

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

EFEITO DA EPIGALOCATEQUINA GALATO DO CHÁ VERDE SOBRE A REDUÇÃO PONDERAL, A TERMOGÊNESE E A OXIDAÇÃO LIPÍDICA.

EFFECTS OF THE GREEN TEA EPIGALLOCATECHIN GALLATE ON WEIGHT LOSS, THERMOGENESIS AND FAT OXIDATION.

Cintia Albuquerque Amorim^{1,3}, Michelle Agnes Pires Ferreira^{1,3}, Francisco Navarro^{1,2}

RESUMO

A obesidade pode ser definida como o aumento excessivo da quantidade de gordura corporal, por isso questões relativas a sua prevenção e tratamento, assumem cada vez mais uma maior importância. Com o crescimento desta epidemia, os efeitos anti-obesidade do chá verde têm sido estudados. Cerca de três bilhões de quilogramas de chá são produzidos e consumidos anualmente, tornando-se assim depois da água, a bebida mais antiga e mais consumida mundialmente. O chá verde é feito de folhas não fermentadas e não oxidadas de *Camellia sinensis*, espécie da família Theaceae, e por isso contém grandes quantidades de vários compostos polifenólicos, especialmente flavanóis e que representam aproximadamente 30% do peso seco das folhas frescas, dentre os quais encontram-se as catequinas. Estas são os flavonóis predominantes e são compostas de: epicatequina; galocatequina; epicatequina-galato; epigalocatequina; e a epigalocatequina galato (EGCG), considerada a catequina mais ativa farmacologicamente. Há evidências de que devido ao conteúdo de cafeína e polifenóis de catequina encontrados no chá verde, estes possam exercer efeitos sobre o peso corporal, possivelmente através do aumento da termogênese e da oxidação lipídica. Devido a dificuldade observada na manutenção do peso corporal perdido a longo prazo, o uso contínuo do extrato de chá verde pode se tornar uma estratégia útil. Entretanto os resultados encontrados ainda são poucos, evidenciando assim a necessidade de maiores pesquisas sobre o efeito da EGCG na obesidade.

Palavras-chave: Obesidade, chá verde, epigalocatequina galato, termogênese e oxidação lipídica.

1 - Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Nutrição Esportiva da Universidade Gama Filho – UGF – João Pessoa - Paraíba

ABSTRACT

Obesity can be defined as the excessive increase in body fat mass. Thus relative questions to its prevention and treatment assume each time more importance. With the increasing epidemic, the green tea effect has been studied. About three billion kilograms of tea are produced and consumed yearly, becoming thus after water, the most ancient and most consumed beverage worldwide. The green tea is made of non-oxidised and non-fermented leaves of *Camellia sinensis*, species of the Theaceae family, and therefore contains high quantities of several polyphenolic components, especially flavanols and flavonols that represent approximately 30% dry weight of the fresh leaves, such as catechins. These are the predominant flavonols and are composed by epicatechin (EC), galocatechin (GC), epicatechingallate (ECG), epigallocatechin (EGC) and epigallocatechin gallate (EGCG), considered the most pharmacologically active catechin. Evidences that in spite of caffeine and catechin polyphenols content in green tea, they can exert an effect on body weight, possibly through enhancing thermogenesis and lipid oxidation. Due to the difficulty observed on long-term body weight loss maintenance, the green tea extract continuous use might become a useful strategy. However the found results are few, evidencing then the need for more researchs about the obesity effect of EGCG.

Key words: Obesity, green tea, epigalocatechin gallate, thermogenesis, lipid oxidation.

Endereço para correspondência: Rua Goiás, 387 – Farol. Maceió - Alagoas
cintia_up@hotmail.com,
michelle.agnes@hotmail.com

2 – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício - IBPEFEX

3 – Nutricionistas graduadas pela Universidade Federal de Alagoas

INTRODUÇÃO

A prevalência do sobrepeso e obesidade alcançou proporções epidêmicas nos últimos anos (Lin e colaboradores, 2005) e tem como causa o desequilíbrio entre a ingestão e o gasto calórico. Sendo assim, para produzir uma perda ponderal é necessário um balanço energético negativo que pode ser alcançado através da diminuição da ingestão ou pelo aumento do gasto calórico (Diepvens e colaboradores, 2005). Programas de redução de peso tais como: dietas de baixas calorias, modificações comportamentais e a prática de atividade física normalmente falham em alcançar a manutenção do peso perdido a longo prazo (Diepvens e colaboradores, 2005; Chantre e Lairon, 2002).

