



ARTIGO ORIGINAL

## Estado nutricional, alterações metabólicas e células brancas na adolescência<sup>☆</sup>

Thatianne Moreira Silva Oliveira<sup>a,\*</sup>, Franciane Rocha de Faria<sup>a</sup>, Eliane Rodrigues de Faria<sup>b</sup>, Patrícia Feliciano Pereira<sup>a</sup>, Sylvia C.C. Franceschini<sup>a</sup>, Silvia Eloiza Priore<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil

<sup>b</sup>Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, ES, Brasil

Recebido em 10 de fevereiro de 2014; aceito em 23 de abril de 2014

### PALAVRAS-CHAVE

Obesidade;  
Adolescente;  
Fatores de risco;  
Contagem de  
leucócitos

### Resumo

**Objetivo:** Analisar a relação entre as células brancas do sangue periférico e as alterações metabólicas e estado nutricional de adolescentes com e sem excesso de peso e gordura corporal.

**Métodos:** Avaliou-se, em estudo transversal, o Índice de Massa Corporal (IMC) e o percentual de gordura corporal (%GC) em 362 adolescentes de 15 a 19 anos de idade, de ambos os sexos. Os critérios gerais de inclusão foram: ter aceitado participar da pesquisa e assinado o termo de consentimento livre e esclarecido. Os critérios de exclusão foram: relatar a presença de doenças crônicas ou infecciosas; usar medicamentos que pudessem causar alteração nos exames bioquímicos; ter engravidado; ter participado de programas de redução e controle de peso; usar diuréticos/laxantes ou usar marca-passo. Realizou-se leucograma, contagem de plaquetas, ácido úrico, glicemia de jejum, insulina e perfil lipídico. Utilizaram-se os testes Kolmogorov-Smirnov, t de Student ou Mann Whitney, correlação de Pearson ou de Spearman e qui-quadrado, considerando significante  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Excesso de peso foi verificado em 20,7% dos adolescentes. O colesterol total (CT) apresentou maior porcentagem de inadequação (52,2%), seguido da lipoproteína de alta densidade (HDL) (38,4%). Encontraram-se correlações positivas entre células brancas e lipídeos séricos, insulina, gordura corporal e IMC. Os monócitos apresentaram correlação negativa com IMC e os bastonetes com IMC, gordura corporal e insulina.

**Conclusões:** O estado nutricional está relacionado com um quadro inflamatório, sendo que adolescentes com excesso de peso e/ou de gordura corporal apresentaram maiores quantidades de células brancas.

© 2014 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

<sup>☆</sup>Estudo conduzido na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

\*Autor para correspondência.

E-mail: tms0282@yahoo.com.br (T.M.S. Oliveira).

**KEYWORDS**

Obesity;  
Adolescent;  
Risk factors;  
Leukocyte count

**Nutritional status, metabolic changes and white blood cells in adolescents****Abstract**

**Objective:** To analyze the relationship between the peripheral blood white cells, metabolic changes, and nutritional status of adolescents with and without excess weight and body fat.

**Methods:** This cross-sectional study evaluated the body mass index (BMI) and percentage body fat (%BF) in 362 adolescents from 15 to 19 years of age, of both sexes. White blood cell count, platelet count, uric acid, fasting glucose, insulin, and lipid profile were measured. The inclusion criteria were agreement to participate in the study and signature of the informed consent. Exclusion criteria were: presence of chronic or infectious disease; use of medications that could cause changes in biochemical tests; pregnancy; participation in weight reduction and weight control programs; use of diuretics and laxatives; or the presence of a pacemaker. The following statistical tests were applied: Kolmogorov-Smirnov test, Student's *t* or Mann-Whitney test, Pearson or Spearman correlation tests, and chi-squared test, considering  $p < 0.05$ .

**Results:** Overweight was observed in 20.7% of adolescents. The total cholesterol (TC) had a higher percentage of inadequacy (52.2%), followed by high-density lipoprotein (HDL) (38.4%). There was a positive correlation between white cells and serum lipids, insulin, body fat, and BMI. Monocytes were negatively correlated with BMI, and rods with BMI, body fat, and insulin.

**Conclusions:** Nutritional status is related to an inflammatory process, and adolescents with excess weight or body fat presented higher amounts of white blood cells.

© 2014 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

**Introdução**

A adolescência corresponde à fase da vida entre a infância e a idade adulta, dos 10 aos 19 anos de idade, período em que ocorrem transformações físicas, psicológicas e sociais, apresentando como foco o crescimento, com o aumento do peso e da estatura e a maturação sexual.<sup>1,2</sup>

Esta fase é um dos períodos críticos para o aparecimento da obesidade. Aproximadamente 70% dos adultos obesos começaram a ganhar peso no período da adolescência.<sup>4</sup> Embora, a obesidade esteja associada a numerosas complicações médicas em adultos, as implicações da obesidade na criança e no adolescente ainda não estão claramente definidas.<sup>3,4</sup>

A prevalência da obesidade apresenta números cada vez mais altos. Estima-se que, para 2030, haja aumento de 25 e 32% nos casos de sobrepeso e obesidade, respectivamente, em todo o mundo.<sup>5</sup> Segundo a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS), a obesidade atinge todas as faixas de idade.<sup>5</sup> Entretanto, nas últimas décadas o número de adolescentes obesos aumentou cerca de 70% nos Estados Unidos e 240% no Brasil.<sup>5,6</sup>

A obesidade, que deve ser considerada como uma condição de baixo nível inflamatório, é um estado pró-inflamatório com hipertrofia e hiperplasia de adipócitos relacionados a alterações metabólicas e cardiovasculares como diabetes melito tipo 2, hipertensão arterial, arterosclerose, dislipidemias, processos inflamatórios agudos e crônicos. Isso se deve ao fato do tecido adiposo branco produzir citocinas ou adipocitocinas envolvidas nesse processo.<sup>7-10</sup>

As células brancas ou leucócitos são células de defesa do sistema imunológico e estão intimamente ligadas ao perfil trombogênico e inflamatório, sendo a contagem das mesmas relacionadas às alterações metabólicas e cardiovasculares causadas pela obesidade.<sup>11,12</sup> A alteração das concentrações dos lipídios séricos pode levar a formação de trombos no interior de artérias e veias, levando a agregação de marcadores inflamatórios como as plaquetas e leucócitos.<sup>7,13</sup> Os níveis de neutrófilos e eosinófilos, bem como monócitos e linfócitos, em crianças obesas, podem ser importantes na compreensão da evolução da inflamação e doenças.

