

# Composição corporal e taxa metabólica de repouso de adolescentes com obesidade

*Body composition and resting metabolic rate in obese adolescents*

Bruno A. P. de Oliveira<sup>1</sup>, Camila B. Gardim<sup>2</sup>, Carolina N. Ferreira<sup>3</sup>, Suziane U. Cayres<sup>4</sup>,  
Ismael F. Freitas Junior<sup>5</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Analisar a composição corporal e taxa metabólica de repouso (TMR) de adolescentes com obesidade. **Metodologia:** Foram avaliados 58 adolescentes, entre 12 e 16 anos ( $13,7 \pm 1,2$  anos), com obesidade. A composição corporal foi mensurada por meio da Absortimetria de Raios-x de Dupla Energia (DEXA). A taxa metabólica de repouso e a oxidação de glicose e lipídeos foram determinadas pela medida do oxigênio consumido e pela produção de dióxido de carbono. Foi utilizado teste t de Student para variáveis independentes, análise de regressão linear múltipla e correlação de Pearson, com significância de  $p < 5\%$ . **Resultados:** Foram observadas diferenças na porcentagem de gordura corporal ( $p=0,01$ ), porcentagem de massa corporal magra (MCM) ( $p=0,01$ ), porcentagem de gordura do tronco ( $p=0,01$ ), massa magra membro inferior ( $p=0,01$ ) e taxa metabólica de repouso ( $p=0,04$ ) entre os sexos masculino e feminino. No sexo masculino a MCM foi a melhor preditora de TMR ( $p=0,01$ ). Houve correlação positiva entre TMR e MCM, assim como observada associação entre a oxidação lipídica e MCM. **Conclusão:** A composição corporal total e por segmento corporal influenciam a taxa metabólica de repouso e a oxidação de substratos. Além disso, a MCM pode ser considerada um fator de aumento do gasto energético de repouso de adolescentes com obesidade.

**Palavras-chave:** Obesidade. Adolescente. Metabolismo energético. Composição corporal.

## ABSTRACT

**Objective:** Analyze body composition and resting metabolic rate (RMR) in obese adolescents. **Methods:** 58 obese adolescents were assessed between 12 and 16 years ( $13.7 \pm 1.2$  years). The body composition was measured dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). The resting metabolic rate and oxidation of glucose and lipids were determined by measuring the oxygen consumption and the production of carbon dioxide. Student t test was used for independent data, multiple linear regression and Pearson correlation,

1. Mestrando em Clínica Médica. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (FMRP-USP). Ribeirão Preto, SP, Brasil.
2. Mestranda em Reabilitação e Desempenho Funcional. FMRP-USP
3. Doutoranda em Clínica Médica. FMRP-USP
4. Mestranda em Ciências da Motricidade. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, Brasil.
5. Professor Doutor do Departamento de Educação Física. UNESP, Presidente Prudente, SP, Brasil.

Correspondencia  
Bruno Affonso Parenti de Oliveira;  
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto,  
Universidade de São Paulo,  
Avenida Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre,  
CEP 14049-900, Ribeirão Preto/SP, Brasil

Artigo recebido em 28/04/2014  
Aprovado para publicação em 25/11/2014

significance was set  $p < 5\%$ . **Results:** Significant differences were observed in the percentage of body fat ( $p = 0.01$ ), percentage of lean body mass (LBM) ( $p = 0.01$ ), percentage body fat ( $p = 0.01$ ), lower limb lean mass ( $p = 0.01$ ) and resting metabolic rate ( $p = 0.04$ ) between males and females. The LBM is highlighted as the best predictor of RMR ( $p = 0.01$ ). There was a positive correlation between RMR and LBM, as observed association between lipid oxidation and LBM. **Conclusion:** Total body composition and segment influence the resting metabolic rate and substrate oxidation. In addition, the LBM can be considered a factor of increased resting energy expenditure in obese adolescents.

**Keywords:** Obesity. Adolescent. Energy metabolism. Body composition.

## Introdução

A obesidade nas primeiras décadas de vida vem sendo relacionada a diversas complicações metabólicas tais como as dislipidemias, a intolerância à glicose e a síndrome metabólica.<sup>1,2</sup> A prevalência da obesidade durante a juventude é crescente tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento<sup>3,4</sup> e atinge cerca de 6,8% dos adolescentes brasileiros.<sup>5</sup>

O balanço energético positivo decorre do aumento do consumo energético diário e da redução da prática de atividade física habitual que são componentes essenciais envolvidos no ganho de peso corporal.<sup>6,7</sup> Nesse sentido, a sobrecarga calórica pode influenciar no metabolismo energético por contribuir com o aumento no número dos adipócitos<sup>8</sup> e consequente produção de citocinas pró-inflamatórias.<sup>9</sup>

