001*
Nível 3 - Antropométrico/Bioquímico					
IMC/I					
Sem excesso de peso	Ref.		Ref.		
Sobrepeso	2,28	(1,65, 3,15)	1,92	(1,34, 2,75)	0,001*
Obesidade	4,74	(3,53, 6,36)	3,14	(2,22, 4,46)	<0,001†
TG					
Desejável	Ref.		Ref.		
Limítrofe	2,39	(1,79, 3,20)	1,67	(1,23, 2,26)	0,002*
Alto	3,61	(2,84, 4,58)	2,13	(1,71, 2,67)	<0,001†
HDL-C					
Desejável	Ref.		Ref.		
Baixo	1,97	(1,54, 2,50)	1,51	(1,0, 2,28)	0,050*
Nível 3 - Consumo de alimentos					
Consumo de energia (kcal)					
<1761,44	2,17	(1,56, 3,01)	4,23	(1,32, 13,5)	0,016*
1761,44–2422,74	1,40	(0,93, 2,11)	2,79	(0,93, 8,29)	0,064
2422,74–3237,17	1,26	(0,91, 1,73)	2,35	(1,11, 4,99)	0,027*
>3237,17	Ref.		Ref.		
Lipídios totais (g)					
<54,5	1,76	(1,20, 2,57)	0,53	(0,17, 1,61)	0,256
54,5–80,3	1,30	(0,89, 1,92)	0,71	(0,28, 1,78)	0,463
80,3–115,9	1,01	(0,65, 1,55)	0,40	(0,17, 0,91)	0,032*
>115,9	Ref.		Ref.		
Gordura poliinsaturada (g)					
<8,7	1,53	(1,01, 2,30)	0,66	(0,38, 1,15)	0,144
8,7–13,5	1,05	(0,69, 1,60)	0,57	(0,37, 0,87)	0,012*
13,5–22,0	1,04	(0,72, 1,50)	0,92	(0,60, 1,42)	0,718
>22,0	Ref.		Ref.		
Gordura monoinsaturada (g)					
<17,5	1,86	(1,27, 2,71)	1,40	(0,52, 3,78)	0,488
17,5–26,4	1,29	(0,91, 1,85)	1,05	(0,40, 2,73)	0,914
26,4–38,9	1,17	(0,77, 1,77)	1,78	(1,02, 3,08)	0,040*
>38,9	Ref.		Ref.		

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança de 95%; Ref.: Referência (1,00); IMC/I: índice de massa corporal por idade; TG: triglicerídeos; HDL-C: lipoproteína de alta densidade; *p<0,05; † p <0,001 (regressão de Poisson com ajuste robusto da variância). Nível 1 ajustado para estágio de maturação sexual. O nível 3 foi ajustado para variáveis do nível 1 e estágio de maturação sexual. O nível 4 foi ajustado pelas variáveis dos níveis 1 e 3 e estágio de maturação sexual.

Adolescentes com sobrepeso e obesos tiveram uma taxa de prevalência de RI três vezes maior em comparação aos adolescentes sem excesso de peso. Segundo Lavrador et al.,²⁸ a RI está fortemente associada à gravidade da obesidade, e um gradiente dose-resposta pode ser inferido a partir dessa associação.

O tipo de distribuição de gordura corporal também pode determinar o desenvolvimento da RI, com maior risco observado principalmente entre indivíduos com gordura acumulada na região visceral ou abdominal, a qual concentra maior quantidade de células que ativam o estado inflamatório, contribuindo para a RI.²⁶ Em um estudo transversal usando o percentil 75 como ponto de corte para 486 crianças e adolescentes de 5 a 15 anos, Burrows et al.²⁹ encontraram associação direta entre o índice HOMA-IR e a CC; os autores também identificaram níveis inadequados de TG e HDL-C, o que está de acordo com os presentes achados. Ao avaliar adolescentes brasileiros entre 10 e 19 anos com o HOMA-IR subdivididos em percentis, Rocco et al.³⁰ descobriram que um percentil mais alto do índice denotava um risco maior para as demais variáveis metabólicas analisadas. Da mesma forma, Gobato et al.¹ analisaram a distribuição do HOMA-IR em tercis e verificaram que a média de todos os indicadores de composição corporal avaliados no estudo, incluindo IMC e CC, aumentou com o aumento dos escores do HOMA-IR.

