UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

JULIANA DE PAULA LIMA

CONTRIBUIÇÃO DE ALIMENTOS FONTE PARA A INGESTÃO DIETÉTICA HABITUAL ESTIMADA DE METILXANTINAS NO BRASIL E NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

RIO DE JANEIRO

2014

CONTRIBUIÇÃO DE ALIMENTOS FONTE PARA A INGESTÃO DIETÉTICA HABITUAL ESTIMADA DE METILXANTINAS NO BRASIL E NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Juliana de Paula Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Mestre em Nutrição Humana**.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Farah.

Rio de Janeiro

Abril de 2014

CONTRIBUIÇÃO DE ALIMENTOS FONTE PARA A INGESTÃO DIETÉTICA HABITUAL ESTIMADA DE METILXANTINAS NO BRASIL E NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Juliana de Paula Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Aprovada por:

Prof. Dra. Adriana Farah, Instituto de Nutrição Josué de Castro/UFRJ

Prof. Dra. Ilana Felberg / EMBRAPA Agroindústria de Alimentos

---

Prof. Dra. Anna Paola Trindade Rocha Pierucci, Instituto de Nutrição Josué de Castro/UFRJ

Prof. Dra. Eliane Lopes Rosado, Instituto de Nutrição Josué de Castro/UFRJ

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

ABRIL DE 2014

de Paula Lima, Juliana

Metilxantinas: Contribuição de alimentos fonte para a ingestão dietética habitual estimada de metilxantinas no Brasil e no município do Rio de Janeiro / Juliana de Paula Lima. – Rio de Janeiro: UFRJ/INJC, 2014.

XXV, 168 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Prof. Dra. Adriana Farah

Dissertação – UFRJ/INJC/ Programa de Pós-graduação em Nutrição, 2014

Referências Bibliográficas: p. 146-163.

1. Metilxantinas. 2. Cafeína. 3. Teobromina. 4. Teofilina. 5. Alimentos fonte. I. Farah, Adriana. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, INJC, Programa de Pós-graduação em Nutrição Humana. III.

"...O teu trabalho é a oficina
Em que podes forjar a tua própria luz."
Emmanuel

“E outros obstáculos sobrevirão, até que o discípulo aprenda a:
dominar-se, educar-se, vencer serenamente,
com as lições recebidas”
Emmanuel

"Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo.
Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta".
Chico Xavier

“É Graça Divina começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa.
Mas Graça das Graças é não desistir nunca”.
Dom Hélder Câmara

“Ninguém pode construir em teu lugar
as pontes que precisarás passar para atravessar o rio da vida –
ninguém, exceto tu, só tu.
Existem, por certo, atalhos sem números, e pontes,
e semideuses que se oferecerão para levar-te além do rio;
mas isso te custaria a tua própria pessoa; tu te hipotecarias e te perderias.
Existe no mundo um único caminho por onde só tu podes passar.
Onde leva? Não perguntes, segue-o!”
Nietzsche

Dedico a todos aqueles
que torceram por mim!

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a **Deus**, "*Inteligência Suprema, causa primária de todas as coisas, Pai de infinito Amor, Poder e Bondade".* Obrigada Senhor, pelo milagre da minha vida, pela minha saúde, obrigada por estar comigo em todos os momentos, me amparando, dando forças, coragem e ânimo. Minha Mãe **Virgem Maria,** obrigada por me proteger com Seu Manto Sagrado e por sempre passar na frente, "*abrindo estradas, portas e portões, abrindo casas e corações*".

Aos meus pais **Laert da Silva** e **Márcia Maria**, por terem me dado a vida. Obrigada por todo investimento na minha educação, pelo apoio, incentivo e Amor sem fim... Obrigada por entenderem os meus momentos difíceis e compartilharem comigo as minhas aflições. Obrigada pelas orações repletas de Fé todas as vezes que eu preciso sair de casa. Mãe, minha Rainha, obrigada por cuidar de tudo com tanta dedicação e Amor. Pai, você é o meu herói, obrigada pelo companheirismo e amizade. *"Há de surgir uma estrela no Céu cada vez que você sorrir..."* **Pedro,** meu pequeno grande irmão, obrigada pelos momentos de cuidado e proteção. Amo vocês infinitamente...

A todos os meus familiares que torcem pelo meu sucesso. Em especial à minha **Bisa Dorvelina, Vós Neura** e **Nilza, padrinhos Cláudia** e **Alexandre.** A todos os **tios, primos e primas** e em especial à minha Tia Isabel, pela força e apoio de sempre! Aos meus familiares que já se encontram no plano espiritual. "*A melhor coisa de nossas vidas é a família..."*

À minha orientadora **Adriana Farah**, que foi muito mais do que orientadora para mim... Meus sinceros agradecimentos pelo incentivo, força e atenção durante todo esse tempo. Por me encorajar e querer sempre o meu melhor. Obrigada pelos ensinamentos indispensáveis e por me despertar o amor pela pesquisa, por acreditar e confiar em mim. Você é um exemplo de profissional e eu tenho orgulho de ser sua orientanda... Quando eu crescer eu quero ser igual a você! Te adoro, minha Mãe Científica!

Ao meu Príncipe **Rafael Homsi**, por todo o seu carinho, Amor e cuidado! Príncipe, obrigada por alegrar a minha vida e compartilhar comigo esse momento tão importante.

Obrigada por estar ao meu lado e me acompanhar na jornada da vida. “O mundo pertence a nós...” e que venham novas conquistas, minhas, suas e nossas! Amo você! À minha querida sogra **Valeria Homsi,** que neste plano terrestre tanto me incentivou e encorajou; obrigada por todo carinho e atenção durante esse tempo maravilhoso que pude compartilhar de sua presença física sempre tão alegre e cheia de luz.

A todos os meus amigos, em especial ao **Pedro Calixto**, que sempre me incentivou e se orgulhou da minha determinação. Às minhas amigas **Anna Carolina Rego** e **Jaqueline Lepsch,** por toda a força e amizade mesmo quando estamos distantes. À toda família **Lepsch** pela alegria e carinho que sempre me receberam e por me incentivarem durante o caminho. À amiga **Christine Vogel**, por ser um anjo na minha vida, sempre me motivando.

Às amigas que fiz durante o Mestrado, em especial à **Clarissa Godoy** e **Ana Beatriz Neves**, que foram mais do que “alunas de IC”, foram companheiras indispensáveis durante a jornada! À **Nathália Cerca**, **Izaura Bastos**, **Marina Morgado** e **Nataly Redua**, obrigada pelo apoio e ajuda de sempre.

Aos **Estagiários de Ciências de Alimentos** e **colegas do laboratório** que tanto me ajudaram com a aplicação dos Questionários nessa Dissertação! Muito obrigada!

Aos funcionários do **INJC**, em especial à **Mírian, Seu Edson, Shirley** e **Lúcia**, que muito me acompanharam nas vezes que precisei ficar até tarde. Muito obrigada pelo carinho e cuidado!

Às minhas amigas **Ludmyla Abrantes, Roberta Onibene, Lina Maestrelli, Gabriela Gachet, Danielle Amaral** e **Alana Lacerda** pelo apoio, carinho e por entenderem as vezes que precisei furar em alguns encontros. Aos amigos que a Sereia me deu, em especial à **Nathalia Morselli, Ana Julia Braga, Danielle Borges** e a todos os amigos que fiz na **StarBucks.**

Aos amigos **Alexandre Castro, Lissia Castro** e **Rosana Castro**, pela confiança depositada e apoio!

Aos amigos que fiz no **Centro Espírita Bezerra de Menezes,** em especial **ao Seu Pedro, Carlos, Felipe, Anderson** e **Giselle Dexheimer,** pelas boas energias!

E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização dessa Dissertação! **Muito obrigada**!

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGN/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de **Mestre em Nutrição Humana**.

CONTRIBUIÇÃO DE ALIMENTOS FONTE PARA A INGESTÃO DIETÉTICA HABITUAL ESTIMADA DE METILXANTINAS NO BRASIL E NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Juliana de Paula Lima

Abril/2014

Orientadora: Adriana Farah

Cafeína, teobromina e teofilina são metilxantinas, encontradas na natureza, principalmente no café, chá, mate e cacau. As metilxantinas, sobretudo a cafeína, são as substâncias estimulantes mais consumidas em todo o mundo e apresentam efeitos estimulantes sobre o sistema nervoso central. O café é a principal fonte de cafeína entre os alimentos e devido aos efeitos psicoativos desta substância, há, muitas vezes, certo preconceito quanto ao seu consumo, não sendo de total conhecimento da população que outros alimentos, como por exemplo, chás, chocolates e refrigerantes, altamente consumidos pela população em geral, contêm concentrações consideráveis destas substâncias. Os objetivos do presente trabalho de dissertação foram: avaliar os teores de metilxantinas em alimentos fonte consumidos no Brasil e estimar sua contribuição para a ingestão dietética habitual desses compostos no Brasil e no município do Rio de Janeiro. Análises de 215 amostras comerciais de alimentos fonte de metilxantinas foram realizadas em sistema HPLC-DAD-fase reversa. Para avaliação do consumo de metilxantinas, dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-2009) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram utilizados. Além disso, um Questionário de Frequência de Consumo de Alimentos fonte de metilxantinas (QFCA) foi aplicado em uma amostra (n=2120) da população do município do Rio de Janeiro. A cafeína foi a única metilxantina identificada em todas as amostras; a teobromina, foi identificada nas amostras de mate verde e tostado, derivados de cacau, refrigerantes de cola, refrigerantes de guaraná e bebidas energéticas; já a teofilina, foi somente identificada nas amostras de derivados de cacau. A bebida de café solúvel apresentou os maiores teores de cafeína (269.0 ± 11.7 mg/100mL), enquanto o de refrigerante de guaraná, os menores (0.4 ± 0.1 mg/100mL). O chocolate meio amargo apresentou os maiores teores médios de teobromina e teofilina (1036.8 ± 136.4 e 7.8 ± 2.1 mg/100g, respectivamente). Com base nos dados de consumo alimentar nacional de crianças, adolescentes, adultos e idosos de ambos os sexos, de diferentes regiões do país e faixas de renda, coletados pelo IBGE (2008-2009), pode-se dizer que o café foi o alimento que

mais contribuiu para a ingestão de metilxantinas na alimentação dos brasileiros, representando cerca de 84% do consumo. Ainda, observou-se que os idosos foram os maiores consumidores de metilxantinas (cerca de 151 mg/dia), que a Região Sul é a que mais consome metilxantinas (cerca de 167 mg/dia), devido ao elevado consumo de mate por meio do chimarrão. Os dados coletados com a aplicação dos QFCA mostraram que além do café, vários alimentos estimulantes são consumidos diariamente por todos os grupos investigados, sendo sua contribuição para o consumo de metilxantinas também significativa, variando de acordo com a faixa etária. Os alimentos estimulantes que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas entre os indivíduos adultos do sexo feminino foram o chocolate ao leite (18.5%) e a bebida de mate pronta para consumo (9.6%) e no sexo masculino foram o café puro (17.8%) e a bebida energética (9.0%). No grupo das crianças de ambos os sexos, a bebida láctea achocolatada (19.3%, 21.6%) e o refrigerante de cola (12.6%, 9.6%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas por crianças do sexo feminino e masculino, respectivamente. Entre os adolescentes do sexo feminino, o chocolate ao leite (19.1%), o refrigerante de cola (11.2%) e a bebida láctea achocolatada (8.1%); e entre os do sexo masculino o chocolate ao leite (16.9%), refrigerante de cola (12.4%) e bebida energética (8.6%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão dessas substâncias. Considerando a população idosa, as fontes tradicionais de cafeína, como o café, por exemplo, apresentaram maior contribuição; café puro (18.4% e 16.8%) e café com leite (14.8% e 13.5%) foram os alimentos que mais contribuíram para o consumo total de metilxantinas de idosos do sexo feminino e masculino, respectivamente. Pode-se estimar pelos dados obtidos com os QFCA, que adultos do sexo masculino foi o grupo que mais consumiu metilxantinas (272±53.2mg/dia) e cafeína (190.8±63.7mg/dia), enquanto que as crianças de ambos os sexos, foram os menores consumidores de metilxantinas (213.3±83.5mg/dia) e cafeína (115.7±2.3mg/dia). Por outro lado, esse mesmo grupo foi o maior consumidor de teobromina. Ressalta-se a importância de divulgar na população a considerável contribuição de alimentos diferentes do café para a ingestão total de metilxantinas na alimentação, especialmente em relação às crianças.

Palavras-chave: metilxantinas, cafeína, teobromina, teofilina, café, chás, mate, cacau.

CONTRIBUTION OF STIMULANT FOODS FOR HABITUAL DAILY INTAKE OF METHYLXANTHINES IN BRAZIL AND IN RIO DE JANEIRO

Juliana de Paula Lima

April/2014

Advisor: Adriana Farah

ABSTRACT

Caffeine, theobromine and theophylline are chemical compounds known as methylxanthines. Coffee, tea, mate, cocoa and guarana seeds are some of the main food sources of these compounds. They are the most consumed stimulant substances worldwide, exerting important effects on human central nervous system, increasing alertness and reducing fatigue. Many studies have linked the consumption of foods rich in methylxanthines with medicinal properties, which have been attributed to these substances and to the polyphenols contained in such foods. Coffee is the primary source of caffeine among foods and due to its psychoactive effects, there has been prejudice against its use, even though other foods containing caffeine, such as tea, chocolate and soft drinks are often highly consumed by the general population. The objectives of this dissertation study were to evaluate the levels of methylxanthines in the most commonly consumed food sources in Brazil and to estimate their contribution to the daily dietary intake of methylxanthines so that consumer education strategies can be developed. Analyses of 215 samples of commercial food sources of methylxanthines were performed using HPLC-DAD-reverse phase. To assess the consumption of methylxanthines, data from the Consumer Expenditure Survey (2008-2009) of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) was used. Additionally, a questionnaire evaluating the frequency of methylxanthines food sources consumption was applied to a 2120 people sample living in Rio de Janeiro in order to evaluate the contribution of foods to methylxanthines intake in a specific urban area. Caffeine was the only methylxanthine detected in all evaluated food samples; theobromine was identified in samples of green and roasted mate, cocoa derivatives, cola soft drinks, guarana soft drinks and energy drinks; theophylline was only identified in samples derived from cocoa. Regarding the mean contents of these substances in food, soluble coffee drink presented the highest levels of caffeine (269.0 ± 11.7 mg/100mL) while guarana soft drink, the lowest (0.4 ± 0.1 mg/100mL). Dark chocolate presented the highest mean contents of theobromine and theophylline (mg/100g) (1036.8±136.4 and 7.8±2.1 mg/100mL, respectively). Regarding the estimated consumption of methylxanthines based on data from the national consumption survey, as expected, coffee contributed the most to Brazilians intake of methylxanthines, about 84% of daily

consumption. Elderly people were the main consumers of methylxanthines (about 151mg/day). On the geographical regions of Brazil, because of high mate tea and coffee consumption, the South region consumed more methylxanthines (about 167mg/day). Data collected in Rio de Janeiro survey showed that a variety of stimulating foods are considerably consumed daily by all groups investigated, and their contribution to total consumption of methylxanthines varied according to age groups. Milk chocolate (18.5%) and industrial mate tea (9.65) were the main contributor to methylxanthines intake in women; in man, were plain coffee (17.8%) and energy drinks (9.0%). Among childrens, milk chocolatey drink (19.3%, 21.6%) and cola soft drinks (12.6%, 9.6%) were the main contributor to total intake of methylxanthines among female and male children, respectively. Among female teenagers, milk chocolate (19.1%), cola soft drink (11.2%) and milk chocolatey drink (8.1%) and among male teenagers, milk chocolate (16.9%), cola soft drink (12.4%) and energy drinks (8.6%) were the main contributor to total intake of methylxanthines. About elderly people, the traditional caffeine sources, as coffee, had greater contribution; plain coffee (18.4% and 16.8%) and coffee with milk (14.8% and 13.5%) were the foods that contributed most to the total consumption of methylxanthines of female and male elderly, respectively. Can be estimated from the data obtained with the questionnaires that male adults was the group that more consumed methylxanthines (272 ± 53.2mg /day) and caffeine (190.8 ± 63.7mg / day), while children of both sexes was smaller consumer of methylxanthines (213.3 ± 83.5mg /day) and caffeine (115.7 ± 2.3mg / day). On the other hand, this same group was the largest consumer of theobromine. It emphasizes the importance of publicizing the population the considerable contribution of different stimulant foods to the total intake of methylxanthines, especially in relation to children.

Key words: methylxanthines, caffeine, theobromine, theophylline, coffee, tea, mate, cocoa.

SUMÁRIO

RESUMO

1 **INTRODUÇÃO** 1

2 **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** 3

2.1. Caracterização química e propriedades físicas das metilxantinas 3

2.2. Alimentos fonte e consumo de metilxantinas 4

2.3. Farmacocinética e metabolismo das metilxantinas 7

2.4. Ações fisiológicas das metilxantinas 10

2.4.1. Efeitos fisiológicos da cafeína 11

2.4.1.2. Efeitos da cafeína na atenção e performance motora 11

2.4.1.3 Efeitos hemodinâmicos da cafeína 12

2.4.1.4. Efeitos da cafeína na pressão sanguínea 13

2.4.1.5. Efeitos da cafeína na função cardiovascular 13

2.4.1.6. Efeitos da cafeína no metabolismo glicídico 14

2.4.1.7. Efeitos da cafeína na massa óssea e no balanço de cálcio 16

2.4.1.8. Potencial carcinogênico da cafeína 18

2.4.1.9. Efeitos da cafeína na reprodução e no crescimento 19

2.4.1.10. Cafeína como ergogênico auxiliar 20

2.4.1.11. Consumo de cafeína e deficiência de minerais 21

2.4.1.12. Efeitos do consumo de cafeína entre crianças e adolescentes 22

2.4.2. Efeitos fisiológicos da teobromina e teofilina 23

2.5. Toxicidade e efeitos indesejáveis das metilxantinas 24

2.6. Alimentos fontes de metilxantinas 26

2.6.1. Café 26

2.6.2. Chá 28

2.6.3. Mate 29

2.6.4. Cacau e derivados 30

2.6.5. Guaraná 31

2.6.6. Cola 32

2.6.7. Bebidas carbonatadas e bebidas energéticas 32

2.7. Inquérito Nacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 33

3 JUSTIFICATIVA 35

4 OBJETIVOS 36

4.1. Objetivo geral 36

4.2. Objetivos específicos 36

5 MATERIAL E MÉTODOS 37

5.1. Seleção e aquisição das amostras 37

5.2. Preparo das amostras 38

5.2.1. Preparo das bebidas 38

5.3. Extração e clarificação das amostras para cromatografia 41

5.4. Análise de metilxantinas 42

5.5. Análises complementares 42

5.5.1. Teor de umidade 42

5.5.2. Análise de sólidos solúveis totais (SST) 42

5.6. Pesquisa de Orçamento Familiar – POF 2008-2009 43

5.7. Questionário de Frequência de Consumo de Alimentos Fonte de Metilxantinas 45

5.8. Análises estatísticas 45

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 46

6.1. Parte 1: Teores de metilxantinas em alimentos fonte 46

6.1.2. Café 46

6.1.2.1 Teores de sólidos solúveis e umidade das bebidas de café solúvel e torrado e moído 57

6.1.3. Chás branco, verde e preto 60

6.1.3.1 Teores de sólidos solúveis e umidade das bebidas de chás branco, verde e preto 68

6.1.4. Mate verde e mate tostado 73

6.1.4.1.Teores de sólidos solúveis e umidade nas bebidas de mate verde e mate tostado 81

6.1.5. Derivados de cacau 84

6.1.5.1. Teores de sólidos solúveis e umidade das bebidas de achocolatado, cacau/chocolate em pó e bebida láctea Achocolatada 91

6.1.6. Refrigerantes, bebidas energéticas e guaraná natural 96

6.2. Parte 2. Contribuição dos alimentos fonte para o consumo de metilxantinas 104

6.2.1. Estimativa de consumo de metilxantinas no Brasil 104

6.2.2. Estimativa de consumo de metilxantinas no município do Rio de Janeiro 119

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 143

REFERÊNCIAS 146

ANEXOS 164

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1: Estruturas químicas da cafeína, teobromina e teofilina.....3

Figura 2: Média diária de consumo *per capita* de cafeína por meio das principais fontes naturais em diferentes países. Fonte: Moura-Nunes e Farah (2012).....6

Figura 3: Evolução do consumo de bebidas no Brasil de 2003 a 2010. Resultados em percentuais (ABIC, 2010) 7

Figura 4: Bioconversão hepática da cafeína em seus metabólitos principais (Perrone e Farah, 2011) 9

Figura 5: Abrangência geográfica da Pesquisa de Orçamento Familiar.....33

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 6: Exemplo de cromatograma de padrões de teobromina, teofilina e cafeína, acompanhado dos espectros de absorção de cada composto.....46

Figura 7: Teores médios de cafeína nas amostras representantes de cafés torrado e moído e cafés solúveis mais consumidas no Brasil.....52

Figura 8: Teores médios de cafeína e teobromina nas amostras representantes de cafés tipo *cappuccino*, mais consumidas no Brasil.....53

Figura 9: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas mais consumidas no país, de cafés torrado e moído em quatro diferentes métodos de preparo, café solúvel e café tipo *cappuccino*.....54

Figura 10: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá branco, chá verde e chá preto a granel mais consumidas no Brasil 63

Figura 11: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá branco, chá verde e chá preto em *sachet* mais consumidas no Brasil.....64

Figura 12: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá branco em *sachet* e chá branco a granel mais consumidas no Brasil.....65

Figura 13: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá verde em *sachet* e chá verde a granel mais consumidas no Brasil.....65

Figura 14: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá preto em *sachet* e chá preto a granel mais consumidas no Brasil.....65

Figura 15: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de chá branco em *sachet*, chá verde em *sachet* e chá preto em *sachet* mais consumidas no Brasil.....66

Figura 16: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de chá branco a granel, chá verde a granel e chá preto a granel mais consumidas no Brasil.....67

Figura 17: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de bebidas de chá prontas para consumo: chá branco, chá verde e chá preto, mais consumidas no Brasil.....72

Figura 18: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de mate tostado em *sachet* e mate tostado a granel mais consumidas no Brasil.....77

Figura 19: Teores médios de teobromina nas amostras representantes das marcas de mate tostado em *sachet* e mate tostado a granel mais consumidas no Brasil 77

Figura 20: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de mate verde e mate tostado em *sachet* e a granel mais consumidas no Brasil.....78

Figura 21: Teores médios de teobromina nas amostras representantes das marcas de mate verde e mate tostado em *sachet* a granel mais consumidas no Brasil.....78

Figura 22: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de mate verde, mate tostado a granel, mate tostado em *sachet*, e mate pronto para consumo mais consumidas no Brasil.....79

Figura 23: Teores médios de teobromina nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de mate verde, mate tostado a granel, mate tostado em *sachet*, e mate pronto para consumo mais consumidas no Brasil.....79

Figura 24: Teores médios de cafeína nas amostras das marcas de achocolatados e cacau/chocolate em pó, mais consumidas no Brasil.....87

Figura 25: Teores médios de teobromina nas amostras das marcas de achocolatados e cacau/chocolate em pó, mais consumidas no Brasil.....87

Figura 26: Teores médios de teofilina nas amostras das marcas de achocolatados e cacau/chocolate em pó, mais consumidas no Brasil.....87

Figura 27: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de achocolatados, cacau/chocolates em pó e bebidas lácteas, mais consumidas no Brasil.....89

Figura 28: Teores médios de teobromina nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de achocolatados, cacau/chocolates em pó e bebidas lácteas, mais consumidas no Brasil.....90

Figura 29: Teores médios de cafeína nas amostras representantes de chocolate ao leite e chocolate amargo mais consumidas no Brasil.....94

Figura 30: Teores médios de teobromina nas amostras representantes de chocolate ao leite e chocolate amargo mais consumidas no Brasil 94

Figura 31: Teores médios de teofilina nas amostras representantes de chocolate ao leite e chocolate amargo, mais consumidas no Brasil.....95

Figura 32: Teores médios de cafeína nas amostras representantes de refrigerante de cola, refrigerante de guaraná, bebidas energéticas, guaraná natural pronto e bebida de xarope de guaraná natural, mais consumidas no Brasil.....98

Figura 33: Teores médios de teobromina nas amostras representantes de refrigerante de cola, refrigerante de guaraná, bebidas energéticas, guaraná natural pronto e bebida de xarope de guaraná natural, mais consumidas no Brasil.....98

Figura 34: Teores médios de cafeína, nas amostras das marcas dos alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos no Brasil. Resultados organizados em ordem decrescente dos teores de cafeína.....102

Figura 35: Contribuição do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatados para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional total médio *per capita* (g ou mL/dia) da POF 2008-2009.....107

Figura 36: Contribuição de cada metilxantina (%) na ingestão total (mg/dia) dessas substâncias, considerando o consumo nacional total médio *per capita* (g ou mL/dia) da POF 2008-2009.....108

Figura 37: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por sexo da POF 2008-2009.....109

Figura 38: Contribuição de cada metilxantina (%) no consumo total (mg/dia) dessas substâncias, considerando o consumo por sexo médio *per capita* (g ou mL/dia) da POF 2008-2009.....110

Figura 39: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado em pó para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por faixa etária da POF 2008-2009.....112

Figura 40: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado em pó para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por regiões do país da POF 2008-2009.....115

Figura 41: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado em pó para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por classes de renda da POF 2008-2009.....117

Figura 42: Distribuição da amostra submetida à aplicação do questionário de frequência de consumo alimentar de crianças, adolescentes, adultos e idosos, de ambos os sexos, moradores

nas diferentes zonas (norte, sul, centro e oeste) que contemplam o município do Rio de Janeiro.....119

Figura 43: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por mulheres adultas (n=693) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....121

Figura 44: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por homens adultos (n=496) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....122

Figura 45: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por homens (n=496) e mulheres (n=693) adultas de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....124

Figura 46: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por homens (n=496) e mulheres (n=693) adultas de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....125

Figura 47: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de homens adultos (n=496) e mulheres adultas (n=693) obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....126

Figura 48: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por crianças do sexo feminino (n=140) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....127

Figura 49: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por crianças do sexo masculino (n=129) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....128

Figura 50: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por crianças do sexo masculino (n=129) e do sexo feminino (n=140) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....130

Figura 51: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por crianças do sexo masculino (n=129) e do sexo feminino (n=140) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....130

Figura 52: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de crianças do sexo masculino (n=129) e do sexo feminino (n=140) obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....131

Figura 53: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por adolescentes do sexo feminino (n=136) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....132

Figura 54: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por adolescentes do sexo masculino (n=117) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....133

Figura 55: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por adolescentes do sexo masculino (n=117) e do sexo feminino (n=136) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....135

Figura 56: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por adolescentes do sexo masculino (n=117) e do sexo feminino (n=136) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....135

Figura 57: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de adolescentes do sexo masculino (n=117) e do sexo feminino (n=136) obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....136

Figura 58: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por idosos do sexo feminino (n=210) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....138

Figura 59: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por idosos do sexo masculino (n=199) em ordem decrescente de consumo. Dados obtidos com a aplicação de QFCA.....139

Figura 60: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por idosos do sexo masculino (n=199) e do sexo feminino (n=210) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....141

Figura 61: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por idosos do sexo masculino (n=199) e do sexo feminino (n=210) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± desvio padrão.....141

Figura 62: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de idosos do sexo masculino (n=199) e do sexo feminino (n=210) obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.....142

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1: Teores médios de metilxantinas nos principais alimentos fonte “in natura”.....4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2: Teor de cafeína em amostras de café torrado e moído, representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir dessas amostras utilizando-se quatro diferentes métodos de prepar.....48,49

Tabela 3: Teores de cafeína e teobromina em amostras de café solúvel e *cappuccino* representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir dessas amostras.....50,51

Tabela 4: Teores de sólidos solúveis nas bebidas de cafés torrado e moído e solúvel.....57,58

Tabela 5: Teor de cafeína em amostras de chás branco, verde e preto a granel, representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras.....61

Tabela 6a: Teor de cafeína em amostras de chás branco e verde em *sachet* representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras.....62

Tabela 6b: Teor de cafeína em amostras de chá preto em *sachet* representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras.....63

Tabela 7a: Teores de sólidos solúveis nas bebidas de chás branco, verde e preto em *sachet*.....69

Tabela 7b: Teores de sólidos solúveis nas bebidas de chás branco, verde e preto a granel.....70

Tabela 7c: Teores de sólidos solúveis nas bebidas de chás branco, verde e preto prontas para consumo.....70

Tabela 8: Teor de cafeína em amostras de bebidas prontas de chás branco, verde e preto.....72

Tabela 9: Teores de cafeína e teobromina em amostras de mate verde, representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras.....74

Tabela 10: Teores de cafeína e teobromina em amostras de mate tostado a granel, mate tostado em *sachet e* mate pronto para consumo, representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras.....76

Tabela 11: Teores de sólidos solúveis em bebidas de mate verde e bebidas de mate tostado....82

Tabela 12: Teores de cafeína, teobromina e teofilina em amostras de achocolatados em pó, representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras e em bebidas lácteas achocolatadas.....85

Tabela 13: Teores de cafeína, teobromina e teofilina em amostras de chocolate em pó e cacau em pó, representantes das marcas mais consumidas do país e em bebidas preparadas a partir destas amostras.....86

Tabela 14: Teores de sólidos solúveis em bebidas de achocolatados e cacau/chocolate em pó.....91

Tabela 15: Teor de cafeína, teobromina e teofilina em amostras de chocolate ao leite e chocolate amargo, representantes das marcas mais consumidas do país.....93

Tabela 16: Teor de cafeína e teobromina em amostras de refrigerantes de cola e refrigerantes de guaraná, representantes das marcas mais consumidas do país.....96

Tabela 17: Teor de cafeína e teobromina em amostras de bebidas energéticas, guaraná natural pronto para consumo e xarope de guaraná, representantes das marcas mais consumidas do país.....97

Tabela 18: Teores médios de cafeína (mg/ 100g ou mL), nas amostras das marcas dos alimentos estimulantes mais consumidas no país.....103

Tabela 19: Contribuição do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado, para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar total, da POF 2008-2009.....105

Tabela 20: Contribuição do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatados para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar por sexo da POF 2008-2009.....106

Tabela 21: Contribuição do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar por faixa etária da POF 2008-2009.....111

Tabela 22: Contribuição do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para o consumo de metilxantinas considerando os dados de consumo alimentar por regiões do país, da POF 2008-2009.....114

Tabela 23: Consumo alimentar médio *per capita* de alguns alimentos fonte de metilxantinas, considerando as diferentes classes de renda, seguido pela contribuição de cada um deles para a ingestão habitual destas substâncias.....116

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIC	Associação Brasileira das Indústrias de Café
AMPc	Adenosina monofosfato cíclico
ANOVA	*Analysis of variance*
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Cb	Chá branco
CE	Cafeteira elétrica
CGA	Ácidos clorogênicos
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
Cp	Chá preto
CSPI	*Center for Science in the Public Interest*
CYP	Citocromo P450 – isoforma 1A2
Cv	Chá verde
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
DP	Desvio padrão
DSMIV	*Diagnostical and Statistical Manual of Mental Disorders*
EC	epicatequina
ECG	epicatequina-3-galato
EGC	epigalocatequina
EGCG	epigalocatequina-3-galato
Esp	Espresso
FAO	Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas
FDA	*Food and Drug Administration*
GC	galocatequina
HPLC	High Performance Liquid Cromatography
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ILSI	*International Institute for Life Science*
LDL	*Low Density Lipoprotein*
PMCO	Percolação manual pelo método coador de pano
PMFP	Percolação manual pelo método filtro de papel
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
QFCA	Questionário de Freqüência de Consumo de Alimentos Fonte de Metilxantinas
sm	Salário mínimo
Sol	Café solúvel
SST	Sólidos solúveis totais
USDA	*U.S. Department of Agriculture*

1. INTRODUÇÃO

Cafeína, teobromina e teofilina pertencem à classe das metilxantinas, as substâncias estimulantes mais consumidas no mundo. A cafeína é a metilxantina mais abundante nos alimentos, seguida da teobromina, podendo a teofilina estar presente em baixas concentrações. Essas substâncias são principalmente encontradas no café (*Coffea arabica* e *Coffea canephora),* no chá (*Camelia sinensis*), no mate (*Ilex paraguariensis),* no cacau (*Theobroma cacao*), no guaraná (*Paullinia cupana*) e nas sementes de cola (*Cola nitida).*

Além de estarem presentes em produtos alimentícios, as metilxantinas podem ainda ser adicionadas na composição de refrigerantes, bebidas energéticas e de uma variedade de medicamentos. Elas agem especialmente estimulando o sistema nervoso central, em intensidades diferentes, via antagonismo aos receptores de adenosina. Embora a cafeína seja a substância psicoativa mais consumida e estudada na história, seus efeitos na saúde ainda permanecem controversos. Enquanto o consumo baixo a moderado desta substância é geralmente associado ao aumento do estado de alerta e do aprendizado, da capacidade física e melhora do humor, doses elevadas podem produzir efeitos negativos em alguns indivíduos sensíveis, como por exemplo, taquicardia, ansiedade e insônia. Contudo, à medida que o consumo da substância torna-se crônico, a maioria dos efeitos agudos indesejáveis tende a diminuir devido a adaptações metabólicas do organismo e uma série de propriedades benéficas podem se desenvolver, tais como proteção contra o desenvolvimento de doenças de Parkinson e Alzhymer. A despeito de controvérsias, várias propriedades benéficas à saúde têm sido atribuídas à maior parte dos alimentos fonte de metilxantinas, principalmente devido ao alto teor de compostos fenólicos antioxidantes existentes nos mesmos, tais como ácidos clorogênicos, catequinas, procianidinas e taninos condensados. Já os refrigerantes à base de cola e energéticos, não parecem apresentar valor nutricional ou propriedades medicinais que não estejam relacionadas à cafeína. Ao longo dos anos, tem sido observado que a cafeína é capaz de potencializar muitas das propriedades benéficas dos compostos fenólicos. Ademais, devido à sua ação analgésica, a cafeína também tem sido utilizada em uma série de medicamentos, em associação com outros compostos.

