

Erva Mate Minimiza as Alterações do Perfil Lipídico Promovidas por Elevado Consumo de Sacarose

*Yerba Mate Minimizes Lipid Profile Alterations Promoted
By High Consumption Of Sucrose*

*Yerba Mate Minimiza Alteraciones En El Perfil Lipídico Promovidas
Por El Alto Consumo De Sacarosa*

Matheus da Silva **Brasilino**¹
Ariana Aparecida Ferreira **Pereira**²
Karla Meira Castro **Zepponi**³
Antônio Hernandes **Chaves Neto**¹
Antônio Augusto Ferreira **de Carvalho**⁴
Ana Cláudia de Melo Stevanato **Nakamune**¹

¹ Departamento de Ciências Básicas, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Univ. Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP

² Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas SBFis, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Univ. Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP

³ Universidade Paulista-UNIP, Araçatuba-SP, Brasil

⁴ Departamento de Patologia e Propedêutica Clínica, Faculdade de Odontologia, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Univ. Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP

A erva mate (*Ilex paraguariensis*) é composta por bioativos que interferem no metabolismo lipídico. O objetivo foi avaliar se o consumo diário de chá mate (CM) alteraria os depósitos lipídicos e a dislipidemia causada pelo consumo excessivo de sacarose. Trinta ratos Wistar machos (40 dias de idade) foram distribuídos nos seguintes grupos: Grupo C – livre acesso à ração comercial e água deionizada; S – livre acesso à ração comercial, água e solução de sacarose 30% (p/v) em água deionizada e SCM – livre acesso à ração comercial, água, solução de sacarose 30% (p/v) e tratamento com infusão diária de CM (mate solúvel Leão Júnior®) através de sonda orogástrica na dose de 100 mg/Kg/m.c. durante 8 semanas. Após o período experimental o perfil lipídico foi avaliado pelos seguintes parâmetros: pesagem do tecido adiposo retroperitoneal (RETRO) e epididimal (EPI), e dosagem das concentrações plasmáticas de colesterol total, triacilglicéris e HDL-colesterol. O CM promoveu a redução de 1,4 vezes em ambos os tecidos RETRO e EPI no grupo SCM quando comparado ao grupo S. O tratamento com o CM diminuiu 2,7 vezes o triacilglicéris no grupo SCM, quando comparado com o grupo S. O consumo de sacarose não alterou a concentração plasmática de colesterol, entretanto o consumo do CM reduziu de forma significativa o colesterol total circulante. A concentração do HDL-Colesterol, no grupo SCM, mostrou maior concentração em relação ao grupo S (1,3 vezes). O CM previne em ratos machos jovens o aumento dos depósitos lipídicos e a dislipidemia causados pelo consumo excessivo de sacarose.

Palavras chave: Sacarose, *Ilex paraguariensis*, Lipoproteínas HDL; Triglicerídeos; Metabolismo dos Lipídeos; Colesterol.

INTRODUÇÃO

A obesidade e o sobrepeso têm sido apontados como uma epidemia global, sendo, atualmente, mais

comuns do que a própria desnutrição¹. O aumento da incidência de doenças relacionadas à obesidade

constitui uma séria ameaça à saúde pública mundial² e seu combate é um dos maiores desafios do mundo. Desde 1980, a prevalência de obesidade triplicou entre crianças e adolescentes em idade escolar³ e o consumo de alimentos ricos em sacarídeos, que tem aumentado drasticamente nos últimos anos⁴, colabora para o desenvolvimento da síndrome metabólica e da obesidade⁵.

Por tratar-se de problema de saúde pública, é necessário cada vez mais, além de uma reeducação alimentar e atividade física, produtos acessíveis à população que sejam efetivos em minimizar e/ou prevenir dislipidemias, síndrome metabólica e obesidade, e diversos chás obtidos de ervas, têm sido investigados e utilizados para esse fim^{6,7,8}.