Portanto, o objetivo deste estudo é correlacionar células brancas do sangue às alterações metabólicas e ao estado nutricional, em adolescentes com e sem excesso de peso e de gordura corporal.

**Método**

O estudo é do tipo transversal realizado na cidade de Viçosa-MG, entre 2011 e 2012, com adolescentes de 15 a 19 anos de idade, de ambos os sexos, matriculados em escolas públicas e particulares da zona urbana do município.

A amostra com 362 adolescentes foi calculada por meio do *software Epi Info* versão 6.04, a partir de fórmula específica para estudos transversais. Considerou-se a população de 3608 adolescentes na faixa etária de estudo, prevalência de 50%, visto o estudo considerar como desfecho múltiplos fatores de risco cardiovascular, variabilidade aceitável de 5% e nível de confiança de 95%.

Os adolescentes foram escolhidos por meio de sorteio. A seleção da amostra ocorreu em todas as escolas de ensino médio do município. Os diretores foram contatados e tiveram esclarecimento quanto aos objetivos e metodologia do projeto, sendo solicitada autorização para convidar os adolescentes. Foram entregues os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido para que os responsáveis pelos alunos menores de 18 anos interessados em participar assinassem ou os próprios assinassem, no caso dos maiores de idade, e pudessem participar do estudo.

A triagem para seleção de voluntários aptos foi feita conforme os critérios gerais de inclusão, sendo eles: ter entre 15 e 19 anos; ter aceitado participar da pesquisa, ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido. Como critérios de exclusão foram considerados: relatar a presença de doenças crônicas ou infecciosas; usar regularmente medicamentos que pudessem causar alteração nos exames bioquímicos; ter engravidado; ter participado de programas de redução e de controle de peso; usar diuréticos/laxantes ou usar marca-passo.

A avaliação antropométrica foi realizada por nutricionistas na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O peso foi obtido por balança portátil digital eletrônica com capacidade máxima de 150 kg. A estatura foi determinada utilizando-se antropômetro vertical, com extensão de 2,13. A leitura foi feita em duplicata, utilizando-se o valor médio dos dois valores obtidos na medição. Com os dados obtidos, calculou-se o índice de massa corporal (IMC), e através desse, observou-se os percentis correspondentes, de acordo com a idade e o sexo, para classificação do estado nutricional dos adolescentes, segundo proposta da *World Health Organization* (WHO).<sup>14</sup>

Para avaliar o percentual de gordura corporal, utilizou-se bioimpedância elétrica tetrapolar vertical com oito eletrodos táteis. O exame foi realizado no período da manhã, com os participantes em jejum de 12 horas e de acordo com o protocolo de avaliação.<sup>15</sup> O percentual de gordura corporal foi analisado segundo a classificação proposta por Lohman.<sup>16</sup>

Utilizou-se uma fita métrica inelástica com extensão de 2 metros para aferir o perímetro da cintura, obtido na menor circunferência horizontal, e o perímetro do quadril, sendo ambas as medidas aferidas em duplicata, utilizando-se a média entre os dois valores.

Para a avaliação bioquímica, realizaram-se, no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da UFV, os exames de leucograma e contagem de plaquetas, ácido úrico, glicemia de jejum, insulina e perfil lipídico (colesterol total - CT; triglicerídeos - TG; LDL; HDL e VLDL). As amostras, com 12mL de volume de sangue, foram colhidas com material descartável, por punção venosa, no período da manhã, estando os adolescentes em jejum de 12 horas. O leucograma com contagem de plaquetas foi dosado pelo método citometria de fluxo e o ácido úrico pelo método colorimétrico enzimático, com automação pelo equipamento *Cobas Mira Plus* (Roche Corp.) e classificado de acordo com o sexo e idade, conforme os valores de referência do kit *Bioclin-Quibasa*, utilizado no laboratório, sendo para o sexo masculino 2,0-7,0mg/dL e, para o feminino, 1,5-6,0mg/dL<sup>17</sup>. Os pontos de corte utilizados na classificação de dislipidemias foram os preconizados

pela I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência.<sup>18</sup>

Considerou-se glicemia de jejum alterada valores  $\geq 100$ mg/dL, segundo a recomendação da *American Diabetes Association*.<sup>19</sup> Para análise da hiperinsulinemia, foi considerada insulina plasmática alterada de jejum  $>15\mu\text{U/mL}$ .<sup>19</sup> A resistência insulínica foi calculada por meio do HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*), sendo considerado presença de resistência insulínica valores de HOMA-IR  $\geq 3,16$ .<sup>19</sup>

Os valores encontrados pelo perímetro da cintura, e perímetro do quadril, células brancas, plaqueta e ácido úrico, foram classificados utilizando o ponto de corte maior ou igual ao percentil 90, uma vez que ainda não existem pontos de cortes definidos para adolescentes.