O balanço entre ingestão calórica e gasto energético total (taxa metabólica de repouso, energia térmica dos alimentos e energia gasta com atividade física) está, também, ligado ao processo de oxidação de carboidratos, lipídios e proteínas.<sup>10</sup> A oxidação desses substratos, principalmente dos carboidratos, possui papel modulador no balanço energético quando comparado à oxidação lipídica.<sup>11</sup> Entretanto, a massa muscular é um componente da composição corporal que atua no aumento do efeito da oxidação<sup>12</sup>, bem como, na taxa metabólica de repouso.<sup>13</sup>

Ainda, cabe ressaltar que adolescentes obesos apresentaram ineficiência relativa ao consumo de energia, o que é, em parte responsável pelo ganho de tecido adiposo em indivíduos obesos<sup>12</sup>, enquanto outros autores evidenciaram alta oxidação de lipídios e menor gasto energético nesses adolescentes.<sup>14</sup> Contudo, a busca na literatura pertinente mostrou escassez de estudos que avaliem a influência da composição corporal sobre a oxidação de substratos e TMR. Dessa forma, é de grande importância a procura por novos estudos, uma vez que o aumento da TMR e da oxidação de substrato promovem uma redução do peso

corporal bem como dos efeitos deletérios causados pela obesidade.<sup>12,14</sup> Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar a composição corporal e taxa metabólica de repouso de adolescentes com obesidade e determinar a influência da composição corporal nessas variáveis.

## Materiais e Métodos

### Participantes

Para a realização deste estudo foram avaliados 58 adolescentes dos quais 58,6% do sexo masculino com idade entre 12 e 16 anos ( $13,7 \pm 1,2$  anos), residentes em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. Todos os voluntários foram classificados como obesos com base no IMC maior ou igual a  $30 \text{ kg/m}^2$ , de acordo com Cole et al.<sup>15</sup> O projeto foi divulgado na mídia por meio de jornal impresso e de programa de televisão e os participantes foram devidamente informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo. Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Protocolo n° 07/2009).

### Medidas antropométricas

O peso corporal foi mensurado em balança eletrônica (Filizola®, modelo Personal Line 200), com precisão de 0,1kg e capacidade máxima de 150 kg. A estatura foi obtida durante a expiração, estando os voluntários descalços, de costas para o estadiômetro (Sanny®, modelo Professional) com precisão de 0,1cm e extensão máxima de 2,20 m. O índice de massa corporal (IMC,  $\text{kg/m}^2$ ) foi calculado a partir do peso e da estatura corporal.

A composição corporal foi mensurada por meio da Absortimetria de Raios-x de Dupla Energia (DEXA), utilizando-se o equipamento modelo Lunar – DPX-NT (Lunar/GE Corp, Madison, Wisconsin). Esta técnica permite estimar a composição corporal

no todo e por segmento corporal. Dessa forma, foi estimada a porcentagem de gordura corporal (%GC), porcentagem de massa corporal magra (%MCM), massa corporal magra (MCM, kg), massa gorda (MG, kg), porcentagem de gordura no tronco (%GC tronco), porcentagem de gordura do membro inferior (%GC MI), massa gorda do membro inferior (MG MI, kg), massa magra do membro inferior (MCM MI, kg), porcentagem de gordura do membro superior (%GC MS), massa gorda do membro superior (MG MS, kg) e massa magra do membro superior (MCM MS, kg). De acordo com as recomendações do fabricante, os voluntários permaneciam em decúbito dorsal e totalmente imóveis durante aproximadamente 15 minutos. Os resultados foram transmitidos ao computador interligado ao aparelho e os dados foram posteriormente analisados no *software* GE Medical System Lunar, versão 4.7.

### Taxa metabólica de repouso e oxidação de substratos pela calorimetria indireta

A TMR e a oxidação de substratos foram determinadas pela medida do oxigênio consumido ( $O_2$ ) e dióxido de carbono produzido ( $CO_2$ ), utilizando o aparelho *QUARK-RMR (COSMED, Roma, Itália)*. O aparelho foi automaticamente calibrado com concentrações de gases conhecidas (17%  $O_2$  e 5%  $CO_2$ ) conforme especificações do fabricante. Os adolescentes foram orientados a permanecerem em jejum de seis horas e a não realizarem qualquer prática de atividade física no dia que antecedeu o exame. Durante toda avaliação, os adolescentes permaneceram acordados, deitados em decúbito dorsal em sala sob temperatura ambiente controlada entre 21 e 24°C, com baixa luminosidade e sem ruídos. O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e a produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ) foram medidos durante 30 minutos, sendo que os cinco primeiros minutos foram descartados até o indivíduo atingir um estado estável. O modelo matemático para estimativa da taxa metabólica de repouso e oxidação de glicose e lipídeo está apresentado no Quadro 1. De acordo com Weir<sup>16</sup>, não foi considerada a fração de nitrogênio na urina ( $N_2$ ), por conferir erro máximo de exclusão inferior a 1 em 500.