Devido a esse baixo índice de sucesso há um aumento do interesse sobre os efeitos dos potenciais termogênicos de muitos compostos extraídos de plantas, como a cafeína do café e chá verde, a efedrina da efedra, a capsacina da pimenta, e a epigallocatequina galato, do extrato de chá verde (Dulloo e colaboradores, 1999).

O chá verde é um produto não fermentado e não oxidado que contém compostos polifenólicos, como a epicatequina, a galocatequina, a epicatequinagalato, a epigallocatequina, e a mais abundante e farmacologicamente ativa, a epigallocatequina galato (EGCG) (Lin e colaboradores, 2005; ST-Onge, 2005).

A termogênese e a oxidação lipídica estão sob o controle do sistema nervoso simpático (Dulloo e colaboradores, 1999), e podem ser estimuladas pelo chá verde, que contém dois ingredientes mais ativos: o polifenol de catequina, que inibe a ação da catecol-O-metil transferase (COMT), prolongando a ação das catecolaminas

(Borchardt e Huber, 1975; Diepvens, 2007). E a cafeína que inibe a degradação do AMP cíclico intracelular (AMPC), levando a um aumento da liberação de noradrenalina, aumento da concentração de AMPC, um mediador intracelular crítico para a ação da catecolaminas na termogênese (Auvichayapat e colaboradores, 2007).

Baseando-se nestas evidências, o principal objetivo desta revisão foi avaliar a efetividade do extrato de chá verde, com ênfase na epigallocatequina galato, na redução ponderal, na termogênese e na oxidação lipídica.

MÉTODOS

Estratégias de busca

Foram analisados os mais relevantes estudos publicados originalmente na língua inglesa, tendo como referência as bases de dados MEDLINE (National Library of Medicine). Para complementar a estratégia de busca, foi realizada a checagem manual das referências bibliográficas dos artigos selecionados, buscando artigos sobre o tema, com o objetivo final de localizar textos pertinentes que não haviam sido encontrados através da busca eletrônica.

Visando selecionar os estudos de maior evidência científica, contemplamos somente os ensaios clínicos controlados e randomizados (ECCR).

A estratégia de busca utilizou as seguintes palavras-chave: Green tea, fat oxidation, obesity, epigallocatechin gallate, thermogenesis, energy expenditure.

RESULTADOS

Quadro 1. Artigos mais relevantes sobre os efeitos do chá verde.