A média diária *per capita* do consumo de cafeína oriunda de todas as fontes já foi estimada em cerca de 170mg/dia no Brasil. Quando consideramos a influência da idade no consumo de cafeína e outras metilxantinas, café e chá parecem ser as maiores

fontes na dieta de adultos, enquanto que refrigerantes e chocolates parecem ser as maiores fontes na dieta de crianças. No entanto, não há informações atuais, tampouco detalhadas na literatura, que estimem o consumo de metilxantinas pela população brasileira ou carioca.

Uma questão importante é que a maior parte dos consumidores relaciona apenas o café à ingestão de cafeína, não sendo de seu total conhecimento que outros alimentos amplamente consumidos, também são fontes desta substância. Assim, muitas crianças deixam de consumir café, mesmo que em pequenas quantidades e acrescido de leite, devido à ideia dos pais de que a cafeína faz mal à saúde. No entanto, considerando que a ingestão de substâncias estimulantes por meio de outras fontes pode ser considerável, e que não há dados atuais de consumo dessas substancias pelos brasileiros e cariocas, a presente dissertação de mestrado aborda este tema.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização química e propriedades físicas das metilxantinas

Cafeína (1,3,7-trimetilxantina), teobromina (3,7-dimetilxantina) e teofilina (1,3-dimetilxantina) são metilxantinas **(Figura 1)**, substâncias de origem biogenética, provenientes de bases púricas conhecidas como xantinas. Sua estrutura consiste de um anel de piramidina fundido com um anel de imidazol (composto orgânico heterocíclico). Estes compostos são considerados como pseudoalcalóides porque são metabólitos secundários das plantas e apresentam um átomo de nitrogênio heterocíclico, mas sem a incorporação de um aminoácido na sua biossíntese, requisito necessário para que sejam definidas como alcalóides verdadeiros (TARKA; HURST, 1998).

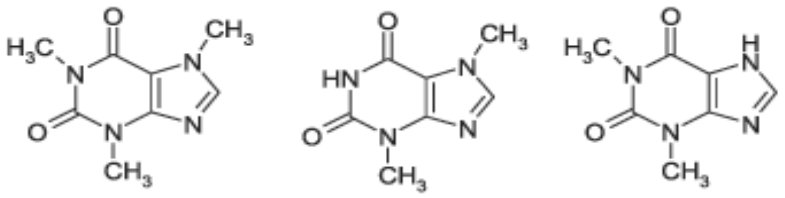

Figura 1: Estruturas químicas da cafeína (primeira à esquerda), teobromina e teofilina, respectivamente.

Estas substâncias são pós incolores à temperatura ambiente, inodoros, mas de sabor amargo. Com relação à solubilidade, as metilxantinas têm comportamentos distintos (TARKA: HURST, 1998). A cafeína se dissolve bem em água fervente e a sua solubilidade é aumentada pela formação de complexos de benzoato, citrato, salicilato a temperaturas mais elevadas (1% a 15ºC e 10% à 60ºC), mediante a adição desses ácidos (ARNAUD, 2005). No entanto, clorofórmio em temperatura ambiente é o solvente no qual ela apresenta melhor solubilidade (TARKA; HURST, 1998). A teobromina é em geral muito menos solúvel do que a cafeína, mas pode se dissolver rapidamente em extrato aquoso ácido ou básico. A teofilina tem solubilidade intermediária, entre a da cafeína e a da teobromina. Em solução aquosa em pH fisiológico, a cafeína é um composto não ionizado, sublima a 178-180ºC sob pressão atmosférica e seu ponto de fusão é em torno de 234–239ºC. A cafeína é bastante estável ao calor. No entanto, algumas perdas podem ocorrer por sublimação, a 178ºC (TOCI *et al.*, 2006). Estes

compostos exibem absorção máxima no spectro ultravioleta a 274nm e um coeficiente de absorção de 9700 em solução aquosa (TARKA; HURST, 1998).

2.2 Alimentos fonte e consumo de metilxantinas

As metilxantinas, com destaque para a cafeína, são as substâncias estimulantes mais consumidas em todo o mundo, encontradas na natureza, principalmente no café, chá, mate, cacau, guaraná e sementes de cola (CHOW; BENOVITZ, 1994; TARKA; HURST, 1998) (**Tabela 1)**. Entre elas a cafeína é a mais abundante nos alimentos, seguida da teobromina, enquanto que a teofilina parece estar presente somente em baixas concentrações (PAUWELS, 2001).

Além de estarem presentes naturalmente em produtos alimentares, estas substâncias podem ainda ser adicionadas na composição de refrigerantes, bebidas energéticas e em diversos medicamentos (BARONE; ROBERTS, 1996; ANDREWS *et al.*, 2007), não havendo diferença entre a cafeína adicionada e a substância de ocorrência natural (HECKMAN *et al.*, 2010).

Tabela 1: Teores médios de metilxantinas nos principais alimentos fonte "in natura".

Alimento *in natura*	**Nome científico**	**Teor de metilxantinas (g/100g de amostra)**
Café (sementes torradas)	*Coffea arabica*	1.1 – 1.3 [a]
	Coffea canephora	2.4 - 2.5 [a]
Chá (folhas secas)	*Camelia sinensis*	1.2[b]
Mate (folhas secas)	*Ilex paraguariensis*	1.1 [b]
Cacau (sementes tostadas)	*Theobroma cacao*	0.05 [b]
Guaraná (sementes tostadas)	*Paullinia cupana*	3.0[c]
Coca (sementes tostadas)	*Cola nítida*	2.2[c]

Fonte: (a) FARAH, 2012; (b) SRDJENOVIC *et al.*, 2008; (c) BELLIARDO *et al.*, VALLE, 1985.

O café tem o maior e mais variável teor de cafeína entre os alimentos que contém a substância (BURG, 1975), seguido pelo chá. O cacau e seus produtos também são importantes fontes de cafeína, mas tem como pseudoalcalóide principal a teobromina (DLUGOSZ; BRACKEN, 1992; BARONE; ROBERTS, 1996; CAMARGO *et al*., 1999; TANDA; GOLDBERG, 2000).

Grandes variações no teor de cafeína podem ser encontradas em bebidas e alimentos do mesmo tipo, especialmente entre café e chá, o que pode ser explicado por aspectos genéticos como espécie e variedade das plantas, métodos de processamento pós colheita, métodos de preparo das bebidas, métodos analíticos e diferenças nos volumes referidos dos utensílios utilizados para servir (MC CUSKER *et al.*, 2003; HECK; DE MEJIA, 2007), entre outros.

Bebidas cafeinadas são consumidas frequentemente por diferentes segmentos da sociedade, incluindo crianças, adolescentes e adultos de ambos os gêneros (HECKAMAN *et al*, 2010). Hoje, aproximadamente 80% da população do mundo consome alimentos e bebidas contendo cafeína em sua composição todos os dias e 90% dos adultos da América do Norte ingerem cafeína diariamente (OGAWA; UEKI, 2007). A atratividade dessas bebidas está relacionada aos efeitos que as substâncias estimulantes têm no corpo e na mente.

A ingestão diária de cafeína pode variar amplamente de país para país e de pessoa para pessoa, bem como o tipo de bebida cafeinada que é consumida (HECKAMN *et al.*, 2010).

Quando consideramos a influência da idade no consumo de cafeína, café e chá são as maiores fontes da substância na dieta de adultos, enquanto que refrigerantes e chocolates são as maiores fontes na dieta de crianças (BARONE; ROBERTS, 1996; FRARY *et al.*, 2005).

O consumo diário de cafeína varia pelo mundo. A **Figura 2** mostra a média diária de consumo de cafeína em alguns países do mundo. É importante ressaltar que essas médias de consumo são menores do que a realidade, uma vez que os refrigerantes de cola não foram incluídos na coleta de dados e também a variação entre os teores de cafeína entre um mesmo tipo de alimento não foi considerada (HECKAMN *et al.*, 2010).

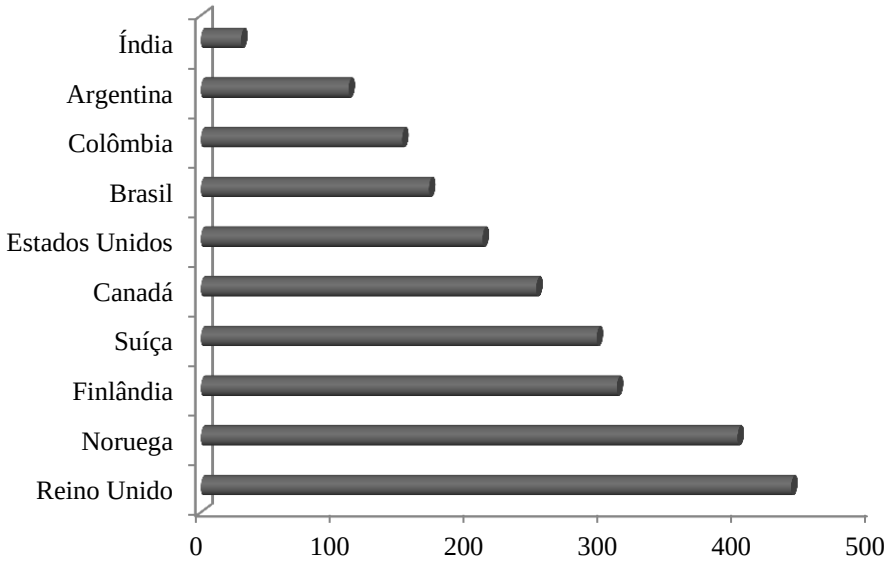

Figura 2: Média diária de consumo *per capita* de cafeína por meio das principais fontes naturais (café, chá, mate e cacau) em diferentes países. **Fonte:** MOURA-NUNES; FARAH (2012).

Como resultado da variação entre os países, é difícil desenvolver um padrão que considere um valor de ingestão moderada de cafeína. Essa variação está relacionada em grande parte ao consumo de café e chá entre esses países. Nos Estados Unidos e Canadá, bem como na maioria dos países da Europa, o consumo de café é grande e é responsável pela maior ingestão diária de cafeína entre os adultos, enquanto que no Reino Unido, o chá é a bebida de escolha (NAWROT *et al.*, 2003). Além disso, os Estados Unidos são os maiores consumidores *per capita* de refrigerantes, seguidos pelo México e Chile. Não há informações confiáveis sobre o consumo de cafeína nos países da América Latina, mas HECKMAN *et al.* (2010) estimaram ser provável que a ingestão de cafeína no Brasil (cerca de 170mg/dia) e Argentina seja alto devido ao consumo popular de café e chá.

Em relação ao consumo de bebidas, a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) realizou em 2010, uma pesquisa quantitativa sobre tendências de consumo de café, que também revelou o mercado consumidor de bebidas e sua evolução **(Figura 3)**.

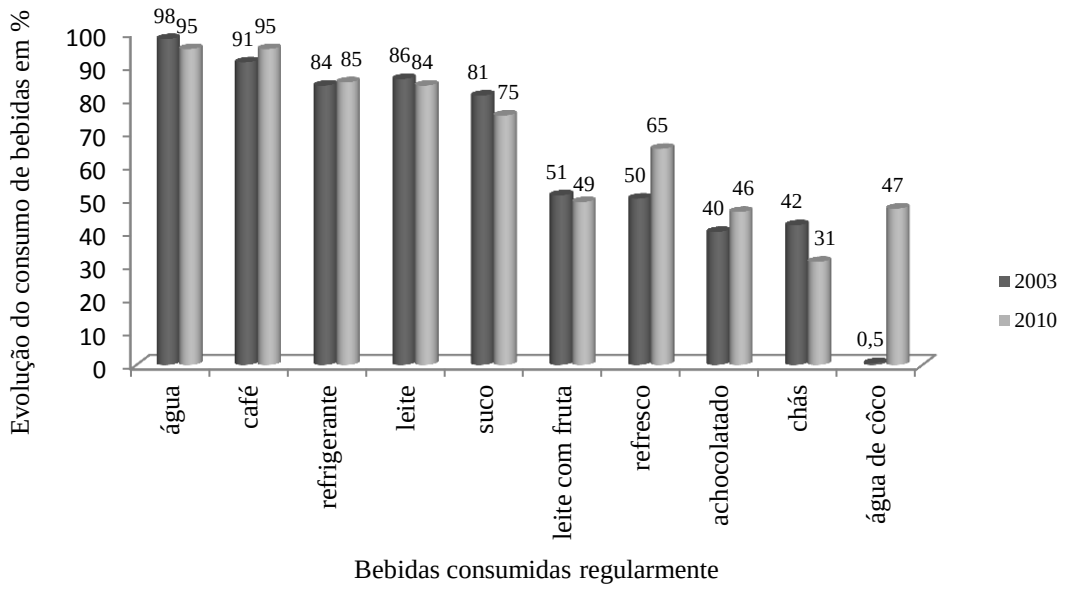

Figura 3: Evolução do consumo de bebidas no Brasil de 2003 a 2010. Resultados em percentuais. Amostra: 1680 entrevistados (ABIC, 2010).

Observa-se que a água, café, refrigerantes, leite e sucos destacaram-se como as bebidas mais consumidas. O consumo de café e achocolatado apresentou crescimento consistente, enquanto que o chá vem perdendo participação junto aos consumidores (ABIC, 2010).

2.3. Farmacocinética e metabolismo das metilxantinas

A cafeína é a metilxantina cujo metabolismo e fisiologia no organismo humano foram mais estudados e explorados na literatura. Após seu consumo, a substância é rápida e completamente absorvida (cerca de 99%) do trato gastrointestinal para a corrente sanguínea. Picos plasmáticos da substância são alcançados dentro de 15 a 60 minutos após a ingestão (ARNAUD, 2005). A limitada ligação da cafeína às proteínas do plasma (cerca de 10%), aliada às suas propriedades hidrofóbicas, permite a passagem da substância por meio de todas as membranas biológicas, sua rápida absorção e distribuição para todo o organismo (ARNAUD, 2005). A cafeína passa pela barreira hemato-encefálica para o cérebro (MC CALL *et al*., 1982), da placenta para o fluido amniótico e através do sangue do cordão umbilical para o feto (BERGER, 1988) e pelo leite materno (BERLIN *et al*., 1984).

A cafeína é extensivamente metabolizada nas células hepáticas, formando mono e dimetilxantinas, ácidos mono e dimetilúricos e derivados uracílicos (ARNAUD, 1987). A atividade do citocromo P450, mais especificamente da isoforma CYP1A2, representa quase 95% do metabolismo da substância, que inicia com a desmetilação no carbono 3 da cafeína, resultando na formação de 1,7 dimetilxantina (paraxantina) (KRUL; HAGEMAN, 1998), que pode ser então demetilada pela CYP1A2 para formar 1-metilxantina e oxidada pela enzima xantina oxidase para formar 1-ácido-metilúrico. O metabólito paraxantina também pode ser hidroxilado pelo citocromo P450 isoforma CYP2A6 para formar 1,7-ácido metilúrico, ou acetilada pela enzima *N*-acetiltransferase-2 (NAT2) para formar 5-acetilamino-6-formilamino-3-metiluracil (AFMU), um composto instável que pode ser degradado de forma não enzimática para formar 5-acetilamino-6-amino-3-metiluracil (AAMU) (ARNAUD, 2005) (**Figura 4**).

A bioconversão da cafeína ao metabólito paraxantina representa cerca de 84% do seu metabolismo primário, enquanto que a transformação à teobromina e teofilina representa uma via minoritária (12% e 4%, respectivamente) (SAFRANOW; MACHOY, 2005).

Grande importância tem sido dada ao fenótipo dos indivíduos com relação à atividade doa CYP1A2 no plasma, amostras de saliva ou urina (HAKOOZ *et al*., 2009). Um polimorfismo genético representado pela substituição A→C na posição 734 (CYP1A2*1F) no gene CYP1A2 diminui a atividade enzimática, resultando em um fenótipo metabolizador lento, permitindo que a cafeína fique biodisponível por um tempo maior (SACHSE *et al*., 1999). De forma inversa, indivíduos homozigóticos para o alelo (CYP1A2*1A) são metabolizadores rápidos e nestes, são observados baixos níveis de cafeína no plasma e menor biodisponibilidade da substância (SACHSE *et al*., 1999).

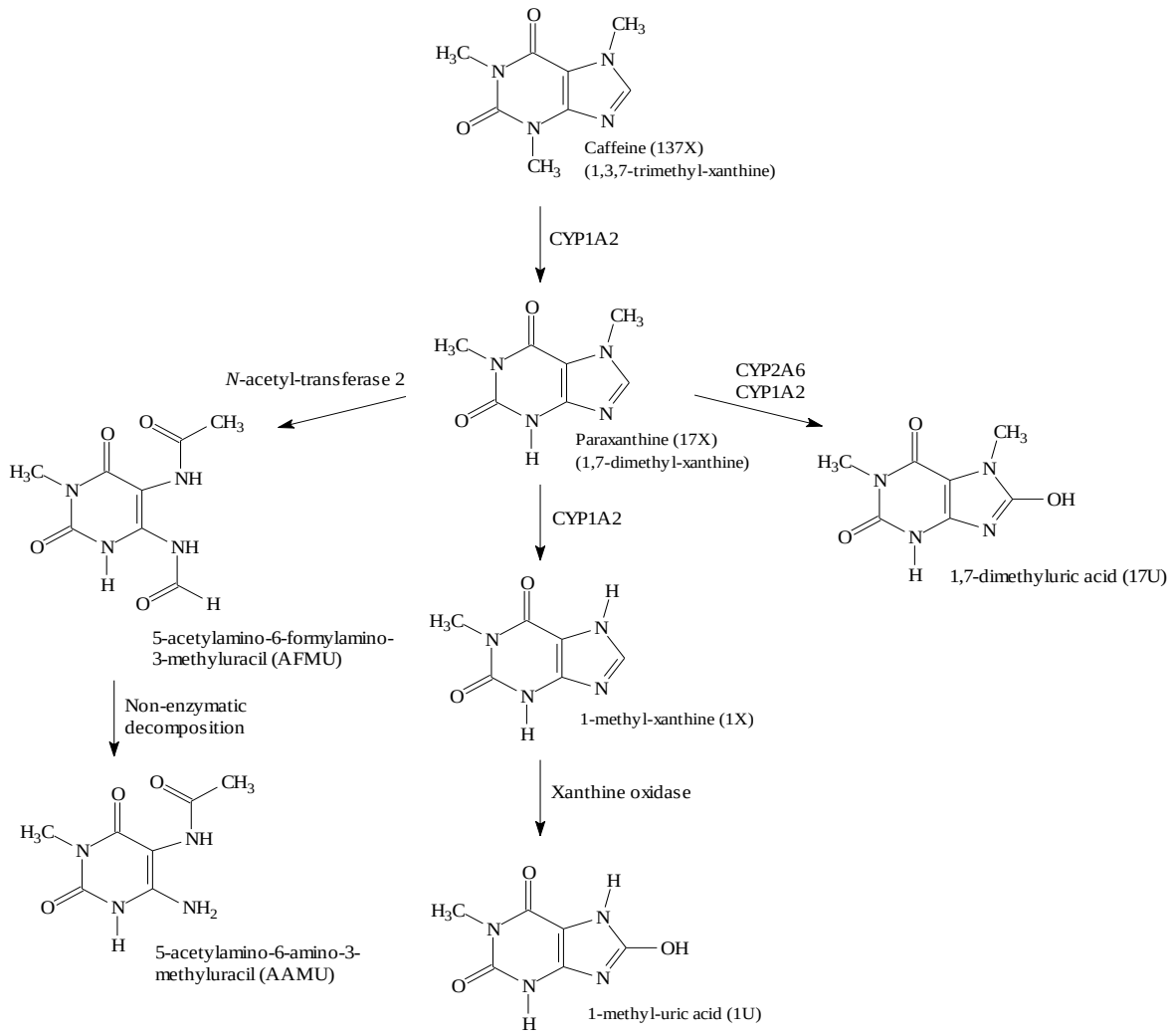

Figura 4: Bioconversão hepática da cafeína em seus metabólitos principais (PERRONE; FARAH, 2011).

A taxa de *clearance* da cafeína é de cerca de 155 mL/ kg/ h em adultos (Aranda *et al*., 1979). Portanto, sua meia-vida pode variar entre 2 a 6 horas (CLIFFORD, 2000) considerando esta população (ARNAUD, 1987) e pode ser alterada no período neonatal e influenciada por outros fatores incluindo sexo, hábito de fumar, uso de contraceptivos orais e momentos biológicos específicos como a gravidez, por exemplo (ARNAUD, 2005). A meia vida da cafeína é aumentada durante um curto período após o nascimento devido à baixa atividade das enzimas do citocromo P450 e à relativa imaturidade de algumas vias de desmetilação e acetilação (ARANDA *et al*., 1979). A meia vida da substância é de cerca de 80h para o recém-nascido a termo e pode chegar a 100h em recém nascidos pré-termo (PARSONS; NEIMS, 1981). Crianças com idade entre 8–9

meses ainda apresentam habilidade reduzida para metabolizar cafeína, excretando na urina cerca de 85% da substância administrada em sua forma inalterada (STRAVIC; GILBERT, 1990). Ainda, a meia vida da cafeína é 20–30% menor em mulheres do que em homens (ARANDA *et al*., 1979) e 30 a 50% em fumantes, comparado com homens adultos não fumantes (MURPHY *et al*., 1988). Por outro lado, a meia vida da cafeína é aproximadamente o dobro em mulheres que usam contraceptivos orais (PATWARDHAN *et al*., 1980) e muito prolongada durante o último trimestre da gravidez (cerca de 15h) (BRAZIER *et al*., 1983) e em pacientes com doença hepática (ARNAUD, 2005).

Sendo a cafeína extensivamente metabolizada (ARNAUD, 1987), somente 1–5% da substância ingerida é recuperada inalterada na urina e no suor (ARNAUD, 2005).

Em relação ao metabolismo da teobromina, a substância é rapidamente absorvida e aproximadamente 50% é excretada na urina dentro de 8 a 12 horas (TARKA *et al.*, 1983). Como para a cafeína, estima-se que a isoforma CYP1A2 seja a responsável por 86% de sua demetilação e em menor grau, a isoforma CYP2E1 (ROSTAMI-HODJEGAN *et al.*, 1996). A meia vida da teobromina pode variar entre 7,2 a 11.5 horas e a taxa de *clearance* plasmático e renal é de cerca de 46 e 67%, respectivamente (BIRKETT *et al.*, 1985). Também, a taxa de *clearance* plasmático é relatado ser 33% maior em fumantes do que em não fumantes (GATES; MINERS, 1999).

A metilxantina teofilina apresenta meia vida maior do que a da cafeína, cerca de 3 a 9 horas, porém, extremamente variável (STRAVIC, 1988). O metabolismo da substância também é mediado pela CYP1A2 (ARNAUD, 1993). A excreção urinária é altamente dependente do fluxo urinário. Altas concentrações de teofilina no plasma resultam em diminuição do *clearance* metabólico e aumento do *clearance* renal (BENOVITZ, 1990). Como a cafeína, deve ser considerada a variação inter-individual no *clearance*, metabolismo e eliminação da teofilina (STRAVIC, 1988).

2.4. Ações fisiológicas das metilxantinas

As metilxantinas se diferenciam pela potência na ação estimulante sobre o sistema nervoso central. Os efeitos são em muitos casos qualitativamente semelhantes, mas quantitativamente diferentes.

2.4.1. Efeitos fisiológicos da cafeína

A metilxantina mais importante fisiologicamente é a cafeína, que exerce várias ações farmacológicas em diversos locais centrais e periferias (BOULENGER *et al*., 1982; MC PHERSON *et al*., 1991).

É importante considerar que as propriedades fisiológicas da cafeína não são somente devido aos efeitos cumulativos do composto primário, mas também aos efeitos dos metabólitos, especialmente paraxantina, 1-metilxantina e 1-ácido metilúrico, que podem estar agindo sozinhos ou interagindo com os outros compostos no organismo humano (MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

Muitas evidências experimentais demonstram que a cafeína induz aos efeitos psicoestimulantes pelo bloqueio da ação dos receptores mediados pela adenosina (A_1, A_{2A}, A_{2B}, e A_3), que estão distribuídos por todo o organismo, o que facilita a ação da cafeína (WATSON, 2003). A adenosina é um neuromodulador endógeno que participa em diversas vias de sinalização intracelular, diminuindo a atividade das células nervosas (CARRILO; BENITEZ, 2000), aumentando ou diminuindo a concentração celular de AMPc (NAWROT *et al.*, 2003). O efeito é inverso quando a cafeína consegue se ligar ao receptor de adenosina. Em particular, os subtipos A_1 e A_{2A} são os receptores potencialmente bloqueados (FERRÉ *et al*., 2008).

A transmissão dopaminérgica também parece mediar os efeitos psicoestimulantes da cafeína (FREDHLOM; SVENNINGSSON, 2003). O papel crítico desta via pode ser explicado pelas extensivas interações que existem entre a adenosina e os receptores de dopamina. O bloqueio dos receptores de adenosina amplifica os efeitos mediados pela estimulação dos receptores de dopamina (LE MOINE *et al.*, 1997; Fuxe *et al.*, 1998) e a liberação de vários neurotransmissores, como norepinefrina, dopamina e serotonina (FREDHOLM *et al*., 1999), estimulando propriedades psicomotoras e melhorando funções comportamentais como o estado de alerta, bem estar, foco mental e sensação de energia (FISONE *et al*., 2004).

2.4.1.2. Efeitos da cafeína na atenção e na performance motora

O consumo de doses moderadas e agudas de cafeína (1–5 mg/ kg de peso, 70 – 350mg cafeína/dia para uma pessoa de 70kg) tem mostrado aumentar o estado de alerta, a atenção e, consequentemente, a memória, aprendizado, redução da fadiga, e melhora na performance do exercício (GRIFFITHS *et al*., 1990, MOURA-NUNES; FARAH,

2012). Também há consenso de que o consumo moderado da substância tem efeitos positivos no humor, o que inclui melhora na socialização e motivação para trabalhar (WATSON, 2003). Contudo, efeitos adversos ocorrem quando doses excessivas são consumidas ou quando cafeína é fornecida a indivíduos muito sensíveis a seus efeitos. A ingestão de 1–2g cafeína/dia pode produzir ansiedade ou exacerbar este sintoma em adultos com esse tipo de desordem preexistente (ARNAUD, 2005).

Além disso, o consumo de altas doses de cafeína pode causar outras mudanças comportamentais observadas como dose dependente, como por exemplo, atraso no tempo para adormecer, diminuição do tempo total de sono e aumento no número de despertar espontâneo (ARNAUD, 2005). Estas alterações no sono acontecem com mais frequência se altas doses de cafeína (superiores a 3mg/ kg de peso ou maiores do que 210mg para um pessoa de 70kg) são ingeridas próximo ao horário usual do sono (SMITH *et al*., 1993). Consumidores crônicos de cafeína são menos propensos a desenvolver distúrbios de sono do que indivíduos que consomem a substância ocasionalmente, sugerindo o desenvolvimento de tolerância para os efeitos da cafeína (ZWYGHUIZEN-DOORENBOS *et al*., 1990).

Portanto, o consumo moderado de cafeína (aproximadamente 300mg /dia) por adultos saudáveis não tem sido associado a efeitos adversos (NAWROT *et al.*, 2003). No entanto, é importante considerar as diferenças quanto à sensibilidade da cafeína e os possíveis efeitos adversos da substância nos indivíduos mais sensíveis aos seus efeitos (MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.3. Efeitos hemodinâmicos da cafeína

Considerando que a estimulação dos receptores de adenosina induz a vasodilatação na maioria dos leitos vasculares (RONGEN *et al*., 1997), a ação antagônica da cafeína sobre os efeitos sistêmicos e hemodinâmicos locais da adenosina, poderia induzir a vasoconstrição (SMITS *et al*., 1987). De fato, tem sido demonstrado que a administração aguda de cafeína em indivíduos saudáveis aumenta a resistência sistêmica vascular (FARAG *et al*., 2005). Além disso, foi observado em indivíduos saudáveis, aumento na velocidade de pulsação, após a ingestão de café integral, mas não de café descafeinado (MAHMUD; FEELY, 2001). Este parâmetro mensura a rigidez aórtica e tem sido associado à incidência de doença cardiovascular e mortalidade cardiovascular entre indivíduos saudáveis (SUTTON-TYRRELL *et al*., 2005).