A pressão arterial foi aferida utilizando aparelho de pressão sanguínea automático, e os pontos de corte utilizados foram os preconizados pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, seguindo as orientações das VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial.<sup>20</sup>

Os dados foram digitados no software *Excel2007* e as análises realizadas no programa *Statistical Package for the Social Sciences*® (SPSS, versão 17.0) e no software *Epi-Info*®, versão 3.5.1. Utilizou-se os testes Kolmogorov-Smirnov; teste *t* de Student ou Mann Whitney; correlação de *Pearson* ou de *Spearman* e qui-quadrado. O valor de significância considerado foi de  $p < 0,05$ .

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV (Of. Ref. N° 0140/2010).

## Resultados

Participaram do estudo 362 adolescentes, com idade média de  $17,3 \pm 1,2$  anos. De acordo com a classificação do estado nutricional, os adolescentes foram distribuídos entre o grupo dos eutróficos e dos com excesso de peso e o grupo sem e com excesso de gordura corporal. Com relação à classificação do estado nutricional pelo IMC, o sexo feminino representou 55% do grupo dos eutróficos e 52% do grupo com excesso de peso. Já em consideração ao percentual de gordura corporal, o sexo feminino representou 29% do grupo sem excesso de gordura corporal e 79% do grupo com excesso de gordura corporal. A tabela 1 apresenta os valores das variáveis antropométricas e bioquímicas, em relação ao estado nutricional pelo IMC. Para todos os parâmetros, foram encontrados maiores valores nos adolescentes com excesso de peso, com exceção do HDL que apresentou menor valor. Leucócitos, eosinófilos, bastonetes, segmentados, linfócitos e monócitos não apresentaram diferença significativa entre os adolescentes eutróficos e com excesso de peso.

A tabela 2 apresenta os valores das variáveis antropométricas e bioquímicas, em relação ao percentual de gordura corporal. Para todas as variáveis, foram encontrados maiores valores nos adolescentes com excesso de gordura corporal, com exceção da glicose, do ácido úrico e da pressão arterial sistólica (PAS), os quais apresentaram maiores valores nos adolescentes sem excesso de gordura corporal.

A tabela 3 apresenta os valores das variáveis antropométricas e bioquímicas, em relação ao sexo. Foram encon-

**Tabela 1** Comparação da composição corporal e variáveis bioquímicas entre os grupos dos adolescentes eutróficos e com excesso de peso. Viçosa, MG, Brasil

Parâmetros	Eutróficos Média ± DP ou Mediana (Min-Máx)	Com excesso de peso Média ± DP ou Mediana (Min-Máx)	Valor de p
Peso (kg)	57,9 (36,2-88,6)	77,5 (57,5-128,7)	<0,001 <sup>a</sup>
Perímetro da cintura (cm)	73,5 (59,5-102,5)	89,0 (73,7-128,5)	<0,001 <sup>a</sup>
Perímetro do quadril (cm)	91,5 (76,0-108,5)	103,5 (89,0-137,2)	<0,001 <sup>a</sup>
%GC	21,0 (3,9-38,3)	35,1 (11,5-52,5)	<0,001 <sup>a</sup>
Triglicerídeos (mg/dL)	60,0 (20,0-209,0)	76,0 (31,0-320,0)	<0,001 <sup>a</sup>
LDL (mg/dL)	87,0 (39,4-202,8)	91,6 (40,2-153,6)	0,038 <sup>a</sup>
HDL (mg/dL)	49,9±11,7	44,9±10,5	<0,001 <sup>b</sup>
VLDL (mg/dL)	12,0 (4,0-41,8)	15,2 (6,2-64,0)	<0,001 <sup>a</sup>
CT/HDL	3,1±0,7	3,6±0,9	<0,001 <sup>b</sup>
LDL/HDL	1,8±0,6	2,2±0,7	0,001 <sup>b</sup>
Insulina (μU/mL)	7,8 (1,3-20,7)	10,4 (3,9-42,5)	<0,001 <sup>a</sup>
HOMA-IR	1,6 (0,3-4,4)	2,1 (0,7-9,3)	<0,001 <sup>a</sup>
Ácido úrico (mg/dL)	3,6±1,0	3,9±1,2	0,003 <sup>b</sup>
PAS (mmHg)	103,9±9,4	105,9±9,7	0,102 <sup>b</sup>
PAD (mmHg)	61,2±7,4	60,6±9,0	0,619 <sup>b</sup>
Leucócitos/μL	6.000 (2.700-15.900)	6.100 (2.700-10.700)	0,56 <sup>a</sup>
Eosinófilos/μL	158 (0-1.441)	177 (0-600)	0,49 <sup>a</sup>
Bastonetes/μL	0 (0-636)	0 (0-368)	0,16 <sup>a</sup>
Segmentados/μL	3.510 (1085-12.720)	3.654 (1.323-8.025)	0,46 <sup>a</sup>
Linfócitos/μL	2.000±539	2.020±527	0,78 <sup>b</sup>
Monócitos/μL	150 (0-632)	128,0 (0-582)	0,07 <sup>a</sup>
Plaquetas (mil/μL)	247±56	256±56	0,24 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>teste de Mann-Whitney<sup>b</sup>teste t de Student

%GC, percentual de gordura corporal; CT, colesterol total; LDL, low density lipoproteins; HDL, high density lipoproteins; VLDL, very low density lipoproteins

trados maiores valores de peso, glicose, ácido úrico e PAS em adolescentes do sexo masculino e as outras variáveis mostraram valores maiores no sexo feminino.

A tabela 4 apresenta a correlação entre as células brancas do sangue e plaquetas com os lipídeos séricos, gordura corporal e insulina, sendo que todas as variáveis apresentaram correlações positivas, com exceção dos monócitos que apresentaram correlação negativa com o IMC, assim como os bastonetes com o IMC, com a gordura corporal e com a insulina.