### Análise estatística

Após atestada a normalidade da distribuição dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, foram descritos os valores como média e desvio-padrão (DP). Em seguida foi utilizado teste t de Student para variáveis independentes na comparação entre os sexos e análise de regressão linear múltipla para determinar a magnitude da influência das variáveis de composição corporal na TMR. Para verificar a associação entre a oxidação de substratos e composição corporal, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. A significância estatística (*p*-valor) foi estabelecida em valores inferiores a 5%, sendo todas as análises realizadas no *software Statistical Package for Social Science (SPSS versão 17.0 [Inc. Chicago. IL])*.

### Resultados

A tabela 1 mostra que os valores de %MCM, MCM, MCM MI, TMR e oxidação de carboidrato somado a lipídio (Ox. CHO+Lip) foram maiores no sexo masculino. Por outro lado, a %GC e a %GC tronco foram maiores no sexo feminino.

A tabela 2 mostra a análise de regressão múltipla para a variável dependente TMR na qual as variáveis de composição corporal MCM (kg) e MG (kg) explicam uma variação 59,1% da TMR no sexo masculino, enquanto no sexo feminino, esse número aumenta para 67,7%. Houve diferença significativa apenas para a MCM (kg) no sexo masculino ( $p < 0,01$ ).

A tabela 3 mostra a correlação entre TMR e MCM que revelou associação positiva tanto no sexo masculino quanto no feminino de gasto de energia em repouso e MCM total e do MI. Não houve correlação entre TMR e MCM do MS no sexo masculino, porém, no sexo feminino foi observada associação entre as duas variáveis.

#### Quadro 1. Equações de Weir para estimativa da taxa metabólica de repouso, oxidação de glicose e lipídeos.

Taxa metabólica de repouso (kcal/dia):  $3,941 Vo_2 (l/min) + 1,106 Vco_2 (l/min)$ .

Taxa de oxidação de glicose (g/min):  $4,55 Vco_2 - 3,21 Vo_2 - 2.6 N_2$ .

Taxa de oxidação de lipídeo (g/min):  $1,67 Vo_2 - 1,67 Vco_2 - 1.92 N_2$ .

$Vo_2$  = volume de oxigênio;  $V_{co_2}$  = volume de gás carbônico;  $N_2$  = nitrogênio na urina.

**Tabela 1.** Composição corporal, taxa metabólica de repouso e oxidação de carboidrato e lipídeo de adolescentes com obesidade, de acordo com o sexo.

	Masculino (n=34)		Feminino (n=24)		P
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	31,8	± 5,0	31,2	± 4,2	0,63
%GC	44,1	± 5,3	47,8	± 5,1	0,01
%MCM	55,8	± 5,3	52,1	± 5,1	0,01
MG (kg)	37,4	± 9,7	38,1	± 9,0	0,77
MCM (kg)	44,6	± 9,7	38,2	± 6,3	0,01
%GC tronco	42,6	± 5,1	51,4	± 6,4	0,01
Tronco (kg)	37,7	± 10,7	36,5	± 8,4	0,65
%GC MI	47,1	± 6,0	49,8	± 4,5	0,75
MG MI (kg)	15,4	± 4,0	15,1	± 3,2	0,74
MCM MI (kg)	16,2	± 4,0	14,0	± 2,2	0,01
%GC MS	38,0	± 7,8	40,5	± 5,9	0,20
MG MS (kg)	3,7	± 3,1	3,1	± 0,9	0,43
MCM MS (kg)	5,4	± 3,1	4,3	± 0,7	0,08
TMR (kcal)	1864	± 402	1668	± 297	0,04
Ox. Lip (g/dia)	99,1	± 95,4	99,4	± 73,9	0,98
Ox. CHO (g/dia)	242,4	± 161,8	189,6	± 140,3	0,20
Ox. CHO+Lip (g/dia)	341,5	± 79,3	289	± 77,1	0,01

IMC: índice de massa corporal, %GC: porcentagem de gordura corporal, %MCM: porcentagem de massa corporal magra, MCM: massa corporal magra, MG: massa gorda, %GC tronco: porcentagem de gordura no tronco, %GC MI: porcentagem de gordura do membro inferior, MG MI: massa gorda do membro inferior, MCM MI: massa magra do membro inferior, %GC MS: porcentagem de gordura do membro superior, MG MS: massa gorda do membro superior, MCM MS: massa magra do membro superior, TMR: taxa metabólica de repouso, Ox: oxidação, Lip: lipídeo, CHO: carboidrato.