2.4.1.4. Efeitos da cafeína na pressão sanguínea

A ingestão de duas xícaras de café (média de 150 mL, que pode conter cerca de 120 mg de cafeína) foi capaz de induzir aumento na pressão sistólica e diastólica de indivíduos saudáveis (NURMINEN *et al*., 1999). Parece que a cafeína é a substância responsável por este efeito, já que a mesma resposta foi observada após a administração de cápsulas de cafeína (SMITS *et al*., 1987), mas não após a administração de café descafeinado (SMITS *et al*., 1985). O efeito pressor da cafeína também foi observado em muitos estudos de doses repetidas, mas não de forma consistente em estudos de doses aguda. A tolerância a este efeito pressor desenvolve-se dentro de 1–3 dias, mas é parcialmente perdida logo após a abstinência por 12h (GREEN *et al*., 1996). Recentes pesquisas demonstram que o genótipo para o citocromo P450 isoforma 1A2 divide os indivíduos em duas categorias e a ingestão de café, os expõem a consequências opostas do risco do desenvolvimento de hipertensão (PALATINI *et al*., 2009; VIGGIANO *et al.*, 2012; MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Em metabolizadores rápidos de cafeína (CYP1A2*1A), o efeito da cafeína na pressão sanguínea parece ser insignificante (PALATINI *et al*., 2009) e compensado pela ação hipotensiva dos compostos fenólicos do café (WATANABE *et al*., 2006), enquanto que em metabolizadores lentos de cafeína (CYP1A2*1F), o efeito pressor da cafeína parece prevalecer (PALATINI *et al*., 2009). Este achado é confirmado pela observação que o consumo de bebidas a base de cola que contém cafeína, mas não café, tem sido associado ao desenvolvimento de hipertensão (WINKELMAYER *et al*., 2005), o que pode ser devido à ausência de polifenóis nas bebidas de cola e a presença destes nas bebidas de café (PALATINI *et al*., 2009; MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.5. Efeitos da cafeína na função cardiovascular

A cafeína estimula diretamente o tecido do miocárdio, atuando principalmente na frequência cardíaca e na força de contração. Embora este achado não tenha sido completamente elucidado até agora, a ingestão da substância é também associada à ocorrência de arritmias em humanos (ARNAUD, 2005). O desenvolvimento de doença cardiovascular tem sido avaliado por diversos estudos. Estudos de caso mostraram aumento no risco do desenvolvimento de doença cardiovascular quando o consumo de café foi maior do que cinco xícaras por dia (≥ 500mg de cafeína por dia) (GREELAND,

1993). Corroborando estes achados, informações recentes também mostraram que a ingestão moderada de cafeína (cerca de 4 xícaras de café por dia ou cerca de 400mg cafeína por dia) não afeta adversamente a saúde cardiovascular (NAWROT *et al.*, 2003, MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Da mesma forma, foi encontrada associação entre o consumo moderado de chá e doença cardiovascular, o que sugere que os compostos fenólicos presentes no café e no chá podem exercer propriedades benéficas (JIANG; DUSTING, 2003), em compensação a um possível efeito adverso pressor da cafeína (THELLE, 1995). Dados de estudos epidemiológicos também apontam que a cafeína não é unicamente responsável pelos efeitos adversos na saúde cardiovascular, já que o aumento do risco de eventos coronários foi também associado ao consumo de café descafeinado (GARTSIDE; GLUECK, 1993; MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

Uma provável explicação para os diferentes efeitos do café encontrados em pacientes com história de doença cardiovascular é a existência de diferentes genótipos da enzima CYP1A2. Metabolizadores lentos de cafeína têm risco aumentado de infarto do miocárdio com o aumento do consumo de café, enquanto que metabolizadores rápidos têm este risco diminuído (CORNELIS *et al*., 2006).

Apesar dos potenciais efeitos prejudiciais do consumo agudo de cafeína nos fatores de risco para doença cardiovascular, estudos epidemiológicos prospectivos e de caso, não relatam associação consistente entre a ingestão crônica de café e a incidência de doença cardiovascular na população em geral, especialmente considerando a ingestão moderada (400 – 500mg de cafeína por dia) (MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Entre grupos específicos, como mulheres com diabetes mellitus, por exemplo, o consumo habitual de café não tem sido associado com o aumento no risco de doença cardiovascular ou mortalidade prematura (ZHANG *et al*., 2009). O desenvolvimento de tolerância para os efeitos da ingestão crônica de cafeína pode explicar os resultados contraditórios reportados na literatura científica (MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.6. Efeitos da cafeína no metabolismo glicídico

O consumo de café integral e descafeinado tem sido associado ao aumento na sensibilidade da insulina em estudos transversais a longo prazo (WU *et al*., 2005) e à redução do risco de Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) em 19 estudos epidemiológicos, sugerindo efeitos benéficos de ambas as bebidas na homeostase da glicose

(GREENBERG *et al*., 2006; PEREIRA *et al*., 2006). Além disso, o moderado consumo de café integral no período pré-gestacional demonstrou associação protetora contra o *Diabetes mellitus* gestacional (ADENEY *et al*., 2007). Contudo, apesar destes resultados favoráveis, muitas evidências indicam que a cafeína promove efeitos adversos no metabolismo da glicose (LANE *et al*., 2008; MOISEY *et al*., 2008; ROBINSON *et al*., 2009), que são compensados pela presença de elevados teores de compostos fenólicos no café (SHEARER *et al*, 2003, 2007; MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

A ingestão de elevadas doses de cafeína (cerca de 500mg por dia) por consumidores habituais de café foi associada a médias elevadas diárias na concentração plasmática de glicose e na resposta pós prandial elevada do monossacarídeo, em pacientes diabéticos (LANE *et al*., 2008). Em indivíduos saudáveis, a ingestão de café integral concomitante a refeições de alto ou baixo índice glicêmico prejudicou de forma significativa o controle da glicemia e a sensibilidade à insulina, comparado com a ingestão de café descafeinado (MOISEY *et al*., 2008). Estes efeitos no metabolismo da glicose podem ser parcialmente explicados pela inibição direta da captação de glicose nos adipócitos e músculo esquelético estimulado pelo antagonismo dos receptores de adenosina (HAN *et al*., 1998). Por outro lado, o consumo de café descafeinado tem sido associado de maneira significativa ao baixo risco de desenvolvimento de *Diabetes mellitus* do tipo II (SALAZAR-MARTINEZ *et al*., 2004; GREENBERG *et al*., 2005; PEREIRA *et al*., 2006; VAN DAM *et al*., 2006; MOURA-NUNES; FARAH, 2012). A ingestão de café descafeinado reduziu agudamente a resposta sanguínea à glicose em homens saudáveis após uma dose oral de glicose comparado com o placebo (BATTRAM *et al*., 2006). De fato, os CGA, compostos fenólicos presentes no café, poderiam antagonizar os efeitos da cafeína no transporte da glicose, por atenuar a taxa de absorção de glicose intestinal e deslocar a absorção da glicose para partes mais distais do intestino (JOHNSTON *et al*., 2003). Mais recentemente, foi mostrado que o ácido clorogênico e a trigonelina foram capazes de induzir resposta reduzida a insulina durante um teste de tolerância oral a glicose (VAN DIJK *et al*., 2009). Estes resultados foram corroborados pelos achados de um estudo prospectivo, no qual o consumo de café e chá (pelo menos 3 copos) foi associado ao baixo risco de desenvolver *Diabetes mellitus* do tipo II (VAN DIEREN *et al*., 2009).

Resultados de estudos a curto e longo prazo indicam que a ingestão de cafeína promove efeitos adversos no metabolismo da glicose, sendo possível que bebidas

descafeinadas melhorem o controle glicêmico, quando comparadas às bebidas integrais, sugerindo que componentes do café ou chá que não a cafeína, podem exercer uma série de efeitos positivos na homeostase da glicose (MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.7. Efeitos da cafeína na massa óssea e no balanço de cálcio

Diferentes estudos observaram que a ingestão aguda de 150–300mg de cafeína aumentou rapidamente a excreção urinária de cálcio em mulheres e homens adolescentes (MASSEY; HOLLINGBERY, 1988), mulheres com idade de 22-30 anos (MASSEY; OPRYSZEK, 1990), homens de 21–42 anos (MASSEY; BERG, 1985), e mulheres de 31–78 anos (BERGMAN *et al*., 1990). No entanto, quando uma alta dose de cafeína foi ingerida por mulheres saudáveis na pré-menopausa por um tempo prolongado (400mg/ pessoa/ dia por 19 dias), nenhum efeito foi observado sobre a absorção, a excreção urinária e excreção de cálcio endógeno fecal, apesar de ter sido observada remodelagem óssea (BARGER-LUX *et al*., 1990).

Em estudos epidemiológicos, o aumento da ingestão de cafeína não foi associado com significativa diminuição na densidade mineral óssea em mulheres adolescentes (LLOYD *et al*., 1998), mulheres jovens de 20–30 anos de idade (CONLISK; GALUSKA, 2000), mulheres na pré-menopausa (HANSEN, 1994), mulheres em período de menopausa (SLEMENDA *et al*., 1990), e em homens e mulheres pós menopausa (HANNAN *et al*., 2000). Porém, quando a ingestão de cálcio foi menor do que 800mg/dia, e a dose de cafeína ingerida foi entre 280–420mg, foi observado aceleração na perda de massa óssea em mulheres saudáveis (HARRIS; DAWSON-HUGHES, 1994). Somente mulheres na pós-menopausa com idade entre 20-50 anos, que não relataram beber pelo menos um copo de leite por dia, exibiram associação do café com a diminuição na massa óssea (BARRET-CONNOR *et al*., 1994). As associações desaparecem quando a ingestão de cálcio foi ajustada em alguns estudos (COOPER *et al*., 1992; JOHANSSON *et al*., 1992), mas não em outros (HERNÁNDEZ-AVILA *et al*., 1993).

O efeito do consumo de café na massa óssea em idosos do sexo masculino e feminino também foi recentemente relacionado com o genótipo responsável pela produção da CYP1A2 (MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Foi observado diminuição na massa óssea próxima ao fêmur em homens que consumiam 4 copos de café ou mais

todos os dias (HALLSTROM *et al*., 2010). Também foi observado que, em grandes consumidores de café, os metabolizadores rápidos tiveram maiores valores de perda de massa óssea, quando comparados aos metabolizadores lentos de cafeína. Em metabolizadores rápidos, a cafeína é mais rapidamente metabolizada e as concentrações dos seus metabólitos tornam-se mais altas. Sugere-se que os efeitos deletérios do consumo de café na massa óssea sejam atribuídos em parte aos metabólitos da cafeína, especialmente a paraxantina (HALLSTROM *et al*., 2010; MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Este metabólito é potente supressor da transformação do fator de crescimento β *in vitro* (GRESSNER *et al*., 2009), que estimula a formação óssea (FROMIGUE *et al*., 2004). Como a cafeína, a paraxantina age no antagonismo aos receptores de adenosina A_1 e A_2. O bloqueio destes, expressos nas células ósseas, pode resultar na redução da formação da massa óssea (EVANS *et al*., 2006). E assim, o metabólito paraxantina pode ser o principal contribuidor para o efeito do café na redução da massa óssea, sendo os rápidos metabolizadores da cafeína, um grupo de risco para perda de massa óssea induzida pelo consumo de café (HALLSTROM *et al*., 2010; MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

A avaliação dos efeitos da cafeína no metabolismo ósseo é bastante complexa, uma vez que a ingestão de cafeína é associada a outros fatores de risco para osteoporose: como a baixa ingestão de cálcio, idade avançada, hábito de fumar e consumo de álcool (MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Em resumo, as informações sugerem que o aumento da ingestão de cafeína (mais do que 4 copos de café por dia ou > 400mg cafeína/dia) está associado com o um desequilíbrio no balanço de cálcio. O efeito é atribuído à hipercalciúria induzida pela cafeína e ou à diminuição intestinal da absorção de cálcio (MASSEY; WHITING, 1993) e foi observada particularmente quando há baixa ingestão de cálcio (BRUCE; SPILLER, 1998). Em suma, pode-se sugerir, que a ingestão de cafeína menor do que 400mg/dia não tem efeitos significativos no balanço de cálcio em indivíduos adultos que ingerem pelo menos 800mg do mineral por dia (NAWROT *et al*., 2003; MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.8. Potencial carcinogênico da cafeína

A ingestão de cafeína tem sido associada ao desenvolvimento de câncer em diferentes tipos de estudos. Em um estudo de caso, doses maiores que 250mg cafeína/dia foram associadas ao aumento no risco de carcinoma na célula epitelial (SAHL *et al*., 1995). Riscos maiores de desenvolvimento de câncer de bexiga foram observados em um estudo prospectivo, no qual indivíduos consumiram cápsulas de cafeína e cafeína como constituinte do chá verde ou café (KURAHASHI *et al*., 2009). Contudo, a substância não tem sido classificada como carcinogênica em humanos pela Agência Internacional de Pesquisas no Câncer (ARNAUD, 2005).

Não há relação entre a ingestão de cafeína mensurada pelo consumo de café e o desenvolvimento de vários tipos de câncer, incluindo o gástrico (BOTELHO *et al*., 2006), o renal (LEE *et al*., 2007) e o câncer de mama (BOGGS *et al*., 2010; FAGHERAZI *et al*., 2011). Além disso, tem sido observada associação inversa entre o consumo de cafeína presente no café e o desenvolvimento de câncer de fígado e cólon. Esta última associação, já não tem sido respaldada pelos resultados de estudos prospectivos (coorte) (GIOVANUCCI, 1998; NAGANUMA *et al*., 2007). A associação inversa entre consumo de café e desenvolvimento de câncer de fígado é observada em uma série de estudos. Alto consumo de café foi associado a baixas concentrações sanguíneas de biomarcadores de dano hepático, como alanina aminotranferase e γ-glutamiltransferase (LA VECCHIA, 2005). Também, em estudos prospectivos, o consumo de café foi associado ao baixo risco de cirrose do fígado (KLATSKY *et al*., 2006). Outras associações inversas foram relatadas em uma recente meta-análise de mais de 50 estudos (MOURA-NUNES; FARAH, 2012). Informações sugerem que o aumento no consumo de 1 copo de café/dia foi associado à redução no risco de desenvolvimento de câncer de rim (NKONDJOCK *et al*., 2009), mama, boca e faringe, coloretal, endometrial, esofágico, leucemia, pancreático e próstata (YU *et al*., 2011). Embora essas associações estejam mais provavelmente relacionadas ao alto teor de polifenóis do café, um aumento na ingestão de cafeína de cerca de 100 mg/dia não interferiu negativamente nos efeitos benéficos destes compostos bioativos (NKONDJOCK *et al*., 2009).

Evidências globais indicam que a cafeína não é provavelmente um agente carcinogênico em humanos com doses de ingestão inferiores a 500mg da substância/

dia,cerca de 5 copos de café (NAWROT *et al*., 2003; MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.9. Efeitos da cafeína na reprodução e no crescimento

Não têm sido observadas relações consistentes entre a ingestão de cafeína e a infertilidade (NAWROT *et al*., 2003). Contudo, pode-se sugerir que o consumo da substância, em doses maiores que 300 mg/dia pode reduzir a taxa de fecundidade em mulheres férteis (NAWROT *et al*., 2003). Em relação à fertilidade masculina, é relatado que o consumo de doses maiores do que 400 mg/dia de cafeína pode diminuir a motilidade do esperma e/ou aumentar a porcentagem de morte dos espermatozóides, mas não de forma suficiente para afetar a fertilidade masculina (DLUGOSZ; BRACKEN, 1992).

Mulheres grávidas que consomem cafeína regularmente podem correr o risco de sofrer aborto, mas as evidências atuais são insuficientes para permitir conclusões sobre o potencial papel da cafeína (MOURA-NUNES; FARAH, 2012). As informações existentes não respaldam resultados convincentes de que o consumo da substância aumenta o risco de adversidade reprodutiva ou perinatal (PECK *et al*., 2010). Porém, baseados na avaliação de uma série de estudos que associam a ingestão de cafeína ao risco de adversidades perinatais, NAWROT *et al*., (2003) aconselham limitar o consumo de cafeína para menos do que 300 mg/dia em mulheres que estão grávidas ou que estão planejando uma gestação (RONDO *et al*., 1996).

O potencial impacto adverso do consumo de cafeína durante a gestação e no crescimento fetal tem sido tema de interesse por muitos anos (MOURA-NUNES; FARAH, 2012). A cafeína aumenta os níveis de AMPc por meio da inibição da fosfodiesterase, o que poderia interferir com o crescimento e desenvolvimento celular fetal (KAREN, 2000). A cafeína ingerida pela mãe é rapidamente absorvida pelo trato gastrointestinal e logo atravessa a placenta, sendo distribuída para todos os tecidos fetais, incluindo o sistema nervoso central. Uma vez presente no organismo fetal, cafeína tem sua meia vida aumentada, devido à imaturidade do complexo enzimático envolvido no seu metabolismo. Assim, se a mulher grávida não limitar a sua ingestão de cafeína, o feto e o neonato podem estar expostos à substância e seus metabólitos e sofrer as consequências de seus potenciais efeitos adversos (JAMES, 1991b; MOURA-

NUNES; FARAH, 2012). Embora os resultados não sejam inteiramente consistentes, a maioria das evidências sugere que a ingestão de cafeína em doses maiores do que 300mg/ dia pode causar efeitos adversos no desenvolvimento fetal, tais como o retardo do crescimento fetal intrauterino ou diminuição do peso ao nascer (DLUGOSZ; BRACKEN, 1992; CHRISTIAN; BRENT, 2001; NAWROT *et al*., 2003; VAN DAM *al*., 2008).

2.4.1.10. Cafeína como ergogênico auxiliar

O consumo de cafeína exerce influência positiva na performance física (TARNOPOLSKY, 1994; SINCLAI; GEIGER, 2000), que ocorre após a administração de doses entre 3 a 6 mg/kg de peso corporal (GRAHAM; SPRIET, 1995; KOVACS *et al*., 1998). Os efeitos ergogênicos da cafeína são similares tanto em não consumidores quanto em consumidores habituais da substância (VAN SOEREN *et al*., 1993). Pelo antagonismo dos efeitos sistêmicos da adenosina, a cafeína aumenta a lipólise e consequentemente a concentração de ácidos graxos livres no plasma levando à economia do glicogênio intramuscular (FREDHOLM *et al.*, 1999; GRAHAM *et al*., 2008), o que pode explicar uma das principais formas pela qual a cafeína aumenta a performance física (GRAHAM *et al*., 2008). Outro importante efeito é a redução da fadiga muscular. Durante exercício de resistência, o consumo de cafeína foi capaz de atenuar o bloqueio da condução induzida pela fadiga muscular (LINDINGER, 1995).

Muitos estudos que utilizam cafeína em doses médias de 3-6 mg/kg de peso corporal, tomadas aproximadamente 1 hora antes do exercício, têm encontrado melhorias na performance de exercícios de resistência, incluindo corrida e ciclismo (GRAHAM, 2001). Estudos mais recentes têm relatado que doses menores de cafeína, cerca de 1-2 mg/kg de peso corporal também têm aumentado a performance física (COX *et al*., 2002), especialmente quando ingeridas antes ou durante a prática do exercício.

As evidências para o efeito ergogênico da cafeína no aumento da performance são limitadas quando comparadas aos efeitos sobre a resistência. Melhoras no ciclismo repetitivo de alta intensidade, bem como diminuição na dor têm sido observadas após a ingestão de cafeína (JACKMAN *et al*., 1996). Alta performance durante testes de *sprint* (corrida de tiro) repetidos tem sido também relatada no *rugby* com jogadores de alto

nível após a ingestão de cafeína (STUART *et al*., 2005). Além disso, outros estudos têm observado melhora da performance no trabalho de alta intensidade durante 90 minutos de futebol (FOSKETT *et al*., 2009) e jogo de tênis (HORNEY *et al*., 2007). Nestes tipos de exercícios, a cafeína induz a elevação dos níveis de catecolaminas levando a outros efeitos fisiológicos, incluindo aceleração na cinética absortiva de oxigênio e na glicólise (GOLDSTEIN *et al*., 2010).

Portanto, a administração oral de cafeína ou o consumo dietético da substância leva a significativa melhora na performance, tanto por evitar a fadiga, quanto por aumentar o fornecimento de substratos e/ou aumentar o consumo de oxigênio (MOURA-NUNES; FARAH, 2012).

2.4.1.11 Consumo de cafeína e deficiências de minerais

Embora muitos estudos associem o consumo de café e chás de *C. sinensis* a benefícios à saúde, como propriedades antioxidantes e anticâncer, há uma forte crença de que pessoas que consomem elevados teores de cafeína tendem a apresentar maiores riscos de desenvolvimento de problemas ósseos (incluindo osteoporose), bem como problemas absortivos intestinal, excreção renal (BORSE *et al.,* 2002; MASSEY, 2001; PAN *et al.,* 2003) e anemia por deficiência de ferro (HALLBER; ROSSANDER, 1982).

Embora alguns estudos epidemiológicos mostrem uma negativa relação entre o consumo de cafeína em bebidas e absorção mineral intestinal (HEANEY, 2002; HUANG *et al.,* 2002; YAZDANI *et al.,* 2002) e excreção urinária (HEANEY; RECKER, 1982), muitos outros sugerem que não há correlação entre o consumo de cafeína e absorção de minerais metálicos no intestino e nos rins (CONLISK *et al.,* 2000; NAFISI *et al.,* 2002). No entanto o questionamento se o consumo de cafeína é ou não prejudicial para humanos, ainda permanece controverso.

Cálcio, magnésio, ferro e zinco são elementos essenciais para o funcionamento do organismo. Eles estão envolvidos em uma variedade de reações biológicas (TURCOT *et al.,* 2000) e suas deficiências podem resultar em problemas (PROHASKA & BROKATE, 2001). Suspeita-se que a cafeína possa ligar-se a íons metálicos e consequentemente alterar seu balanço no corpo humano (CHEN; WHITFORD, 1999).

O estudo de KOLAYH *et al.,* (2004) mostrou que a cafeína não apresenta capacidade de se ligar ao cálcio, magnésio, ferro e zinco, de forma significante a alterar

as suas funções no corpo humano, pois as interações entre a cafeína e os íons metálicos foram muito fracas. Os resultados desse estudo sugerem que a cafeína não altera diretamente o balanço de íons metálicos no corpo humano pela ligação a esses metais.

2.4.1.12. Efeitos do consumo de cafeína entre as crianças e adolescentes

Poucos estudos têm examinado os efeitos do consumo de cafeína entre crianças e adolescentes e a maioria deles tem focado somente em efeitos comportamentais (CASTELLANOS; RAPOPORT, 2002). Embora estudos realizados com adultos sugiram que o consumo de cafeína é relativamente seguro, a substância pode ter efeitos nessa população que são diferentes daqueles observados nos adultos (TEMPLE, 2009).

O consumo seguro de cafeína entre crianças e adolescentes, tem sido pouco estudado e mal entendido (BRAMSTED, 2007). Considerando que algumas bebidas cafeinadas estão disponíveis no mercado para esse público e que o consumo desta substância nesta faixa etária tem aumentado (FRARY *et al.*, 2005), é fundamental entender os efeitos potenciais do uso de cafeína entre crianças e adolescentes.

Uma meta análise de nove ensaios clínicos de curto prazo, sobre o consumo de cafeína em crianças, não encontrou efeitos adversos significativos na cognição e no comportamento. Em geral, consumo de doses de cafeína em cerca de 3.0 mg/kg de peso corporal por dia, em triagens clínicas, não tem resultado em efeitos adversos (STEIN *et al.*, 1996). Contudo, altas doses podem resultar em alguns efeitos comportamentais, como o aumento do nervosismo ou ansiedade e distúrbios do sono (NAWROT *et al.*, 2003). Infância e adolescência são caracterizadas por um período de rápido crescimento e estágio final de desenvolvimento cerebral, e nessa fase, padrão de sono adequado e alimentação saudável, são fundamentais (TEMPLE, 2009). Estudos têm mostrado que indivíduos que consomem cafeína em quantidades moderadas a altas têm maiores riscos de desenvolver distúrbios e interrupção do sono, quando comparados aos que consomem pouca ou nenhuma cafeína (ORBETA *et al.*, 2006). Em relação à nutrição, é importante considerar o alimento fonte de cafeína que é mais consumido pelas crianças. Enquanto adultos consomem bebidas pobres em calorias, como chás e café, entre crianças e adolescentes o consumo maior é de bebidas com elevados teores de açúcar, como refrigerantes e energéticos (TEMPLE, 2009). O uso de cafeína por meio de bebidas cafeinadas açucaradas está associado à elevada incidência de sobrepeso em

crianças (JOHNSON; KENNEDY, 2000). Evidências de estudos animais sugerem que o consumo de cafeína pode estimular o cérebro a aumentar a resposta subsequente à exposição às drogas, potencializando e reforçando seus efeitos (SCHENK *et al.,* 1994). Nesse contexto, crianças e adolescentes podem ser mais vulneráveis a esses efeitos, porque áreas cerebrais envolvidas com controle, planejamento e impulsividade, ainda estão em desenvolvimento (SOWELL *et al.,* 1999). Alguns estudos na literatura associam o uso de cafeína em adolescentes e jovens adultos, com comportamento impulsivo e uso de tabaco (JONES; LEJUEZ, 2005; MARTIN *et al.,* 2008).

Por outro lado, a cafeína tem sido usada frequentemente entre crianças e adolescentes como forma de aprimorar a performance atlética, por meio da melhora na contração muscular e redução da fadiga (COLE *et al.,* 1996; SINCLAIR; GEIGER, 2000).

É incerto se o consumo de cafeína desempenha efeitos adversos em crianças, no entanto, o Canadá recomenda que a ingestão de cafeína por este grupo seja limitada a 2.5 mg/kg de peso corporal.

2.4.2. Efeitos fisiológicos da teobromina e teofilina

A maioria dos estudos relacionados às ações fisiológicas das metilxantinas estão relacionados à cafeína. Pesquisas centradas nos efeitos da teobromina e teofilina são antigas e escassas.

Embora os efeitos comportamentais da cafeína tenham sido melhor documentados, a demonstração dos mesmos efeitos da teobromina, têm sido mais elusivos (MUMFORD *et al.,* 1993). De fato, a inexistência de efeitos em vários ensaios pré-clínicos comportamentais desenvolvidos antigamente por alguns pesquisadores, concluíram que a teobromina é comportavelmente inerte (CARNEY *et al.,* 1986). Apesar dessa generalização, a teobromina tem produzido efeitos comportamentais modestos em algumas espécies de animais, incluindo ratos, camundongos e gatos, mas nenhum efeito comportamental tem sido demonstrado em humanos (STAVRIC, 1988).

Os principais efeitos fisiológicos da teobromina são a atividade diurética, aumento do débito sanguíneo renal e a filtração glomerular (RANG *et al.,* 2001; SMITH, 2002; FISONE *et al.,* 2004), estimulação do miocárdio e relaxamento da musculatura lisa (MERCK ÍNDEX, 1976). Em contraste com os efeitos da cafeína e

teofilina, a ação da teobromina no sistema nervoso central é fraca ou praticamente ausente (CZOK, 1974; RALL, 1980).

A teofilina é muito utilizada como fármaco broncodilatador no tratamento das dificuldades agudas respiratórias e pode ser efetiva na manutenção da medicação para prevenir sintomas crônicos da asma. Bons resultados foram obtidos na redução da periodicidade da asma idiopática na infância (BROUARD *et al*., 1985, FINER *et al.*, 1984).

A teofilina também inibe os receptores de adenosina no cérebro humano (STAVRIC, 1988), podendo agir de forma mais potente que a cafeína nesta inibição (BOULENGER *et al.*, 1982). Também, a substância age de forma mais efetiva do que a cafeína em relação à estimulação cardíaca, à dilatação coronária e ao relaxamento da musculatura lisa (STRAVIC, 1988).

2.5. Toxicidade e efeitos indesejáveis das metilxantinas

A toxicidade e os efeitos adversos do consumo excessivo de metilxantinas também têm sido avaliados, sendo a maior parte deles concentrados nos efeitos da cafeína, embora a teofilina produza efeitos ainda mais tóxicos, principalmente quando comparada à teobromina (STAVRIC, 1988).

Como a teofilina não é comumente encontrada em produtos alimentares e sua biotransformação a partir da cafeína representa uma via minoritária, há poucas chances de ocorrer intoxicação por esta substância a partir da ingestão de alimentos. No entanto, o uso abusivo da droga como fármaco, pode produzir toxicidade. Os sintomas são diferenciados e variam desde tremores, taquicardia e transtornos gastrointestinais, à convulsões e até a ocorrência de morte (STRAVIC, 1988).

A ocorrência de intoxicação por alto consumo de cafeína na população adulta é manifestada por meio de sintomas clínicos como nervosismo, irritabilidade, insônia, diurese, arritmia, taquicardia, elevada frequência respiratória, distúrbios gastrointestinais, renais e hepáticos (STAVRIC, 1988; JAMES, 1991). A intoxicação por cafeína em crianças tem implicado também em êmeses (vômitos sucessivos), fotofobia, palpitação, espasmo muscular, convulsão e inconsciência, especialmente com doses em cerca de 80mg/kg peso corporal (ARNAUD, 2005).

O consumo de doses diárias de cafeína maiores que 600 mg/dia pode produzir “cafeinismo”, síndrome caracterizada por uma série de reações adversas como inquietação, ansiedade, irritabilidade, agitação, cansaço e distúrbios do sono (JAMES, 1991; PASSINI, 2011).

A dose letal aguda em humanos adultos é estimada em cerca de 5 a 10g para adultos o que corresponde a aproximadamente 150–200 mg/kg peso corporal e somente poucos casos foram reportados na literatura até hoje (STAVRIC, 1988; JAMES, 1991).

A interrupção súbita da ingestão regular de cafeína resulta em vários sintomas específicos (SILVERMAN *et al.*, 1992), conhecidos como “síndrome de retirada”, de acordo com o *Diagnostical and Statistical Manual of Mental Disorders* da Associação Americana de Psiquiatria (DSMIV). Os sintomas incluem: dor de cabeça, sonolência, letargia, fadiga, dificuldade no trabalho, queda da concentração, diminuição da sensação de bem estar, aumento da irritabilidade, queda na pressão arterial e aumento no fluxo sanguíneo cerebral (SILVERMAN *et al.*, 1992; STRAIN *et al.*, 1994; EVANS; GRIFFITHS, 1999). Os sintomas geralmente iniciam cerca de 12 a 24 horas após a cessação do consumo de cafeína e alcançam o pico após 20-48h. Contudo, em alguns indivíduos, estes sintomas podem aparecer dentro de 3-6 h e podem durar por uma semana (JAMES, 1991). Assim, mesmo a abstinência por um período curto, como não beber um copo de café pela manhã, pode levar a efeitos significativos bastante desagradáveis (PHILLIPS-BUTE; LANE, 1998). A síndrome é provavelmente específica porque persiste apesar do consumo analgésico (FREDHOLM *et al*., 1999) e é revertida pela ingestão da cafeína (GRIFFITHS *et al*., 1986).

2.6. Alimentos fonte de metilxantinas

2.6.1. Café

O café tem sido por décadas, o produto alimentício mais comercializado no mundo. Dados da ABIC (2012) mostraram que o país ampliou seu consumo interno de café em 610 mil sacas no período de doze meses de novembro de 2011 a outubro de 2012. Para 2013, houve projeção de crescimento entre 2.5% e 3.0% em volume, o que elevaria o consumo interno anual para 20.9 milhões de sacas (ABIC, 2013).

As razões para o aumento do consumo de café incluem a melhora na qualidade da bebida, por meio da seleção de variedades e métodos de preparo, melhora nas práticas agrícolas, criação de lojas especializadas e mudança na imagem do café, através da disseminação dos benefícios à saúde do consumo de café (FARAH, 2009).

Entre as mais de 90 espécies de café já identificadas mundialmente (CLARKE, 2003, FARAH; FERREIRA, 2014), somente duas são economicamente importantes: *Coffea arabica,* ou café arábica, responsável por aproximadamente 70% do mercado global de café e *Coffea canefora* ou café robusta, responsável pelos 30% restante (PERRONE *et al.*, 2008; FARAH, 2009).

Os cafés arábica e robusta diferem em muitas formas, tanto em relação ao clima ideal para o cultivo, aspectos físicos, composição química, quanto nas características das bebidas obtidas de seus grãos torrados (FARAH *et al.*, 2006).

As variedades de *C. arabica* produzem uma bebida de café de maior qualidade, mais suaves, de aroma e sabor mais pronunciado do que o café produzido com a espécie *C. canephora*, sendo, portanto, mais apreciado (FARAH, 2012).

A composição química dos grãos de café varia de acordo com diversos fatores como espécie, variedade, composição do solo, clima, práticas agrícolas, grau de maturação e condições de armazenamento (FARAH *et al*., 2006; DUARTE *et al*., 2010; FARAH, 2009). Em menor grau, aspectos extrínsecos, como composição do solo, clima, práticas agrícolas e condições de armazenagem, poderão afetar a fisiologia das sementes e, portanto sua composição química (FARAH; DONANGELO, 2006).