ESTUDO	PARTICIPANTES	INTERVENÇÕES	RESULTADOS	
			Redução Ponderal	Efeito Termogênico
Dulloo e colaboradores, (1999)	10 homens IMC: 25,1 ± 1,2 Kg/m ² Idade: 25 ± 1 ano	Foram divididos 3 grupos (a) 300mg cafeína + 540mg EGCG, (b) 300 mg cafeína, (c) placebo.		Chá verde versus Placebo: Aumento significativo no GE de 24h (4%), um decréscimo significativo no QR (p<0,001). Cafeína versus Placebo: Sem diferenças no GE, QR.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Kovacs e colaboradores, (2004)	104 indivíduos IMC: 25 a 35 Kg/m ² Idade: 18 a 60 anos	Dieta de muito baixa caloria (502 calorias) por 4 semanas seguida de um período de manutenção de peso por 13 semanas nas quais os indivíduos recebiam cápsulas de chá verde (104 mg/d de cafeína e 325mg de EGCG) ou Placebo.	Os indivíduos perderam $6,4 \pm 1,9$ Kg, e $7,5 \pm 2,2$ % G durante a dieta de muito baixa caloria. Não melhorou a manutenção de peso, após uma redução ponderal de 7,5%, comparando com o placebo.
Bérubé-Parent e colaboradores, (2005)	14 homens IMC: 20 a 27 kg/ m ² Idade: 20 a 50 anos	3 Doses/dia da mistura de extrato de Chá Verde e Guaraná contendo: 1) 200mg cafeína + 90mg EGCG 2) 200mg cafeína + 200mg EGCG 3) 200mg cafeína + 300mg EGCG 4) 200mg cafeína + 400mg EGCG 5) Placebo	A mistura de EGCG + Cafeína aumentou o gasto energético de 24h cerca de 750Kj (179cal/d), equivalente a 8% quando comparado com o placebo. Não houve diferenças significativas entre a maior e a menor dose de EGCG.
Diepvens e colaboradores, (2005)	46 mulheres IMC: 25 a 31Kg/m ² Idade: 19 a 57 anos	1) 3 dias de dieta balanceada (100%GE). 2) 4 semanas de dieta de baixa caloria (60% GE) + Cápsula: 78mg cafeína + 198mg EGCG ou placebo. 3) 8 semanas de dieta de baixa caloria sem cápsula.	Reduções ponderais: Chá verde: $4,19 \pm 2$ kg Placebo: $4,21 \pm 2,7$ kg
Westerterp-Plantenga e colaboradores, (2005)	76 indivíduos IMC: $27,5 \pm 2,7$ kg/m ² Idade: 18 a 60 anos n = 38 baixo consumo de cafeína (<300mg/d) n = 38 alto consumo de cafeína (>300mg/d)	Dieta de muito baixa caloria (502 calorias) por 4 semanas. Seguida de 3 meses manutenção de peso + suplementação. a) 50mg cafeína + 90mg EGCG; b) 50 mg cafeína; c) Placebo. Ingeridos durante o café, o almoço e o jantar.	Perda de peso foi significativamente alta ($6,7 \pm 1,4$ kg) no grupo de alto consumo de cafeína quando comparado com o grupo de baixo consumo de cafeína ($5,1 \pm 1,2$ kg). O grupo de baixo consumo de cafeína + mistura de chá verde e cafeína, teve um percentual de reganho de peso significativamente menor ($-11,1 \pm 24,3$ %). O grupo de alto consumo de cafeína teve um reganho de peso de $24,4 \pm 18,7$ %.

Quadro 1. (continuação)

ESTUDO	PARTICIPANTES	INTERVENÇÕES	RESULTADOS	
			Redução Ponderal	Efeito Termogênico
Auvichayapat e colaboradores, (2007)	60 indivíduos 42 Mulheres (pós menopausa > 1 ano) 18 Homens (entre 40 e 60 anos) IMC: >25 kg/ m ²	Cápsula com 250mg de chá verde (0,24mg ácido gálico, 4,09mg catequinas, 28,86mg cafeína, 33,58mg EGCG, 9,28mg epicatequina galato) ou Placebo antes do café, almoço e jantar.		Cápsula de chá verde numa concentração de 100mg/d de EGCG pode aumentar o gasto energético em 89 cal/d. Redução do % G de 39,4 ± 1,67% para 35,67 ± 1,8%.
Boschmann e Thielecke (2007)	6 homens Idade: 40 ± 1 ano IMC: 29,9 ± 1,6kg/m ²	150mg/d EGCG por 2 dias ou placebo.	-	O gasto energético no repouso não foi significativamente diferente entre os grupos com EGCG e Placebo.
Rudelle e colaboradores, (2007)	31 Indivíduos IMC: 20 a 25kg/m ² Idade: 18 a 35 anos	3 doses de 250ml de uma bebida totalizando 2100mg de extrato de chá verde, 282mg de EGCG, 300mg de cafeína e 633mg de Cálcio por dia ou placebo.	-	Aumento do gasto energético de 24 horas de 4,6% (103 ± 31 calorías por dia.

IMC: Índice de massa corpórea; EGCG: Epigallocatequina galato; GE: Gasto energético; QR: Quociente respiratório; %G: Percentual de gordura; RCQ: Relação cintura-quadril; MLG: Massa livre de gordura e MG: Massa gorda.

DISCUSSÃO

Gasto energético

Dulloo e colaboradores, (1999) realizou um estudo com dez indivíduos saudáveis que foram divididos em três grupos e receberam duas cápsulas três vezes ao dia: a) extrato de Chá verde com 50mg de cafeína e 90mg de epigallocatequina galato (EGCG); b) 50mg de cafeína ou c) placebo. O gasto energético de 24 horas e a oxidação lipídica foram medidos numa câmara respiratória.

Esta pesquisa foi uma das primeiras a evidenciar que o extrato de chá verde tem o potencial de influenciar o gasto energético em humanos.