No Brasil, uma das ervas mais consumidas é a erva mate (*Ilex paraguariensis*), planta nativa de países da América do Sul, como Argentina, Paraguai, Uruguai, além do Brasil⁹. As folhas dessa erva podem ser utilizadas no preparo de infusão (chá mate - CM), na fabricação de bebidas gaseificadas e sucos^{10,11}. Os principais bioativos do CM são compostos fenólicos, saponinas e metilxantinas. Saponinas e metilxantinas sabidamente modificam o metabolismo lipídico de ratos em diversos modelos de indução de obesidade^{12,13,14}. Saponinas apresentam propriedades hipocolesterolêmicas¹⁵, as metilxantinas, dentre elas a cafeína em maior proporção, aumentam a termogênese^{16,17}, a mobilização e a oxidação de gorduras¹⁸ e o gasto energético promovido pelo sistema nervoso simpático¹⁷. Aos compostos fenólicos atribui-se ações antioxidante e adstringente^{19,20}.

A grande similaridade e homologia entre os genomas dos roedores e dos humanos tornam viáveis o modelo animal como ferramenta para o estudo de condições que afetam os humanos e que podem ser simuladas em ratos. A maioria dos estudos encontrados na literatura propõe a investigação do efeito de chás em animais já obesos, e, muitas vezes, utilizam uma dieta rica em lipídeos.

Porém, é grande a necessidade de trabalhos que avaliem os efeitos dos chás durante o período em que o animal for submetido à dieta hipercalórica, uma vez que CM além de apresentarem efeito terapêutico, também poderiam ser administrados como forma de prevenção.

O aumento na prevalência de sobrepeso e obesidade faz com que haja necessidade de encontrar ações que contribuam para o combate e/ou prevenção dessas condições, e o CM pode ser capaz de melhorar alguns dos parâmetros associados às dislipidemias, à síndrome metabólica e à obesidade.

Este trabalho teve por objetivo avaliar se o consumo diário de mate por oito semanas preveniria ou minimizaria os aumentos de depósitos lipídicos e a dislipidemia causada pelo consumo excessivo de carboidratos simples por animais jovens.

MATERIAL E MÉTODO

Animais e tratamento

Foram utilizados trinta ratos machos (*Rattus norvegicus albinus*, Wistar) com 40 dias de idade, provenientes do Biotério da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista - FOA/UNESP. Durante o período experimental, os animais (em número de cinco por gaiola) foram mantidos em Biotério climatizado, em temperatura de 21 ± 2 °C e ciclo de claro/escuro de 12 horas. O protocolo experimental (3286-2009) foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da FOA/UNESP.

Após período de adaptação, os animais foram distribuídos aleatoriamente em três grupos experimentais: Grupo C – livre acesso à ração comercial e água deionizada; S – livre acesso à ração comercial, água e solução de sacarose 30% (p/v) em água deionizada e SCM – livre acesso à ração comercial, água, solução de sacarose 30% (p/v) e tratamento com infusão de CM através de sonda orogástrica. As infusões dochá (saches de mate tostado, Marca Leão®, Fazenda Rio Grande-

PR/Brasil) foram preparadas diariamente em água deionizada, na temperatura de 80 °C. Volume máximo de 1,0 mL de infusão na temperatura ambiente foi administrado aos animais uma vez ao dia, durante oito semanas, na dose de 100 mg/kg de massa corpórea (m.c.). Para padronização, foram utilizados durante o tratamento saches de um único lote de CM.

Os consumos de água, solução de sacarose e ração foram verificados diariamente. A massa corpórea dos animais foi estimada semanalmente, a primeira determinação ocorreu no início do experimento, quando foram estabelecidos de forma aleatória os grupos e a última no dia da morte dos animais.

Obtenção das amostras biológicas

Após o período de tratamento, os animais em jejum de 12 horas foram anestesiados com xilazina e quetamina (nas doses de 10 mg/kg e 100 mg/kg de m.c., respectivamente), via intramuscular, para a realização da punção da aorta abdominal. Foram obtidas amostras de soro e plasma sanguíneos após a centrifugação do sangue a 1.000 x g por 15 minutos, em temperatura de 5 °C. O plasma e o soro foram fracionados e armazenados a -80 °C até o momento das determinações laboratoriais.

Os depósitos de tecidos adiposos retroperitoneal e epididimal direito e esquerdo foram retirados e pesados em balança analítica (Gehaka modelo AG 200). Os cálculos foram feitos de acordo com a variação da massa do animal, utilizando como regra o equivalente a 100 g de m.c., a fim de observar possíveis alterações nos depósitos de lipídeos entre os grupos.