As condições de torrefação das sementes de café verde influenciam fortemente as mudanças na composição física e química do café e, consequentemente, afetam a bioatividade e o sabor da bebida (FARAH, 2009).

A composição da bebida do café pode variar principalmente com a matéria prima utilizada (*blend* dos grãos), o tipo de torrador, o método e o grau de torrefação e

os métodos de preparo. Os métodos de preparo utilizados para a bebida e a quantidade consumida variam de acordo com os hábitos sociais e culturais de cada país (FARAH, 2009).

Os diferentes métodos de preparo da bebida influenciam diretamente sua composição química final, afetando significativamente o teor dos compostos bioativos nela presentes (FARAH *et al.*, 2005). A proporção água/pó de café, temperatura da bebida, tempo de contato da água com pó de café e granulometria do pó determinam o tipo e o teor de substâncias extraídas na bebida (HATZOLD, 2012; FARAH, 2012).

A variação dos métodos de preparo ocorre desde o simples e tradicional método caseiro aos sofisticados, com uso de equipamentos modernos. Os métodos mais comuns de preparo da bebida do café utilizados no Brasil e em todo o mundo são extrações manuais com percolação simples em coador de pano e filtros de papel e nylon com água a 95º; ebulição seguida de filtração; cafeteira elétrica, cafeteira *espresso* e cafeteira Italiana, sendo que no Brasil, os dois últimos métodos tiveram seu consumo aumentado nos últimos dois anos (ABIC, 2012).

A cafeína é bem extraída, cerca de 89% a 100%, durante o preparo do café, considerando os diferentes métodos de preparo da bebida (FARAH, 2012).

Nos últimos anos, o café tem recebido atenção especial não só pelas características sensoriais, mas devido à sua relação com a redução no risco relativo do desenvolvimento de hipertensão, doenças coronarianas, DM2, Mal de *Alzheimer*, câncer de cólon, cirrose hepática e câncer de fígado, além de alcoolismo, depressão e suicídios (DUARTE *et al*., 2010; FARAH, 2009). Esta relação parece estar associada aos altos teores de CGA, compostos bioativos presentes no café. Estudos *in vitro* e *in vivo* demonstraram a alta atividade antioxidante desses compostos, além das propriedades hepatoprotetora, antiespasmódica, hipoglicemiante, imunoestimulante, entre outras (FARAH, 2009), que fazem com que o café seja considerado atualmente por muitos, incluindo o *International Institute for Life Sciences* (ILSI) como um alimento funcional.

2.6.2. Chá

O Chá proveniente das folhas da *Camellia sinensis* é uma das bebidas mais consumidas no mundo e quase todas as culturas já utilizaram alguma variedade desta bebida. Quatro tipos de chá são produzidos a partir dessas folhas: chá verde, chá preto, oolong e chá branco. Estes são os mais populares no mundo e são conhecidos como chás não herbais. Chás provenientes de outras espécies de plantas são conhecidos como chás herbais (BLISS, 2003).

A *C.sinensis* é nativa do Sudeste da Ásia, sendo a China a atual líder na produção de chá, e tem produzido mais de 200 cultivares (CHEN *et al.*,2007).

As diferenças entre as variedades de chás produzidos de *C. sinensis* devem-se ao processamento. Um processo oxidativo conhecido como fermentação, na qual folhas do chá são expostas ao ar por diferentes períodos de tempo e a ação de enzimas resulta em mudanças no *flavor* e na composição química do chá. Chá preto é totalmente fermentado, enquanto que os chás verde e branco não são fermentados e o *oolong* sofre um processo de fermentação parcial. Para evitar o processo de fermentação, tanto o chá verde quanto o branco são aquecidos após a colheita para inativar as enzimas responsáveis pela degradação enzimática como a polifenol oxidase. A diferença entre o chá verde e o branco está na época da colheita. O chá branco é produzido de brotos jovens da planta e o chá verde produzido das folhas e dos brotos mais maduros (HECK; DE MEJIA, 2009).

Os chás têm sido tradicionalmente consumidos pelos seus benefícios à saúde, sendo algumas vezes usados para tratar doenças específicas como inflamação e dor de cabeça. Embora o chá já venha sendo consumido por muito tempo, somente nas últimas décadas a ciência tem estudado mais a fundo essas propriedades. Chás produzidos a partir de folhas de *C. sinensis* contêm muitos compostos bioativos. Os principais compostos são os polifenóis, que podem representar cerca de 30% do peso da folha, e a cafeína. Dentre os polifenóis, os principais são as catequinas e teaflavina. (SUTEERAPATARANON *et al.,* 2009). Os teores destes compostos bioativos presentes nas bebidas de *C. sinensis* dependem da variedade da planta, condições de cultivo, métodos de processamento da folha (ASTILL *et al.,* 2001), e principalmente, das diferentes condições de preparo da bebida do chá, tais como temperatura da água,tempo de infusão e a proporção da quantidade de folha para um dado volume de água (HORIE *et al.*,2002; LIANG *et al.,* 2007).

As catequinas são predominantemente encontradas no chá verde (e incluem: epicatequina (EC), (-) epicatequina-3-galato (ECG), (-) epigalocatequina (EGC), (-) epigalocateuina-3-galato (EGCG), (+) catequina e (+) galocatequina (GC), entre outras variações desses compostos (HECK; DE MEJIA, 2009). EGCG é a mais abundante e corresponde a 65% de todas as catequinas; uma caneca de 250 mL de chá pode conter de 100-200mg deste composto (ZAVERI, 2006). As teaflavinas são encontradas em grandes quantidades no chá preto e são produzidas através do processo de fermentação, no qual as catequinas são oxidadas e polimerizadas, estas incluem: teogalina, teoflavina 3-galato e tearubiginas, que são encontradas em grandes teores no chá preto e contribuem para a coloração e o *flavor* do mesmo (NISHIMURA *et al.*, 2007). Os polifenóis do chá têm sido objetos de estudos científicos devido às suas propriedades benéficas típicas dos compostos fenólicos, como propriedades antioxidantes, fortalecimento do sistema imune, possível efeito protetor contra o desenvolvimento de câncer (MICHELS *et al.*,2005), aumento do colesterol (MARON *et al.*,2003; VINSON *et al.*, 2004), dano cerebral (SUZUKI *et al.*,2004) e diabetes (VINSON; ZHANG, 2005).

Outros flavonóis presentes em *C. sinensis* (quercetina, kaempferol e miricetina) contribuem para a atividade antioxidante da bebida do chá (DOU *et al*.,2007).

A proporção relativa de catequinas/teaflavinas é um dos fatores que contribuem para as propriedades sensoriais dos chás. As folhas fermentadas perdem seu aroma "gramíneo" das folhas frescas e adquirem um aroma mais floral ao longo do processo de fermentação (BHATTACHARYYA *et al*., 2007).

2.6.3. Mate

Mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta muito cultivada na Argentina, Brasil e Paraguai. Nestes países, as folhas secas da erva são utilizadas para o preparo de algumas bebidas, como o "Chimarrão" e chá mate, feitas pela infusão quente das folhas de mate verde e tostadas, respectivamente (SOUZA *et al.*, 2011; ISOLABELLA *et al.*, 2010). Quando a infusão das folhas verdes é servida fria, a bebida da erva recebe o nome de "Tererê". As espécies nativas da América do Sul têm sido exportadas para os Estados Unidos, Europa e Ásia, para serem utilizadas na indústria farmacêutica (ANESINE *et al*., 2012).

Compostos fenólicos, aminoácidos e outros compostos nitrogenados, antocianinas e metilxantinas, compõem quimicamente as folhas de *Ilex paraguariensis*. A principal metilxantina encontrada no mate é a cafeína, seguida da teobromina, (CLIFFORD; RAMIREZ-MARTINEZ, 1990).

O consumo de *Ilex paraguariensis* tem aumentado consideravelmente, devido às suas propriedades estimulantes atribuídas à cafeína (FILIP *et al.*, 1998), e vários benefícios à saúde atribuídos aos CGA, que são os principais compostos fenólicos identificados nesta planta (CARDOSO JR, *et al.*, 2007), principalmente relacionados à sua atividade antioxidante (DONANGELO; TRUGO, 2005).

As folhas do mate podem apresentar variações na qualidade e em características físico-químicas devido à influência de fatores como idade da planta, época de colheita, tempo de torrefação, forma de cultivo, região produtora, processamento e estocagem. O processo de produção comercial envolve as seguintes etapas: colheita, secagem no fogo, moagem, armazenamento e comercialização (ISOLABELLA *et al.*, 2010). A bebida preparada a partir de folhas de mate verde contém altos teores de metilxantinas, o que justifica a afirmação de que a Região Sul da América Latina (Paraguai, Argentina, Uruguai e Sul do Brasil) está entre as regiões que mais consomem metilxantinas no mundo, pelo hábito diário de consumo de chimarrão (MAZZAFERA, 1996; SCHUBERT, 2006).

2.6.4. Cacau e derivados

O cacaueiro é uma planta originária da floresta tropical úmida americana. Embora sejam conhecidas 22 espécies pertencentes ao gênero *Theobroma*, a espécie *Theobroma cacao* é quase a única economicamente explorada para produzir sementes que após fermentadas, secas e beneficiadas, irão compor a base de chocolates e derivados (SODRE, 2007).

A composição química e qualidade dos grãos de cacau dependem de muitos fatores, como genótipo, técnicas de cultivo, condições do solo e clima e o processamento tecnológico empregado após a colheita (BRUNETTO *et al.*, 2007).

As sementes secas e torradas de *Theobroma cacao* L. contem cerca de 300 compostos químicos já relatados (HURST *et al.*, 2002). Dentre esses compostos, destacam-se as metilxantinas, que contribuem para o sabor amargo dos chocolates, juntamente com os compostos formados durante a torrefação, servindo também, como

parâmetro de qualidade, pois atestam a presença de cacau, já que a teobromina é a metilxantina predominante nestas sementes (BUCHELI *et al.,* 2001; KOYAMA *et al.,* 2003).

Os teores de metilxantinas são, em geral, maiores durante os primeiros dias de fermentação, diminuindo quando o tempo de fermentação aumenta (BRUNETTO *et al.,* 2007).

Em relação ao cacau e seus derivados, a Resolução RDC, 227 de 28 de agosto de 2003, define que chocolate é o produto obtido a partir da mistura de componentes de cacau (massa de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau) com outros ingredientes, e deve conter, no mínimo, 25% de sólidos totais de cacau, e que o chocolate branco: é o produto obtido a partir da mistura de manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 20% de sólidos totais de manteiga de cacau. A Resolução CNNPA, nº12 de 1978 classifica os chocolates de acordo com a sua composição em: chocolate em pó - produto obtido pela mistura de cacau em pó com açúcar, e chocolate amargo - produto preparado com cacau, pouco açúcar adicionado ou não de leite.

A atividade antioxidante, além de outras propriedades benéficas do cacau e seus produtos tem sido muito estudadas (YAMAGISHI *et al.,* 2001, SAKANO *et al.,* 2005; SCHROETER *et al.,* 2006).

Flavonóides, com destaque para as catequinas e as procianidinas, são os agentes antioxidantes principais do cacau (COUNET; COLLIN, 2003). Estudos têm demonstrado que estes compostos podem reduzir o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular, por uma série de mecanismos, incluindo a prevenção da oxidação do LDL colesterol (*Low Density Lipoprotein*) (KONDO *et al.,* 2006) e a modulação das citocinas e eicosanóides envolvidos na resposta inflamatória (VAN DE WATER *et al*., 2000). Muitos dos efeitos fisiológicos dos flavonóis e procianidinas do cacau podem prevenir a oxidação celular e o sequestro das espécies reativas de oxigênio (MURPHY *et al.,* 2003).

2.6.5. Guaraná

O guaraná, *Paullinia cupana* é uma planta da família *Sapindaceae,* nativa da Região Amazônica Brasileira, muito utilizada na medicina nacional, empregada em bebidas caseiras e bebidas industrializadas como tônicos e estimulantes, e em produtos cosméticos. As partes mais utilizadas são as sementes secas levemente torradas

(RATES, 2002), que se caracterizam pelo alto teor de metilxantinas, principalmente cafeína e, em menor teor, teobromina (MORAES *et al.*, 2003; ANTONELLI; USHIROBA, 2004) Os principais polifenóis do guaraná são taninos condensados, catequinas, epicatequinas e procianidinas. A propriedade estimulante atribuída ao guaraná deve-se principalmente ao seu teor de cafeína, enquanto que os taninos são responsáveis pelo seu sabor adstringente. Alguns estudos têm demonstrado que as sementes do guaraná possuem atividade antioxidante, antiviral e antibacteriana, entre outras (YAMAGUTI; SASAKI *et al.*, 2007).

2.6.6. Cola

Cola nitida e Cola acuminata são plantas típicas do oeste da África, de espécies pertencentes à família Sterculiaceae. São muito conhecidas pelo alto teor de cafeína verificado em suas sementes, que também são conhecidas como "kolanuts". As sementes possuem sabor amargo e são utilizadas com a finalidade estimulante. Extratos de sementes de cola são utilizados como ingrediente na composição de alguns tipos de refrigerantes.

Os principais compostos fenólicos existentes nas sementes de cola são as proantocianidinas e as catequinas (WEINGES *et al.*, 1968).

2.6.7. Bebidas carbonatadas e bebidas energéticas

Segundo o Decreto nº 6871, refrigerante é a bebida gaseificada, obtida pela dissolução em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares e obrigatoriamente saturada de dióxido de carbono industrialmente puro (BRASIL, 2009).

As bebidas energéticas são denominadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005) como "composto líquido pronto para consumo" e os principais ingredientes da maioria destas bebidas são a taurina, cafeína, guaraná, ginseng. É permitida a adição de cafeína como ingrediente no limite máximo de 350

mg/L, sendo obrigatório informar no rótulo do produto o teor da substância, quando presente.

A cafeína adicionada a estas bebidas pode ser obtida a partir de extrações de café verde realizadas na preparação de café descafeinado (DAMODARAN *et al.*, 2010). Além do seu teor natural de cafeína, aos refrigerantes à base das sementes de cola, podem ser adicionados da substância sintética, cerca de 12 vezes mais do que o refrigerante a base de guaraná (AQUINO *et al.*, 2004).

2.7. Inquérito Nacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

O Inquérito Nacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é fundamentado na Pesquisa de Orçamento Familiar, também conhecida como POF. Essa pesquisa é promovida pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, com apoio do Banco Mundial e realizada a cada cinco anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Pesquisa de Orçamento Familiar - POF visa, principalmente, mensurar as estruturas de consumo, dos gastos, dos rendimentos das famílias, a partir de seus orçamentos domésticos. O desenho da amostragem das POFs abrange geograficamente as grandes regiões do país (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste), Unidades da Federação (UF) e regiões metropolitanas, que incluem os municípios das capitais **(Figura 5)**.

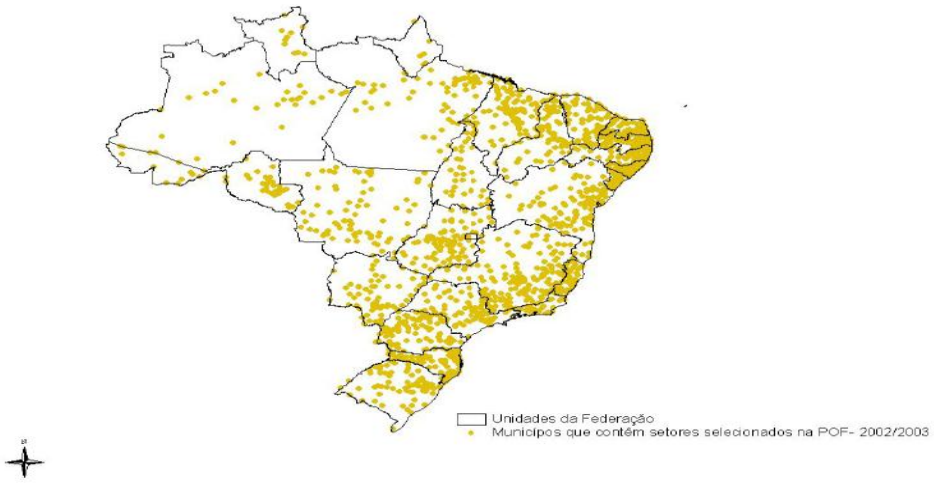

Figura 5: Abrangência geográfica da Pesquisa de Orçamento Familiar.

As POFs fornecem periodicamente dados nacionais de disponibilidade domiciliar de alimentos para análises de tendências e comparações internacionais, possibilitando as estimativas de consumo, bem como a identificação de padrões e mudanças temporais na alimentação no Brasil.

A Pesquisa de Orçamento Familiar de 2008-2009- Análise de Consumo Pessoal no Brasil - coletou pela primeira vez, informações sobre a ingestão alimentar individual de uma subamostra dos domicílios. As informações básicas utilizadas para a elaboração da POF 2008-2009- foram os registros detalhados dos alimentos consumidos pelos entrevistados ao longo de dois dias não consecutivos, independente do local de consumo do alimento, isto é, no domicílio ou fora dele. Os diferentes tipos de alimentos, o tipo de preparação e as respectivas unidades de medida utilizadas foram obtidos de forma direta, por meio de entrevista junto aos domiciliados com 10 anos ou mais de idade, nos domicílios selecionados. Os dados foram apresentados, considerando-se o consumo em abrangência nacional no Brasil e estratificados segundo as cinco grandes regiões do país (Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul), faixa etária e classe de rendimentos.

3. JUSTIFICATIVA

Embora o café seja amplamente consumido em todo o mundo, incluindo o Brasil, sua história sempre foi permeada por mitos e preconceitos, principalmente porque as informações mais divulgadas dizem respeito aos seus elevados teores de cafeína quando comparados a outros alimentos. No entanto, a bebida contém também, sais minerais, vitaminas e compostos bioativos, sendo hoje considerado pela comunidade científica como alimento potencialmente funcional. Além disso, não é de conhecimento de grande parte da população que outros alimentos, como por exemplo, chás, refrigerantes, chocolates e bebidas energéticas, também são fontes desta substância, e que sendo usualmente consumidos em maiores quantidades que o café, podem contribuir para uma maior ingestão diária de cafeína. No entanto, não há informações recentes na literatura que considerem as variações dos teores de metilxantinas nesses alimentos e a influência dos métodos de preparo nestes teores e muito menos, dados científicos atuais que avaliem a representatividade de cada alimento para o consumo destas substâncias, relacionando o teor de metilxantinas nestes alimentos e o consumo dos mesmos pela população brasileira. A ampla divulgação para a população, dos resultados do presente trabalho será de suma importância, uma vez que o consumo de alimentos fonte de metilxantinas vêm crescendo de forma considerável, e o excessivo consumo dessa substância pode provocar efeitos farmacológicos adversos, principalmente em crianças.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar os teores de metilxantinas em alimentos fonte consumidos pela população brasileira e estimar a representatividade dos mesmos para a ingestão dietética habitual desses compostos no Brasil e no município do Rio de Janeiro.

4.2. Objetivos específicos

1) Quantificar e comparar os teores de metilxantinas dos alimentos fonte mais consumidos no Brasil, considerando a influência de cada método de preparo;

2) Estimar a ingestão de metilxantinas por brasileiros, considerando sexo, faixa etária e renda, nas grandes regiões do país, utilizando as Pesquisas de Orçamento Familiar (POF 2008-2009) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

3) Avaliar a contribuição de cada alimento fonte para a ingestão total estimada de metilxantinas nas grandes regiões do Brasil, considerando sexo, faixa etária, localização geográfica e renda;

4) Estimar a representatividade de alimentos fonte de metilxantinas para o consumo de metilxantinas em uma amostra de moradores do município do Rio de Janeiro, considerando sexo e faixa etária, por meio da aplicação de Questionário de Frequência de Consumo de Alimentos fonte de metilxantinas (QFCA) e comparar esses dados com os dados do IBGE.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Seleção e aquisição das amostras

Amostras comerciais de alimentos fonte de metilxantinas das variedades e marcas mais comumente consumidas no país foram adquiridas em supermercados do Rio de Janeiro e de outros estados. Para conhecimento das marcas mais consumidas de cada alimento, foram utilizadas as informações gentilmente cedidas pela *InterScience*, dados coletados com a aplicação dos QFCA, bem como o banco de dados da ABIC. Duzentas e quinze amostras (215) foram adquiridas, a saber:

Café: 40 amostras de café torrado e moído, 10 amostras de café solúvel, 10 amostras de *cappuccino* solúvel

Chá preto: 9 amostras em *sachet*, 7 a granel, 3 chá preto gelado

Chá verde: 9 amostras em *sachet*, 7 a granel, 3 chá verde gelado

Chá branco: 9 amostras em *sachet*, 7 a granel, 3 chá branco gelado

Chá mate tostado: 6 amostras em *sachet*, 7 amostras a granel, 3 chá mate pronto

Chá mate verde - tipo chimarrão: 8 amostras a granel

Refrigerante a base de cola: 4 amostras

Refrigerante a base de guaraná: 4 amostras

Outros refrigerantes: 3 amostras

Bebida energética: 5 amostras

Guaraná natural pronto: 5 amostras

Xarope de guaraná: 4 amostras

Achocolatado em pó: 13 amostras

Bebida láctea achocolatada: 5 amostras

Cacau/chocolate em pó: 8 amostras

Chocolate em barra/bombons: 20 amostras

Considerando que o estudo propõe identificar a variação dos teores de metilxantinas entre os diferentes tipos de amostras, não foi avaliado mais de um lote de um mesmo alimento.

5.2. Preparo das amostras

5.2.1. Preparo das bebidas

As bebidas não adquiridas prontas no mercado foram preparadas conforme os métodos caseiros de preparo tradicionais utilizados no Brasil. Quando existentes, foram seguidas as instruções de preparo e a proporção indicada pelos fabricantes nos rótulos dos produtos. Os métodos de preparo utilizados constam a seguir.

Café

As bebidas de café foram preparadas com 10g de pó de café para 100mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA), em triplicatas. Devido à grande dificuldade de padronização de tempo para os métodos com a finalidade de controle e repetição, foi determinado que seria utilizado o mesmo volume de água para o mesmo peso de pó de café, garantindo uma bebida a 10%. Abaixo, seguem os métodos de preparo selecionados no presente estudo:

- Percolação manual com coador de pano: O pó de café na proporção de 10% (peso/volume) foi acondicionado no coador de pano sob o suporte, de forma homogênea e a água a 95ºC foi despejada uniformemente no coador de pano. O processo foi considerado completo após toda a água passar pelo pó de café.
- Percolação manual com filtro de papel: O pó de café na proporção de 10% (peso/volume) foi acondicionado no filtro de papel sob o suporte, de forma homogênea e a água a 95ºC, foi despejada uniformemente no filtro de papel. O processo foi considerado completo após toda a água passar pelo pó de café.
- Cafeteira elétrica com filtro de papel: as bebidas foram preparadas conforme indicação do fabricante do equipamento (modo automático). O pó de café na proporção de 10% (peso/volume) foi acondicionado no filtro de papel (Pimpinela®, tamanho 102) de forma homogênea e a água foi colocada no recipiente próprio do equipamento (Britânia, modelo NCP14, Brasil). O processo foi considerado completo após toda a água passar pelo pó de café. Neste equipamento, a água atinge a temperatura de cerca de 95ºC.
- Cafeteira de café *espresso*: as bebidas foram preparadas na proporção de 10% (peso/volume) conforme indicação do fabricante do equipamento (Saeco®,

modelo Magic Comfort, Itália), em modo automático. O equipamento opera com pressão de 9atm e a temperatura da água atinge cerca de 90°C. Assim como a cafeteira elétrica, a extração foi considerada completa quando toda a água foi utilizada.

- Café solúvel: as bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos, sendo padronizada a seguinte proporção: 1 colher de café rasa (2g), diluído em 50mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC. O preparo foi considerado completo, após todo café ter sido dissolvido de forma homogênea na água (Bebida a 4%).
- *Cappuccino* instantâneo: as bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos, sendo padronizada a seguinte proporção: 2 colheres de sopa (30g) em 200mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC. O preparo foi considerado completo, após todo o cappuccino instantâneo ter sido homogeneamente dissolvido com a água (Bebida a 15%).

Chás: preto, verde e branco

- Chá em *sachet*: as bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos dos chás: 1 *sachet* de chá (1.6g) foi imerso em 200 mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC por 5 minutos (Bebida a 0.8%).
- Chá a granel: as bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos dos chás: 3.2g da folha de cada amostra de chá foram colocadas em infusão em 200 mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC por 5 minutos (Bebida a 1.6%).
- Chás gelados: as amostras industrializadas de chás gelados, pronto para consumo ("*Iced tea*") foram somente clarificadas conforme descrito no item **5.3.**

Mate tostado e mate pronto

- Mate em *sachet*: as bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos dos chás: 1 *sachet* de chá (1.6g) foi imerso em 200 mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC e deixado em infusão por 5 minutos (Bebida a 0.8%).

- Mate a granel: as bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos dos chás: 3.2g da folha de mate tostado foram deixadas em infusão em 200 mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC por 5 minutos (Bebida a 1.6%).
- Mate pronto: as amostras de mate industrializado prontas para consumo foram somente clarificadas conforme descrito no item **5.3.**

Mate verde

- Mate verde moído: As infusões de mate verde foram preparadas, simulando-se, em laboratório, as proporções e a forma de preparo do chimarrão Gaúcho, conforme metodologia descrita por MAZZAFERA (1997): 1.5g de mate verde moído e peneirado em peneira de 500nm foram pesados em erlenmayer de 50mL, umedecidos com 2mL de água MilliQ e compactado. Em seguida, 30 mL de água MilliQ a 85 °C, foram adicionados cuidadosamente, até a temperatura baixar para 55 °C (tempo necessário: 2 minutos e 10 segundos). Novamente, 30mL de água MilliQ a 85 °C, foram cuidadosamente adicionados. Os dois extratos foram combinados e, em seguida, filtrados (Bebida a 2.5%).

Chocolate em barra e bombom

- As amostras de chocolate ao leite e amargo (em barra e bombons) foram desengorduradas segundo o método de extração direta em Soxhlet (INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL, 2008), para posterior extração e análise de metilxantinas, garantindo que as amostras pudessem ser facilmente filtradas e que a fração gordurosa não interferisse na análise cromatográfica.

Achocolatados, chocolate e cacau

- As bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos dos achocolatados, chocolate e cacau, sendo padronizada a seguinte proporção: 30g do pó foram diluídos em 200mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) a 95ºC (Bebida a 15%).

Xarope de guaraná

- As bebidas foram preparadas conforme indicação dos fabricantes nos rótulos dos xaropes de guaraná, sendo padronizada a seguinte proporção: 1 parte de xarope (100mL) para 700mL de água ultrapura Milli-Q (Millipore, USA) à temperatura ambiente (Bebida a 14.3%).

Refrigerantes e bebidas energéticas

- Os refrigerantes e bebidas energéticas somente foram degaseificados em equipamento ultra som (Ultrasonic Cleaner Bransonic ®1510) antes da clarificação, para que o gás carbônico não interferisse no volume total da alíquota a ser analisada e nem na análise dos compostos de interesse.

Guaraná natural e bebida láctea achocolatada

- As amostras de guaraná natural pronto e bebida láctea achocolatada, somente foram clarificadas conforme descrito no item **5.3.**

5.3. Extração e clarificação das amostras para cromatografia

As extrações das amostras sólidas (amostras em pó, chocolate em barra e bombom) foram realizadas em triplicatas, com metanol a 40%, seguidas de clarificação com soluções de Carrez para que os compostos de alto peso molecular fossem precipitados e filtração em papel de filtro Whatman nº1, segundo a metodologia proposta por FARAH *et al.*, (2006). As amostras líquidas preparadas no laboratório ou industrializadas foram diretamente clarificadas como os extratos das amostras sólidas. Os produtos sólidos derivados do cacau foram desengordurados antes das análises. Após a extração, estas amostras, incluindo as bebidas lácteas achocolatadas, também sofreram filtrações sucessivas em membranas hidrofílicas e hidrofóbicas (Millipore, USA) para garantir a retenção de compostos indesejáveis que pudessem interferir nas análises de metilxantinas.

5.4. Análise de metilxantinas

As análises para determinação dos teores de metilxantinas nos alimentos s foram realizadas em triplicatas, no Laboratório de Química e Bioatividade de Alimentos, do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

As metilxantinas foram analisadas por HPLC (*High Performance Liquid Cromatography*) em sistema isocrático (Shimadzu modelo LC-10-AD, Kyoto, Japan), detector de UV (Shimadzu modelo LC-10-AD), DAD (*Detector Diode Array*) operando a 272nm, coluna de fase reversa ODS-C18 (Rexchrom: 5 µm, 250 × 4.6 nm, Regis Technologies, Morton Grove, IL), solução de metanol a 40% como fase móvel, com fluxo de 1mL/min, de acordo com a metodologia descrita por FARAH *et al.*, (2006). As informações cromatográficas foram integradas no software (Shimadzu).

A identificação dos picos de metilxantinas nas amostras foi realizada por comparação dos tempos de retenção e de espectros de absorção no UV das amostras com os do pool de padrões externos de metilxantinas (Sigma,USA).

A quantificação dos compostos foi obtida por comparação da área do pico do componente na amostra com a área do pico referente aos padrões de metilxantinas. Os resultados foram considerados satisfatórios quando o coeficiente de variação entre as replicatas de uma mesma amostra foi igual ou inferior a 5%. Os resultados foram expressos em mg ou g do composto por 100g ou por 100mL do alimento analisado .

5.5. Análises complementares

5.5.1. Teor de umidade

O teor de umidade das amostras em pó foi determinado pelo leitor de umidade Moisture Analyser (AND MX-50, Japan).

5.5.2. Análise de sólidos solúveis totais (SST)

As determinações de sólidos solúveis totais (SST) foram realizadas por meio do refratômetro digital Atago® (modelo PAL-1, Japan) e os resultados foram expressos em

ºBrix. O aparelho foi calibrado à temperatura ambiente com água Milli-Q previamente à leitura das amostras.

5.6. Pesquisa de Orçamento Familiar –2008-2009

Dados das Pesquisas de Orçamento Familiar (POF) realizadas nos anos 2008-2009, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram utilizados como fonte de informação sobre o consumo de alimentos pelo brasileiro, para que se pudesse avaliar o consumo dos alimentos fonte de metilxantinas no país.

Um total de 1.121 itens alimentares foi citado pelos entrevistadores do módulo de consumo alimentar pessoal da POF e estes itens foram classificados em 21 grupos de alimentos, considerando a informação dos itens referidos isoladamente ou em conjunto com alimentos similares por, pelo menos, 100 indivíduos no primeiro dia de registro alimentar. Em cada um dos grupos de alimentos formados, os itens consumidos por menos de 100 pessoas foram reunidos na categoria “outros”.

Considerando a ampla variedade de alimentos relatados, no presente trabalho de dissertação, somente foram considerados para análise os seguintes alimentos: chocolates, achocolatados, refrigerantes, bebidas lácteas, café e outras bebidas não alcoólicas. Dentro de cada grupo, a Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009 estratifica e descreve cada item referido:

Chocolates: bombom, barra de chocolate, brigadeiro, chocolate, chocolate em pó, ovo de páscoa, tablete de chocolate;

Achocolatados: achocolatado em pó, achocolatado em pó maltado;

Refrigerantes: água tônica, refrigerantes a base de cola e guaraná, refrigerantes sabores laranja, limão e uva, mate em copo;

Bebidas lácteas: bebida láctea achocolatada, leite achocolatado;

Café: café com leite, café *espresso*, café solúvel, café cappuccino solúvel;

Chá: chá mate orgânico, Chimarrão erva-mate, chá preto;

Outras bebidas não alcoólicas: bebida energética;

Analisando a estratificação, observa-se que a POF de 2008-2009 agrupa em um mesmo item e considera como consumo total, bebidas diferentes com teores diferenciados de metilxantinas, por exemplo, em relação aos refrigerantes, os de fruta não possuem cafeína adicionada à sua preparação, enquanto que os de cola podem conter teores superiores da substância, quando comparados ao refrigerante de guaraná. Da mesma forma, com relação ao café, os diferentes métodos de preparo podem influenciar os teores de cafeína, enquanto que nos "chás", as bebidas preparadas de folhas secas de *Ilex paraguariensis* e *Camelia sinensis*, possuem diferentes teores de composto.