O grupo que fez uso do extrato de chá verde teve um aumento de 4% (p< 0,01) do

gasto energético de 24 horas quando comparado ao grupo placebo. O efeito do extrato de chá verde no aumento da termogênese não foi atribuído somente ao seu conteúdo de cafeína, visto que o grupo que usou uma quantidade de cafeína proporcional a encontrada no extrato falhou ao tentar demonstrar alterações no gasto energético. Evidenciando assim os efeitos sinérgicos entre a cafeína e outros componentes bioativos encontrados no extrato de chá verde.

O estudo realizado por Bérube-Parent e colaboradores, (2005) com catorze indivíduos saudáveis, onde cada um deles permaneceu durante 24 horas numa câmara respiratória para receber cápsulas com extrato de chá verde e guaraná contendo, 200mg de cafeína e doses variáveis de epigallocatequina

galato (90, 200, 300 ou 400mg) três vezes ao dia.

A mistura de epigalocatequina galato e cafeína aumentou o gasto energético de 24 horas em cerca de 750KJ (179cal/dia), o equivalente a 8% quando comparado com o placebo. Contudo não houve diferenças significativas entre a maior e a menor dose de epigalocatequina galato, sugerindo que há uma possível saturação no efeito termogênico mesmo em uma dosagem de duas a quatro vezes maior que a inicial. Sendo assim é possível que a mistura dos extratos de chá verde e guaraná possam exercer um efeito positivo no aumento do gasto energético, apesar de não ser possível identificar qual dos componentes tem uma maior influência.

No estudo de Auvichayapat e colaboradores, (2007) com sessenta indivíduos dentre os quais 42 eram mulheres pós-menopausa, os indivíduos receberam cápsulas de chá verde três vezes ao dia, totalizando aproximadamente 100mg/dia de epigalocatequina galato. E foi observado que na oitava semana o gasto energético no grupo que fez uso de chá verde foi maior em cerca de 89 calorias por dia.

Boschman e Thielecke (2007) realizaram um estudo, durante 2 dias, com seis homens saudáveis que receberam 150mg de epigalocatequina galato ou placebo. Este artigo confirma o resultado obtido por Dulloo e colaboradores, (1999) onde foi descrito que a epigalocatequina galato, assim como a cafeína, sozinhas possuem pouco ou nenhum efeito significativo, havendo efeito sinérgico sobre o gasto energético somente se as duas substâncias estiverem misturadas.

Apesar do resultado encontrado, este estudo não pode ser comparado com os demais pois a taxa metabólica foi calculada através da Equação de Ferrannini e colaboradores (1988), enquanto em outros estudos (Dulloo e colaboradores, 1999; Kovacs e colaboradores, 2004; Bérubé-Parent e colaboradores, 2005) a mesma foi calculada in vivo através da câmara respiratória, o que apresenta uma maior fidedignidade.

Rudelle e colaboradores, (2007) realizou um estudo com 31 indivíduos que receberam três doses diárias de 250ml durante 3 dias, o que totalizou 2100mg de extrato de chá verde, 540mg de catequinas das quais 282mg de epigalocatequina galato, 300mg de cafeína e 633mg de cálcio.

A quantidade de epigalocatequina galato utilizada nesse estudo foi semelhante a de Dulloo e colaboradores, (1999), que observou um aumento de 4% sobre o metabolismo energético, enquanto em Rudelle e colaboradores, (2007) houve um aumento de 4,6%.

Oxidação Lipídica

Em Dulloo e colaboradores, (1999) houve uma redução do quociente respiratório no grupo do tratamento com extrato de chá verde, o que evidenciou uma maior oxidação lipídica quando comparado com o grupo placebo, 41,4% e 31,6%, respectivamente.

Entretanto, em Boschman e Thielecke (2007), o uso de uma dose (300mg de epigalocatequina galato) por dia tem um potencial de elevar a oxidação lipídica apenas no período pós-prandial.

No estudo realizado por Auvichayapat e colaboradores, (2007) houve um aumento da oxidação lipídica nos indivíduos tailandeses durante as doze semanas de tratamento e foi observado também que o percentual de gordura reduziu de $39,4 \pm 1,67\%$ para $35,67 \pm 1,8\%$.