**Tabela 2.** Modelo de análise de regressão linear múltipla para variável dependente taxa metabólica de repouso em adolescentes com obesidade.

	Variáveis independentes	R <sup>2</sup> %	t	p	IC95 %
Masculino (n=34)	MCM (kg)	59,1	2,749	0,01*	(5,29;35,77)
	MG (kg)		0,790	0,43	(-9,27;21,01)
Feminino (n=24)	MCM (kg)	67,7	1,816	0,08	(-2,57;38,01)
	MG (kg)		1,764	0,09	(-2,16;26,32)

MCM: massa corporal magra, MG: massa gorda, R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação em percentual, IC: intervalo de confiança, \* p<0,05.

**Tabela 3.** Correlação entre massa corporal magra total e segmentar e a taxa metabólica de repouso de adolescentes com obesidade, nos sexos feminino e masculino.

Variáveis	TMR			
	Masculino (n=34)		Feminino (n=24)	
	r	p	r	p
MCM (kg)	0,580	(0,01)	0,614	(0,01)
MCM MI (kg)	0,515	(0,01)	0,451	(0,02)
MCM MS (kg)	0,306	(0,07)	0,616	(0,01)

TMR: taxa metabólica de repouso, MCM: massa corporal magra, MCM MI: massa corporal magra do membro inferior, MCM MS: massa corporal magra do membro superior,  $p < 0,05$ .

Na figura 1 está representada a análise entre a MCM e oxidação de substratos, que demonstra uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre oxidação lipídica e MCM em ambos os sexos (masculino  $r=0,37$ ,  $p=0,02$ ; feminino  $r=0,40$ ,  $p=0,04$ ), porém a oxidação de glicose e a oxidação de lipídeo somada à glicose não apresentaram diferença estatística.

Conforme mostrada na figura 2, houve correlação positiva entre massa gorda e oxidação de lipídeo somada à glicose apenas no sexo masculino ( $r=0,35$ ,  $p=0,04$ ). Quando analisadas separadamente, a oxidação de lipídeo e a oxidação de glicose não apresentaram correlação com a massa gorda.

## Discussão

Pode-se observar, a partir dos resultados obtidos no presente estudo, diferenças entre as variáveis de composição corporal e TMR quando comparadas as do sexo masculino às do feminino. Esses achados corroboram com aqueles obtidos por Hasson et al<sup>17</sup>, que analisaram a TMR de 362 indivíduos obesos e concluíram que a TMR foi maior em homens quando comparada à das mulheres. Além disso, os autores documentaram que os indivíduos obesos apresentaram valores de TMR mais elevados que aqueles com sobrepeso e com peso normal.

Diferente da nossa amostra, mas com o objetivo de investigar e comparar variáveis relacionadas ao consumo alimentar e ao gasto energético, Dayrell et al<sup>18</sup> não encontraram diferenças significantes em relação ao gasto energético de repouso entre 12 adolescentes obesos e 11 eutróficos.

Outro achado relevante em nosso estudo foi a correlação positiva encontrada entre MCM e TMR dos adolescentes com obesidade, mostrando que quanto maior a massa magra, maior o dispêndio energético em repouso. Condizendo com nossos resultados demonstrados na tabela 2, na qual a MCM é evidenciada como melhor preditor de TMR, estudos publicados descrevem a MCM respondendo em até 80% da sua variação.<sup>19,20,21</sup> Outro estudo analisou 100 crianças obesas chinesas e verificou, por meio de regressão múltipla, que a massa livre de gordura foi preditor independente para aumento da TMR.<sup>22</sup> Ainda estudos apontam que obesos possuem coeficientes de correlação mais elevados para esta variável do que indivíduos eutróficos ou baixo peso.<sup>22</sup>

Na tabela 3, foi verificada correlação positiva para as variáveis de MCM total e MCM do membro inferior e TMR no sexo masculino. No entanto, no sexo feminino todas as variáveis (MCM total, membro inferior e superior) se correlacionaram positivamente com a TMR, fato que pode ser explicado devido às adolescentes apresentarem um estágio maturacional mais avançado em relação aos meninos, ao passo que apresentam dimensões corporais mais desenvolvidas. Dessa maneira, a contribuição dos órgãos metabolicamente ativos e o desenvolvimento pubertal podem ser um possível fator de aumento da TMR.<sup>23</sup> Ainda o aumento da TMR no sexo feminino pode ter como causa alterações no ciclo menstrual, sendo que a secreção do hormônio progesterona aumenta a produção de calor corporal.