O estado nutricional dos adolescentes apresentou associação apenas com HDL ( $p<0,001$ ), triglicerídeos ( $p=0,004$ ), CT/HDL ( $p=0,001$ ) e ácido úrico ( $p=0,039$ ). O grupo dos com excesso de peso teve maior chance de apresentar baixos níveis de HDL (OR=2,43; IC 95%=1,4-4,23;  $p<0,001$ ), hipertrigliceridemia (OR=2,44; IC 95%=1,24-4,79;  $p=0,004$ ) e hiperuricemia (OR=2,1; IC 95%=0,96-4,56;  $p=0,039$ ) (tabela 5).

Apenas o perfil lipídico (CT,  $p=0,02$ ; TG,  $p<0,001$ ; LDL,  $p=0,02$  e VLDL,  $p=0,01$ ), a insulina ( $p<0,001$ ), os leucócitos ( $p=0,003$ ) e os segmentados ( $p=0,02$ ) apresentaram associação com o excesso de adiposidade; podendo os adolescentes com excesso de peso ter maior chance de apresentarem dislipidemias, hiperinsulinemia e um quadro de inflamação mais acentuado (tabela 6).

O estado nutricional dos adolescentes, com relação ao sexo, apresentou associação apenas com colesterol total ( $p<0,001$ ), bastonetes ( $p=0,07$ ), segmentados ( $p<0,001$ ) e

plaquetas ( $p=0,03$ ). O sexo feminino teve maior chance de ter hipercolesterolemia e um quadro mais agudo de inflamação, uma vez que apresentou maiores quantidades de colesterol, segmentados e plaquetas (tabela 7).

## Discussão

A Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (POF) mostrou que, entre os indivíduos do sexo masculino de 10 a 19 anos de idade, a frequência do excesso de peso passou de 3,7% (1974-75) para 21,7% (2008-09); e no feminino, o aumento do excesso de peso foi de 7,6% para 19,4% na mesma faixa etária.<sup>21</sup> O aumento da prevalência de sobrepeso e obesidade em idades cada vez mais precoces tem preocupado pesquisadores e profissionais da área de saúde, visto que o excesso de peso predispõe ao risco de doenças cardiovasculares.<sup>5</sup>

No presente estudo, observou-se que o grupo com excesso de peso apresentou maiores prevalências para uma baixa quantidade de HDL, hipertrigliceridemia, alta relação de CT/HDL e hiperuricemia.

A associação entre dislipidemia e obesidade, antes somente observada em adultos, vem sendo documentada em crianças e adolescentes. Segundo Priore *et al*,<sup>4</sup> escolares com sobrepeso apresentam probabilidade de 2,4 a 7,1 vezes maior de ter colesterol total, lipoproteína de

**Tabela 2** Comparação da composição corporal e variáveis bioquímicas entre os grupos dos adolescentes sem e com excesso de gordura corporal. Viçosa, MG, Brasil

Parâmetros	Sem excesso de GC Média ± DP ou Mediana (Min-Máx)	Com excesso de GC Média ± DP ou Mediana (Min-Máx)	Valor de p
IMC	20,5 (17,0-26,3)	22,7 (17,8-45,7)	<0,001 <sup>a</sup>
Perímetro da cintura (cm)	72,0 (59,5-98,5)	80,5 (63,0-128,5)	<0,001 <sup>a</sup>
Perímetro do quadril (cm)	89,5 (76,0-106,0)	97,0 (79,5-137,2)	<0,001 <sup>a</sup>
Triglicerídeos (mg/dL)	58,0 (20,0-189,0)	66,0 (31,0-320,0)	<0,001 <sup>a</sup>
LDL (mg/dL)	84,8 (39,4-202,8)	91,4 (40,2-201,4)	<0,001 <sup>a</sup>
VLDL (mg/dL)	11,6 (4,0-37,8)	13,2 (6,2-64,0)	<0,001 <sup>a</sup>
CT/HDL	3,1±0,7	3,4±0,8	<0,001 <sup>b</sup>
LDL/HDL	1,8±0,6	2,0±0,7	0,001 <sup>b</sup>
Glicose (mg/dL)	84,4±6,4	82,8±6,5	0,021 <sup>b</sup>
CT (mg/dL)	146,6±26,3	158,7±30,8	<0,001 <sup>b</sup>
Insulina (µU/mL)	7,0 (1,3-18,0)	9,5 (2,8-42,5)	<0,001 <sup>a</sup>
HOMA-IR	1,4 (0,2-4,1)	1,9 (0,6-9,3)	<0,001 <sup>a</sup>
Ácido úrico (mg/dL)	3,8±1,0	3,5±1,1	0,004 <sup>b</sup>
PAS (mmHg)	106,0±9,6	102,5±9,0	<0,001 <sup>b</sup>
PAD (mmHg)	60,0±7,5	62,0±7,7	0,014 <sup>b</sup>
Leucócitos/µL	5.700 (2.700-10.300)	6.300 (3.200-15.900)	<0,001 <sup>a</sup>
Eosinófilos/µL	135 (0-1.188)	184 (0-1.441)	0,004 <sup>a</sup>
Bastonetes/µL	0 (0-318)	0 (0-636)	0,029 <sup>a</sup>
Segmentados/µL	3.240 (1.085-7.828)	3.843(1.408-12.720)	<0,001 <sup>a</sup>
Linfócitos/µL	1.956±552	2.053±516	0,08 <sup>b</sup>
Monócitos/µL	159 (0-434)	134 (0-632)	0,07 <sup>a</sup>
Plaquetas (mil/µL)	2.391±55	259±55	0,001 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> teste de Mann-Whitney<sup>b</sup> teste t de Student

GC, gordura corporal; IMC, índice de massa corporal; CT, colesterol total; LDL, low density lipoproteins; HDL, high density lipoproteins; VLDL, very low density lipoprotein; PAS, Pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica.