Redução Ponderal

Kovacs e colaboradores, (2004) realizou um estudo com 104 indivíduos, onde se ministrou uma dieta de muito baixa caloria (502 cal) por 4 semanas, seguida de um período de manutenção de peso por 13 semanas nas quais os indivíduos recebiam chá verde (cafeína 104mg/dia, catequinas 573mg/dia onde 325mg eram epigalocatequina galato) ou placebo. Foi relatado o uso de uma quantidade semelhante à utilizada por Dulloo e colaboradores (1999) que teve um maior controle sobre as variáveis que poderiam interferir, assim como seus indivíduos tinham uma baixa ingestão de cafeína (100-200mg/dia), enquanto Kovacs e colaboradores, (2004) observou os indivíduos em suas condições normais, não havendo assim controle sobre a ingestão de cafeína, que variou de 0 a 1000mg/dia.

Este fato revela que a ingestão habitual de cafeína pode ter anulado o efeito do chá verde, por isso os baixos consumidores de cafeína apresentaram uma melhor manutenção de peso quando comparado com

os altos consumidores, sugerindo que a suplementação com o chá verde é mais efetiva em indivíduos com baixo consumo de cafeína. Outro estudo que teve resultados que confirmam esta hipótese foi realizado por Diepvens e colaboradores, (2005) onde após 3 dias de dieta balanceada seguiram-se 84 dias de dieta hipocalórica (60% gasto energético) e uso de extrato de chá verde ou placebo. Não houve diferenças entre os grupos e este resultado pode ser justificado pois os pacientes ingeriram mais cafeína que os indivíduos nos estudos anteriores.

No estudo de Westerterp-Plantenga e colaboradores, (2005) ministrou-se dieta de muito baixa energia (502 cal) por 4 semanas que foi seguida de 3 meses de manutenção de peso. Diferentemente dos estudos anteriores, observou-se que a perda de peso foi significativamente maior no grupo com alta ingestão de cafeína entretanto o grupo com baixa ingestão teve um menor ganho de peso, evidenciando a necessidade de mais estudos para elucidar estes achados.

Outros possíveis efeitos

Além dos possíveis efeitos já discutidos existem outros que estão sendo estudados tais como, a inibição das lipases gástricas e pancreáticas através do uso do extrato de chá verde que apesar de ser um aspecto pouco explorado, este efeito se compara ao obtido com o uso de um medicamento que se encontra no mercado hoje (ORLISTAT), que induz a perda ponderal e tem se mostrado eficaz. Entretanto mais trabalhos são necessários para determinar se esta perda de peso pode ser alcançada in vivo (Bell e Goodrick, 2002).

Outros estudos revelam que o uso de extrato de chás induz claramente a má absorção de carboidratos através da inibição das enzimas α -amilase, α -glucosidase, e dos transportadores sódio-glicose (Zhong e colaboradores, 2006), efeito benéfico a indivíduos obesos e diabéticos.

Segundo Yang e Wang (1993) e Demeule e colaboradores, (2002), o consumo do chá verde reduz a incidência de câncer em vários modelos experimentais por ser um potente antioxidante.

Os resultados de estudos in vitro com epigalocatequina galato evidenciaram que houve uma redução do tecido adiposo através

da inibição da maturação de pré-adipócitos e do aumento da apoptose de células 3T3-L1 (Lin e colaboradores, 2005; Hung e colaboradores, 2005).

Estudos do metabolismo lipídico em animais têm mostrado que o uso de chá verde reduz os triacilgliceróis e a concentração total de colesterol, e inibe a acumulação de gordura corporal e hepática (Nagao e colaboradores, 2005).

Pesquisas estão sendo desenvolvidas com objetivo de elucidar efeitos tais como: anti-artrite (Haqqi e colaboradores, 1999; Ahmed e colaboradores, 2004), antioxidante (Osada e colaboradores, 2001; Zhang e colaboradores, 2004), antiviral (Fassina e colaboradores, 2002; Weber e colaboradores, 2003), anti-angiogênico (Sartippour e colaboradores, 2002; Oak e colaboradores, 2005), antiinflamatórios (Dona e colaboradores, 2003), antibacteriano (Roccaro e colaboradores, 2004), e neuroprotetor (Weinreb e colaboradores, 2004).

CONCLUSÃO

Apesar do antigo e freqüente uso do chá verde na medicina Chinesa, só recentemente, baseado em evidências científicas, seus efeitos têm sido comprovados.

Há evidências de que o chá verde, através do efeito sinérgico entre a epigalocatequina galato e a cafeína possa se tornar uma ferramenta útil dentro das inúmeras estratégias existentes para o controle da obesidade.