Análises plasmáticas

A concentração plasmática do colesterol foi mensurada através de método enzimático colorimétrico (Kit Katal®). Para a determinação de HDL-colesterol foi realizada a precipitação dos quilomicra, lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e proteínas de muito baixa densidade (VLDL) do plasma sanguíneo, utilizando-se uma mistura de ácido fosfotúngstico e

cloreto de magnésio. O sobrenadante foi utilizado para reação enzimática colorimétrica (Kit Katal®). A concentração de triacilgliceróis (TAG) foi estimada através de método enzimático colorimétrico (Kit Katal®). Em todos os ensaios as determinações das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro (marca Hitachi, modelo U-1100).

Análise estatística

Os dados foram expressos como média \pm erro padrão da média, analisados quanto à distribuição e posteriormente submetidos à análise de variância (*One-way ANOVA*), seguida do teste de Tukey para estabelecer a comparação entre os grupos (C e S; S e SCM). O nível de significância foi estabelecido em 5%. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa GraphPad Prism (versão 5.0).

RESULTADOS

Na Tabela 1 observa-se que o consumo de ração (g/animal/dia) foi menor no grupo S em relação ao C. Quando comparado SCM com S verificou-se um aumento na ingestão de ração no grupo tratado com chá mate. A ingestão de sacarose foi significativamente maior no grupo não tratado com CM.

Ao avaliar a evolução da massa corpórea, verifica-se que não há diferença entre C e S, porém quando comparados SCM e S, observa-se que no grupo SCM a evolução da massa corpórea foi 2,2 vezes menor (Tabela 1).

Quanto à massa do tecido adiposo branco retroperitoneal (RETRO), expressa em gramas/100g de m.c., foi verificado aumento de 2 vezes no grupo tratado com sacarose em relação ao grupo controle, como pode ser observado na tabela 1. A administração do chá promoveu redução (1,4 vezes) no RETRO no grupo SCM quando comparados ao grupo S (Tabela 1).

O consumo de sacarose aumentou 1,4 vezes a massa do tecido adiposo branco epididimal (EPI) em relação ao grupo controle. A administração de CM reduziu 1,4 vezes os valores em relação ao grupo S

(Tabela 1). A análise da concentração plasmática TAG demonstrou aumento (1,7 vezes) no grupo S quando comparados ao grupo C. O tratamento com o chá mate diminuiu 2,7 vezes TAG no grupo SCM quando comparado com o grupo S (Figura 1). Com relação à concentração plasmática de colesterol, o consumo de sacarose não alterou esse parâmetro (Figura 2) e a exposição dos animais ao M reduziu de forma significativa o colesterol total circulante.

Tabela 1. Consumo de ração, solução de sacarose, evolução da massa corpórea, tecido adiposo retroperitoneal (TARP) e epididimal (EPI) em ratos machos.

	C	S	SCM
Ração (g/animal/dia)	25,90 ± 0,78	16,47 ± 0,65*	18,24 ± 0,61 [#]
Sacarose (mL/animal/dia)	—	43,22 ± 2,59	22,88 ± 0,94 [#]
Evolução da Massa corpórea (%)	174,41 ± 6,47	180,32 ± 7,83	81,06 ± 2,98 [#]
TARP (g/100 m.c)	1,13 ± 0,09	2,29 ± 0,04*	1,61 ± 0,08 [#]
EPI (g/100 m.c)	1,16 ± 0,10	1,63 ± 0,06*	1,14 ± 0,05 [#]