5.7. Questionário de Frequência de Consumo de Alimentos Fonte de Metilxantinas

Com o intuito de obter dados mais específicos sobre o consumo de alimentos fonte de metilxantinas pelo menos no município do Rio de Janeiro, onde este trabalho foi realizado, o Questionário de Frequência de Consumo Alimentar (QFCA) elaborado por SICHIERI & EVERHART, (1998) e validado, foi adaptado para os interesses do presente trabalho. Para adaptação do questionário, foram excluídos 73 itens alimentares e desmembrados os itens de interesse: chocolate em pó, chocolate em barra, refrigerantes e café. Foi ainda, adicionado um item: chá.

A aplicação dos questionários foi aprovada pelo Comitê de Ética do Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NESC/ IESC/UFRJ) **(Anexo 1)**.

O QFCA foi composto somente de alimentos fonte de metilxantinas e avaliou separadamente o consumo de cada alimento fonte, considerando o tipo da preparação, método de preparo e a frequência de consumo **(Anexo 2)**.

Os entrevistadores foram anteriormente treinados por profissional capacitado para padronizar a forma de coleta de dados, evitando ao máximo a indução de erros e falsas respostas.

A população de estudo, constou de 2120 indivíduos, de ambos os sexos, de todas as etnias e grupos sociais, crianças (0-9 anos), adolescentes (10-19 anos), adultos (20-59 anos) e idosos (maiores de 60 anos), residentes nos diversos bairros que compõem as zonas norte, sul, centro e oeste do município do Rio de Janeiro. Os indivíduos foram recrutados aleatoriamente nos bairros onde residem, de forma direta, em diversos locais

como ruas, shoppings, supermercados e escolas, por exemplo. Em relação a aplicação do QFCA em crianças, os pais foram os responsáveis pela informação dos dados de consumo. A amostragem de estudo não é representativa do município do Rio de Janeiro; no entanto, é uma amostragem substancial e no geral homogênea, já que a aplicação dos questionários foi realizada de forma a respeitar a proporção de pessoas residentes em cada região do município do Rio de Janeiro conforme dados do último censo do IBGE (2010), no qual a zona norte representa 44.3 % da população; a zona sul representa 10.3%; o centro representa 2.8% e zona oeste representa 42.5%.

Após explicações detalhadas sobre a relevância e metodologia do estudo e, também, sobre a finalidade da aplicação do QFCA, os voluntários formalizaram sua participação por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido **(Anexo 3)**.

O objetivo da aplicação do QFCA foi realizar uma pesquisa de tendência de consumo que identificasse os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos pela população de estudo, bem como as marcas mais adquiridas, e, com isso, avaliar a representatividade de cada alimento na ingestão destes compostos, já que estes apresentam importante ação estimulante ao organismo humano.

5.8. Análises estatísticas

Os teores de metilxantinas nos alimentos foram apresentados como média ± desvio padrão. Os resultados obtidos por HPLC foram testados para verificar diferenças entre as amostras de cada alimento, entre os alimentos e entre os métodos de preparo para cada bebida, com o software *GraphPad Prism*®, versão 5.0 (San Diego, CA, USA), usando teste *t*-não pareado para comparar pares de amostras e análise de variância ANOVA, seguida de pós teste de Bonferroni, para comparação de três ou mais amostras. Os resultados foram considerados significativos, quando $p \leq 0.05$, ou seja, a nível de significância de 95%. Os dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar foram tabulados no programa *CSPro*® versão 4.1 e exportados para o software *Statistica*® versão 7.0.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Parte 1. Teores de metilxantinas em alimentos fonte

A **Figura 6** representa um exemplo de cromatograma da mistura de padrões de teobromina, teofilina e cafeína (leitura a 272nm), contendo seus tempos de retenção e espectros de absorção.

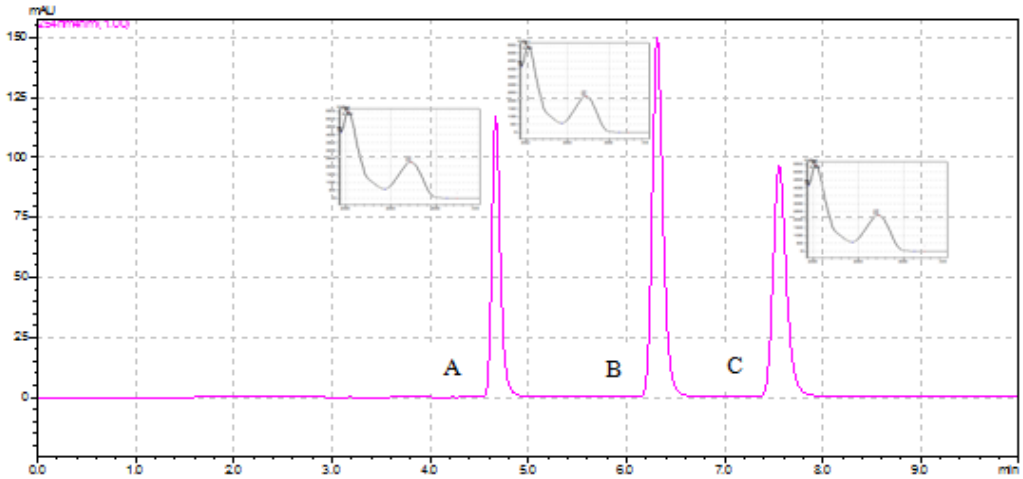

Figura 6: Exemplo de cromatograma de uma mistura de padrões de teobromina (A), teofilina (B) e cafeína (C), respectivamente, acompanhado dos espectros de absorção de cada composto.

6.1.2 Café

De acordo com a comparação entre os tempos de retenção dos compostos e os picos das amostras investigadas, a cafeína foi a única metilxantina identificada em todas as amostras de café torrado e moído, café solúvel e café tipo *cappuccino*, enquanto que a teobromina somente foi identificada neste último tipo de alimento, o que era de se esperar, já que este composto é característico dos produtos derivados do cacau.

Nas **Tabelas 2** e **3** são apresentados os teores de cafeína e teobromina (mg/100g, base úmida) observados em diferentes amostras de cafés torrado e moído, café solúvel e café tipo *cappuccino*, após extração metanólica bem como os teores da substância (mg/100mL) nas bebidas preparadas com extração aquosa a partir destas amostras, utilizando-se 4 (quatro) diferentes métodos de preparo: percolação manual com coador de pano e filtro de papel, cafeteira elétrica com filtro de papel, e cafeteira *espresso*. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados

divulgados pela ABIC (2010) e obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo.

Tabela 2: Teor de cafeína (mg/100g ou mg/100mL)em amostras de café torrado e moído, representantes das marcas mais consumidas do país*, e em bebidas preparadas a partir dessas amostras, utilizando-se quatro diferentes métodos de preparo **.

Amostras	Umidade do pó (%)	Café torrado e moído (mg/100g)	Bebida–PMCP (mg/100mL)	Bebida-PMFP (mg/100mL)	Bebida –CE (mg/100mL)	Bebida-Esp (mg/100mL)
A1	3.6	800.2 ± 28.1	93.5 ± 0.5	36.2 ± 1.2	156.2 ± 6.1	196.0 ± 3.5
A2	5.9	1760.3 ± 32.4	99.0± 0.8	77.5 ± 1.2	106.7 ± 2.4	129.4 ± 3.0
A3	4.7	920.4 ± 19.6	46.3 ± 1.1	51.9 ± 2.5	176.4 ± 0.5	279.2 ± 2.8
A4	3.8	1020.1 ± 27.1	46.5 ± 1.6	55.7 ± 2.1	133.5 ± 0.5	211.9 ± 2.1
A5	3.7	980.6 ± 26.2	44.7 ± 1.1	73.8 ± 1.0	104.2 ± 1.1	200.3 ± 1.0
A6	5.3	1040.7 ± 31.4	44.8 ± 3.0	54.8 ± 2.8	62.6 ± 0.8	179.6 ± 1.2
A7	5.3	1200.2 ± 29.7	67.9 ± 1.1	53.1 ± 0.2	112.6 ± 1.8	226.0 ± 1.4
A8	6.3	1070.4 ± 25.6	44.6 ± 2.1	73.8 ± 1.0	104.2 ± 1.1	203.9 ± 1.7
A9	6.6	1600.4 ± 30.7	61.9 ± 0.1	63.5 ± 2.5	104.5 ± 1.1	180.1± 1.0
A10	7.7	1040.2 ± 24.3	77.3 ± 0.03	27.5 ± 0.1	119.8 ± 4.1	227.1 ± 2.0
A 11	6.7	1100.1 ± 19.7	67.8 ± 2.6	32.7 ± 0.2	164.1 ± 2.6	175.3 ± 3.4
A12	5.9	1300.9 ± 18.6	94.5 ± 4.0	37.5 ± 1.0	157.2 ± 2.5	274.7 ± 1.9
A13	7.9	1010.7 ± 16.2	77.5 ± 2.6	47.2 ± 1.3	117.4 ± 0.5	188.0 ± 1.3
A14	8.5	1000.4 ± 18.3	46.5 ± 2.1	66.3 ± 1.5	125.5 ± 2.2	145.9 ± 1.6
A15	7.5	1200.6 ± 20.7	40.4 ± 1.4	43.6 ± 0.5	105.1 ± 1.0	204.6 ± 1.9
A16	3.0	1100.7 ± 12.6	51.7 ± 2.1	61.6 ± 1.2	143.0 ± 1.2	215.6 ± 2.7
A17	7.6	1100.6 ± 14.7	77.0 ± 0.9	64.9 ± 1.2	107.8 ± 1.6	221.8 ± 2.2
A18	8.1	900.7 ± 20.9	70.2 ± 1.2	36.0 ± 1.2	110.2 ± 1.5	208.7 ± 1.9
A19	6.8	900.3 ± 22.5	42.4 ± 0.3	70.2 ± 1.2	91.5 ± 0.3	209.2 ± 2.7
A20	7.4	1980.2 ± 27.3	110.0 ± 2.1	57.4 ± 1.5	96.7 ± 3.1	206.0 ± 1.1
A 21	7.6	1930.4 ± 32.3	96.5 ± 2.2	63.6 ± 1.2	86.6 ± 1.6	238.9 ± 2.2
A22	4.4	1700.5 ± 18.7	85.2 ± 0.06	52.0 ± 1.1	76.6 ± 1.2	133.2 ± 1.7
A23	4.3	1040.1 ± 16.5	38.1 ± 0.1	49.9 ± 1.2	94.1 ± 1.2	194.2 ± 2.0
A24	4.2	1200.2 ± 23.3	43.2 ± 0.2	55.2 ± 1.1	93.0 ± 1.2	187.9 ± 1.6
A25	5.1	1220.3 ± 24.3	31.4 ± 1.4	68.2 ± 1.2	91.9 ± 1.1	121.0 ± 1.4

Amostras	Umidade do pó (%)	Café torrado e moído (mg/100g)	Bebida–PMCP (mg/100mL)	Bebida-PMFP (mg/100mL)	Bebida –CE (mg/100mL)	Bebida-Esp (mg/100mL)
A26	5.9	1420.4 ± 25.8	65.1 ± 2.1	84.0 ± 1.0	96.3 ± 5.3	167.0 ± 3.0
A27	5.2	1200.2 ± 22.7	58.9 ± 1.3	58.9 ± 0.9	98.5 ± 3.6	159.6 ± 1.5
A28	4.7	900.2 ± 14.5	72.9 ± 1.4	24.4 ± 0.3	120.1 ± 3.8	184.8 ± 1.8
A29	4.2	1000.3 ± 16.3	47.0 ± 1.6	36.7 ± 0.6	122.2 ± 2.2	182.8 ± 3.0
A30	5.0	1200.6 ± 18.7	72.1 ± 0.7	57.7 ± 1.3	168.2 ± 3.2	270.1 ± 2.3
A31	7.3	1010.7 ± 15.6	50.8 ± 0.9	49.5 ± 1.1	129.9 ± 3.6	165.7 ± 1.6
A32	6.4	1000.9 ± 17.2	55.3 ± 1.3	67.9 ± 1.1	122.6 ± 5.1	182.2 ± 1.8
A33	7.5	1200.2 ± 11.3	52.2 ± 1.1	86.9 ± 1.6	156.9 ± 5.4	251.3 ± 1.1
A34	6.2	1200.4 ± 12.6	68.5 ± 1.0	61.3 ± 1.7	145.4 ± 3.9	176.4 ± 1.7
A35	6.1	1300.5 ± 10.8	67.7 ± 1.4	72.9 ± 1.8	100.1 ± 4.2	207.9 ± 2.7
A36	5.9	1720.6 ± 14.3	70.8 ± 2.5	86.4 ± 1.2	155.3 ± 4.1	245.8 ± 2.4
A37	6.2	1810.4 ± 11.3	79.6 ± 2.6	76.0 ± 1.3	122.7 ± 4.1	239.1 ± 3.9
A38	6.7	1650.3 ± 10.8	70.9 ± 2.1	66.0 ± 1.3	140.5 ± 3.7	118.7 ± 1.8
A39	5.8	930.2 ± 21.3	45.6 ± 1.2	29.5 ± 1.3	122.6 ± 3.1	163.5 ± 1.8
A40	5.9	920.2 ± 22.4	52.2 ± 1.1	37.5 ± 1.2	121.2 ± 1.2	183.1 ± 1.2
Média		**1200.3 ± 310.0**	**63.2 ± 8.6**	**56.7 ± 12.6**	**119.6 ± 18.7**	**196.4 ± 39.3**

*Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo no Brasil segundo dados da ABIC, e de Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. ** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de cafés torrados e moídos (n=40) obtidos por extração metanólica. Resultados em base úmida. Bebidas a 10% (p/v) preparadas com água; PMCP= método percolação manual – coador de pano, PMFP = método manual – filtro de papel CE= método percolação por cafeteira elétrica; Esp = método máquina de *espresso.*

Tabela 3: Teores de cafeína e teobromina em amostras de café solúvel e *cappuccino* representantes das marcas mais consumidas do país*, e em bebidas preparadas a partir dessas amostras**.

	Cafeína						Teobromina	
Amostras	**Umidade do café solúvel (%)**	**Café solúvel em pó (mg/100g)**	**Bebida de café solúvel (mg/100mL)**	**Umidade do *cappuccino* (%)**	***Cappuccino* em pó (mg/100g)**	**Bebida de *cappuccino* (mg/100mL)**	***Cappuccino* em pó (mg/100g)**	**Bebida de *cappuccino* (mg/100mL)**
A1	8.5	1800.3 ± 10.2	248.0 ± 1.2	-	-	-	-	-
A2	8.1	1900.2 ± 30.3	283.8 ± 5.8	-	-	-	-	-
A3	7.5	1700.4 ± 20.2	266.9 ± 1.6	-	-	-	-	-
A4	7.8	2700.2 ± 40.9	268.7 ± 0.7	-	-	-	-	-
A5	7.6	2900.5 ± 47.6	286.2 ± 1.3	-	-	-	-	-
A6	6.2	2700.3 ± 45.3	275.6 ± 1.5	-	-	-	-	-
A7	5.1	2900.3 ± 48.6	255.3 ± 0.9	-	-	-	-	-
A8	7.9	2400.2 ± 25.3	274.3 ± 2.5	-	-	-	-	-
A9	8.2	2100.5 ± 28.6	266.4 ± 5.1	-	-	-	-	-
A10	8.4	2100.4 ± 23.5	264.3 ± 4.6	-	-	-	-	-
A11	-	-	-	8.5	240.1 ± 7.0	30.0 ± 1.8	30.0 ± 1.3	5.5 ± 0.1
A12	-	-	-	8.2	280.2 ± 4.1	34.8 ± 3.3	80.0 ± 2.3	15.3 ± 0.3
A13	-	-	-	7.2	170.7 ± 6.3	25.5 ± 3.3	90.2 ± 2.4	1.1 ± 0.01
A14	-	-	-	8.2	290.8 ± 6.3	36.6 ± 0.7	70.3 ± 1.1	11.8 ± 0.01
A15	-	-	-	7.6	260.7 ± 5.1	32.8 ± 0.9	80.1 ± 4.2	12.2 ± 0.5
A16	-	-	-	7.4	250.6 ± 5.1	31.8 ± 1.2	60.4 ± 3.1	11.5 ± 0.2
A17		-	-	7.8	240.7 ± 5.1	30.2 ± 1.4	40.8 ± 3.9	6.2 ± 0.1
A18	-	-	-	8.1	230.2 ± 5.1	29.1 ± 1.4	50.6 ± 2.3	10.1 ± 0.1

	Cafeína						Teobromina	
Amostras	**Umidade do café solúvel (%)**	**Café solúvel em pó (mg/100g)**	**Bebida de café solúvel (mg/100mL)**	**Umidade do *cappuccino* (%)**	***Cappuccino* em pó (mg/100g)**	**Bebida de *cappuccino* (mg/100mL)**	***Cappuccino* em pó (mg/100g)**	**Bebida de *cappuccino* (mg/100mL)**
A19	-	-	-	6.7	250.1 ± 10.1	32.3 ± 0.3	90.7 ± 1.1	15.8 ± 0.7
A20	-	-	-	6.9	210.3 ± 7.2	31.1 ± 0.7	80.3 ± 1.2	16.3 ± 0.5
Média		**2300.5 ± 400.0**	**269.0 ± 11.7**		**242.4 ± 13.6**	**31.4 ± 3.0**	**67.3 ± 1.3**	**12.1 ± 3.9**

* Amostras apresentadas em ordem decrescente de consumo no Brasil segundo dados da ABIC e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro.** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de café solúvel (n=10) e café tipo *cappuccino* (n=10), obtidos por extração. Resultados em base úmida. Bebidas preparadas com água.

Os teores de cafeína nas amostras de café torrado e moído variaram de 800.2 a 1980.2 mg/100g, com teor médio de 1200.3 ± 310.0 mg/100g (**Figura 7**). Estes resultados estão de acordo com FUJIOKA & SHIBAMOTO, (2008), que relataram teores de cafeína em amostras de café torrado e moído comercialmente disponíveis nos Estados Unidos, variando de 1000.0 a 1650.0 mg/100g de café. Entre as amostras de café solúvel, foi observado variação de 1800.3 a 2900.5 mg/100g, com teor médio de 2300.5 ± 400.0 mg/100g **(Figura 7)**. Estes teores estão de acordo com aqueles observados por NOGUEIRA & TRUGO (2003), que relataram teores de cafeína em nove amostras de café solúvel, variando de 1600.0 a 3200.0 mg/100g do produto.

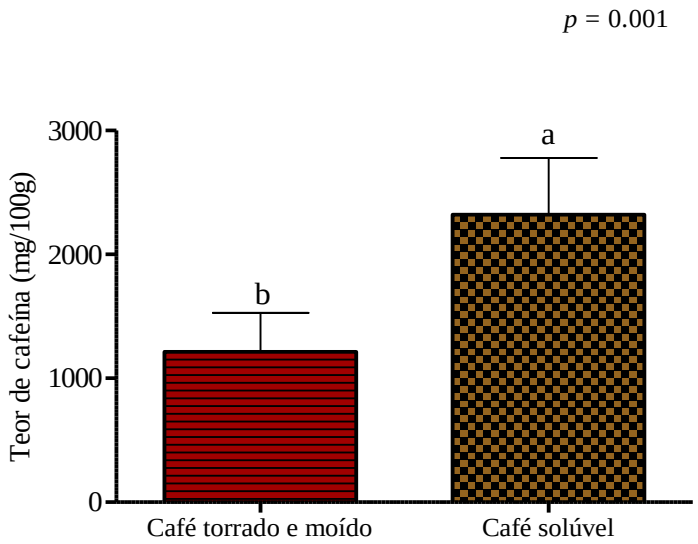

Figura 7: Teores médios de cafeína nas amostras das marcas de café torrado e moído (n=40) e café solúvel (n=10) mais consumidas no Brasil, segundo dados da ABIC e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

A estabilidade térmica da cafeína durante o processo de torrefação é bem documentada na literatura (TOCI *et al*., 2006). Portanto, as diferenças observadas entre os teores da substância nos dois tipos de café, podem ser atribuídas às diferentes espécies dos grãos utilizados em suas formulações ou "*blends*", bem como diferentes origens, métodos de cultivo, entre outros fatores. É interessante notar que o teor de cafeína nas sementes da espécie *C. canephora*, conhecida como Robusta, é maior do que nas sementes da espécie *C. arabica* e que para a produção de café torrado e moído, geralmente utiliza-se maior proporção ou apenas grãos da espécie Arabica, enquanto que para a de café solúvel, utiliza-se maior proporção ou apenas grãos da espécie Robusta, devido ao maior teor de sólidos solúveis de sua bebida (FARAH, 2009). A

produção de café solúvel envolve o tratamento dos grãos torrados com água quente e alta pressão para extrair os compostos solúveis em água. O material solúvel é então resfriado, centrifugado e concentrado até redução da umidade em torno de 5% por atomização ou liofilização (FARAH, 2012). Estas informações podem explicar o maior teor de cafeína (p = 0.0001) observado nas amostras de café solúvel, quando comparado às amostras de café torrado e moído. As amostras com maiores teores de cafeína (amostras de número 2, 20, 21, 36, 38), provavelmente possuem maior quantidade de grãos robusta na sua composição, que contem maior teor de cafeína, quando comparado à espécie arábica.

Em relação aos teores de umidade, as amostras de café torrado e moído e solúvel apresentaram valores médios de 5.9% e 7.5%, respectivamente, teores superiores aos requisitos específicos estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2009), segundo a legislação RDC nº277 de 22 de setembro, que preconiza que esses tipos de café apresentem o máximo de 5% de umidade (g/100g) na composição, pois teores de umidade superiores podem comprometer a qualidade do produto. No entanto, é importante considerar que diferentes lotes de uma mesma amostra de café deveriam ter sido analisados para confirmar estes resultados.

Em relação às amostras de *cappuccino* instantâneo, os teores de cafeína e teobromina variaram de 170.7 a 290.9 mg/100g e 30.0 a 90.2 mg/100g do produto, respectivamente (**Figura 8**).

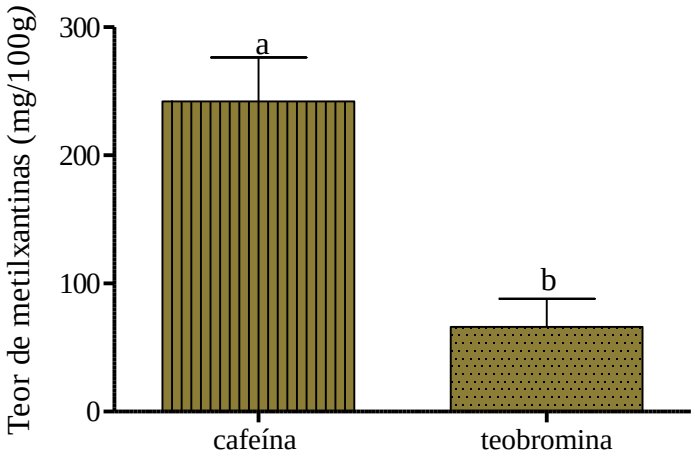

Figura 8: Teores médios de cafeína e teobromina nas amostras das marcas de cafés tipo *cappuccino* (n=10), mais consumidas no Brasil, segundo dados da ABIC e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro.

A respeito das misturas de café tipo *cappuccino,* de acordo com a Portaria SVS/MS nº 131 de 19 de fevereiro (BRASIL, 1999), o produto deve ser composto obrigatoriamente de leite, café e de ingredientes opcionais (açúcar, cacau, malte, gordura vegetal e outros ingredientes que não descaracterizem o produto). A proporção utilizada destes ingredientes pode variar, mas em geral, é utilizado cerca de 1/3 de café na preparação, o que poderia explicar os menores teores médios de cafeína e teobromina observados nas amostras, quando comparados com as amostras de café torrado e moído e de café solúvel.

Dados na literatura a respeito do teor de cafeína em bebidas de café são escassos e, por isso, neste trabalho foram analisadas bebidas preparadas por diferentes métodos a partir de cafés do tipo torrado e moído, solúvel e *cappuccino* instantâneo de diferentes marcas. A **Figura 9** mostra os teores médios de cafeína (mg/100mL), observados nas bebidas de café torrado e moído, café solúvel e *cappuccino* instantâneo. Esses teores podem ser influenciados pela quantidade de pó do produto utilizado para o preparo, pelo tipo de produto (torrado, solúvel, descafeinado ou regular) e pelo o método de preparo escolhido (BARONE; ROBERTS, 1984).

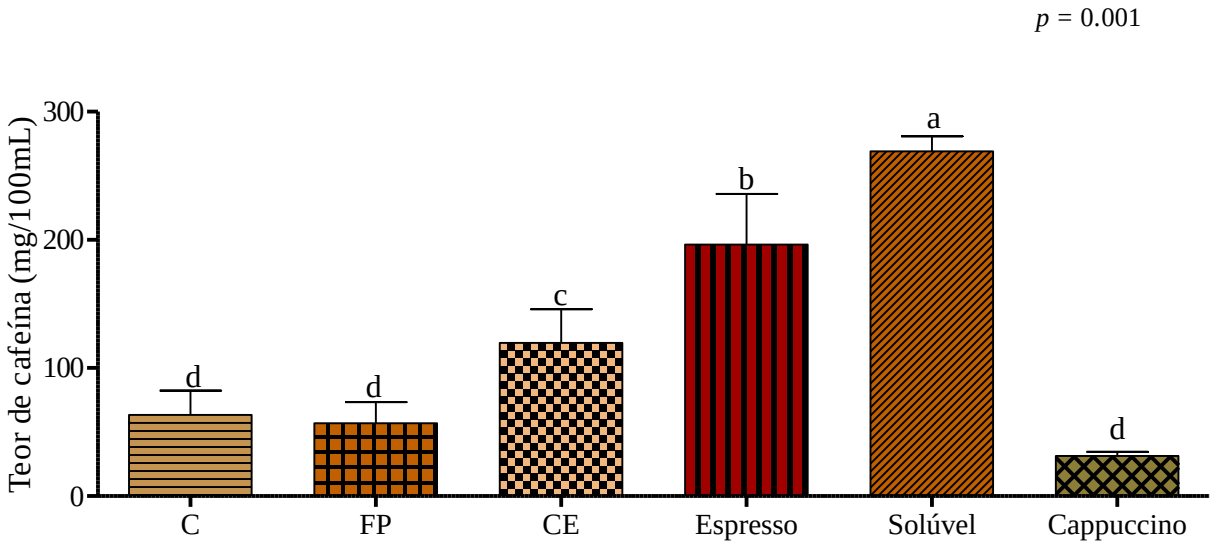

Figura 9: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras das marcas de café torrado e moído, café solúvel e *cappuccino* instantâneo mais consumidas no país, segundo dados da ABIC e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Café torrado e moído a 10% (n=40), em quatro diferentes métodos de preparo: CP= percolação manual com coador de pano; FP= percolação manual com filtro de papel; CE= cafeteira elétrica, *Espresso*= máquina de *espresso*. Café solúvel (n=10), bebida a 40%, *Cappuccino* instantâneo (n=10), bebida a 15%. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Analisando os dados, observa-se que a bebida de café solúvel apresentou maior teor médio de cafeína (p = 0.0001) seguido pelas bebidas de café torrado e moído, preparadas pelos métodos de máquina de café *espresso* e cafeteira elétrica. Não houve diferença significativa entre as bebidas de cafés torrado e moído preparadas pelos métodos de percolação manual com coador de pano, com filtro de papel e bebida de *cappuccino* instantâneo. É importante ressaltar que o objetivo do trabalho de dissertação foi analisar as bebidas estimulantes usualmente consumidas pela população, portanto, todas elas foram preparadas conforme os métodos de preparo indicados pelos fabricantes e têm proporções diferentes da relação quantidade de pó de café/*cappuccino* para volume de água.

Os teores médios de cafeína (mg/100mL) observados nas bebidas de café torrado e moído preparadas a 10%, a partir dos métodos de filtração – percolação manual com coador de pano (63.2 ± 8.6), percolação manual com filtro de papel (56.7 ± 12.6), cafeteira elétrica (119.6 ± 18.7) são similares aos relatados por BURG *et al*., (1975), (56.6 mg/100mL), que compilaram informações de resultados de análises de mais de duas mil bebidas de café; pelo *Center for Science in the Public Interest* (CSPI , 2007) (43.9-86.4 mg/100mL), que analisaram os teores de cafeína em 40 amostras de marcas de café comercializadas em diferentes localidades nos Estados Unidos, e por MCCUSKER *et al.*, (2003), que observaram teores de cafeína de 35.6 a 55.8 mg/100mL da bebida de café filtrado. É importante considerar que no trabalho de MCCUSKER *et al.*, as bebidas de café foram adquiridas em cafeterias de shopping, portanto, a proporção de pó de café para o volume de água é desconhecida, o que dificulta a comparação entre os resultados. Ainda nesse estudo, os autores encontraram variação nos teores de cafeína em uma mesma bebida adquirida em seis dias consecutivos (56 a 121 mg/100mL). Já em relação à bebida de café preparada na máquina de *espresso*, o presente estudo quantificou teores médios de 196.4 ± 39.3 mg/100mL, similares aos relatados por MCCUSKER *et al*., (2003).

Os teores médios de cafeína observados nas bebidas de café solúvel (269.0 ± 11.7 mg/100mL) são superiores aos dados relatados na literatura. BURG *et al., (*1975) e CSPI (2007) relataram teores médios de 39 mg/100mL da bebida, enquanto JAMES (1991) relatou teores de 98.3 mg/100mL da bebida. Ressalta-se que em nenhum dos trabalhos citados acima a proporção de café solúvel em relação ao volume de água foi descrita. Como citado anteriormente, para o preparo de café solúvel no Brasil e em alguns outros países do mundo, geralmente utiliza-se maior proporção ou apenas grãos

da espécie Robusta, que contem maior teor de cafeína (FARAH, 2009) em relação à espécie Arábica. Além disso, durante o preparo do produto, o grão de café é concentrado e desidratado, e os teores de cafeína na bebida dependem do quanto de pó é utilizado.

Os teores de cafeína observados nas bebidas de *cappuccino* instantâneo variaram de 36.6 a 25.5 com média de 31.4 ± 3.0 mg/100mL. A quantidade de café utilizada para o preparo do produto, como citado anteriormente, pode justificar o baixo teor de cafeína observado na análise das amostras. Os teores de teobromina variaram de 5.5 a 16.3 mg/100mL, com média de 12.1 ± 3.9 mg/100mL. Esta variação pode também ser explicada pelas diferentes proporções de cacau utilizadas na sua formulação. A falta de padronização e informação de alguns trabalhos científicos sobre a proporção de café e água para o preparo das bebidas, bem como as diferenças entre o volume da bebida em que são expressos os resultados, dificultam a comparação precisa entre os estudos.

Na **Figura 9** pode-se observar, também, que o método de preparo de café na máquina *espresso*, obteve maiores teores de cafeína, seguido pelo método de preparo na cafeteira elétrica, percolação manual com coador de pano e percolação manual com filtro de papel. No presente estudo, os métodos de preparo das bebidas foram padronizados, bem como a quantidade do pó de café para água. No entanto, fatores importantes, como variação entre a composição dos cafés, ¨*blends*¨ e granulometria do pó, não foram considerados.

6.1.2.1 Teores de sólidos solúveis e umidade das bebidas de café.

Para melhor compreensão e discussão sobre os valores observados em relação aos teores de cafeína, o teor de umidade e de sólidos solúveis em cada bebida preparada, a partir dos cinco métodos de preparo, foi determinado **(Tabela 4)**.