**Tabela 3** Comparação da composição corporal e variáveis bioquímicas entre os sexos. Viçosa, MG, Brasil

Parâmetros	Feminino Média (± DP)/ Mediana (Min-Máx)	Masculino Média (± DP)/ Mediana (Min-Máx)	Valor de p
Peso (kg)	56,4 (36,2-125,3)	65,9 (40,5-128,7)	<0,001 <sup>a</sup>
Perímetro do quadril (cm)	94,2 (77,5-137,2)	92,0 (76,0-134,2)	0,014 <sup>a</sup>
%GC	28,4 (13,4-52,5)	14,2 (3,9-43,5)	<0,001 <sup>a</sup>
LDL (mg/dL)	91,0 (42,2-202,8)	84,8 (39,4-147,0)	0,001 <sup>a</sup>
HDL (mg/dL)	51,6±11,7	45,8±10,7	<0,001 <sup>b</sup>
CT (mg/dL)	159,5±30,4	144,4±25,6	<0,001 <sup>b</sup>
CT/HDL	3,2±0,77	3,29±0,5	0,307 <sup>b</sup>
LDL/HDL	1,91±0,65	1,96±0,69	0,483 <sup>b</sup>
Glicose (mg/dL)	82,5±6,3	84,8±6,6	0,001 <sup>b</sup>
Insulina (µU/mL)	8,9 (2,1-42,5)	7,6 (1,3-21,5)	0,008 <sup>a</sup>
HOMA-IR	1,7 (0,4-9,3)	1,6 (0,3-4,6)	0,044 <sup>a</sup>
Ácido úrico (mg/dL)	3,0±0,8	4,3±0,8	<0,001 <sup>b</sup>
PAS (mmHg)	100,8±8,0	108,3±9,4	<0,001 <sup>b</sup>
PAD (mmHg)	62,9±6,9	58,7±7,9	<0,001 <sup>b</sup>
Leucócitos/µL	6.400 (3.300-15.900)	5.650 (2.700-9.800)	<0,001 <sup>a</sup>
Eosinófilos/µL	156 (0-1.441)	166 (0-1.188)	0,87 <sup>a</sup>
Bastonetes/µL	0 (0-636)	0 (0-290)	0,23 <sup>a</sup>
Segmentados/µL	3.902 (1.085-12.720)	3.188 (1.242-6.723)	<0,001 <sup>a</sup>
Linfócitos/µL	2.047±499	1.955±574	0,1 <sup>b</sup>
Monócitos/µL	150 (0-632)	139 (0-462)	0,35 <sup>a</sup>
Plaquetas (mil/µL)	258±55	239±54	0,001 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> teste de Mann-Whitney<sup>b</sup> teste t de Student

%GC, percentual de gordura corporal; LDL, low density lipoproteins; HDL, high density lipoproteins; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica.

Tabela 4 Correlações entre gordura corporal, lipídeos séricos e as células brancas e plaquetas. Viçosa, MG, Brasil

Variáveis	IMC	CC	CQ	%GC	TG	LDL	HDL	CT	Glicose	Insulina	HOMA-IR	Leuco	Eosi	Mono	Bast	Seg	Linfo	Plaquetas	
	kg/m <sup>2</sup>	cm	cm		mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/dL	mcU/mL	IR	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	mil/mm <sup>3</sup>	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	--	0.840 <sup>a</sup>	0.837 <sup>a</sup>	0.485 <sup>a</sup>	0.195 <sup>a</sup>	0.096	-0.213 <sup>a</sup>	0.069	0.022	0.317 <sup>a</sup>	0.303 <sup>a</sup>	0.096	0.099	-0.166 <sup>b</sup>	-0.110 <sup>b</sup>	0.122 <sup>a</sup>	0.038	0.064	
CC (cm)	--	--	0.822 <sup>a</sup>	0.523 <sup>a</sup>	0.278 <sup>a</sup>	0.153 <sup>a</sup>	-0.255 <sup>a</sup>	0.114 <sup>b</sup>	0.029	0.321 <sup>a</sup>	0.308 <sup>a</sup>	0.101	0.118 <sup>b</sup>	-0.117 <sup>b</sup>	-0.046	0.113 <sup>b</sup>	0.051	0.090	
CQ (cm)	--	--	--	0.582 <sup>a</sup>	0.194 <sup>a</sup>	0.135 <sup>a</sup>	-0.146 <sup>a</sup>	0.093	-0.019	0.350 <sup>a</sup>	-0.328 <sup>a</sup>	0.083	0.076	-0.210 <sup>a</sup>	-0.145 <sup>a</sup>	0.139 <sup>a</sup>	-0.015	0.081	
%GC	--	--	--	--	0.205 <sup>a</sup>	0.229 <sup>a</sup>	0.031	0.284 <sup>a</sup>	-0.066	0.398 <sup>a</sup>	0.366 <sup>a</sup>	0.241 <sup>a</sup>	0.113 <sup>b</sup>	-0.094	-0.117 <sup>b</sup>	0.260 <sup>a</sup>	0.101	0.190 <sup>a</sup>	
TG (mg/dL)	--	--	--	--	--	0.295 <sup>a</sup>	-0.218 <sup>a</sup>	0.400 <sup>a</sup>	0.099	0.392 <sup>a</sup>	0.380 <sup>a</sup>	0.055	0.068	-0.036	-0.024	-0.032	0.171 <sup>a</sup>	0.170 <sup>a</sup>	
LDL (mg/dL)	--	--	--	--	--	--	0.014	0.911 <sup>a</sup>	-0.008	0.112 <sup>b</sup>	0.109 <sup>b</sup>	0.033	0.040	<0.001	-0.025	-0.015	0.178 <sup>a</sup>	0.179 <sup>a</sup>	
HDL (mg/dL)	--	--	--	--	--	--	--	0.355 <sup>a</sup>	-0.038	-0.144 <sup>b</sup>	-0.118 <sup>b</sup>	0.106 <sup>b</sup>	0.019	0.012	0.047	0.102	0.045	0.055	
CT (mg/dL)	--	--	--	--	--	--	--	--	0.003	0.170 <sup>a</sup>	0.159 <sup>a</sup>	0.074	-0.029	0.009	0.024	0.013	0.208 <sup>a</sup>	0.213 <sup>a</sup>	
Glicose (mg/dL)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.216 <sup>a</sup>	0.359 <sup>a</sup>	-0.115 <sup>b</sup>	-0.007	-0.027	-0.004	-0.148 <sup>a</sup>	0.045	-0.035	
Insulina (mcU/mL)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.984 <sup>a</sup>	0.202 <sup>a</sup>	0.093	0.089	-0.143 <sup>a</sup>	0.204 <sup>a</sup>	0.144 <sup>a</sup>	0.130 <sup>b</sup>	
HOMA-IR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.175 <sup>a</sup>	0.081	-0.093	-0.133 <sup>b</sup>	0.172 <sup>a</sup>	0.141 <sup>a</sup>	0.118 <sup>b</sup>	
Leuco (mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.291 <sup>a</sup>	0.277 <sup>a</sup>	0.058	0.0887 <sup>a</sup>	0.485 <sup>a</sup>	0.307 <sup>a</sup>	
Eosi (mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.067	0.003	0.129 <sup>b</sup>	0.166 <sup>a</sup>	0.015	
Mono (mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.453 <sup>a</sup>	0.056	0.336 <sup>a</sup>	0.120 <sup>b</sup>	
Bast (mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.118 <sup>b</sup>	0.155 <sup>a</sup>	0.022	
Seg (mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.155 <sup>a</sup>	0.269 <sup>a</sup>	
Linfo (mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.215 <sup>a</sup>	
Plaq (mil/mm <sup>3</sup> )	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