Embora o efeito a curto prazo do chá verde na termogênese possa parecer pequeno, a longo prazo ele pode se tornar mais uma alternativa de apoio na manutenção de peso, visto que esta é a fase mais difícil de ser alcançada entre os indivíduos obesos.

Entretanto há a necessidade de mais estudos clínicos controlados para validar os dados existentes e encorajar novos estudos sobre o efeito da epigalocatequina galato na obesidade.

REFERÊNCIAS

- 1- Ahmed, S.; Wang, N.; Lalonde, M.; Goldberg, V.M.; Haqqi, T.M. Green Tea

Polyphenol Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) differentially Inhibits Interleukin-1 α -Induced expression of matrix metalloproteinase-1 and -13 in human chondrocytes. *J Pharmacol Exp Ther* 2004; 308:767-773.

2- Auvichayapat, P.; e colaboradores. Effectiveness of green tea on weight reduction in obese Thais: A randomized, controlled trial. *Physiol Behav* (2007),doi: 10.1016/j.physbeh.2007.10.009

3- Bérubé-Parent, S.; Pelletier, C.; Doré, J.; Tremblay, A. Effects of encapsulated green tea and Guaraná extract containing a mixture of epigallocatechin-3-gallate and caffeine on 24h energy expenditure and fat oxidation in men. *Br J of Nutr* 2005; 94:432-436.

4- Borchardt, R.T.; Huber, J.A. Catechol O-methyltransferase. Structure-activity relationships for inhibition by flavonoids. *J Med Chem* 1975; 18:120-122.

5- Boschmann, M.; Thielecke, F. The effects of epigallocatechin-3-gallate on thermogenesis and fat oxidation in obese men: A pilot study. *J Am Coll Nutr* 2007; 26 (4):389S-395S.

6- Bell, S.J.; Goodrick, G.K. A functional food product for the management of weight. *Crit Rev in food Sci Nutr* 2002; 42(2):163-178.

7- Chantre, P.; Lairon, D. Recent findings of green tea extract AR25(Exolise) and its activity for the treatment of obesity. *Phytomedicine* 2002; 9:3-8.

8- Demeule, M.; Michaud-Levesque, J.; Annabi, B.; Gingras, D.; Boivin, D.; Jodoin, J.; Lamy, S.; Bertrand, Y.; Beliveau, R. Green tea catechins as novel antitumor and antiangiogenic compounds. *Curr Med Chem Anti-Cancer Agents* 2002; 2:441-463.

9- Diepvens, K.; Kovacs, E.M.R.; Nijs, I.M.T.; Vogels, N.; Westerterp-Platenga, M.S. Effects of green tea on resting energy expenditure and substrate oxidation during weight loss in overweight females. *Br J of Nutr.* 2005; 94:1026-1034.

10- Diepvens, K.; Westerterp, K.R.; Westerterp-Platenga, M.S. Obesity and thermogenesis related to the consumption of caffeine,

ephedrine, capsaicin and green tea. *Am J Physiol Regul Integr Physiol* 2007; 292:R77-R85.

11- Dona, M.; Dell'Aica, I.; Calabrese, F.; Benelle, R. Neutrophil restraint by green tea: inhibition of inflammation, associated angiogenesis, and pulmonary fibrosis. *J Immunol* 2003; 170(8):4335-4341.

12- Dulloo, A.G.; Duret, C.; Rohrer, D.; Girardier, L.; Mensi, N.; Fathi, M.; Chantre, P.; Vandermander, J. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h expenditure and fat oxidation in humans. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:1040-5.

13- Fassina, G.; Buffa, A.; Benelli, R.; Varnier, O.; Noonan, D.M.; Albini, A. Polyphenolic antioxidant (-)-Epigallocatechin-3-gallate from green tea as a candidate anti-HIV agent. *AIDS* 2002; 16:939-941.

14- Ferrannini, E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism* 1988; 37:287-301.

15- Haqqi, T.M.; Anthony, D.D.; Gupta, S.; Ahmad, N. Prevention of collagen-induced arthritis in mice by a polyphenolic fraction from green tea. *Proc Natl Acad Sci*, 1999; 96(8):4524-9

16- Hung, P.; Wu, B.; Chen, H.; Chen, Y.; Chen, C.; Wu, M.; Liu, H.; Lee, M.; Kao, Y. Antimitogenic effect of green tea (-)-epigallocatechin gallate on 3T3-L1 preadipocytes depends on the ERK and Cdk2 pathways. *Am J Physiol Cell Physiol* 2005; 288:1094-1108.