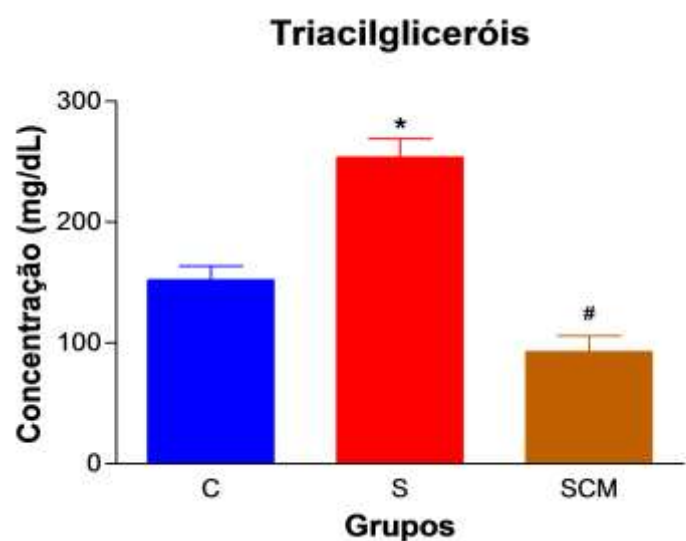


Figura 1. Concentração plasmática de triacilgliceróis. Dados expressos em mg/dL (Média ± erro padrão), n=10 por grupo. *One-way ANOVA* seguido pelo teste de Tukey para comparação entre os grupos S e C (* $p < 0,05$); SCM e S ([#] $p < 0,05$). Grupos: C controle, S sacarose, SCM sacarose + chá mate

Nas análises do plasma foram encontradas variações entre os grupos quanto à concentração do HDL. O grupo SCM mostrou maior concentração de HDL em relação ao grupo S (1,3 vezes), porém os

valores não diferiram significativamente quando comparados S e C (Figura 3).

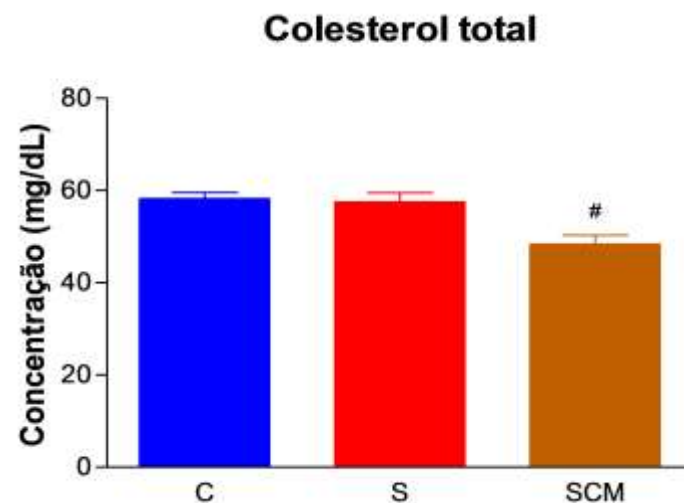


Figura 2. Concentração plasmática de colesterol. Dados expressos em mg/dL (Média ± erro padrão), n=10 por grupo. *One-way ANOVA* seguido pelo teste de Tukey para comparação entre os grupos S e C; SCM e S ([#] $p < 0,05$). Grupos: C controle, S sacarose, SCM sacarose + chá mate.

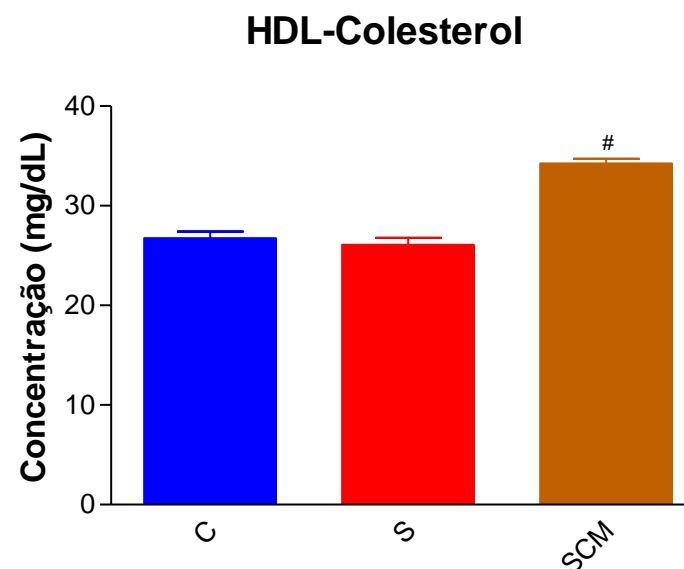


Figura 3. Concentração plasmática de HDL-colesterol. Dados expressos em mg/dL (Média ± erro padrão), n=10 por grupo. *One-way ANOVA* seguido pelo teste de Tukey para comparação entre os grupos S e C; SCM e S ([#] $p < 0,05$). Grupos: C controle, S sacarose, SCM sacarose + chá mate.