Tabela 4: Teores de sólidos solúveis (ºBrix) e umidade (%) em bebidas preparadas a partir de amostras de café torrado e moído (n=40) em quatro diferentes métodos de preparo.

	Teor de sólidos solúveis (°Brix)					Teor de umidade (%)				
Amostras	**Bebida CP**	**Bebida CE**	**Bebida FP**	**Bebida Esp**	**Beb Sol**	**Bebida CP**	**Bebida CE**	**Bebida FP**	**Bebida Esp**	**Beb Sol**
A1	2.0	3.6	2.6	3.3	-	98.2	97.9	98.4	97.0	-
A2	1.8	3.6	2.0	4.1	-	98.3	97.3	98.5	98.1	-
A3	0.9	3.8	2.2	7.1	-	98.4	98.1	98.6	97.2	-
A4	1.7	2.0	2.8	3.9	-	98.1	97.6	98.0	97.3	-
A5	1.7	2.6	2.7	5.1	-	98.2	98.0	98.0	96.8	-
A6	2.0	2.2	2.8	3.7	-	99.1	98.1	99.2	96.5	-
A7	1.9	1.6	2.5	6.3	-	98.7	98.6	98.5	98.1	-
A8	2.2	2.3	2.9	5.0	-	99.2	98.5	99.1	97.3	-
A9	2.5	4.3	2.4	4.3	-	98.6	97.6	98.5	97.5	-
A10	3.0	2.4	2.3	5.9	-	98.7	97.7	98.4	97.4	-
A11	2.5	4.6	2.6	6.3	-	98.3	98.3	98.5	98.0	-
A12	1.3	1.1	2.2	6.9	-	97.9	98.9	97.3	98.0	-
A13	1.8	1.9	2.7	4.9	-	98.1	99.1	98.0	97.3	-
A14	2.3	3.2	2.3	5.3	-	98.5	98.6	98.0	98.4	-
A15	1.5	2.6	2.0	4.0	-	98.0	98.5	98.5	98.5	-
A16	1.7	1.3	2.4	6.3	-	99.1	99.0	98.4	97.1	-
A17	1.2	1.2	2.3	5.9	-	98.2	98.6	98.3	97.2	-
A18	1.1	1.1	2.1	5.5	-	97.9	97.4	97.7	97.0	-
A19	1.0	1.3	2.0	4.9	-	98.2	98.7	98.8	97.2	-
A20	2.1	1.2	2.0	5.6	-	98.1	98.0	98.8	97.0	-
A21	2.4	2.0	2.0	4.5	-	98.3	98.4	98.0	98.2	-
A22	2.1	2.1	2.6	4.6	-	98.0	98.4	98.3	98.1	-
A23	2.1	3.2	2.9	6.6	-	99.0	98.1	99.4	98.0	-
A24	2.1	3.3	3.0	7.0	-	98.1	98.2	98.5	97.1	-
A25	1.7	1.8	3.1	4.2	-	98.3	98.0	98.6	97.5	-
A26	1.6	1.9	2.5	5.2	-	98.6	98.5	98.7	97.4	-
A27	1.0	2.0	2.5	5.5	-	97.6	97.9	98.4	97.3	-
A28	1.7	2.1	2.4	6.5	-	99.1	98.1	98.6	98.3	-
A29	1.8	2.3	2.3	6.6	-	98.2	98.2	98.6	98.1	-
A30	1.3	3.1	2.2	4.6	-	98.3	98.4	98.6	98.4	-
A31	2.3	3.0	2.3	4.1	-	98.1	98.3	98.6	97.1	-
A32	2.0	4.0	2.5	4.3	-	98.6	97.8	98.6	97.2	-
A33	2.1	2.1	2.1	6.2	-	98.1	98.2	98.0	98.0	-
A34	2.1	2.0	2.2	6.3	-	98.2	97.9	97.9	97.3	-
A35	3.0	2.2	2.0	5.2	-	98.7	98.5	98.5	97.4	-
A36	3.0	2.3	2.1	4.5	-	98.3	99.1	99.1	97.5	-
A37	2.2	2.4	2.5	4.6	-	98.4	98.7	98.7	98.1	-
A38	2.3	2.1	2.6	6.2	-	99.1	98.1	98.1	98.0	-
A39	2.1	3.0	2.1	6.1	-	97.8	97.5	97.5	97.3	-
A40	2.0	3.2	2.1	5.7	-	98.2	97.4	97.4	97.4	-

Amostras	Teor de sólidos solúveis (°Brix)					Teor de umidade (%)				
	Bebida CP	Bebida CE	Bebida FP	Bebida Esp	Beb Sol	Bebida CP	Bebida CE	Bebida FP	Bebida Esp	Beb Sol
A41	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-	95.5
A42	-	-	-	-	4.6	-	-	-	-	95.4
A43	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-	95.5
A44	-	-	-	-	4.6	-	-	-	-	95.4
A45	-	-	-	-	5.2	-	-	-	-	94.8
A46					4.7					95.3
A47	-	-	-	-	5.2	-	-	-	-	94.8
A48	-	-	-	-	5.0	-	-	-	-	95.0
A49	-	-	-	-	4.9	-	-	-	-	95.1
A50	-	-	-	-	4.3	-	-	-	-	95.7
Média	**1.9**	**2.4**	**2.3**	**5.3**	**4.7**	**98.2**	**97.7**	**98.4**	**97.2**	**9.5**

* Bebidas preparadas a partir de amostras de café torrado e moído (n= 40), preparadas a partir de quatro métodos de preparo – CP = percolação manual no coador de pano, CE = cafeteira elétrica, FP = percolação manual pelo filtro de papel e Esp = máquina de *espresso*, e também em bebidas de café solúvel (Sol) (n= 10).

Pode-se observar na **Tabela 4** que os maiores valores de sólidos solúveis, foram obtidos nas bebidas de café *espresso* (seguido pelo café solúvel, cafeteira elétrica e os métodos manuais com filtro de papel e filtro de pano). Estes resultados corroboram os dados de concentração de cafeína obtidos nas mesmas bebidas e sugerem que não somente a cafeína, mas também outros compostos hidrossolúveis, como ácidos clorogênicos, por exemplo, também estejam em maior concentração, conforme observado no trabalho de BASTOS (2012).

PINTO *et al.*, (2001) determinaram os sólidos solúveis em amostras de café *espresso* elaboradas a partir de grãos de *C. arabica* por meio de refratômetro de bancada e encontraram valores superiores (8.0%) aos encontrados neste estudo. No entanto, no referido estudo, não foi informada a proporção utilizada de pó e água para o preparo da bebida de café. PETRACO (2005), relatou valores de sólidos solúveis, variando de 4.7 a 5.8g $100mL^{-1}$ em amostras comerciais de café *espresso*. Sabe-se que, em geral, neste método de preparo costuma ser usada maior quantidade de pó em relação à água (15 a 30%) (SAECO, 2012) para emprestar maior corpo à bebida, atributo importante e característico deste tipo de café. Alguns trabalhos da literatura relatam que o método pela cafeteira *espresso* origina bebidas com maior teor de sólidos solúveis em relação aos outros métodos, devido à alta pressão hidrostática e mecânica aplicada (ILLY, 2005), o que favorece a extração de todos os compostos do café, e proporciona bebidas mais encorpadas. No entanto, há controvérsia a esse respeito, sendo possível que a pressão somente acelere a velocidade do processo e não sua eficiência.

A falta de relatos sobre o controle da proporção de pó e água utilizada na maioria dos estudos que comparam a composição de diferentes métodos de extração e preparo da bebida de café impossibilita a comparação entre a literatura e o presente estudo, e favorece a compreensão possivelmente errônea de que a máquina *espresso* extrai de forma mais eficiente os componentes químicos do pó de café durante o preparo. No presente estudo, optou-se por preparar as bebidas a 10% para que fosse possível a comparação com os demais métodos de preparo avaliados.

As bebidas preparadas pelo método de filtração com coador de pano originaram menores teores médios de sólidos solúveis (1.9), provavelmente, pela retenção de compostos no coador, o que proporciona bebidas mais suaves e menos encorpadas.

6.1.3. Chás branco, verde e preto.

De acordo com a comparação entre os tempos de retenção dos compostos e os picos nas amostras investigadas, a metilxantina cafeína foi a única identificada em todas as amostras avaliadas.

Nas **Tabelas 5** e **6a** e **6b** são apresentados os teores de cafeína (mg/100g, base úmida) observados em diferentes amostras de chás branco, verde e preto, a granel e em *sachet*, após extração metanólica, bem como os teores da substância (mg/100mL) nas bebidas preparadas com extração aquosa a partir destas amostras, e em bebidas de chás branco, verde e preto prontos para consumo. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010) e confirmados pela aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo das respectivas marcas.

Tabela 5: Teor de cafeína em amostras de chás branco, verde e preto a granel, representantes das marcas mais consumidas do país * e em bebidas preparadas a partir destas amostras **.

	Chá branco			Chá verde			Chá preto		
Amostras	Umidade Chá branco (%)	Chá branco a granel (mg/100g)	Bebida de chá branco (mg/100mL)	Umidade Chá verde (%)	Chá verde a granel (mg/100g)	Bebida de chá verde (mg/100mL)	Umidade Chá preto (%)	Chá preto a granel (mg/100g)	Bebida de chá preto (mg/100mL)
A1	9.2	280.3 ± 10.1	6.0 ± 0.2	-	-	-	-	-	-
A2	8.6	200.2 ± 10.2	5.8 ± 0.1	-	-	-	-	-	-
A3	8.9	1160.4 ± 30.9	22.9 ± 1.0	-	-	-	-	-	-
A4	7.9	1430.3 ± 30.2	19.9 ± 0.9	-	-	-	-	-	-
A5	8.3	510.9 ± 30.1	11.3 ± 0.2	-	-	-	-	-	-
A6	9.2	1500.6 ± 18.8	15.4 ± 0.2	-	-	-	-	-	-
A7	9.4	620.7 ± 10.3	12.2 ± 0.1	-	-	-	-	-	-
A8	-	-	-	9.4	820.3 ± 3.0	26.9 ± 1.4	-	-	-
A9	-	-	-	8.3	1090.2 ± 9.1	20.5 ± 1.3	-	-	-
A10	-	-	-	8.7	912.4 ± 29.1	20.3 ± 0.9	-	-	-
A11	-	-	-	8.6	1000.3 ± 46.7	15.0 ± 2.2	-	-	-
A12	-	-	-	8.2	798.3 ± 20.1	10.7 ± 1.7	-	-	-
A13	-	-	-	9.1	1170.7 ± 13.9	25.8 ± 3.6	-	-	-
A14	-	-		9.3	880.3 ± 21.1	18.9 ± 1.3	-	-	-
A15	-	-	-	-	-	-	9.8	950.2 ± 20.2	21.2 ± 1.0
A16	-	-	-	-	-	-	10.3	1188.8 ± 60.2	23.0 ± 0.8
A17	-	-	-	-	-	-	10.7	900.3 ± 40.9	17.3 ± 0.3
A18	-	-	-	-	-	-	9.8	1300.3 ± 60.1	23.4 ± 0.6
A19	-	-	-	-	-	-	10.2	760.6 ± 40.1	14.2 ± 0.1
A20	-	-	-	-	-	-	8.5	1300.3 ± 30.3	38.4 ± 0.2
A21	-	-	-	-	-	-	7.1	720.4 ± 20.4	25.1 ± 0.8
Média		**814.7 ± 541.9**	**13.3 ± 7.1**		**953.2 ± 139.6**	**19.7 ± 6.2**		**1017.2 ± 245.6**	**23.2 ± 8.3**

Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro (n=2120)** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de chá branco a granel (n=7), chá verde a granel (n=7), chá preto a granel (n=7) obtidos por extração metanólica. Resultados em base úmida. Bebidas preparadas com água a 1.6%.

Tabela 6a: Teor de cafeína em amostras de chá branco e chá verde em *sachet*, das marcas mais consumidas no país *, e em bebidas preparadas a partir destas amostras **.

	Chá branco			Chá verde		
Amostras	**Umidade Chá branco (%)**	**Chá branco em *sachet* (mg/100g)**	**Bebida de chá branco (mg/100mL)**	**Umidade Chá verde (%)**	**Chá verde em *sachet* (mg/100g)**	**Bebida de chá verde (mg/100mL)**
A1	7.1	610.2 ± 20.2	5.2 ± 0.3	-	-	-
A2	6.3	1700.3 ± 20.0	5.2 ± 0.3	-	-	-
A3	8.1	1320.2 ± 40.5	6.7 ± 0.7	-	-	-
A4	8.9	1610.6 ± 30.3	8.7 ± 0.2	-	-	-
A5	7.6	700.4 ± 20.2	6.6 ± 0.01	-	-	-
A6	10.3	1380.8 ± 40.1	7.5 ± 0.2	-	-	-
A7	9.6	999.3 ± 10.1	5.2 ± 0.1	-	-	-
A8	9.5	1350.5 ± 30.2	7.7 ± 0.3	-	-	-
A9	10.1	1200.2 ± 10.1	6.6 ± 0.8	-	-	-
A10	-	-	-	6.3	1102.2 ± 10.3	1.7 ± 0.08
A11	-	-	-	7.8	1250.2 ± 20.2	4.2 ± 0.2
A12	-	-	-	9.3	1382.3 ± 10.1	7.2 ± 0.6
A13	-	-	-	10.4	1540.2 ± 20.2	3.5 ± 0.2
A14	-	-	-	11.1	1620.3 ± 10.2	4.3 ± 0.1
A15	-	-	-	8.7	925.3 ± 60.2	5.7 ± 0.3
A16	-	-	-	9.4	1490.4 ± 20.3	7.2 ± 0.2
A17	-	-	-	8.2	1720.4 ± 40.3	20.1 ± 0.8
A18	-	-	-	8.7	1360.6 ± 60.2	5.2 ± 0.9
Média		**1210.2 ± 375.1**	**6.6 ± 1.2**		**1376.8 ± 253.1**	**6.6 ± 5.3**

Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro (n=2120)** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de chá branco em *sachet* (n=9) e chá verde em *sachet* (n=9), obtidos por extração metanólica. Resultados em base úmida. Bebidas preparadas com água a 1.6%.

Tabela 6b: Teor de cafeína em amostras de chá preto em *sachet*, das marcas mais consumidas no país *, e em bebidas preparadas a partir destas amostras **.

	Chá preto		
Amostras	**Umidade Chá preto (%)**	**Chá preto em *sachet* (mg/100g)**	**Bebida de chá preto (mg/100mL)**
A19	8.3	1350.3 ± 10.2	4.1 ± 0.1
A20	7.6	1480.3 ± 10.1	13.0 ± 0.1
A21	9.8	1550.5 ± 20.2	11.2 ± 0.1
A22	7.9	1630.4 ± 30.3	10.0 ± 0.6
A23	8.6	1390.4 ± 0.08	9.7 ± 0.4
A24	7.3	1580.3 ± 90.2	10.2 ± 0.2
A25	10.8	1740.7 ± 70.1	9.1 ± 0.3
A26	9.6	1790.2 ± 10.7	27.7 ± 0.2
A27	8.3	1511.0 ± 60.8	5.9 ± 0.1
Média		**1558.2 ± 146.8**	**11.2 ± 6.7**

Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro (n=2120)** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP.
Dados de chá preto em *sachet* (n=9), obtidos por extração metanólica.
Resultados em base úmida. Bebidas preparadas com água a 1.6%.

As **Figuras 10** e **11** apresentam a comparação dos teores médios de cafeína (mg/100g) em amostras de chá *Camelia sinensis* (branco, verde e preto) das marcas mais consumidas no Brasil, considerando as duas formas de apresentação do produto (granel e *sachet*), respectivamente.

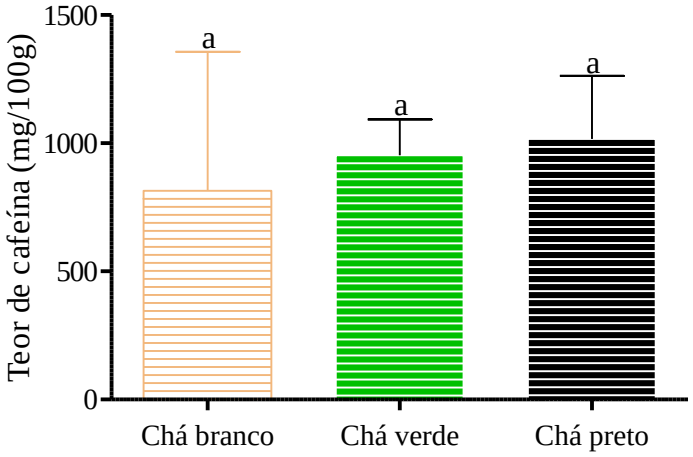

Figura 10: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá branco (n=7), chá verde (n=7) e chá preto (n=7) a granel, mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

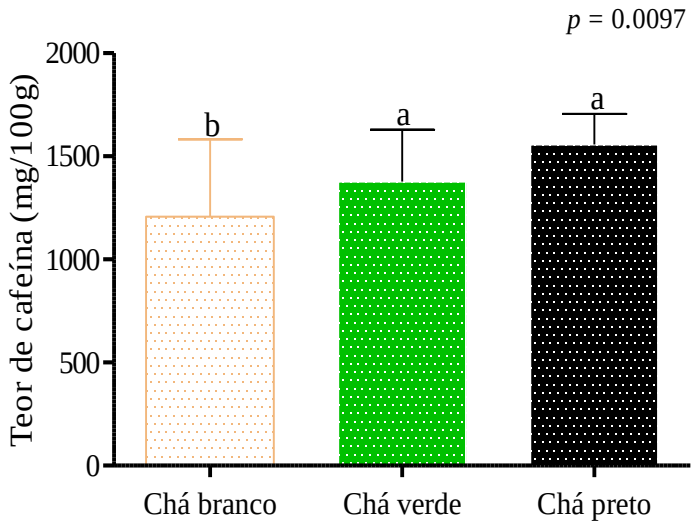

Figura 11: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá branco (n=9), chá verde (n=9) e chá preto (n=9) em *sachet*, mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Houve diferença significativa ($p = 0.0097$) entre os teores médios de cafeína nas amostras de chá branco em *sachet* (1210.2 ± 375.1 mg/100g), e as amostras de chá verde e preto em *sachet* (1376.8 ± 253.1 e 1558.2 ± 146.8 mg/100g, respectivamente), não havendo diferença significativa entre as duas últimas. No entanto, não foi observada diferença entre as amostras de chá a granel, provavelmente pela grande variabilidade nos teores de cafeína das amostras, refletida no elevado desvio padrão das médias. De acordo com ASTILL *et al*., (2001), a variedade da planta do chá, as condições de cultivo e os métodos de processamento da folha interferem em seu teor de cafeína. Na Portaria nº519 de 26 de junho, a ANVISA (BRASIL, 2008) estabelece requisitos de qualidade específicos para chás e preconiza que os chás dos tipos verde e preto, contenham o teor mínimo de 1.5g de cafeína em 100g de produto. Portanto, em relação aos teores médios observados no estudo, as amostras destes chás contem teores de cafeína inferiores ao preconizado pela legislação, o que pode sugerir possível adulteração com outros tipos de plantas, que não contenham cafeína na sua composição. No entanto, é importante considerar que diferentes lotes de uma mesma amostra de cada tipo de chá devem ser analisados para confirmar estes resultados. Em relação aos teores de umidade, todas as amostras de chás branco, verde e preto, tanto em *sachet* quanto a granel, apresentaram conformidade com o preconizado pela mesma portaria citada

acima, que estabelece que as amostras de chá contenham o teor máximo de 12% de umidade (p/p).

As **Figuras 12, 13** e **14** mostram a comparação entre cada tipo de chá isoladamente (chás branco, verde e preto), em função de seu tipo de apresentação (*sachet* ou granel, respectivamente):

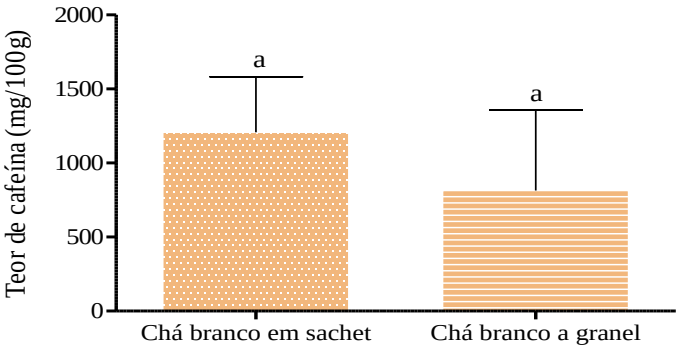

Figura 12: Teores médios de cafeína nas amostras das marcas de chá branco em *sachet* (n=9) e a granel (n=7) mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

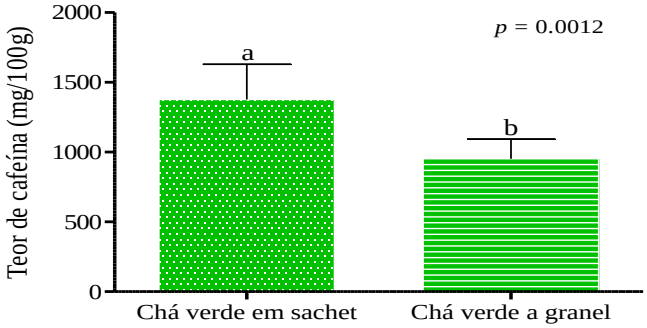

Figura 13: Teores médios de cafeína nas amostras das marcas de chá verde em *sachet* (n=9) e a granel (n=7) mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

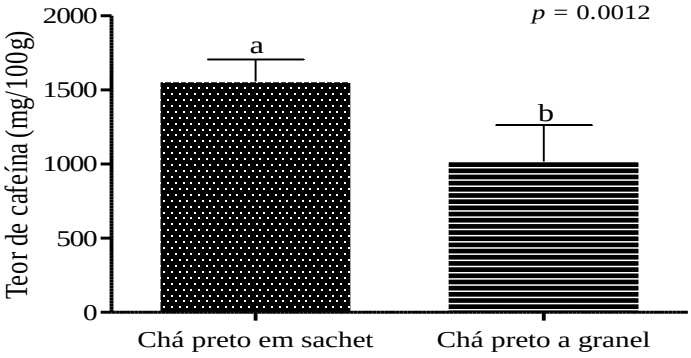

Figura 14: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chá preto em *sachet* (n=9) e a granel (n=7) mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

A forma de apresentação dos chás verde e preto influenciou os teores médios finais de cafeína das amostras ($p = 0.0012$), tendência não observada no chá branco. As partes das plantas de *C. sinensis*, usadas durante a produção de cada tipo de chá e

também, a possível mistura com outras espécies de plantas, possivelmente chás herbais, que não contem cafeína, podem ter contribuído para as diferenças observadas em um mesmo tipo de chá. Também é importante considerar que o chá a granel é a forma que apresenta menor valor de comercialização, portanto, pode ser adulterado facilmente, já o chá em *sachet* possui maior valor agregado e, possivelmente, está menos sujeito a este tipo de prática.

Dentro do contexto de qualidade dos chás, o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) realizou em 2009, a terceira Pesquisa de Análises de Produtos e analisou os teores de cafeína de vinte e duas marcas de chás, incluindo as tradicionais e líderes de mercado, bem como outras de menor participação. Os resultados do estudo mostraram que quatro das vinte e duas amostras analisadas foram consideradas não conformes com os padrões da legislação vigente, e os maiores problemas identificados foram: inadequações na rotulagem, que incluem a não declaração ou repetição de ingredientes, presença de insetos e alegação de propriedades terapêuticas e medicinais. No entanto, observa-se que a tendência das marcas de chá nacionais, é de atendimento à legislação vigente.

As **Figuras 15** e **16** mostram os teores médios de cafeína (mg/100mL), observados nas infusões dos chás branco, verde e preto preparadas a partir das formas em *sachet* e granel.

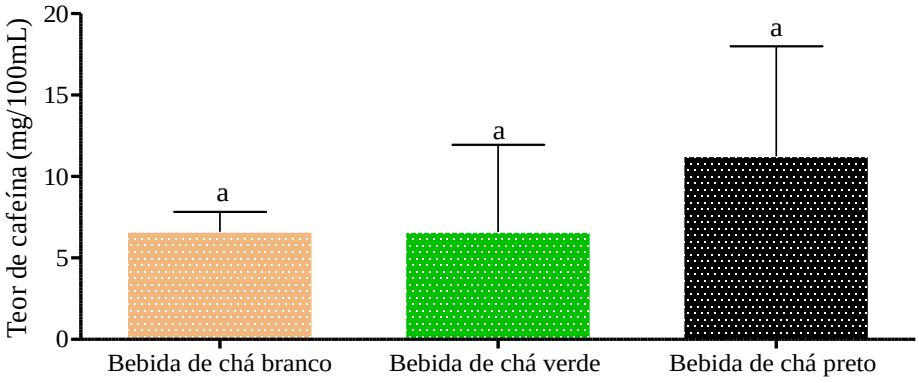

Figura 15: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras das marcas de chá branco (n=9), verde (n=9) e preto (n=9) em *sachet* mais consumidas no Brasil, segundo dados do *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

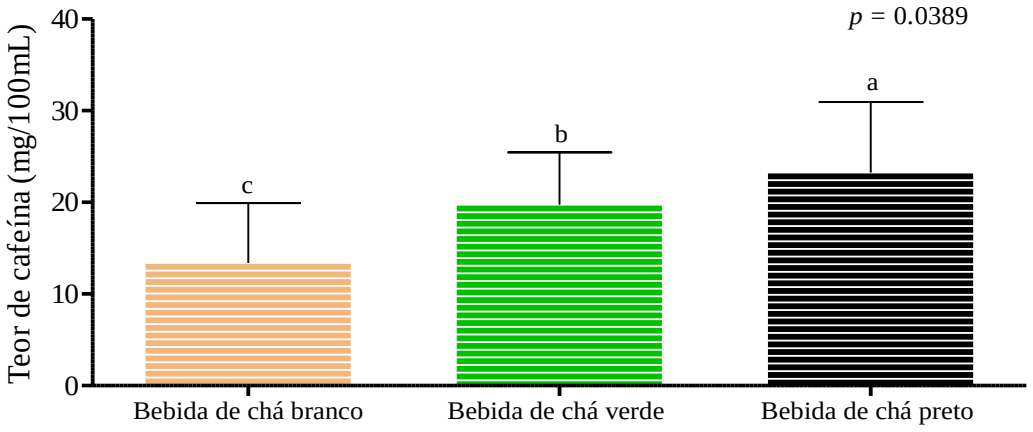

Figura 16: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras das marcas de chá branco (n=7), verde (n=7) e preto (n=7) a granel mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Não houve diferença significativa entre os teores médios de cafeína das bebidas preparadas a partir de amostras de chá branco (6.6 ± 1.2 mg/100mL), chá verde (6.6 ± 5.3 mg/100mL) e chá preto (11.2 ± 6.7 mg/100mL) em *sachet*, talvez pela grande variabilidade nos teores de cafeína entre as amostras, refletido no elevado desvio padrão das médias. No entanto, em termos absolutos, o chá preto tendeu a apresentar (p = 0.087) maior teor de cafeína em mg/mL comparado com os outros chás. Em relação às amostras de chá a granel, as infusões de chá verde e chá preto, apresentaram teores médios de cafeína superiores (p = 0.0389) (19.7 ± 6.2 e 23.2 ± 8.3 mg/100mL), respectivamente, às infusões de chá branco (13.3 ± 7.1 mg/100mL).

Os teores médios de cafeína observados nas infusões preparadas a partir de chás em *sachet* neste estudo são semelhantes à maior parte dos teores relatados por BARONE & ROBERTS, (1996) (20 mg/100mL), que analisaram bebidas preparadas a partir de mais de 30 amostras de chás branco, verde e preto, comercializados nos Estados Unidos, e aos de CHEN *et al.*, (2007), que analisaram bebidas preparadas a partir de 20 amostras de chás preto, branco e verde em *sachet* comercializados na China e observaram teores médios de cafeína de 22.2 mg/100mL; 22.1 mg/100mL e 10.2 mg/100mL, respectivamente. Os teores de cafeína obtidos no presente estudo foram inferiores aos dos referidos estudos, como no caso do chá branco. Porém, ressalta-se

que no estudo de CHEN *et al.*, (2007) foi utilizado volume menor de água (174mL) para o preparo das bebidas. Em muitos estudos, observa-se que não há informação do tipo de chá utilizado e nem padronização das porções finais das bebidas, além das diferenças observadas entre os diferentes métodos empregados para quantificação de cafeína. Além disso, os métodos de processamento da folha interferem no teor de cafeína dos chás e, portanto, nas suas infusões. O processo fermentativo a que é submetido o chá preto, durante sua produção, pode contribuir para maiores teores de cafeína, devido ao aumento relativo dos teores nas folhas proveniente da perda de outras substâncias diferentes da cafeína no processo de fermentação. A idade da planta e as questões genéticas, como variedade, além dos métodos de cultivo são fatores que também interferem nos teores de seus compostos bioativos.

6.1.3.1 Teores de sólidos solúveis e umidade nas bebidas de chá branco, verde e preto

Para melhor compreensão e discussão sobre teores de cafeína observados, o teor de sólidos solúveis e umidade em cada bebida preparada, foi determinado **(Tabelas 7a**, **7b** e **7c)**.

Tabela 7a: Teores de sólidos solúveis (ºBrix) e umidade (%) em bebidas preparadas a partir de amostras de chás branco, verde e preto em *sachet* (n=27):

	Chá branco		Chá verde		Chá preto	
Amostras	**ºBrix**	**Umidade**	**ºBrix**	**Umidade**	**ºBrix**	**Umidade**
A1	0.1	98.6	-	-	-	-
A2	0.1	98.7	-	-	-	-
A3	0.1	98.6	-	-	-	-
A4	0.1	98.6	-	-	-	-
A5	0.1	98.7	-	-	-	-
A6	0.1	98.6	-	-	-	-
A7	0.1	98.5	-	-	-	-
A8	0.1	98.4	-	-	-	-
A9	0.1	98.6	-	-	-	-
A10	-	-	0.1	98.5	-	-
A11	-	-	0.1	98.6	-	-
A12	-	-	0.1	98.7	-	-
A13	-	-	0.1	98.6	-	-
A14	-	-	0.1	98.3	-	-
A15	-	-	0.1	98.4	-	-
A16	-	-	0.1	98.5	-	-
A17	-	-	0.1	98.6	-	-
A18	-	-	0.1	98.7	-	-
A19	-	-	-	-	0.1	98.6
A20	-	-	-	-	0.1	98.4
A21	-	-	-	-	0.1	98.7
A22	-	-	-	-	0.1	98.7
A23	-	-	-	-	0.1	98.5
A24	-	-	-	-	0.1	98.4
A25	-	-	-	-	0.1	98.5
A26	-	-	-	-	0.3	98.2
A27	-	-	-	-	0.1	98.6
Média	**0.1**		**0.1**		**0.1**	

*Bebidas preparadas a partir de amostras de chá branco, chá verde e chá preto em *sachet* (n=27).

Tabela 7b: Teores de sólidos solúveis (ºBrix) e umidade (%) em bebidas preparadas a partir de amostras de chás branco, verde e preto a granel (n=21):

	Chá branco		Chá verde		Chá preto	
Amostras	**ºBrix**	**Umidade**	**ºBrix**	**Umidade**	**ºBrix**	**Umidade**
A1	0.2	98.4	-	-	-	-
A2	0.2	98.4	-	-	-	-
A3	0.4	98.5	-	-	-	-
A4	0.4	98.4	-	-	-	-
A5	0.2	98.2	-	-	-	-
A6	0.3	98.2	-	-	-	-
A7	0.3	98.1	-	-	-	-
A8	-	-	0.2	98.4	-	-
A9	-	-	0.2	98.4	-	-
A10	-	-	0.2	98.5	-	-
A11	-	-	0.2	98.5	-	-
A12	-	-	0.3	98.2	-	-
A13	-	-	0.3	98.2	-	-
A14	-	-	0.2	98.2	-	-
A15	-	-	-	-	0.2	98.5
A16	-	-	-	-	0.3	98.3
A17	-	-	-	-	0.4	98.3
A18	-	-	-	-	0.4	98.3
A19	-	-	-	-	0.4	98.2
A20	-	-	-	-	0.3	98.1
A21	-	-	-	-	0.7	98.3
Média	**0.3**	**0.2**	**0.4**			

*Bebidas preparadas a partir de amostras de chá branco, chá verde e chá preto a granel (n=21).