17- Kovacs, E.M.R.; Lejeune, M.P.G.M.; Nijs, I.; Westerterp-Platenga, M.S. Effects of green tea on weight maintenance after body-weight loss. *Br J of Nutr* 2004; 91:431-437.

18- Lin, J.; Della-Fera, A.; Baile, C.A. Green Tea polyphenol epigallocatechin gallate inhibits adipogenesis and induces apoptosis in 3T3-L1 adipocytes. *Obes Res* 2005; 13(6):982-1196.

19- Nagao, T.; Komine, Y.; Soga, S.; Meguro, S.; Hase, T.; Tanaka, Y.; Tokimitsu, I. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a

reduction in body fat and malandialdehyde-modified LDL in men. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:122-9.

20- Roccaro, A.S.; Blanco, A.R.; Guilino, F.; Rusciano, D.; Enea, V. Epigallocatechin-gallate enhances the activity of tetracycline in staphylococci by inhibiting its efflux from bacterial cells. *Antimicrob Agents and Chemother*, 2004; 48(6):1968-1973.

21- Rudelle, S.; Ferruzzi, M.G.; Cristiani, I.; Moulin, J.; Macé, K.; Acheson, K.J.; Tappy, L. Effect of a thermogenic beverage on 24 – hour energy metabolism in humans. *Obes* 2007; 15(2):349-355.

22- Sartippour, M.R.; Shao, Z.M.; Heber, D.; Beatty, P.; Zhang, L.; Liu, C.; Ellis, L.; Liu, W.; Go, V.L.; Brooks, M.N. Green tea inhibits vascular endothelial growth factor (VEGF) induction in human breast cancer cells. *J Nutr*, 2002; 132(8):2307-11.

23- St-Onge, M. Dietary fats, teas, dairy and nuts: potencial functional foods for weight control? *Am J Nutr*, 2005; 81:7-15.

24- Oak, M.H.; El Bedoui, J.; Schini-Kerth, V.B. Antiangiogenic properties of natural polyphenols from red wine and green tea. *J Nutr Biochem*, 2005; 16:1-8.

25- Osada, k.; Takahashi, M.; Hoshina, S.; Nakamura, M.; Nakamura, S.; Sugano, M. Tea catechins inhibit cholesterol oxidation accompanying oxidation of low density lipoprotein in vitro. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 2001; 128:153-164.

26- Weber, J.M.; Ruzindana-Umunyana, A.; Imbeault, L.; Sircar, S. Inhibition of adenovirus infection and adenain by green tea catechins. *Antiviral Res*, 2003; 58:167-173.

27- Weinreb, O.; Mandel, S.; Amit, T.; Youdim, M.B. Neurological mechanisms of green tea polyphenols in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *J Nutr Biochem*, 2004; 15:506-516.

28- Westerterp-Plantenga, M.S.; Lejeune, M.P.G.M.; Kovacs, E.M.R. Body weight and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obe Res* 2005; 13(7):1195-1204.

29- Wolfram, S.; Raederstorff, D.; Wang, Y.; Teixeira, S.R.; Elste, V.; Weber, P. TEAVIGO (Epigallocatechin Gallate) Supplementation Prevents Obesity in Rodents by Reducing Adipose Tissue Mass. *Ann Nutr Metab* 2005; 49:54-63.

30- Zhang, Y.M.; Rock, C.O. Evaluation of epigallocatechin gallate and related plant polyphenols as inhibitors of the FabG and FabI reductases of bacterial type II fatty-acid synthase. *J Biol Chem*, 2004; 279:30994-31001.

31- Zhong, L.; Furne, J.K.; Levitt, M.D. An extract of black, green, and mulberry teas causes malabsorption of carbohydrate but not of triacylglycerol in health volunteers. *Am J Clin Nutr* 2006; 84:551-5.

32- Yang, C.S.; Wang, Z.Y. Tea and cancer. *J Natl Cancer Inst* 1993; 85:1038-1049.

Recebido para publicação em 08/12/2007
Aceito em 20/01/2008