É constatado na literatura que a obesidade pode ser determinada pela redução da capacidade de oxi-

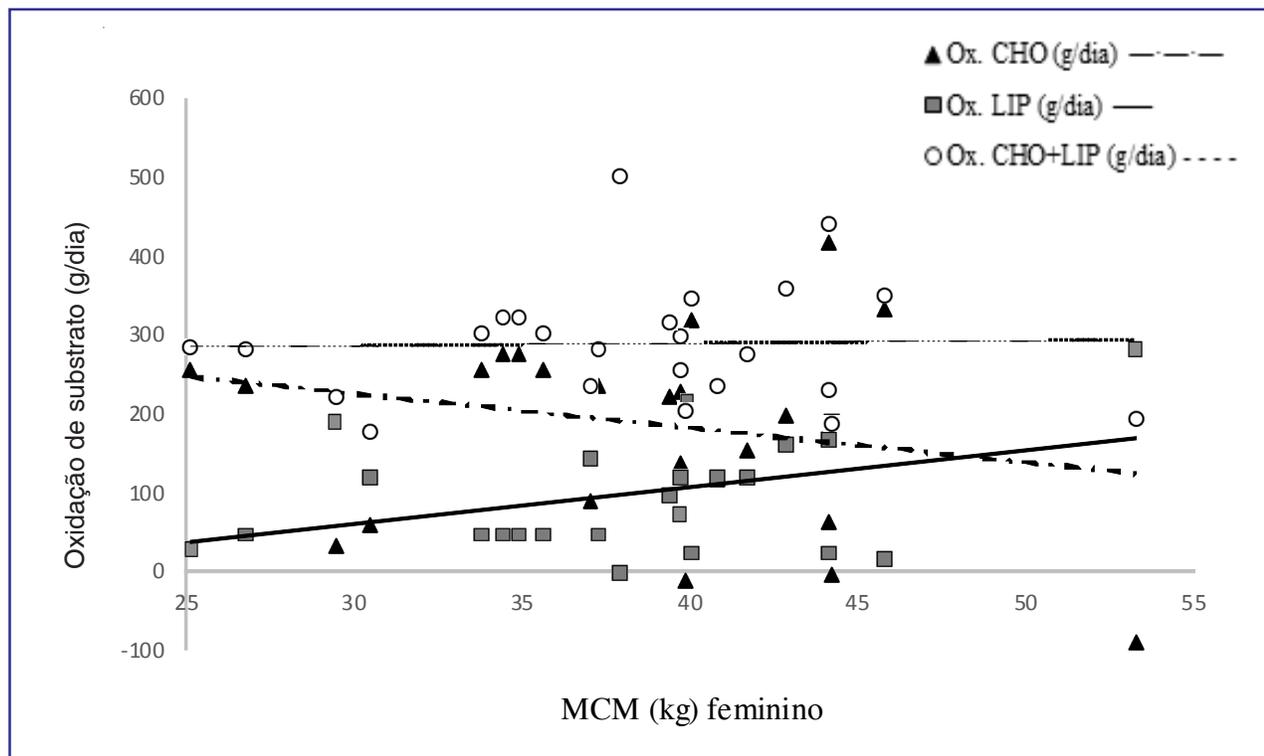
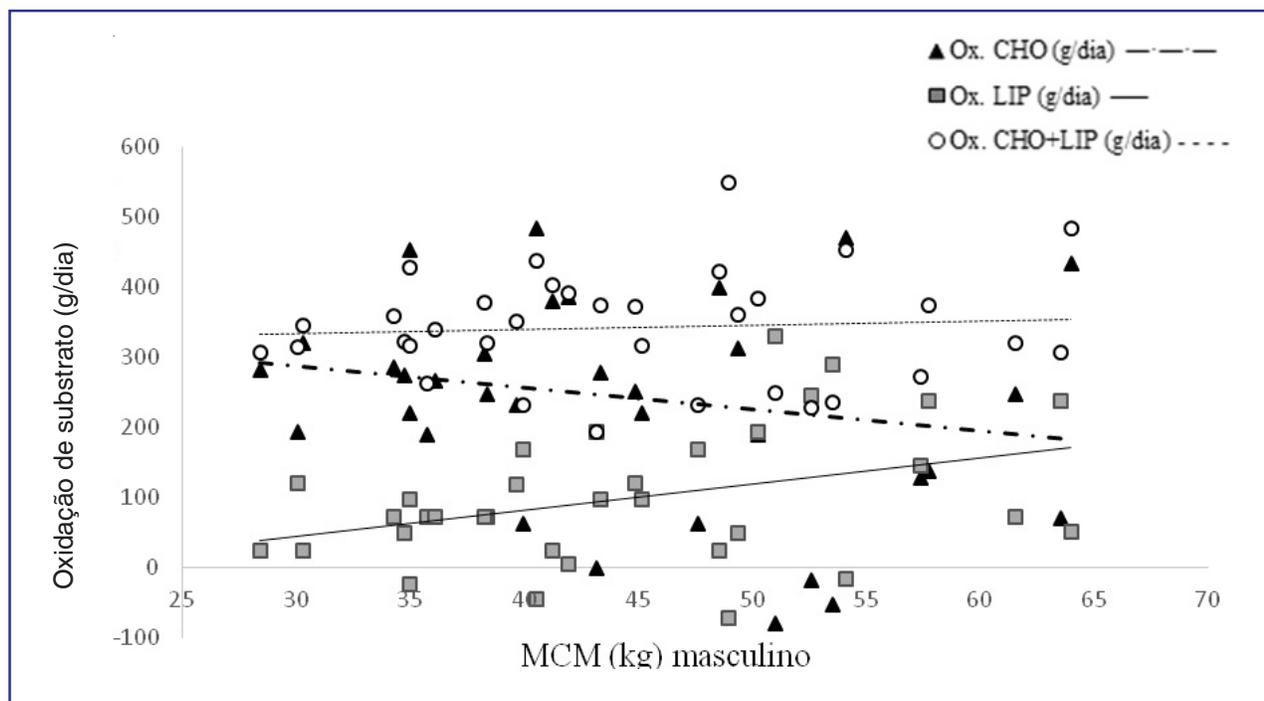