Tabela 7c: Teores de sólidos solúveis (ºBrix) e umidade (%) em bebidas preparadas a partir de amostras de chás branco, verde e preto prontas para consumo (n=9):

	Chá branco		Chá verde		Chá preto	
Amostras	**ºBrix**	**Umidade**	**ºBrix**	**Umidade**	**ºBrix**	**Umidade**
A1	1.2	97.9	-	-	-	-
A2	1.1	97.8	-	-	-	-
A3	1.5	97.8	-	-	-	-
A4	-	-	1.6	97.6	-	-
A5	-	-	1.8	97.6	-	-
A6	-	-	1.9	97.5	-	-
A7	-	-	-	-	1.2	97.8
A8	-	-	-	-	1.3	97.8
A9	-	-	-	-	1.4	97.6
Média	**1.2**	**1.7**	**1.34**			

*Bebidas preparadas a partir de amostras de chá branco, chá verde e chá preto prontas para consumo (n=9).

Pode-se observar na **Tabela 7a**, que as bebidas preparadas a partir de chás branco, verde e preto, em *sachet* apresentaram valores de sólidos solúveis muito baixos. O limite mínimo de detecção do refratômetro utilizado para essa análise é de 0.1% ºBrix, portanto, é provável que estas bebidas apresentem teores de sólidos solúveis ainda menores. É importante considerar que durante o preparo do chá em *sachet*, as folhas do chá não entram em contato direto com a água. Nas bebidas de chás a granel (**Tabela 7b**), foram observados valores de sólidos solúveis superiores, provavelmente, porque para esse tipo de preparo do chá, foi utilizado o dobro da quantidade da folha da erva, que foi utilizada no preparo do chá em *sachet.* Além disso, neste método de preparo as folhas do chá entram em contato direto com a água, sem a presença de filtro de papel (no caso o saquinho) para reter os componentes da infusão. Nas bebidas de chás prontas para consumo (**Tabela 7c**), foram observados teores superiores de sólidos solúveis, provavelmente devido à adição de açúcares a este tipo de bebidas.

As amostras de chá preto prontas para consumo **(Tabela 8** e **Figura 17**) apresentaram teores médios superiores de cafeína (p = 0.030) (4.5 ± 1.5 mg/100mL), quando comparados aos teores médios nas bebidas de chá branco (2.3 ± 0.4 mg/100mL) e chá verde (2.5 ± 0.4 mg/100mL). Os teores de cafeína observados no chá preto gelado, estão de acordo com aqueles encontrados por SRDJENOVIC *et al.,* (2008) (3.9 mg/100mL) e MCCUSKER *et al.,* (2006) (3.2 mg/mL) e são inferiores aos quantificados na bebida de chá preto em *sachet,* e a granel, muito provavelmente devido ao processo de preparo da bebida do chá pronto para consumo, em que é adicionado somente o extrato do chá, junto com água e açúcar. A inexistência de uma legislação que regulamenta o preparo desse tipo de bebidas favorece a utilização de diferentes proporções de extrato de chá que podem ser adicionados ao produto junto a flavorizantes e aromatizantes, o que pode ser observado, pelo alto desvio padrão entre as amostras de chá preto.

Tabela 8: Teor de cafeína em amostras de bebida pronta, tipo *Iced tea*, de chá branco, chá verde e chá preto representantes das marcas mais consumidas do país *.

	Teor de Cafeína (mg/100mL)		
Amostras	**Chá branco pronto para consumo**	**Chá verde pronto para consumo**	**Chá preto pronto para consumo**
A1	1.9 ± 0.02	-	-
A2	1.7 ± 0.01	-	-
A3	2.1 ± 0.1	-	-
A4	-	2.2 ± 0.1	-
A5	-	2.4 ± 0.1	-
A6	-	3.0 ± 0.1	-
A7	-	-	3.6 ± 0.1
A8	-	-	3.7 ± 0.1
A9	-	-	6.3 ± 0.2
Média	**2.3 ± 0.4**	**2.5 ± 0.4**	**4.5 ± 1.5**

* Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± desvio padrão. Dados de chá branco pronto para consumo (n=3), chá verde pronto para consumo (n=3) e chá preto pronto para consumo (n=3). Bebidas clarificadas.

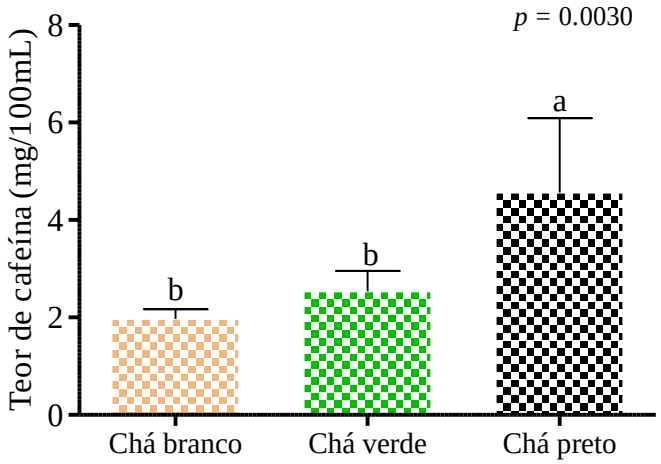

Figura 17: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de bebidas de chá prontas para consumo: chá branco (n=3), chá verde (n=3) e chá preto (n=3), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

6.1.4 Mate verde e mate tostado

De acordo com a comparação dos tempos de retenção e espectros de absorção dos picos nas amostras investigadas com aqueles da solução padrão, nas amostras de mate foram identificadas as metilxantinas cafeína e teobromina.

Na **Tabela 9** são apresentados os teores de cafeína e teobromina (mg/100g, base úmida) observados em diferentes amostras de mate verde após extração metanólica, bem como os teores da substância (mg/100mL) nas bebidas de chimarrão preparadas em extração aquosa, a partir destas amostras. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010) e obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo.

Tabela 9: Teores de cafeína e teobromina em amostras de mate verde representantes das marcas mais consumidas do país* e em bebidas preparadas a partir destas amostras**.

	Umidade (%)	Cafeína (mg/100mL)		Teobromina (mg/100mL)	
Amostra	**Mate verde em pó**	**Mate verde em pó (mg/100g)**	**Bebida de Chimarrão (mg/100mL)**	**Mate verde em pó (mg/100g)**	**Bebida de Chimarrão (mg/100mL)**
A1	4.8	600.2 ± 10.2	17.4 ± 0.2	320.3 ± 10.1	5.3 ± 0.3
A2	4.8	520.3 ± 10.3	21.6 ± 0.3	620.2 ± 20.1	7.5 ± 1.5
A3	5.3	770.6 ± 10.3	27.1 ± 0.2	440.4 ± 20.2	5.5 ± 0.5
A4	8.9	1150.5 ± 20.1	18.2 ± 0.1	470.5 ± 10.1	7.6 ± 0.4
A5	4.7	1560.6 ± 14.3	23.7 ± 0.1	530.9 ± 15.3	10.3 ± 0.5
A6	8.4	1277.3 ± 10.6	23.2 ± 0.5	440.6 ± 12.1	6.7 ± 0.8
A7	8.2	640.4 ± 30.4	20.9 ± 0.6	840.3 ± 10.7	8.4 ± 0.7
A8	4.7	1170.4 ± 10.2	21.0 ± 0.2	780.3 ± 19.1	7.3 ± 0.4
Média		**961.2 ± 378.4**	**21.7 ± 3.0**	**555.4 ± 179.4**	**7.3 ± 1.6**

* Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo, segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. ** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de mate verde (n=8), obtidos por extração metanólica Resultados em base úmida. Bebidas de chimarrão preparadas com água.

Os teores de cafeína observados nas amostras de mate verde moído variaram de 520.3 a 1560.6 mg/100g, com teor médio de 961.2 ± 378.4 mg/100g, o que representa cerca de, aproximadamente, 1% do conteúdo total da folha de erva mate tostada. Em relação à teobromina, os teores variaram de 320.3 a 840.3, com teor médio de 555.4 ± 179.4 mg/100g, o que representa cerca de 0.5% do conteúdo total da folha. A proporção de distribuição de metilxantinas na folha da erva mate está de acordo com os dados relatados por ITO *et al.*, (1997), que observaram teores de cafeína e teobromina, correspondentes a cerca de 1 – 2% e 0.3 – 0.9% do peso da folha, respectivamente. O elevado desvio padrão médio, mostra a grande variabilidade entre os teores de metilxantinas das amostras analisadas. Segundo MAZZAFERA (1997), a variabilidade genética, as condições ambientais e a utilização de pequenas porcentagens de folhas de outras espécies, podem afetar o teor de cafeína, e consequentemente de teobromina, das amostras. Evidências também sugerem que o período de colheita desempenha papel importante no conteúdo de metilxantinas da erva mate, variando de 1 a 10 mg do total, dependendo da época (SCHUBERT *et al*., 2006).

Pela Portaria nº519 de 26 de junho, a ANVISA (BRASIL, 1998) estabelece requisitos de qualidade específicos para chá mate e preconiza que o produto ainda verde, deve conter o teor mínimo de 1.0g de cafeína em 100g de produto. Portanto, em relação aos teores da substância observados no estudo, algumas amostras de chá mate

verde apresentaram teores de cafeína inferiores ao preconizado pela legislação, o que também pode sugerir possível adulteração com outros tipos de plantas que não contenham cafeína na sua composição. No entanto, é importante considerar que diferentes lotes de uma mesma amostra de erva mate verde deveriam ter sido analisadas para confirmar estes resultados. Sobre os teores de umidade, todas as amostras apresentaram conformidade com o preconizado pela mesma portaria citada acima, que estabelece que estes produtos contenham o teor máximo de 10% de umidade (p/p).

Em relação às bebidas de chimarrão, o presente estudo encontrou teores médios de cafeína inferiores (21.7 ± 3.0 mg/100mL), aos observados por MAZZAFERA, (1997) (58.1 mg/100mL) e BASTOS *et al*., (2005), (27mg/100mL). Não há uma proporção estabelecida entre a quantidade de erva mate e água para o preparo do chimarrão. Entre os fatores que podem afetar essa proporção, o mais importante é o tamanho da "cuia". Quando grandes quantidades de erva mate são usadas, a adição de água quente pode ser três vezes maior o que certamente afetará a extração de cafeína (MAZZAFERA, 1997). Em contraste com os teores observados de cafeína e teobromina, HECK & DE MEJIA (2007), relataram que a teofilina somente é encontrada em pequenos teores na folha de erva mate, o que pode ser explicado pela informação de que a teofilina parece ser um intermediário no catabolismo da cafeína na planta. O presente estudo não identificou a presença de teofilina em nenhuma das amostras de mate verde.

Na **Tabela 10** são apresentados os teores de cafeína e teobromina (mg/100g, base úmida) em diferentes amostras de mate tostado a granel e em *sachet*, após extração metanólica, os teores da substância (mg/100mL) nas bebidas preparadas com extração aquosa, a partir destas amostras, e os teores em bebidas de mate prontas para consumo. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010) e obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo.

Tabela 10: Teores de cafeína e teobromina em amostras de mate tostado a granel, mate tostado em *sachet e* mate pronto para consumo, representantes das marcas mais consumidas do país * e em bebidas preparadas a partir destas amostras **.

			Cafeína					Teobromina				
Amostra	Umidade Mate tostado a granel (mg/100g)	Umidade Mate tostado em *sachet* (mg/100g)	Mate tostado a granel (mg/100g)	Mate tostado em *sachet* (mg/100g)	Bebida de mate tostado a granel (mg/100mL)	Bebida de mate tostado em *sachet* (mg/100mL)	Mate pronto para consumo (mg/100mL)	Mate tostado a granel (mg/100g)	Mate tostado em *sachet* (mg/100g)	Bebida de mate tostado a granel (mg/100mL)	Bebida de mate tostado em *sachet* (mg/100mL)	Mate pronto para consumo (mg/100mL)
A1	4.8	-	560. 3 ± 10.3	-	13.2 ± 0.03	-	-	200.6 ± 9.3	-	3.1 ± 0.01	-	-
A2	5.2	-	520. 3 ± 10.1	-	9.7 ± 0.02	-	-	220.6 ± 4.6	-	1.7 ± 0.01	-	-
A3	5.7	-	620.6 ± 8.4	-	9.8 ± 0.01	-	-	270.5 ± 2.3	-	1.5 ± 0.01	-	-
A4	4.9	-	850.0 ± 10.3	-	11.2 ± 0.01	-	-	330.7 ± 1.1	-	2.2 ± 0.01	-	-
A5	5.7	-	800.8 ± 3.1	-	27.7 ± 0.01	-	-	370.4 ± 6.3	-	4.5 ± 0.05	-	-
A6	6.2	-	670.4 ± 5.3	-	12.2 ± 0.08	-	-	240.0 ± 7.3	-	2.9 ± 0.02	-	-
A7	6.0	-	260.6 ± 2.3	-	7.6 ± 0.01	-	-	90.6 ± 1.9	-	1.3 ± 0.03	-	-
A8	-	7.2	-	460.2 ± 10.4	-	7.6 ± 0.02	-	-	190.6 ± 3.2	-	2.1 ± 0.03	-
A9	-	7.1	-	350.4 ± 7.1	-	12.9 ± 0.1	-	-	140.0 ± 2.3	-	3.0 ± 0.09	-
A10	-	6.9	-	270.5 ± 5.1	-	2.7 ± 0.09	-	-	60.2 ± 1.6	-	0.8 ± 0.002	-
A11	-	6.0	-	460.8 ± 2.5	-	6.9 ± 0.06	-	-	70.9 ± 1.6	-	1.1 ± 0.04	-
A12	-	5.8	-	910.6 ± 5.2	-	5.3 ± 0.05	-	-	340.9 ± 1.8	-	0.9 ± 0.01	-
A13	-	7.2	-	290.4 ± 9.5	-	3.6 ± 0.08	-	-	220.8 ± 8.7	-	-	-
A14	-	6.4	-	-	-	-	10.7± 0.1	-	-	-	-	0.9 ± 0.01
A15	-	5.9	-	-	-	-	12.2 ± 0.1	-	-	-	-	1.1 ± 0.05
A16	-	6.1	-	-	-	-	11.8 ± 0.1	-	-	-	-	1.0 ± 0.04
A17	-	7.0	-	-	-	-	10.7 ± 0.1	-	-	-	-	0.9 ± 0.01
Média			**611.9 ± 196.0**	**457.2 ± 236.4**	**13.0 ± 6.7**	**6.5 ± 3.6**	**11.5 ± 0.7**	**246.2 ± 91.4**	**170.5 ± 104.8**	**2.4 ± 1.1**	**1.5 ± 0.8**	**1.0 ± 0.1**

* Amostras ordenadas por ordem de consumo (do mais para o menos consumido) segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro (n=2120). **Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de mate tostado a granel (n=7), mate tostado em *sachet* (n=6) obtidos por extração metanólica. Resultados em base úmida. Bebidas de mate a granel preparadas com água a 1.6%, mate em *sachet* a 0.8 % e mate pronto para consumo.

Nas amostras de mate tostado em *sachet* foram observados teores mínimo e máximo de cafeína de 270.5 e 910.6 mg/100g, respectivamente, com média de 457.2 ± 236.7 mg/100g. Nas amostras de mate tostado a granel, os teores mínimo e máximo foram de 260.6 e 850.4 mg/100g, respectivamente, com média de 611,9 ± 196.0 mg/100g. Em relação à teobromina, nas amostras de mate tostado em *sachet* foram observados o teor mínimo e máximo de 60.2 e 340.9 mg/100g, respectivamente, com média de 170.5 ± 104.8 mg/100g. Já nas amostras a granel, foram obtidos os teores mínimo e máximo de 90.6 e 370.4 mg/100g, respectivamente, com média de 246.2 ± 91.4 mg/100g.

Na Portaria nº519 de 26 de junho de 1998, a ANVISA estabelece requisitos de qualidade específicos para erva mate e regulamenta que estes produtos contenham o teor mínimo de 1.0g de cafeína em 100g de produto. Portanto, em relação aos teores médios observados no estudo, tanto as amostras em *sachet*, quanto as amostras a granel contem teores médios de cafeína inferiores ao preconizado pela legislação, o que pode sugerir possível adulteração com outros tipos de plantas que não contenham cafeína na sua composição. No entanto, mais de um lote de uma mesma amostra destes produtos deveriam ter sido analisadas para confirmar estes resultados. Em relação aos teores de umidade, todas as amostras de erva mate tostado, tanto em *sachet* quanto a granel, apresentaram conformidade com o preconizado pela mesma portaria citada acima, que estabelece que essas amostras de chá contenham o teor máximo de 12% de umidade (p/p).

As **Figuras 18** e **19** mostram a comparação entre os teores médios (mg/100g) de cafeína e teobromina observados nos dois tipos de apresentação das folhas de mate tostado: *sachet* e a granel.

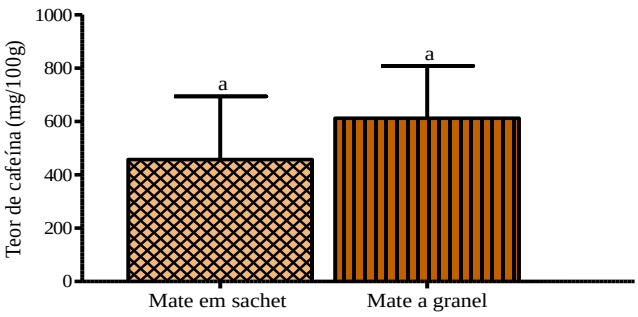

Figura 18: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de mate tostado em *sachet* (n=6) e mate tostado a granel (n=7), mais consumidas no Brasil, segundos dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras ($p \leq 0.05$).

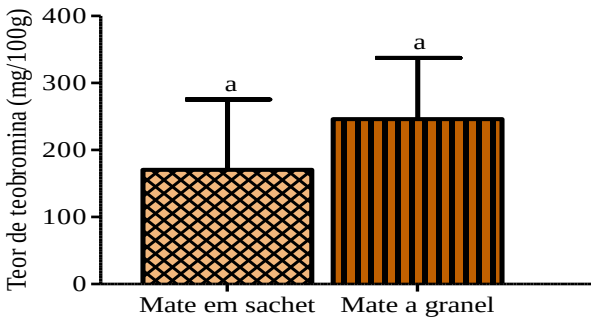

Figura 19: Teores médios de teobromina nas amostras representantes das marcas de mate tostado em *sachet* (n=6) e mate tostado a granel (n=7), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras ($p \leq 0.05$).

Não houve diferença significativa entre os dois tipos de apresentação das folhas de mate tostado (*sachet* e granel), em relação aos teores de cafeína e teobromina, provavelmente devido ao elevado desvio padrão médio observado entre as amostras. A etapa final do processamento da erva mate pode explicar essa variabilidade, pois diferentes partes e resíduos de *I. paraguariensis,* e também partes de plantas de outras espécies, como chás herbais por exemplo, que não contenham metilxantinas em sua composição, podem ter sido incluídas.

As **Figuras 20** e **21** mostram a comparação entre os teores de cafeína e teobromina nas folhas de mate verde e mate tostado a granel e em *sachet.*

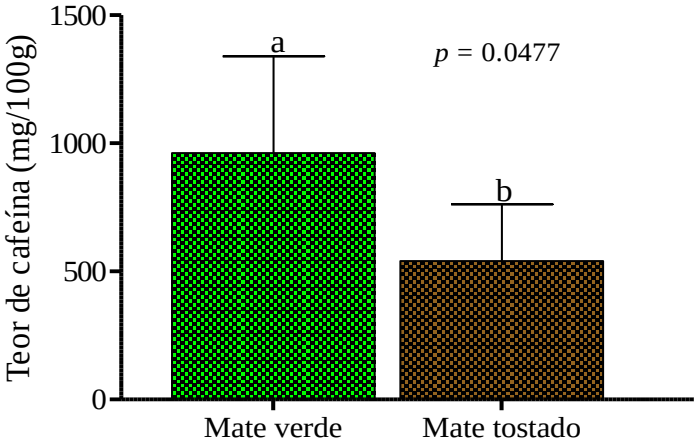

Figura 20: Teores médios de cafeína nas amostras das marcas de mate verde (n=8) e mate tostado em *sache*t e a granel (n=13),mais consumidas no Brasil, segundo dados da InterScience e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras

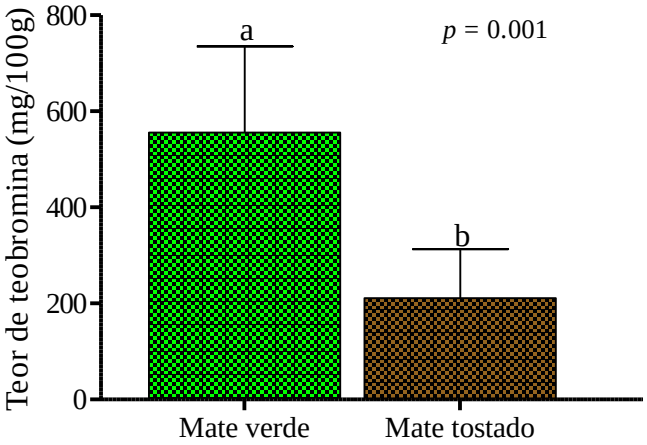

Figura 21: Teores médios de teobromina nas amostras das marcas de mate verde (n=8) e mate tostado em *sachet* e a granel (n=13), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Houve diferença significativa entre os teores médios de cafeína (p = 0.0477) e teobromina (p = 0.001), nas amostras de mate verde e mate tostado, com o mate verde apresentando teores médios superiores das substâncias. Corroborando os resultados obtidos no estudo, alguns autores sugerem que o processo de secagem pode afetar significativamente o teor de cafeína nas folhas de erva mate. SCHMALKO & ALZAMORA (2001) examinaram o conteúdo de cafeína após três estágios de secagem, com temperaturas entre 100 e 550ºC e observaram que os teores da substância, podem diminuir em cerca de 30%.

As **Figuras 22** e **23** mostram a comparação entre os teores médios de cafeína e teobromina em todas as amostras de bebidas preparadas a partir de mate verde (chimarrão), mate tostado a granel, mate tostado em *sachet* e mate industrializado.

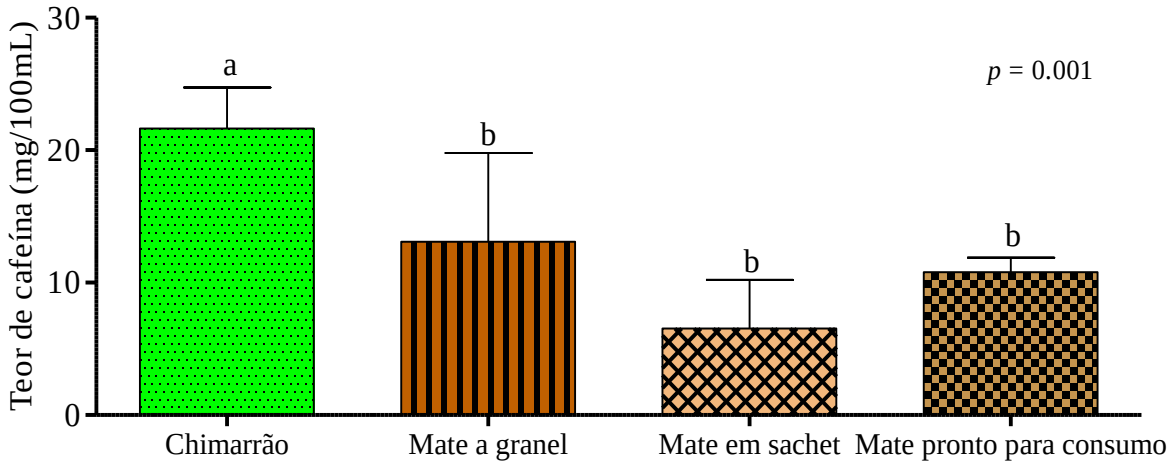

Figura 22: Teores médios de cafeína nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de mate verde (n=8), mate tostado a granel (n=7) e mate tostado em *sachet* (n=6) e mate pronto para consumo (n=3) mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

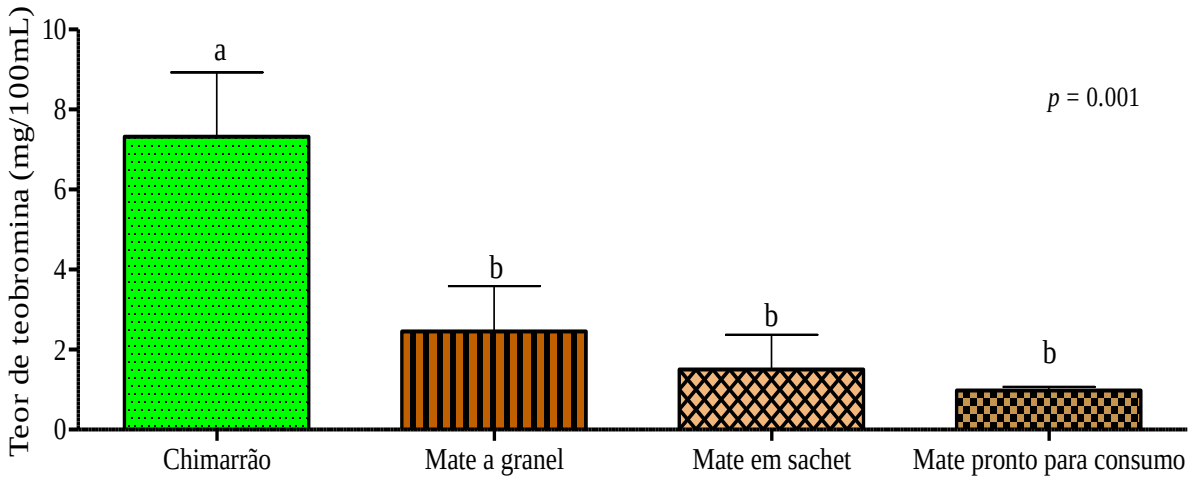

Figura 23: Teores médios de teobromina nas bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de mate verde (n=8), mate tostado a granel (n=7) e mate tostado em *sachet* (n=6) e mate pronto para consumo (n=3) mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Os teores médios de cafeína e teobromina nas bebidas de mate verde (Chimarrão) foram superiores (p = 0.001) aos teores médios das bebidas de mate

tostado (*sachet*, granel e mate pronto) (**Tabela 10**). Já no estudo de Bastos *et al.*, (2006) as infusões preparadas a partir de folhas de mate tostado apresentaram maior teor de cafeína do que as infusões preparadas a partir de folhas verdes. Segundo os autores, o incremento na extração de cafeína estaria relacionado, provavelmente, à ruptura celular durante o processo de secagem, além da diminuição do teor de água das folhas e aumento no teor de sólidos solúveis, levando à maior dissolução de compostos nas infusões. É importante ressaltar, no entanto, que as bebidas de chimarrão são, em geral, mais concentradas (2.5%) que as de mate tostado a granel (1.6%) e em *sachet* (0.8%), por isso, provavelmente, foram observados resultados contraditórios aos relatados por BASTOS *et al.*,(2006). Poucas pesquisas científicas têm sido conduzidas em respeito aos teores de metilxantinas em bebidas preparadas a partir e folhas verdes e tostadas de erva mate e entre os resultados publicados, a comparação estatística torna-se difícil, devido às diferenças entre as formas de preparo das bebidas e os métodos analíticos utilizados para quantificação dos compostos. Não houve diferença significativa entre as bebidas de mate tostado, embora os teores médios de cafeína observados nas bebidas de mate a granel (13.0 ± 6.7 mg/100mL), geralmente utilizada para o preparo de grande quantidade de chá mate para ser consumido como ¨*Iced tea*¨, fossem quase duas vezes superiores aos teores nas bebidas preparadas a partir de mate tostado em *sachet* (6.5 ± 3.6 mg/100mL), normalmente utilizados no preparo de porções individuais de chás e consumidas como "infusão quente", e similares aos observados nas bebidas de mate industrializado (11.5 ± 0.7 mg/100mL). Este resultado estatístico pode ser explicado pela grande variação entre os teores de cafeína nas amostras, observado pelo elevado desvio padrão médio, o que provavelmente pode estar relacionado à adição de outras espécies de plantas, como chás herbais, por exemplo, que não contenham cafeína em sua composição, ou diferentes partes da planta, às folhas de *Ilex paraguariensis*, nas etapas finais de processamento. BASTOS *et al.*, (2005), observaram teores de cafeína similares, em bebidas preparadas com erva mate em *sachet* (7.5 mg/100mL). É importante considerar neste caso, que, para o preparo de chá mate a granel, foi utilizado o dobro da quantidade da erva do método em *sachet*, conforme padronização das informações do fabricante nos rótulos, e que também os maiores teores de cafeína observados nas bebidas preparadas com a erva à granel, podem ser também explicados provavelmente, pela presença de outras espécies de plantas, com

menor teor de cafeína compondo as amostras de mate em s*achet* ou pela ausência de filtro para reter alguma porção da cafeína do mate.

Sobre os teores de cafeína na bebida de mate industrializada pronta para consumo, não há legislação específica que regulamente a quantidade mínima ou máxima de extrato aquoso de erva mate que deve ser adicionada à sua composição, podendo ser utilizadas diferentes proporções, o que dificulta a comparação deste tipo de chá com os demais.

6.1.4.1 Teores de umidade e sólidos solúveis nas bebidas de mate verde e mate tostado

Para melhor compreensão e discussão sobre os valores observados em relação aos teores de cafeína, o teor de umidade e de sólidos solúveis em cada bebida preparada, foi determinado **(Tabela 11)**.

Tabela 11: Teor de umidade e sólidos solúveis em bebidas preparadas a partir de amostras de mate tostado em *sachet* (n=7) e a granel (n=7), mate verde (n=8) e mate industrializado pronto para consumo (n=4).

Amostras	Teor de umidade (%) em bebidas de chá mate				Teor de sólidos solúveis (ºBrix) em bebidas de chá mate			
	Chá mate em *sachet*	Chá mate a granel	Chimarrão	Mate pronto para consumo	Chá mate em *sachet*	Chá mate a granel	Chimarrão	Mate pronto para consumo
A1	97.8	-	-	-	0.1	-	-	-
A2	97.6	-	-	-	0.1	-	-	-
A3	97.5	-	-	-	0.1	-	-	-
A4	97.7	-	-	-	0.1	-	-	-
A5	97.7	-	-	-	0.1	-	-	-
A6	97.7	-	-	-	0.1	-	-	-
A7	-	97.4	-	-	-	0.3	-	-
A8	-	97.5	-	-	-	0.2	-	-
A9	-	97.5	-	-	-	0.2	-	-
A10	-	97.3	-	-	-	0.3	-	-
A11	-	97.3	-	-	-	0.3	-	-
A12	-	97.2	-	-	-	0.4	-	-
A13	-	97.5	-	-	-	0.2	-	-
A14	-	-	-	-	-	-	-	-
A15	-	-	97.1	-	-	-	1.0	-
A16	-	-	97.1	-	-	-	1.0	-
A17	-	-	97.2	-	-	-	0.9	-
A18	-	-	97.1	-	-	-	0.9	-
A19	-	-	97.1	-	-	-	1.1	-
A20	-	-	97.1	-	-	-	1.1	-
A21	-	-	97.1	-	-	-	0.8	-
A22	-	-	97.0	97.0	-	-	-	2.6
A23	-	-	-	96.9	-	-	-	2.2
A24	-	-	-	97.1	-	-	-	3.1
A25	-	-	-	97.2	-	-	-	2.8
Média					**0.1**	**0.2**	**1.9**	**2.6**

* Bebidas preparadas a partir de amostras de mate tostado em *sachet* e a granel, mate verde e mate industrializado pronto para consumo.