As associações encontradas entre o índice HOMA-IR e o TG e o HDL-C na análise ajustada podem ter ocorrido porque o sobrepeso e a obesidade causam um aumento no número de adipócitos, liberando, conseqüentemente, ácidos graxos livres na corrente sanguínea.²⁶ Além disso, a RI aumenta os níveis séricos de LDL-C, resultando em concentrações reduzidas de HDL-C, cuja ativação depende da degradação do LDL-C.¹

Este estudo demonstrou uma associação inversa entre o consumo de energia e a RI. Em relação ao consumo de gorduras totais e poliinsaturadas, foi identificado um efeito protetor. Por outro lado, o consumo de gorduras monoinsaturadas não mostrou benefícios em termos de menor prevalência do desfecho, semelhante ao estudo de Kahleova et al., em 2019.⁴

Os dados epidemiológicos sobre a influência da dieta na RI em adolescentes são escassos na literatura, e essa questão requer maiores esclarecimentos. Em um estudo transversal com 100 adolescentes do sexo feminino, com idades entre 12 e 14 anos, matriculadas em escolas públicas da cidade de Viçosa (sudeste do Brasil), Faria et al.²⁵ encontraram maior ingestão de gordura saturada entre as adolescentes sem síndrome metabólica, que foi o desfecho analisado. Segundo os autores, esse achado pode ter sido devido ao viés de informação, pois os adolescentes com excesso de peso geralmente

subestimam seu consumo atual de gorduras, ou devido a uma causalidade reversa (por exemplo, adolescentes com sobrepeso e obesidade podem estar em dieta para perda ponderal), fatores que também devem ser levados em consideração na interpretação dos dados alimentares relatados na presente investigação. Por outro lado, os efeitos nocivos do consumo excessivo de alimentos ricos em açúcar refinado, bem como gorduras saturadas e trans, estão bem estabelecidos na literatura.^{3,4,25} Os hábitos alimentares inadequados combinados à inatividade física favorecem o excesso de peso e o estabelecimento de uma condição pró-inflamatória que contribui para o desenvolvimento da RI.^{3,4}

O presente estudo envolveu uma amostra representativa de adolescentes e descreveu dados de um local onde não há pesquisas prévias referentes ao tema. No entanto, algumas limitações devem ser consideradas. O delineamento transversal não permite determinar as relações de causa e efeito. A realização de apenas um registro dietético de 24 horas revela apenas o consumo atual, o que também impossibilita a determinação da causalidade. Além disso, o uso de dados auto relatados pode aumentar o risco de viés de informação. Outro fator a considerar foram os diferentes pontos de corte utilizados para o HOMA-IR nos artigos consultados, o que dificulta a comparação dos resultados.

Em síntese, os achados revelam que a RI foi prevalente na população analisada. Essa é uma questão preocupante, pois a amostra consistiu de indivíduos em estágios precoces da vida. As associações entre o índice HOMA-IR e as variáveis relacionadas aos desfechos metabólicos possibilitaram o reconhecimento dos fatores mais ligados à RI, os quais podem auxiliar na implementação de estratégias de saúde pública para prevenção desse distúrbio em adolescentes, fortalecendo ações direcionadas ao enfrentamento das condições predisponentes, especialmente o excesso de peso. Estudos adicionais sobre o consumo de alimentos nessa faixa etária são necessários e devem levar em consideração comportamentos e hábitos alimentares de maneira mais global, para assim permitir um melhor reconhecimento das características dos alimentos que representam um risco para o desenvolvimento de RI e distúrbios metabólicos na adolescência.

Financiamento

Este trabalho foi financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Brasil (parecer nº 01090421) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil (pareceres nº 565037 / 2010-2 e 405.009 / 2012-7).