DISCUSSÃO

Este trabalho teve por objetivo avaliar se o consumo diário de CM na dose de 100 mg/kg de m.c., por oito semanas preveniria ou minimizaria os aumentos de depósitos lipídicos e a dislipidemia causados pelo consumo excessivo de carboidratos simples.

Optou-se por utilizar nos tratamentos dos animais CM na forma comercial, por ser preparação de maior disponibilidade e mais consumida pela

população em geral. Procedimento semelhante já havia sido adotado por outros autores²¹.

A dose utilizada do CM, assim como as formas de administração nos estudos disponíveis na literatura são variáveis. A dose adotada para este estudo (100 mg/kg de m.c.) foi baseada em experimento piloto, no qual as infusões eram disponibilizadas em bebedouros, aos quais os animais tiveram livre acesso. Após o cálculo da dose diária média ingerida por animal, o preparo da infusão foi adequado para que em uma única administração diária todos os animais pudessem receber a mesma dose da ingestão espontânea. O uso de sonda orogástrica foi adotado por possibilitar maior controle sobre a dose diária consumida por cada animal.

Pôde-se constatar que a ingestão de sacarose inibiu o consumo de ração fato que está relacionado à preferência dos animais pela solução de sacarose, devido a sua alta palatabilidade²². Em função do elevado valor energético da sacarose, em torno de 4 Kcal/g²³, a redução da ingestão de ração não influenciou na evolução da massa corpórea dos animais.

Os resultados corroboram com os achados de Tsanzi et al.²⁴, em que ratas *Sprague-Dawley* com 28 dias de idade foram tratadas com diferentes soluções de carboidratos, dentre as quais sacarose 13% (p/v), por um período de 8 semanas. Os animais tratados com CM reduziram a ingestão de sacarose e aumentaram a ingestão de ração. Investigações adicionais deverão ser realizadas para esclarecer esses resultados.

Embora não tenham sido verificadas diferenças no porcentual de ganho de peso dos animais tratados com sacarose em relação ao grupo controle, foi verificado aumento nos depósitos de tecido adiposo retroperitoneal e epididimal. Resultados semelhantes foram encontrados por Boqué et al.²⁵, em ratos Wistar tratados com solução de sacarose 42% (p/v), por 35 dias. No estudo citado foi verificado aumento da gordura corpórea total, hipertrofia do tecido adiposo

mesentérico e hiperplasia dos depósitos de tecido adiposo retroperitoneal.

A diminuição dos depósitos lipídicos nos animais tratados com CM corrobora dados de Silva et al.²⁶. A diminuição da gordura abdominal após tratamento com CM pode estar relacionada a diversos mecanismos. A presença de metilxantinas, como a cafeína, com propriedades estimulantes no CM eleva o gasto energético, estimulando a mobilização de substratos lipídicos estocados no tecido adiposo abdominal²⁷, além de promover aumento da capacidade lipolítica²⁸. Os aumentos de termogênese e da lipólise induzidos pela cafeína resultam da maior concentração de catecolaminas, como epinefrina, circulantes^{29,30}, bem como da atuação como antagonista do receptor de adenosina. A adenosina inibe a lipólise em células de gordura, o bloqueio dos receptores da adenosina pela cafeína eleva, portanto, a lipólise^{31,32}. Além disso, a cafeína inibe a fosfodiesterase, levando a elevação de monofosfato cíclico de adenosina (AMPC), responsável por ativar a lipase de adipócitos e assim, aumentar a lipólise³³. Embora não tenha sido determinada a concentração de cafeína no CM utilizado, está bem estabelecido que a concentração dessa xantina em folhas secas do *Ilex paraguariensis* varia de 1-2 % p/p^{9,34}.