LDL, low density lipoproteins; HDL, high density lipoproteins; IMC, índice de massa corporal; CC, circunferência da cintura; CQ, circunferência do quadril; Leuco, leucócitos; Eosi, eosinófilos; Mono, monócitos; Bast, bastonetes; Seg, segmentados; Linfo, linfócitos; Correlação de Pearson, variáveis paramétricas ou uma variável paramétrica e outra variável não paramétrica; Correlação Spearman, variáveis não paramétricas

<sup>a</sup>p<0,05

<sup>b</sup>p<0,001

**Tabela 5** Prevalência de alterações bioquímicas em adolescentes com e sem excesso de peso corporal. Viçosa, MG, Brasil

Estado nutricional pelo IMC						
Variáveis bioquímicas	Com excesso de peso % (n=75)	Sem excesso de peso % (n=287)	Total % (n=362)	OR	IC (95%)	p
<b>HDL</b>						
Adequado	45,3	66,2	61,6	1		
Inadequado	54,6	33,8	38,1	2,43	1,4-4,23	<0,001
<b>Triglicerídeos</b>						
Adequado	74,6	87,8	85,0	1		
Inadequado	25,3	12,2	14,9	2,44	1,24-4,79	0,004
<b>CT/HDL</b>						
Adequado	80,0	92,4	72,7	1		
Inadequado	20,0	7,6	27,3	3,01	1,39-6,49	<b>0,001</b>
<b>Ácido úrico</b>						
<90	82,7	91,0	89,3	1		
≥90	17,3	9,0	10,7	2,1	0,96-4,56	0,039

HDL, high density lipoproteins; OR, odds ratio; IC, intervalo de confiança; teste do qui-quadrado ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 6** Prevalência de alterações bioquímicas e células brancas entre adolescentes com e sem excesso de gordura corporal. Viçosa, MG, Brasil

Estado nutricional pelo percentual de gordura corporal						
Variáveis bioquímicas	Com excesso de GC (%) n=181	Sem excesso de GC (%) (n = 287)	Total (%) (n = 362)	OR	IC (95%)	p
<b>Colesterol total</b>						
Adequado	42,0	53,6	47,8	1		
Inadequado	58,0	46,4	52,2	1,60	1,03-2,47	0,02
<b>Triglicerídeos</b>						
Adequado	78,5	91,7	85,1	1		
Inadequado	21,5	8,3	14,9	3,04	1,55-6,04	<0,001
<b>LDL</b>						
Adequado	67,4	78,0	72,7	1		
Inadequado	32,6	22,0	27,3	1,7	1,04-2,8	0,02
<b>VLDL</b>						
Adequado	85,1	93,4	89,3	1		
Inadequado	14,9	6,6	10,7	2,47	1,15-5,37	0,01
<b>Insulina</b>						
Adequada	82,4	98,4	67,2	1		
Inadequada	17,6	1,6	32,8	12,74	3,64-53,3	<0,001
<b>Leucócitos</b>						
<90	84,6	94,0	69,0	1		
≥90	15,4	6,0	31,0	2,83	1,3-6,28	0,003
<b>Segmentados</b>						
<90	86,2	93,4	71,7	1		
≥90	13,8	6,6	28,3	2,26	1,04-4,95	0,02

GC, gordura corporal; CT, colesterol total; TG, triglicerídeos; LDL, low density lipoproteins; VLDL, very low density lipoprotein; OR, odds ratio; IC, intervalo de confiança; teste do qui-quadrado ( $p < 0,05$ ).

baixa densidade (LDL) e triglicerídeos elevados, e 12,6 vezes maior probabilidade de ter hiperinsulinemia. Por sua vez, valores médios de HDL foram inferiores entre os com excesso de peso,<sup>4</sup> resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo.