Figura 1: Análise da correlação entre a massa corporal magra e a oxidação de substratos, nos sexos masculino e feminino.

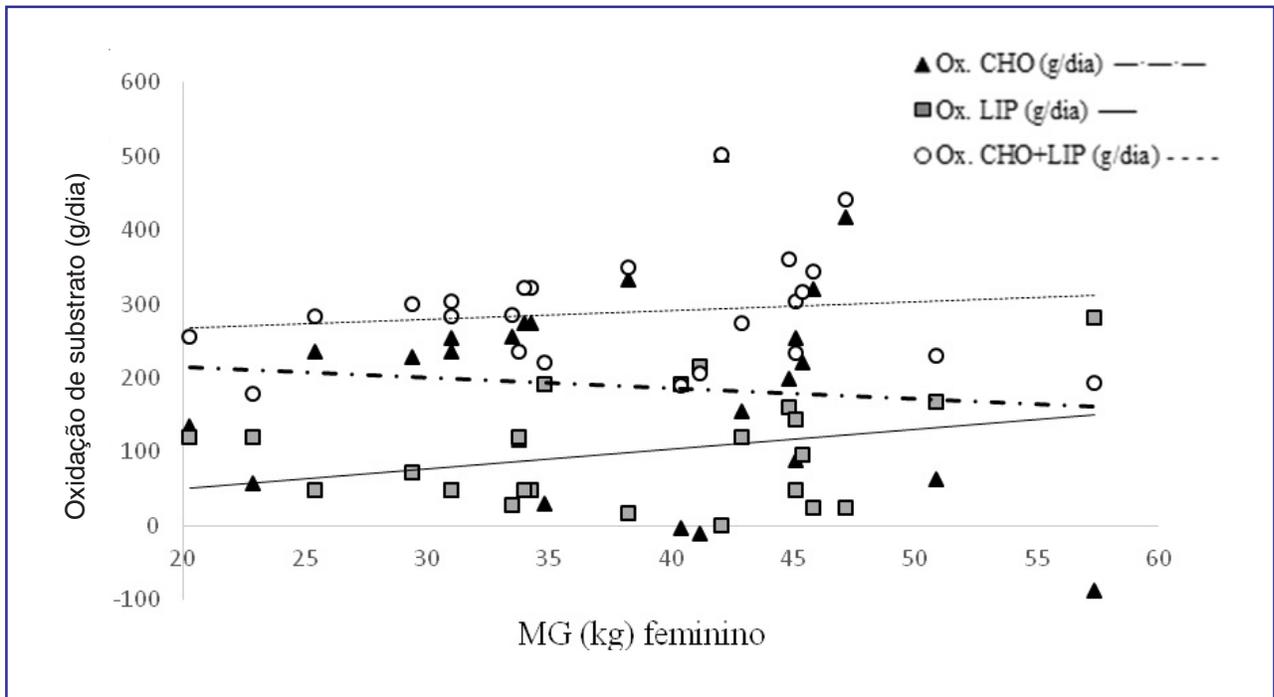
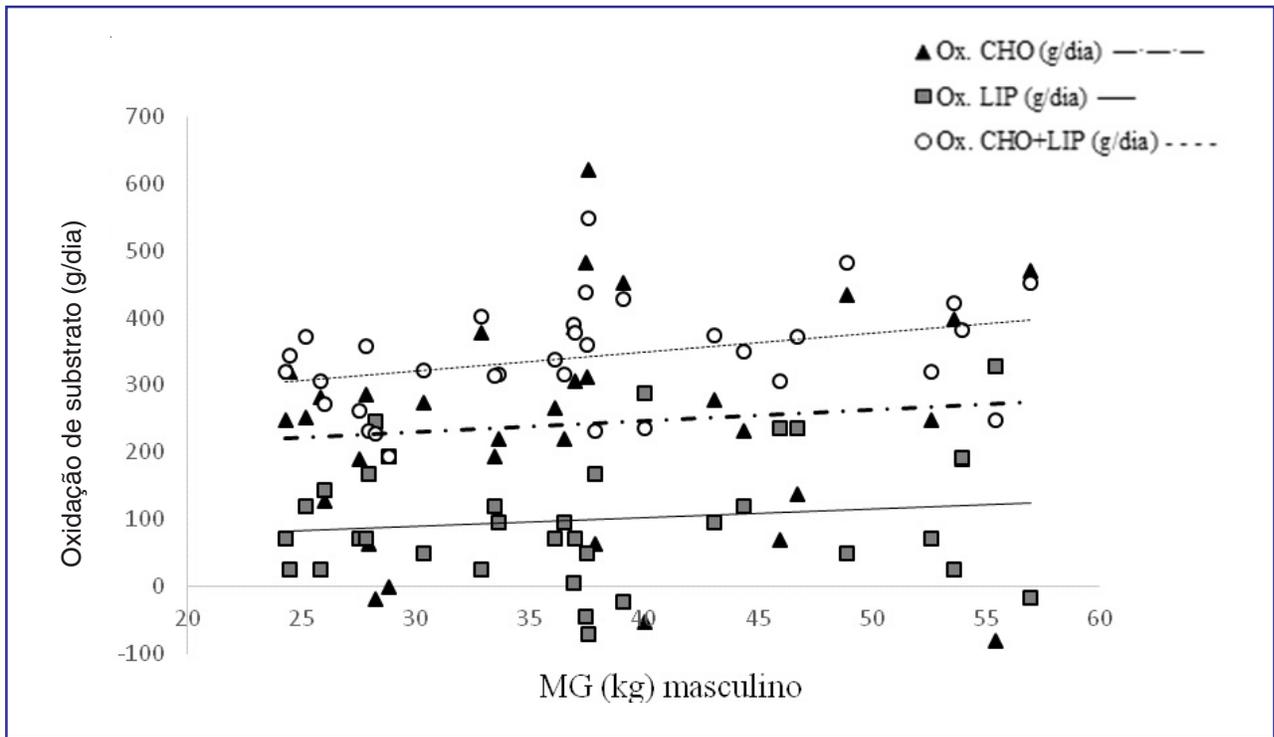


Figura 2: Análise da correlação entre massa gorda e a oxidação de substratos, nos sexos masculino e feminino.

dação lipídica durante o repouso.<sup>24</sup> Além disso, a composição corporal possui grande influência sobre a oxidação de substratos, especialmente de lipídeos, corroborando com os nossos achados, apresentados nas figuras 1 e 2, nos quais foram encontradas associações entre a oxidação lipídica e MCM em ambos os sexos e associação entre massa gorda e oxidação de lipídeo somado à glicose no sexo masculino.<sup>24</sup>

Uma limitação deste estudo foi ausência de informações sobre a maturação sexual da casuística. Para estudos futuros, sugerimos a avaliação maturacional de cada adolescente seguindo critérios estabelecidos por Tanner<sup>25</sup>, visto que a adolescência é caracterizada por profundas modificações biológicas, fator que contribui para a modificação da TMR e composição corporal.