O tratamento com sacarose modifica o metabolismo lipídico resultando em elevação de triacilgliceróis plasmáticos³⁵. Essa elevação resulta do fato que as dietas ricas em açúcares simples estimularem a síntese de ácidos graxos a partir de carboidratos^{36,37}. O tratamento com CM reduziu os níveis circulante de triacilgliceróis bem como de colesterol total plasmático. Deve-se enfatizar a capacidade do CM em elevar os níveis de HDL acima dos observados nos animais controle e nos animais que não receberam sacarose. A melhora no perfil lipídico esta relacionada à redução da absorção de lipídeos pelo intestino, promovida pelo consumo de CM³⁸. As saponinas presentes no CM inibem a formação de

micelas no lúmen intestinal, interferindo na absorção de lipídeos da dieta, regulando assim a lipemia¹⁵.

CONCLUSÃO

Em machos jovens o chá mate previne o aumento dos depósitos lipídicos e a dislipidemia causados pelo consumo excessivo de carboidratos simples.

ABSTRACT

The yerba mate (*Ilex paraguariensis*) is composed of bioactive that interfere with lipid metabolism. The objective was to evaluate if daily consumption of mate tea (MT) change the lipid deposits and dyslipidemia caused by excessive consumption of sucrose. Thirty male Wistar rats (40 days old) were divided into four groups: Group C - free access to commercial chow and deionized water; S - free access to commercial food, water and sucrose solution 30% (w/v) in water; MTS and deionized - free access to commercial feed solution, water, 30% sucrose (w/v) and treated with daily infusion of MT (soluble mate Leão Júnior®) via orogastric tube at a dose of 100 mg/kg/mc for 8 weeks. After the trial period the lipid profile was evaluated by the following parameters: a) direct weighing of the retroperitoneal (RP) and epididymal (EPI) adipose tissues; b) determination of plasma total cholesterol, triglycerides and HDL cholesterol concentration. The MT promoted the reduction of 1.4 times in both tissues RP and EPI in MTS group compared to group S. Treatment with MT decreased 2.7 times triglyceride in the MTS group compared with the group S. The sucrose consumption did not alter the plasma cholesterol concentration, however the consumption of MT significantly reduced total cholesterol circulating. The HDL cholesterol concentration, in the MTS group, showed higher concentration than in group S (1.3 times). MT prevents in young male rats the increase of lipid deposits and dyslipidemia caused by excessive consumption of sucrose.

Keywords: Sucrose; *Ilex paraguariensis*; Lipoproteins, HDL; Triglycerides; Lipid Metabolism; Cholesterol.

RESUMEN

La yerba mate (*Ilex paraguariensis*) se compone de bioactivo que interfieren con el metabolismo de los lípidos. El objetivo fue evaluar si el consumo diario de té mate (CM) altera los depósitos de lípidos y dislipidemia causados por el consumo excesivo de sacarosa. Treinta ratas Wistar machos (40 días de edad) se dividieron en cuatro grupos: Grupo C - el libre acceso

a comida comercial y agua desionizada S - el libre acceso a los alimentos comerciales, agua y una solución de sacarosa al 30% (p/v) en agua SMC y desionizada - libre acceso a la solución comercial de alimentación, agua, sacarosa al 30% (p/v) y se trató con infusión diaria de CM (Mate Leão Junior soluble®) a través de una sonda orogástrica a una dosis de 100 mg/kg/mc durante 8 semanas. Después del período de prueba el perfil lipídico fue evaluada por los siguientes parámetros: peso del tejido adiposo retroperitoneal (RETRO) y epidídimo (EPI), y la medición de las concentraciones plasmáticas de colesterol total, HDL- colesterol y triglicéridos. El CM promueve la reducción de 1,4 veces, tanto en tejidos RETRO y EPI en el grupo SCM que en el grupo S. El tratamiento con CM disminuyó los triacilglicéridos 2,7 veces en el grupo de SMC en comparación con el grupo S. El consumo de sacarosa no alteró la concentración de colesterol en plasma, sin embargo el consumo de CM redujo significativamente el colesterol total de circulación. La concentración de colesterol HDL, el grupo SMC mostró una mayor concentración que en el grupo S (1,3 veces). La CM en ratas macho jóvenes evita el aumento de los depósitos de lípidos y la dislipemia causados por el consumo excesivo de sacarosa.