Atualmente, sabe-se que a localização abdominal de gordura mostra-se mais associada às dislipidemias, hipertensão arterial e alterações no metabolismo glicêmico, sendo o perímetro da cintura considerado bom indicador da adiposidade corporal e do risco cardiovascular.<sup>10,22</sup>

**Tabela 7** Prevalência de alterações bioquímicas e células brancas entre os sexos. Viçosa, MG, Brasil

Variáveis bioquímicas	Estado nutricional pelo sexo			OR	IC (95%)	p
	Feminino (n = 196)	Masculino (n = 166)	Total (%) (n = 362)			
<b>Colesterol total</b>						
Adequado	33,9	66,1	47,8	1		
Inadequado	66,1	33,9	52,2	2,81	1,79-4,4	<0,001
<b>Bastonetes</b>						
<90	59,5	40,5	89,8	1		
≥90	40,5	59,4	10,2	0,54	0,26-1,14	0,07
<b>Segmentados</b>						
<90	16,2	83,8	89,8	1		
≥90	83,8	16,2	10,2	5,01	1,93-13,77	<0,001
<b>Plaquetas</b>						
<90	29,7	70,3	89,8	1		
≥90	70,3	29,7	10,2	2,16	0,98-4,82	0,03

CT, colesterol total; OR, odds ratio; IC, intervalo de confiança; teste do qui-quadrado ( $p < 0,05$ ).

Gontijo *et al.*<sup>23</sup> em seu estudo com 199 adolescentes de 10 a 19 anos, observou valores médios superiores de VLDL, do perímetro da cintura e do quadril entre adolescentes com excesso de peso, resultados semelhantes obtidos no presente estudo.

O acúmulo de gordura na região abdominal e a hiperinsulinemia estão também associados a um perfil inflamatório, o qual gera aterosclerose, e trombogênico, no qual a quantidade de células brancas aparece aumentada.<sup>12,24</sup> Isso pode explicar a maior quantidade de leucócitos, eosinófilos e segmentados nos adolescentes com excesso de gordura corporal, encontrados nesse estudo.

Para evitar a ocorrência da aterosclerose, inicia-se um quadro inflamatório no qual as células brancas são recrutadas para o local do vaso onde se encontra o acúmulo de gordura, com o intuito de evitar a formação de trombos.<sup>25</sup> Esse processo inflamatório pode explicar a correlação positiva existente entre leucócitos e linfócitos com a gordura corporal, o colesterol total, o LDL, os triglicerídeos.

Com relação ao peso corporal, não houve diferença entre concentrações de células brancas (linfócitos, monócitos, segmentados, eosinófilos e bastonetes) entre os com e sem excesso de peso. Foschini *et al.*<sup>26</sup> ao avaliarem 48 adolescentes, sendo 27 obesos e 21 não obesos segundo o IMC, também não relataram diferença com relação às concentrações de leucócitos, neutrófilos, linfócitos e monócitos. Por outro lado Zaldivar *et al.*<sup>3</sup> demonstraram que crianças obesas apresentam maior concentração de leucócitos circulantes, em particular, neutrófilos, monócitos e linfócitos. Embora os mecanismos dessas elevações ainda não sejam bem entendidos, sabe-se que a obesidade infantil e adulta, está relacionada ao aumento dos níveis de citocinas circulantes, como a interleucina 6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ), podendo contribuir para uma elevação do número de leucócitos circulantes.<sup>26</sup>

Além disso, Foschini *et al.*<sup>26</sup> encontraram maior concentração de plaquetas nos adolescentes obesos, bem como maiores níveis de plaquetas nos adolescentes com excesso de gordura corporal.

A ativação e agregação de plaquetas são os principais processos na fisiopatologia da doença cardiovascular. O

volume plaquetário médio (VPM), responsável pela ativação plaquetária, surge como um novo marcador de risco para aterosclerose.<sup>26</sup>

Em estudo com 38 meninos e meninas, de 6 a 18 anos, foi encontrado aumento global da contagem total de leucócitos ( $p=0,011$ ) no grupo com excesso de peso. Aumentos no número celular de monócitos ( $p=0,008$ ) também foram notados no mesmo grupo. Já no presente estudo, o aumento de leucócitos foi apresentado no grupo dos adolescentes com excesso de gordura corporal e verificou-se correlação negativa de monócitos com o IMC ( $r=-0,166$ ;  $p=0,001$ ). Já as quantidades de eosinófilos e linfócitos não foram diferentes ( $p>0,05$ ) entre os grupos com e sem excesso de peso, no estudo de Zaldivar *et al.*<sup>3</sup> assim como no presente estudo.

O aumento de leucócitos observado nos adolescentes com excesso de gordura corporal é semelhante aos resultados que têm sido relatados em adultos. A contagem de leucócitos alta mostrou ser um fator de risco independente para doenças coronarianas, de tal forma que uma redução de 1 bilhão em contagem total de leucócitos pode resultar numa diminuição de 14% no risco de doenças coronarianas.<sup>3</sup>

Bao *et al.*<sup>27</sup> sugeriram que as meninas podem ter maiores contagens totais do que os meninos. De acordo com o estudo, o sexo feminino apresentou maiores quantidades de leucócitos e maior prevalência nas quantidades elevadas dos segmentados.

Zaldivar *et al.*<sup>3</sup> também achou em seu estudo uma forte relação entre a gordura corporal e os leucócitos e razoável correlação entre o IMC e as células brancas sanguíneas, sendo esses resultados também encontrados no presente estudo.

O acúmulo de gordura na região abdominal, desde a adolescência, está associado com a hiperinsulinemia e níveis elevados de certos marcadores inflamatórios como IL-6, TNF- $\alpha$  e a proteína C reativa (PCR) e células brancas que também estão associados à obesidade abdominal. Ganguli *et al.*<sup>28</sup> em seu estudo com mulheres asiáticas, verificaram uma correlação significativa de leucócitos com PCR e uma forte associação entre os níveis de PCR e medidas de adiposidade, como IMC, circunferência da cintura e gordura corporal. Houve ainda evidências da correlação positiva do



PCR com os componentes da síndrome metabólica, a insulina e o HOMA-IR.<sup>29</sup> Isso pode explicar os resultados achados nesse estudo, para a forte correlação entre as células brancas e gordura corporal, insulina e HOMA-IR.