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Gobato AO, Vasques AC, Zambon MP, Barros Filho AZ, Hessel G. Metabolic syndrome and insulin resistance in obese adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2014;32:52-65. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-05822014000100010>
- Conde WL, Monteiro CA. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil. *Am J Clin Nutr.* 2014;100:1617S-22S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084764>
- White J, Jago R, Thompson JL. Dietary risk factors for the development of insulin resistance in adolescent girls: a 3-year prospective study. *Public Health Nutr.* 2014;17:361-8. <https://doi.org/10.1017/S1368980012004983>
- Kahleova H, Hlozkova A, Fleeman R, Fletcher K, Holubkov R, Barnard ND. Fat quantity and quality, as part of a low-fat, vegan diet, are associated with changes in body composition, insulin resistance, and insulin secretion. A 16-week randomized controlled trial. *Nutrients.* 2019;11:E615. <https://doi.org/10.3390/nu11030615>
- Yi KH, Hwang JS, Kim EY, Lee SH, Kim DH, Lim JS. Prevalence of insulin resistance and cardiometabolic risk in Korean children and adolescents: a population-based study. *Diabetes Res Clin Prac.* 2014;103:106-13. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.10.021>
- Vasconcellos MT, Silva PL, Szklo M, Kuschnir MC, Klein KH, Abreu GA, et al. Sampling design for the Study of Cardiovascular Risk in Adolescents (ERICA). *Cad Saude Publica.* 2015;31:921-30. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00043214>
- 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;15:94. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1442-x>
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Dados com base no Levantamento Sócio Econômico 2010. São Paulo: ABEP; 2010.
- World Health Organization. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: WHO; 2007.
- International Diabetes Federation. IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. Brussels: IDF; 2007.
- Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005;56:303-7. <https://doi.org/10.1080/09637480500195066>
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 1972;18:499-502.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência. *Arq Bras Cardiol.* 2005;5 (Suppl. 6):3-36. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2005002500001>
- Andrade MI, Oliveira JS, Leal VS, Lima NM, Costa EC, Aquino NB, et al. Identification of cutoff points for Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance index in adolescents: systematic review. *Rev Paul Pediatr.* 2016;34:234-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2016.01.004>
- Baba R, Koketsu M, Nagashima M, Tamakoshi A, Inasaka H. Role of insulin resistance in non-obese adolescents. *Nagoya J Med Sci.* 2010;72:161-6.
- Conway JM, Ingwersen LA, Vinyard BT, Moshfegh AJ. Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr.* 2003;77:1171-8. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1171>
- Brazil - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009: Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
- Brazil - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
- Tanner JM. Growth at adolescence. In: Malina RM, Bouchard C, editor. Growth, maturation, and physical activity. Champaign: Human Kinetics Books; 1991.
- Kann L, Kinchen S, Shanklin SL, Flint KH, Kawkins J, Harris WA, et al. Youth risk behavior surveillance - United States, 2013. *MMWR Suppl.* 2014;63:1-168.
- Guedes DP, Lopes CC, Guedes JE. Reproducibility and validity of International Physical Activity Questionnaire in adolescents. *Rev Bras Med Esp.* 2005;11:151-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000200011>
- 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 Metab.* 2014;58:610-8. <http://dx.doi.org/10.1590/0004-273000002613>
- Silva CC, Zambon MP, Vasques AC, Camilo DF, Rodrigues AM, Góes MA, et al. Homeostatic model assessment of adiponectin (HOMA-Adiponectin) as a surrogate measure of insulin resistance in adolescents: comparison with the hyperglycaemic clamp and homeostatic model assessment of insulin resistance. *PLoS One.* 2019;14:e0214081. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214081>
- Li C, Ford ES, Zhao G, Mokdad AH. Prevalence of pre-diabetes and its association with clustering of cardiometabolic risk factors and hyperinsulinemia among U.S. adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2006. *Diabetes Care.* 2009;32:342-7. <https://doi.org/10.2337/dc08-1128>
- Faria ER, Faria FR, Pinto CA, Franceschini SC, Peluzio MC, Priore SE. Consumo alimentar e síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino. *RASBRAN.* 2014;6:21-8.

26. Yokoyama H. Beneficial effects of ethanol consumption on insulin resistance are only applicable to subjects without obesity or insulin resistance; drinking is not necessarily a remedy for metabolic syndrome. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8:3019-31. <https://doi.org/10.3390/ijerph8073019>
27. Keshel TE, Coker RH. Exercise training and insulin resistance: a current review. *J Obes Weight Loss Ther*. 2015;5:55-003. <https://doi.org/10.4172/2165-7904.S5-003>
28. Lavrador MS, Abbas PT, Escrivão MA, Taddei JA. Cardiovascular risks in adolescents with different degrees of obesity. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96:205-11. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2010005000166>
29. Burrows RA, Leiva LB, Weisstaub G, Lera LM, Albala CB, Blanco E. High HOMA-IR, adjusted for puberty, relates to the metabolic syndrome in overweight and obese Chilean youths. *Pediatr Diabetes*. 2011;12:212-8. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2010.00685.x>
30. Rocco ER, Mory DB, Bergamim CS, Valente F, Miranda VL, Frederico B, et al. Optimal cutoff points for body mass index, waist circumference and HOMA-IR to identify a cluster of cardiometabolic abnormalities in normal glucose-tolerant Brazilian children and adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2011;55:638-45. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302011000800020>