Palabras clave: Sacarosa, *Ilex paraguariensis*, Lipoproteínas HDL, Triglicéridos, Metabolismo Lipídico, Colesterol.

REFERÊNCIAS

1. Obesidade: Podemos melhorar?. Rev Assoc Med Bras. 2001;47:1-2.
2. WHO. Obesity and Overweight [Fact sheet]. 2012. Fact sheet N1311. Updated May2012. Retrieved from/http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/S.
3. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM, Flegal KM. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. JAMA. 2010;303:242-9.
4. Kanarek RB, Marks-Kaufman R. Developmental aspects of sucrose-induced obesity in rats. Physiol Behav. 1979;23:881-5.
5. Forshee RA, Storey ML. Total beverage consumption and beverage choices among children and adolescents. Int J Food Sci Nutr. 2003;54:297-307.
6. Kao YH, Hipakka RA, Liao SE. Modulation of obesity by green tea catechin. Am J Clin Nutri. 2000;72:1232-4.
7. Shen CL, Chanjaplammoosil S, Yeh JK, Cao JJ, Chyu MC, Dagda RY. Anti-obesity and osteo-protective effect of green tea polyphenols on long-term high-fat-diet-induced obesity in rats. FASEB J. 2011;5:776-82.

8. Chen N, Bezzina R, Lewandowski P A, Caneron S, Mathai ML, Jois M, et al. Green tea, black tea, and epigallocatechin modify body composition, improve glucose tolerance, and differentially alter metabolic gene expression in rats fed a high-fat diet. *Nutr Res.* 2009; 29:784–93.
9. Heck CI, Mejla EG. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. *J Food Sci.* 2007; 72:138-51.
10. Kummer CI, Moura MSG, Almeida RM. Erva Mate. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/modelagem/erva-mate>> .Acesso em:27 set. 2013.
11. Maccari Junior A. Análise do pré-processamento da erva mate para chimarrão. [Tese]. Universidade Estadual de Campinas. 2005.
12. Pang J, Choi Y, Park, T. *Ilex paraguariensis* extract ameliorates obesity induced by high-fat diet: potential role of AMPK in the visceral adipose tissue. *Arch Biochem Biophys.* 2008;476:178–85.
13. Arçari DP, Bartchewsky W, Dos Santos TW, Oliveira KA, Funck A, Pedrazzoli J, et al. Antiobesity effects of yerba mate extract (*Ilex paraguariensis*) in high-fat diet-induced obese mice. *Obesity.* 2009;12:2127–33.
14. Bracesco N, Sanchez AG, Contreras V, Menini T, Gugliucci A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: minireview. *J Ethnopharmacol.* 2011;136:378–84.
15. Ferreira RF. Inhibition of the passive diffusion of cholic acid by *Ilex paraguariensis* St. Hil. Saponins. *Phytotherapy Res.* 1997;11:79-81.
16. Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MP, Kovacs EM. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obes Res.* 2005;13:1195–204.
17. Diepvens K, Westerterp KR, Westerterp-Plantenga MS. Obesity and thermogenesis related to the consumption of caffeine, ephedrine, capsaicin, and green tea. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2007;292:77–85.
18. Mochizuki M, Hasegawa N. Effects of green tea catechin-induced lipolysis on cytosol glycerol content in differentiated 3T3-L1 cells. *Phytother Res.* 2004;18:945-6.
19. Clifford MN, Ramirez-Martinez JR. Chlorogenic acids and purine alkaloids contents on mate (*Ilex paraguariensis*) leaf and beverage. *Food Chem.* 1990; 35:13-21.
20. Cardozo Junior EL, Ferrarese Filho O, Cardozo Filho L, Ferrarese MLL, Donaduzzi CM, Sturion JA. Methylxanthines and phenolic compounds contents in mate (*Ilex paraguariensis*) progenies grown in Brazil. *J Food Compost Anal.* 2007;20:1-10.
21. Fernandes ES, Machado MO, Becker AM, Andrade F, Maraschin M, Silva EL. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) enhances the gene modulation and activity of paraoxonase-2: In vitro and in vivo studies. *Nutrition.* 2012;28:1157-64.
22. Novelli ELB, Diniz YS, Galhardi CM, Ebaid GMX, Rodrigues hg, Mani F, et al. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Anim.* 2007;41:111–9.
23. Schaefer EJ, Gleason JA, Dansinger ML. Dietary fructose and glucose differentially affect lipid and glucose homeostasis. *J Nutr.* 2009;139:1257–62.
24. Tsanzi E, Light HR, Tou JC. The effects of feeding sugar-sweetened beverages to growing female Sprague-Dawley rats on bone mass and strength. *Bone.* 2008;42:960–8.
25. Boquet N, Campión J, Paternain L, Garcia-Diaz DF, Galarraga MP, Milagro FI, et al. Influence of dietary macronutrient composition on adiposity and cellularity of different fat depots in Wistar rats. *J Physiol Biochem.* 2009;65:387–95.
26. Silva RD, Bueno ALS, Gallon CW, Gomes LF, Kaiser S, Pavei C, Ortega GG, Kucharski LC, Jahn MP. The effect of aqueous extract of gross and commercial yerba mate (*Ilex paraguariensis*) on intra-abdominal and epididymal fat and glucose levels in male Wistar rats. *Fitoterapia.* 2011; 82:818-26.
27. George AJ. Central nervous system stimulents. *Baillieres Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2000;13:79-88.
28. Silveira LR, Alves AA, Denadai BS. Effect of increased caffeine-induced lipolysis on performance and glucose metabolism during intermittent exercises. *Rev bras cienc mov.* 2004;12:21-6.
29. Astrup A, Toubro S, Cannon S, Hein P, Breum L, Madsen J. Caffeine: a double-blind, placebo-controlled study of its thermogenic, metabolic, and cardiovascular effects in healthy volunteers. *Am J Clin Nutr.* 1990;51:759–67.
30. Hetzler RK, Knowlton RT, Somani SM, Brown DD, Perkins RM. Effect of paraxanthine on FFA mobilization after intravenous caffeine administration in humans. *J Appl Physiol.* 1990;68:44–7.