A partir dos achados deste estudo, conclui-se que o estado nutricional está relacionado com um quadro inflamatório, sendo que adolescentes com excesso de peso e/ou de gordura corporal apresentaram maiores quantidades de células brancas.

## Agradecimentos

À CAPES pelas bolsas de doutorado e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica. À FAPEMIG e ao CNPq pelo financiamento do projeto. A instituição de ensino Universidade Federal de Viçosa - UFV, pela disponibilização de recursos necessários aos estudos.

## Financiamento

O presente estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

- Aquino EM, Heilborn ML, Bozon M, Almeida MC, Araújo J, Menezes G. Adolescence and reproduction in Brazil: the heterogeneity of social profiles. *Cad Saude Publica* 2003;19 (Suppl 2):S377-88.
- World Health Organization. Nutrition in adolescence - issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: WHO; 2005.
- Zaldivar F, McMurray RG, Nemet D, Galassetti P, Mills PJ, Cooper DM. Body fat and circulating leukocytes in children. *Int J Obes (Lond)* 2006;30:906-11.
- Priore SE, Oliveira RM, Faria ER, Franceschini SC, Pereira PF. Nutrição e saúde na adolescência. Rio de Janeiro: Rubio; 2010. p. 70-148.
- Silva IT, Sanches LB, Mello AP, Damasceno NR. Impact of C-Reactive protein on cardiovascular risk in adolescents. *Arq Bras Cardiol* 2010;94:586-8.
- Oliveira TR, Cunha CF, Ferreira RA. Characteristics of adolescents assisted in obesity outpatient service: know them to intervene. *J Brazilian Soc Food Nutr* 2010;35:19-37.
- Fonseca-Alaniz MH, Takada J, Alonso-Vale MI, Lima FB. The adipose tissue as a regulatory center of metabolism. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50:216-29.
- Lopes HF. Hypertension and inflammation: contribution of obesity. *Rev Bras Hipertens* 2007;14:239-44.
- González-Juanatey JR, Paz FL, Eiras S, Teijeira-Fernández E. Adipokines as novel cardiovascular disease markers. Pathological and clinical considerations. *Rev Esp Cardiol* 2009; 62 (Suppl 2):9-16.
- Noronha JA, Medeiros CC, Cardoso AS, Gonzaga NC, Ramos AT, Ramos AL. C-reactive protein and its relation to high blood pressure in overweight or obese children and adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2013;31:331-7.
- Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 11th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.
- Veronelli A, Laneri M, Ranieri R, Koprivec D, Vardaro D, Paganelli M *et al.* White blood cells in obesity and diabetes: effects of weight loss and normalization of glucose metabolism. *Diabetes Care* 2004;27:2051-2.
- Lima WA, Glaner MF. Body fat topography as a predictor of an increase in blood lipids. *RBM* 2009;66:3-9.
- De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007;85:660-7.
- Barbosa KB. Consumo alimentar e marcadores de risco para a síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino: comparação entre instrumentos de inquérito dietético [master's thesis]. Viçosa (MG): UFV; 2006.
- Lohman TG. Assessing fat distribution. In: Lohman TG, editor. *Advances in body composition assessment: current issues in exercise science*. Illinois: Human Kinetics; 1992. p. 57-63.
- Bioclin [homepage]. Manual de instruções: ácido úrico líquido [cited 2013 jan. 3]. Available at: [www.bioclin.com.br/iuso/AcidoUrico.pdf](http://www.bioclin.com.br/iuso/AcidoUrico.pdf).
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência. *Arq Bras Cardiol* 2005;85 (Suppl 6):15-9.
- American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2006;29 (Suppl. 1):S43-8.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão - capítulo 2: diagnóstico e classificação. *Rev Bras Hipertens* 2010;17:11-7.
- Ministério da Saúde, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: antropometria e estudo nutricional e crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde; 2010.
- Pereira PF, Serrano HM, Carvalho GQ, Lamounier JA, Peluzio MC, Franceschini SC *et al.* Waist and waist-to-height ratio: useful to identify the metabolic risk of female adolescents? *Rev Paul Pediatr* 2011;29:372-7.
- Gontijo CA, Faria ER, Oliveira RM, Priore SE. Metabolic syndrome among adolescents assisted by a healthcare program in Viçosa, Minas Gerais state, Brazil. *Rev Bras Cardiol* 2010; 23:324-33.
- Baruzzi AC, Nussbacher A, Lagudis S, Souza JA. Trombose venosa profunda. Profilaxia. *Arq Bras Cardiol* 1996;67:215-8.
- Dâmaso A. Obesidade. 2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009.
- Foschini D, Santos RV, Prado WL, Piano A, Lofrano MC, Martins AC *et al.* Platelet and leptin in obese adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2008;84:516-21.
- Bao W, Dalferes ER Jr, Srinivasan SR, Webber LS, Berenson GS. Normative distribution of complete blood count from early childhood through adolescence: the Bogalusa Heart Study. *Prev Med* 1993;22:825-37.
- Ganguli D, Das N, Saha I, Sanapala KR, Chaudhuri D, Ghosh S, Dey S. Associação entre marcadores inflamatórios e fatores de risco cardiovascular em mulheres de Kolkata, W.B, Índia. *Arq Bras Cardiol* 2011; 96:38-46.
- Volp AC, Alfenas RC, Costa NM, Minim VP, Stringueta PC, Bressan J. Capacidade dos biomarcadores inflamatórios em prever a síndrome metabólica: Inflammation biomarkers capacity in predicting the metabolic syndrome. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2008;52:537-49.