Pode-se concluir, portanto, que existem diferenças entre as variáveis de composição corporal e a TMR quando comparados os sexos masculino e feminino. Além disso, a MCM teve associação com a oxidação lipídica e foi considerada um preditor da TMR em adolescentes com obesidade.

## Agradecimentos

Processo nº 2011/07683-0, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

## Referências

1. Zalesin KC, Franklin BA, Miller WM, Peterson ED, McCullough PA. Impact of obesity on cardiovascular disease. *Med Clin North America*. 2011; 95 (Suppl 5):919-37.
2. Hills AP, Andersen LB, Byrne NM. Physical activity and obesity in children. *Br J Sports Med* 2011; 45:866-70.
3. Cunningham SA, Kramer MR, Narayan KMV. Incidence of Childhood Obesity in the United States. *N Engl J Med* 2014; 370 (Suppl 5):403-11.
4. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr*. 2002; 75:971-7.
5. Flores LS, Gayab AR, Petersenc RDS, Gaya A. Trends of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr*. 2013; 89 (Suppl 5):456-61.
6. Melo CM, Tirapegui J, Ribeiro SML. Gasto Energético Corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab*..2008; 52(Suppl 3):452-64.
7. World Health Organization. Workshop on the Implementation of the Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health in the Pacific, may. 2010.
8. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Obesidad y ejercicio físico. *Fisiología del ejercicio*. Panamericana, 2006; 291-938.
9. Volp ACP, Alfenas RCG, Costa NMC, Minim VPR, Stringueta PC, Bressan J. Capacidade dos Biomarcadores Inflamatórios em Predizer a Síndrome Metabólica. *Arq Bras Endocrinol Metab*., 2008; 52 (Suppl 3):537-49.
10. Tentolourisa N, Pavlatosa S, Kokkinosa A, Perreab D, Pagonia S, Katsilambrosa N. Diet-induced thermogenesis and substrate oxidation are not different between lean and obese women after two different isocaloric meals, one rich in protein and one rich in fat. *Metab Clin Exp* 2008; 57: 313-320.
11. Frisanchio R. Reduced Rate of Fat Oxidation: A Metabolic Pathway to Obesity in the Developing Nations. *Am J Hum Biol*.2003; 15:522-32.
12. Maffeis C. Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 2000; 1:S35-S44.
13. Pereira HRC, Bobbio TG, MARGM A, Filho AAF. Obesidade na criança e no adolescente: quantas calorias a mais são responsáveis pelo excedente de peso? *Rev Paul Pediatr*. 2013; 31(Suppl 2):252-7.
14. Maffeis C, Pinelli L, Schutz Y. Increased fat oxidation in prepubertal obese children: a metabolic defense against further weight gain? *J Pediatr*. 1995; 126:15-20.
15. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-3.
16. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949; 1-9.
17. Hasson RE, Howe CA, Jones BL, Freedson PS. Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. *J Sci Med Sport*. 2011; 14 (Suppl 4):344-51.
18. Dayrell C, Urasaki R, Goulart RMM, Ribeiro SML. Consumo alimentar e gasto energético em adolescentes obesos e eutróficos. *Rev Paul Pediatr*. 2009; 27 (Suppl 4):374-80.
19. Van Mil EGAH, Westertep KR, Kester ADM, Saris WHM. Energy metabolism in relation to body composition and gender in adolescents. *Arch Dis Child*. 2001; 85:73-8.
20. Molnár D, Schutz Y. The effect of obesity, age, puberty, and gender on resting metabolic rate in children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 1997; 156:378-81.
21. Wahrlich V. Taxa metabólica basal em mulheres residentes em Porto Alegre, Rio Grande do Sul [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.
22. Fonseca PHS, Duarte MFS. Equações que estimam a taxa metabólica de repouso em adolescentes: história e validade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2008; 10 (Suppl 4):405-11.
23. Tounian P, Dumas C, Veinberg F, Girardet JP. Resting energy expenditure and substrate utilization rate in children with constitutional leanness or obesity. *Clin Nutr*. 2003; 22 (Suppl 4):353-57.
24. Labayen I, Díez N, Parra D, Gonzalez A, Martínez JA. Basal and postprandial substrate oxidation rates in obese women receiving two test meals with different protein content. *Clin Nutr*. 2004; 23: 571-8.
25. Tanner JM. Trend towards earlier menarche in London, Oslo, Copenhagen, Netherlands and Hungary, *Nature*; 1973. 243: 95-6.