31. Pang J, Choi Y, Park T. *Ilex paraguariensis* extract ameliorates obesity induced by high-fat diet: potential role of AMPK in the visceral adipose tissue Arch Biochem Biophys. 2008;476:178–85.
32. Baba N, Bracco EF, Hashim SA. Enhanced thermogenesis and diminished deposition of fat in response to overfeeding with diet containing medium chain triglyceride. Am J Clin Nutr. 1982;35:678–82.
33. Langfort J, Ploug TJ, Ihlemann. Expression of hormone-sensitive lipase and its regulation by adrenaline in skeletal muscle. Biochem J. 1999; 340:456–9.
34. Athayde ML, Coelho GC, Schenkel EP. Caffeine and theobromine in epicuticular wax of *Ilex paraguariensis* A. St-Hil Phytochem. 2000; 55:853–7.
35. Grant KI, Marais MP, Dhansay MA. Sucrose in a lipid-rich meal amplifies the postprandial excursion of serum and lipoprotein triglyceride and cholesterol concentrations by decreasing triglyceride clearance. Am J Clin Nutr. 1994;59:853-60.
36. Hudgins LC, Hellerstein MK, Seidman CE, Neese RA, Tremaroli JD, Hirsch J. Relationship between carbohydrate-induced hypertriglyceridemia and fatty acid syntheses in lean and obese subjects. J Lipid Res. 2000;41:595-604.
37. Faut IM. Role of the fat cell in energy balance physiology. Res Publ Assoc Res Nerv Ment Dis. 1984;62:97-107.
38. Ikeda I, Hamamoto R, Uzu K, Imaizumi K, Nagao K, Yanagita T. Dietary gallate esters of tea catechins reduce deposition of visceral fat, hepatic triacylglycerol, and activities of hepatic enzymes related to fatty acid synthesis in rats. Biosci Biotechnol Biochem. 2005;69:1049–53.

Correspondência

Ana Cláudia de Melo Stevanato Nakamune
Faculdade de Odontologia de Araçatuba, UNESP
anacmsn@foa.unesp.br

Recebido: 27/09/2013

Aprovado: 10/11/2013