Observa-se na **Tabela 11** que as bebidas preparadas a partir de folhas chá mate tostado em *sachet* apresentaram valor de sólidos solúveis muito baixos. O limite mínimo de detecção do refratômetro utilizado para essa análise é de 0.1% ºBrix, portanto, é provável que estas bebidas, apresentem teores de sólidos solúveis ainda menores. Nas bebidas de chá mate tostado a granel foram observados teores de sólidos solúveis superiores, provavelmente, já que para esse tipo de preparo do chá, foi utilizado o dobro da quantidade da folha da erva utilizada no preparo do chá em *sachet.* Além disso, a inexistência do *sachet* pode favorecer o contato da água com os sólidos e ocasionar maior extração. Nas bebidas de chá mate industrializado pronto para consumo foram observados teores de sólidos solúveis superiores aos outros dois

tipos das bebidas de chá mate tostado, provavelmente devido à adição de açúcar na composição destas bebidas. As bebidas de chimarrão apresentaram valores médios de sólidos solúveis (1.9%) superiores às bebidas de mate tostado em *sachet* a e granel o que era de se esperar porque a bebida preparada a partir das folhas de mate verde é mais concentrada.

6.1.5. Derivados de cacau

De acordo com a comparação entre os tempos de retenção dos compostos e os picos nas amostras investigadas, as metilxantinas cafeína, teobromina e teofilina, foram identificadas.

Nas **Tabelas 12** e **13** estão apresentados os teores de cafeína, teobromina e teofilina (mg/100g, base úmida) de diferentes amostras de achocolatado e de chocolate em pó, após extração metanólica, bem como os teores da substância (mg/100mL) nas bebidas preparadas com extração aquosa a partir destas amostras, e em bebidas lácteas achocolatadas prontas para consumo. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010) e obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo.

Tabela 12: Teores de cafeína, teobromina e teofilina em amostras de achocolatados em pó, representantes das marcas mais consumidas do país* e em bebidas preparadas a partir destas amostras e em bebidas lácteas achocolatadas**.

Amostras	Umidade Achocolatado em pó (%)	Cafeína			Teobromina			Teofilina		
		Achocolatado em pó (mg/100g)	Bebida achocolatada a partir do pó (mg/100mL)	Bebida láctea achocolatada pronta (mg/100mL)	Achocolatado em pó (mg/100g)	Bebida achocolatada a partir do pó (mg/100mL)	Bebida láctea achocolatada pronta (mg/100mL)	Achocolatado em pó (mg/100g)	Bebida achocolatada a partir do pó (mg/100mL)	Bebida láctea achocolatada pronta (mg/100mL)
A1	1.3	28.2 ± 1.2	1.9 ± 0.02	-	353.7 ± 20.1	24.0 ± 1.2	-	4.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	-
A2	1.2	28.1 ± 1.0	3.0 ± 0.3	-	252.4 ± 10.8	24.7 ± 1.1	-	4.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	-
A3	2.2	18.7 ± 0.6	2.1 ± 0.1	-	132.6 ± 9.2	12.3 ± 0.8	-	3.0 ± 0.0	0.3 ± 0.0	-
A4	2.9	20.3 ± 0.7	1.7 ± 0.08	-	307.2 ± 18.3	19.3 ± 0.9	-	2.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	-
A5	1.5	17.3 ± 0.4	2.0 ± 0.1	-	231.7 ± 9.1	20.6 ± 1.0	-	1.8 ± 0.0	0.2 ± 0.0	-
A6	1.1	27.3 ± 1.2	4.0 ± 0.2	-	374.4 ± 18.3	39.8 ± 1.5	-	4.6 ± 0.0	0.3 ± 0.0	-
A7	1.2	20.8 ± 0.4	1.9 ± 0.1	-	253.6 ± 15.6	22.5 ± 1.6	-	2.5 ± 0.0	0.1 ± 0.0	-
A8	0.7	14.8 ± 0.3	1.5 ± 0.02	-	167.8 ± 9.3	13.9 ± 0.7	-	2.8 ± 0.0	0.1 ± 0.0	-
A9	0.8	31.4 ± 1.3	3.4 ± 0.1	-	278.8 ± 10.2	25.2 ± 0.6	-	5.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	-
A10	1.3	23.7 ± 1.0	2.9 ± 0.1	-	328.6 ± 12.2	26.1 ± 0.7	-	2.7 ± 0.0	0.1 ± 0.0	-
A11	1.2	29.3 ± 1.4	2.4 ± 0.1	-	373.3 ± 20.2	25.9 ± 0.8	-	5.0 ± 0.0	0.4 ± 0.0	-
A12	1.3	29.0 ± 1.5	1.5 ± 0.02		289.9 ± 12.4	13.2 ± 0.4	-	4.9 ± 0.0	0.3 ± 0.0	-
A13	1.5	29.8 ± 1.4	3.2 ± 0.1	-	409.0 ± 15.3	36.3 ± 1.7	-	5.6 ± 0.0	0.4 ± 0.0	-
A14	-	-	-	2.7 ± 0.0		-	50.2 ± 0.9	-	-	1.6 ± 0.0
A15	-	-	-	3.6 ± 0.2		-	30.0 ± 1.3	-	-	0.9 ± 0.0
A16	-	-	-	2.6 ± 0.0		-	25.1 ± 1.4	-	-	0.7 ± 0.0
A17	-	-	-	2.7 ± 0.0		-	26.2 ± 1.3	-	-	0.6 ± 0.0
A18	-	-	-	2.9 ± 0.1		-	18.3 ± 1.0	-	-	0.4 ± 0.0
Média		**24. 5 ± 5.5**	**2.4 ± 0.8**	**2.9 ± 0.4**	**288.7 ± 81.6**	**23.4 ± 8.1**	**30.0 ± 12.0**	**3.7 ± 1.3**	**0.3 ± 0.1**	**0.8 ± 0.4**

* Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro (n=2120). ** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de achocolatados em pó (n=13) obtidos por extração metanólica. Resultados em base úmida. Bebidas de achocolatados preparadas com água a 15%.

Tabela 13: Teor de cafeína, teobromina e teofilina nas amostras de cacau e chocolate em pó representantes das marcas mais consumidas do país* e em bebidas preparadas a partir destas amostras**.

		Cafeína		Teobromina		Teofilina	
Amostras	**Umidade do cacau ou chocolate em pó (%)**	**Cacau ou chocolate em pó (mg/100g)**	**Bebida de cacau ou chocolate (mg/100mL)**	**Cacau ou chocolate em pó (mg/100g)**	**Bebida de cacau ou chocolate (mg/100mL)**	**Cacau ou chocolate em pó (mg/100g)**	**Bebida de cacau ou chocolate (mg/100mL)**
A1	6.7	209.2 ± 10.2	16.0 ± 0.7	1349.3 ± 40.3	170.3 ± 2.3	5.2 ± 0.02	1.2 ± 0.02
A2	5.3	246.0 ± 12.5	11.3 ± 0.2	2791.1 ± 32.9	165.2 ± 1.2	5.4 ± 0.03	1.1 ± 0.03
A3	7.2	122.6 ± 11.1	8.4 ± 0.2	1308.9 ± 29.8	70.8 ± 2.0	5.9 ± 0.02	2.1 ± 0.02
A4	6.1	122.8 ± 9.4	9.3 ± 0.1	1803.3 ± 21.8	98.2 ± 3.2	6.1 ± 0.02	2.2 ± 0.03
A5	5.6	173.7 ± 12.3	9.5 ± 0.5	2989.4 ± 23.5	174.8 ± 0.1	4.0 ± 0.01	1.7 ± 0.04
A6	5.8	140.2 ± 15.6	14.5 ± 0.9	1178.1 ± 40.5	91.1 ± 3.7	4.1 ± 0.04	1.9 ± 0.03
A7	6.3	239.6 ± 14.5	12.7 ± 0.3	1268.9 ± 23.6	123.4 ± 1.6	4.3 ± 0.02	2.1 ± 0.04
A8	6.7	229.6 ± 11.8	7.5 ± 0.2	1332.7 ± 30.9	83.9 ± 4.1	4.4 ± 0.02	2.5 ± 0.02
Média		**185.5 ± 52.3**	**11.1 ± 3.0**	**1752.7 ± 728.0**	**122.2 ± 42.0**	**4.9 ± 0.8**	**1.8 ± 0.5**

* Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e QFCA obtidos no município do Rio de Janeiro. ** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de cacau e chocolates em pó (n=8) obtidos por extração metanólica. Resultados em base úmida. Bebidas preparadas com água a 15%.

As **Figuras 24, 25** e **26** mostram a comparação dos teores médios de cafeína, teobromina e teofilina nas amostras de achocolatados e cacau/chocolates em pó mais consumidos no Brasil.

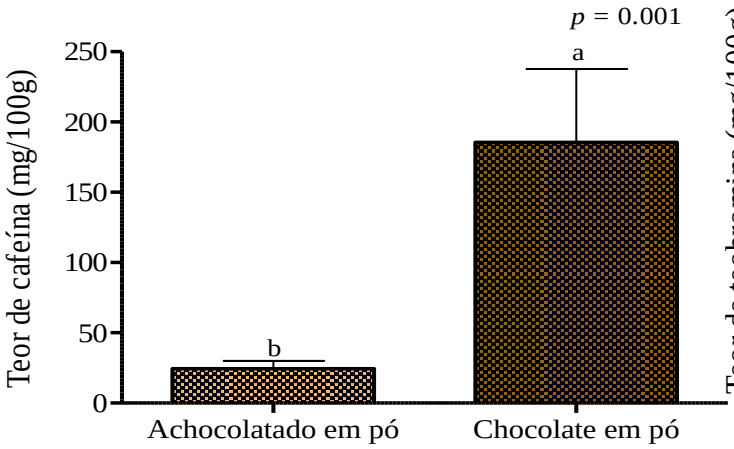

Figura 24: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de achocolatado (n=13) e cacau/chocolate em pó (n=8), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

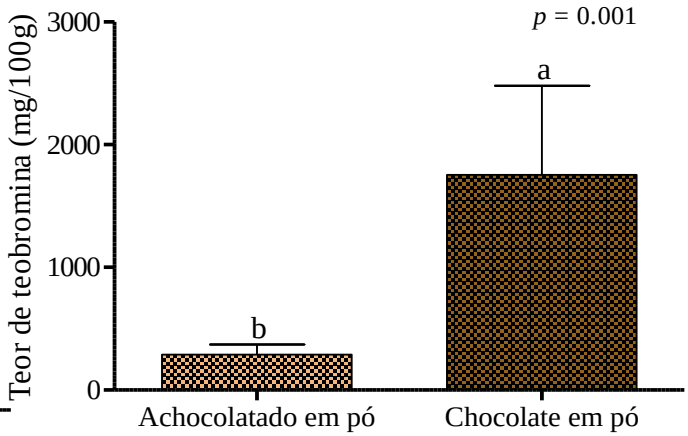

Figura 25: Teores médios de teobromina nas amostras representantes das marcas de achocolatado (n=13) e cacau/chocolate em pó (n=8), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

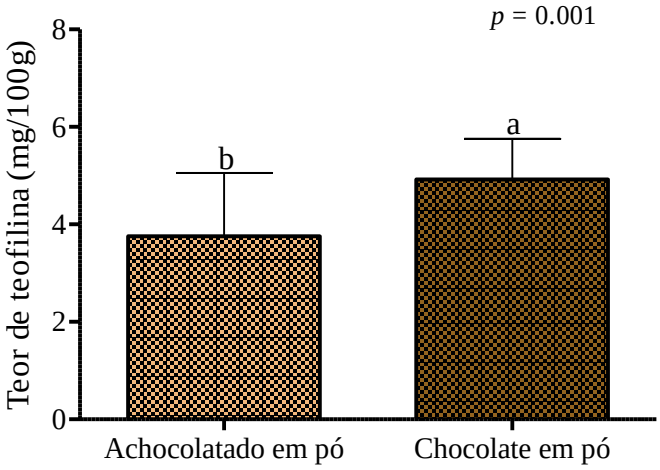

Figura 26: Teores médios de teofilina nas amostras das marcas de achocolatado (n=13) e cacau/chocolate em pó (n=8), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Os teores de cafeína observados nas amostras de achocolatado em pó variaram de 14.8 a 29.8 mg/100g, com teor médio de 24.5 ± 5.5 mg/100g. Nas amostras de cacau/chocolate em pó, estes teores variaram de 122.6 a 239.6 mg/100g, com teor médio de 185.5 ± 52.3 mg/100g. Já os teores de teobromina em amostras de achocolatados e cacau/chocolate em pó, foram superiores aos da cafeína (p = 0.0001) com médias de 288.7 ± 81.6 mg/100g e 1752.2 ± 728.0 mg/100g, respectivamente, o que confirma os relatos de que os produtos derivados do cacau, são a maior fonte dietética de teobromina na alimentação, com a metilxantina representando cerca de 1.2% do peso total do cacau. A metilxantina teofilina foi encontrada em menores teores, com médias de 3.7 ± 1.3 mg/100g nas amostras de achocolatado em pó e 4.9 ± 0.8 mg/100g nas amostras de cacau/chocolate em pó. Todas as amostras de cacau/chocolate em pó apresentaram teores superiores de cafeína, teobromina e teofilina.

BRUNETTO *et al.*,(2007), investigaram a presença de teobromina, teofilina e cafeína em amostras de grãos de cacau, também usando HPLC-DAD-fase reversa, e relataram que a teobromina é a metilxantina presente em maiores proporções (1.2%) seguida pela cafeína (0.4%) e baixas concentrações de teofilina (0.01%).

Os resultados observados nas diferentes amostras comerciais dos produtos derivados do cacau em pó estão de acordo com os valores relatados na literatura. ZOUMAS *et al.*,(1980) observaram teores de teobromina nestes produtos que variaram de 1500 a 2700 mg/100g. Já em relação à cafeína, foram observados teores menores, entre 80 e 350 mg/100g. BELSCAK *et al.*,(2009) também identificaram a teobromina como metilxantina predominante em todas as amostras de chocolate em pó, com teor médio de 1500 mg/100g de produto; já em relação à cafeína, o teor máximo identificado foi de 142 mg/100g da amostra. EDUARDO & LANNES (2004) ao analisarem quimicamente diferentes amostras de achocolatados em pó, obtiveram teores de teobromina que variaram de 50 a 390 mg/100g do produto. Os autores relataram que as amostras de achocolatado que apresentaram maiores teores de teobromina foram as *"light" e "diet",* devido à suposta maior adição de cacau em pó e seus derivados a esses produtos. Esta tendência também foi observada no presente estudo, pois as amostras de achocolatados que apresentaram maiores teores de teobromina e cafeína (amostras 6,11 e 13), também são amostras do tipo "*diet"*. Entretanto, vale ressaltar as diferenças observadas entre os teores das substâncias nas amostras de achocolatado e cacau/chocolate em pó. Isso pode ser explicado, talvez, pela utilização de açúcares e lipídeos em substituição parcial aos sólidos de cacau nas amostras de achocolatados, o

que é facilitado pela inexistência de uma legislação vigente que trate sobre a composição química e nutricional desses produtos.

Os teores de umidade dos achocolatados e cacau/chocolates em pó dependem diretamente da umidade dos ingredientes e/ou do processamento do achocolatado. De acordo com especificações técnicas das indústrias de beneficiamento destes produtos, o cacau em pó possui teores de umidade entre 2.5% a 4.5% e a umidade dos achocolatados, na sua maior parte, provém do cacau em pó (EDUARDO; LANNES, 2004). Além disso, o processamento de achocolatados por aglomeração (processo que forma aglomerados de pó com o intuito de melhorar propriedades físicas, como compactação) pode deixar o produto mais úmido, de cerca de 2 a 4% a mais (PRODUCTION & QUALITY, 2004).

As **Figuras 27** e **28** mostram a comparação dos teores médios de cafeína e, teobromina nas bebidas preparadas a partir de amostras de achocolatados, cacau/chocolates em pó e bebidas lácteas mais consumidas no Brasil.

Em relação às bebidas preparadas a partir de derivados de cacau, como já esperado, foram observados teores menores de metilxantinas, quando comparados aos teores nos pós desses produtos. Também, entre as diferentes bebidas, as preparadas a partir de amostras de cacau e chocolate em pó apresentaram maiores teores médios de todas as metilxantinas (p = 0.0001), sendo novamente a teobromina, o pseudo alcalóide predominante.

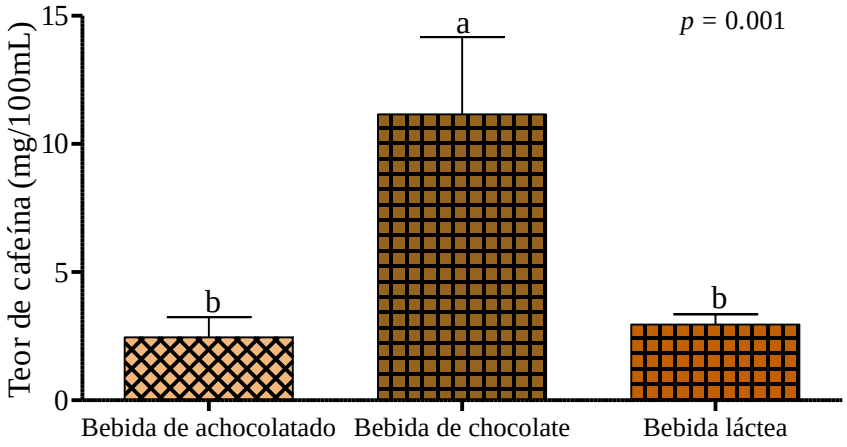

Figura 27: Teores médios de cafeína em bebidas preparadas a partir de amostras das marcas de achocolatados (n=13), cacau/chocolates em pó (n=8) e bebidas lácteas (n=5), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

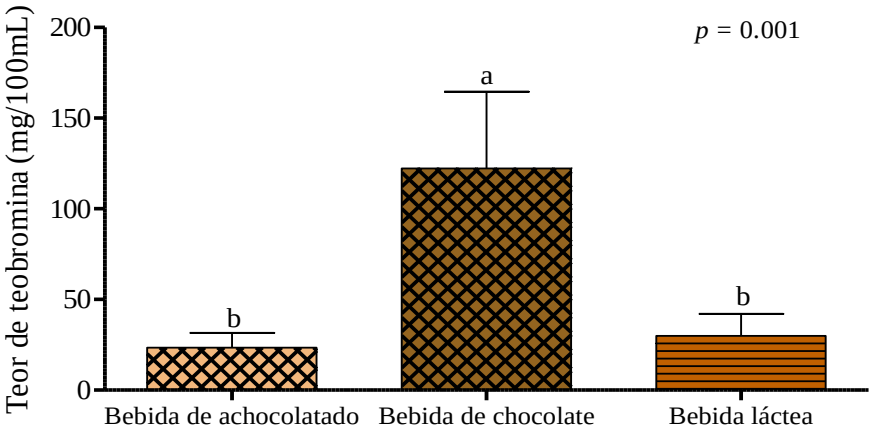

Figura 28: Teores médios de teobromina em bebidas preparadas a partir de amostras representantes das marcas de achocolatados (n=13), cacau/chocolates em pó (n=8) e bebidas lácteas (n=5), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

As bebidas preparadas a partir de amostras de cacau/chocolate em pó, apresentaram maiores teores médios de cafeína, teobromina e teofilina (11.1 ± 3.0; 122.2 ± 4.2 e 1.8 ± 0.5 mg/100mL, respectivamente). Os teores médios de cafeína observados nas bebidas preparadas com achocolatado em pó instantâneo (2.4 ± 0.8 mg/100mL), são similares àqueles relatados por ZOUMAS *et al.*,(1980) (2.0 mg/100mL). O desconhecimento da proporção de chocolate em pó que é utilizada para o preparo de bebidas lácteas achocolatadas prontas para serem consumidas, facilitada pela inexistência de uma legislação que regulamente sua fabricação, dificulta a comparação com as bebidas de achocolatado em pó instantâneo.

6.1.5.1. Teores de umidade e sólidos solúveis em bebidas preparadas a partir de amostras de achocolatado, cacau/chocolate em pó e bebida láctea achocolatada

Para melhor compreensão e discussão sobre os valores observados em relação aos teores de metilxantinas das amostras derivadas do cacau, o teor de umidade e de sólidos solúveis em cada bebida preparada, foi determinado **(Tabela 14)**.

Tabela 14: Teores de umidade e sólidos solúveis em bebidas preparadas a partir de amostras de achocolatado e cacau/chocolate em pó.

Amostras	Teor de umidade (%) em bebidas			Teor de sólidos solúveis (ºBrix) em bebidas		
	achocolatado em pó	cacau/ chocolate em pó	bebida láctea achocolatada pronta	achocolatado em pó	cacau/ chocolate em pó	bebida láctea achocolatada pronta
A1	85.1	-	-	13.1	-	-
A2	85.1	-	-	11.3	-	-
A3	85.3	-	-	12.0	-	-
A4	85.4	-	-	11.3	-	-
A5	85.2	-	-	8.5	-	-
A6	85.1	-	-	11.6	-	-
A7	85.1	-	-	13.3	-	-
A8	85.1	-	-	10.4	-	-
A9	85.1	-	-	12.8	-	-
A10	85.1	-	-	8.4	-	-
A11	85.1	-	-	12.2	-	-
A12	85.1	-	-	11.8	-	-
A13	85.2	-	-	8.7	-	-
A14	-	86.0	-	-	9.5	-
A15	-	85.8	-	-	9.6	-
A16	-	86.0	-	-	12.7	-
A17	-	86.0	-	-	10.8	-
A18	-	85.8	-	-	13.2	-
A19	-	85.8	-	-	12.4	-
A20	-	86.0	-	-	13.8	-
A21	-	86.0		-	9.1	-
A22	-	-		-	-	14.2
A23	-	-		-	-	15.6
A24	-	-		-	-	14.3
A25	-	-		-	-	14.4
A26	-	-		-	-	15.8
Média				**11.1**	**11.3**	**14.8**

* Bebidas preparadas a partir de amostras de achocolatado em pó (n=13), chocolate/cacau em pó (n=8) e bebida láctea achocolatada (n=5).

As bebidas lácteas achocolatadas apresentaram teor médio de sólidos solúveis superiores à todas as amostras. Em média, as bebidas preparadas a partir de amostras de

chocolate/cacau em pó apresentaram maiores teores de sólidos solúveis, quando comparadas às bebidas preparadas a partir de amostras de achocolatado em pó, provavelmente porque para o preparo deste último produto são adicionadas menores quantidades de sólidos de cacau.

Na **Tabela 15** estão apresentados os teores de cafeína, teobromina e teofilina (mg/100g) em diferentes amostras de chocolate ao leite e chocolate amargo, após extração metanólica. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010) e obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo.

Tabela 15: Teores de cafeína, teobromina e teofilina em amostras de chocolate ao leite e chocolate amargo, representantes das marcas mais consumidas do país*.

	Chocolate ao leite e chocolate amargo							
	Teor de umidade (%)		Cafeína (mg/100g)		Teobromina (mg/100g)		Teofilina (mg/100g)	
Amostras	chocolate ao leite	chocolate amargo	Chocolate ao leite	Chocolate amargo	Chocolate ao leite	Chocolate amargo	Chocolate ao leite	Chocolate amargo
A1	2.9	-	19.0 ± 0.8	-	185.8 ± 3.4	-	2.0 ± 0.0	-
A2	2.7	-	22.7 ± 1.1	-	235.6 ± 2.7	-	2.2 ± 0.0	-
A3	2.6	-	18.6 ± 0.3	-	246.6 ± 6.8	-	2.5 ± 0.0	-
A4	2.5	-	15.6 ± 0.4	-	207.2 ± 2.3	-	2.0 ± 0.0	-
A5	3.0	-	36.4 ± 0.2	-	383.2 ± 4.7	-	5.0 ± 0.0	-
A6	3.0	-	6.9 ± 0.8	-	123.1 ± 9.7	-	0.9 ± 0.0	-
A7	2.8	-	40.0 ± 0.9	-	469.1 ± 8.6	-	5.8 ± 0.0	-
A8	2.9	-	21.5 ± 0.3	-	316.1 ± 9.3	-	2.9 ± 0.0	-
A9	2.4	-	22.7 ± 0.4	-	304.5 ± 1.7	-	3.4 ± 0.0	-
A10	2.3	-	49.1 ± 0.9	-	491.6 ± 4.8	-	6.5 ± 0.0	-
A11	-	3.0	-	99.7 ± 2.3	-	929.9 ± 30.2	-	4.0 ± 0.2
A12	-	2.4	-	98.3 ± 1.4	-	817.5 ± 27.6	-	4.2 ± 0.2
A13	-	2.1	-	57.4 ± 3.7	-	700.5 ± 23.7	-	9.0 ± 1.2
A14	-	2.4	-	86.5 ± 1.1	-	1248.6 ± 21.8	-	9.3 ± 1.0
A15	-	2.9	-	84.7 ± 1.9	-	1207.9 ± 11.8	-	9.9 ± 0.8
A16	-	2.7	-	67.4 ± 1.8	-	844.3 ± 13.2	-	9.5 ± 0.7
A17	-	2.4	-	84.8 ± 1.6	-	1168.7 ± 17.2	-	8.5 ± 0.3
A18	-	2.3	-	81.6 ± 1.9	-	1174.9 ± 12.0	-	7.5 ± 0.3
A19	-	2.4	-	83.6 ± 1.8	-	1178.0 ± 14.3	-	8.6 ± 0.5
A20	-	2.4	-	87.2 ± 1.6	-	1098.1 ± 21.3	-	8.3 ± 0.4
Média			**25.2 ± 12.7**	**83.1 ± 12.6**	**296.2 ± 121.2**	**1036.8 ± 136.4**	**3.3 ± 1.8**	**7.8 ± 2.1**

* Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo ordenadas por ordem de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. ** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de amostras de chocolate ao leite (n=10) e chocolate amargo (n=10), obtidos por extração metanólica.

Para o preparo de chocolates, podem ser adicionados diferentes percentuais de massa de cacau, cacau em pó, manteiga de cacau, açúcar e leite em pó, o que caracteriza a variação dos tipos de produto: chocolate amargo, que pode conter cerca de 60% de massa de cacau e o restante de açúcar; chocolate ao leite, que normalmente contem cerca de 10-12% de massa de cacau e chocolate branco, que não contem massa de cacau, somente a manteiga (MENG *et al.*, 2009).

As **Figuras 29, 30** e **31** mostram a comparação dos teores médios de cafeína, teobromina e teofilina nas amostras de chocolate ao leite e chocolate amargo mais consumidas no Brasil.

Entre as amostras de chocolate ao leite, os teores de cafeína variaram de 15.0 a 49.1 com média de 25.2 ± 12.7 mg/100g; os de teobromina variaram de 123.1 a 491.6 com média de 296.2 ± 121.2 mg/100g e os de teofilina, variaram de 0.9 a 6.5 com média de 3.3 ± 1.8 mg/100g. Como esperado, as amostras de chocolate amargo apresentaram teores médios superiores de cafeína, teobromina e teofilina (p = 0.0001) (83.1 ± 12.6 mg/100g, 1036.8 ± 136.4 mg/100g e 7.8 ± 2.1 mg/100g, respectivamente) quando comparadas às amostras de chocolate ao leite, pois para a produção de chocolate amargo são adicionadas maior quantidade de sólidos de cacau.

Em relação aos teores de umidade, todas as amostras de chocolate ao leite e chocolate amargo investigadas no estudo apresentaram conformidade com o preconizado pela Resolução CNNPA nº12 da ANVISA (BRASIL, 1978) que estabelece requisitos de qualidade específicos para chocolates e preconiza que estes produtos contenham o teor máximo de 3% de umidade (p/p).

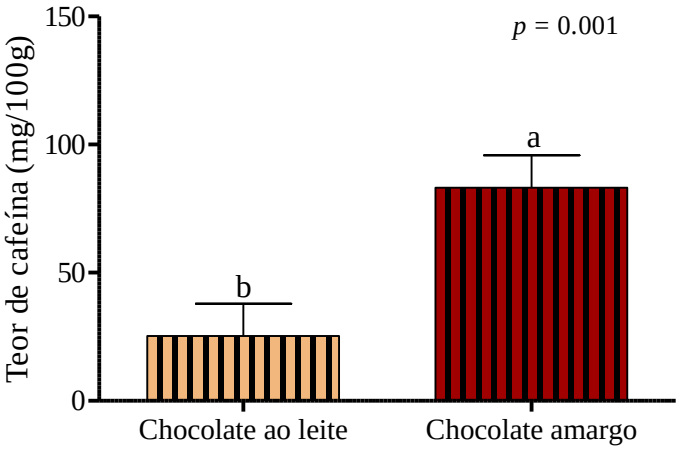

Figura 29: Teores médios de cafeína nas amostras representantes das marcas de chocolate ao leite (n=10) e chocolate amargo (n=10), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

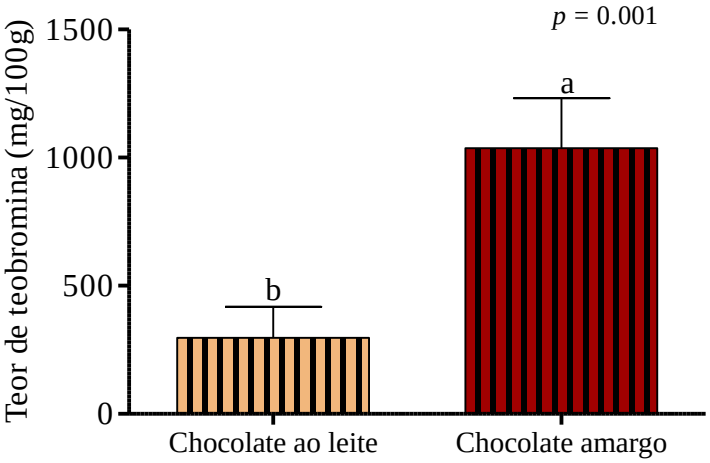

Figura 30: Teores médios de teobromina nas amostras representantes das marcas de chocolate ao leite (n=10) e chocolate amargo (n=10), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro .Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

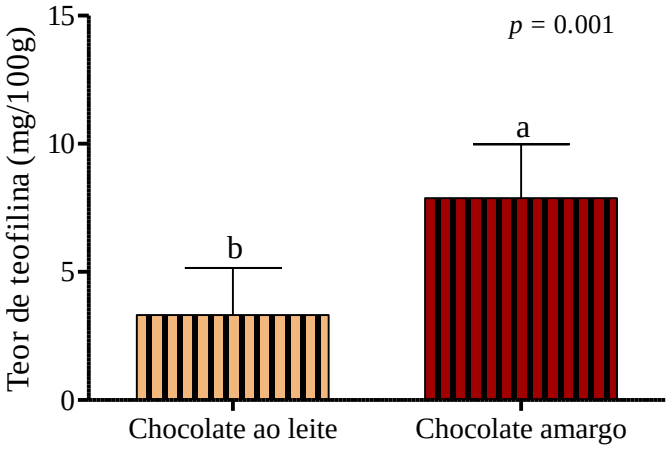

Figura 31: Teores médios de teofilina nas amostras das marcas de chocolate ao leite (n=10) e chocolate amargo (n=10), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Em relação às amostras de chocolate ao leite, o presente estudo identificou teores médios semelhantes de metilxantinas àqueles observados por Tokusoglu & Ünal. (2002), que relataram teores de cafeína que variaram de 51-94 mg/100g; de teobromina 126-197 mg/100g, e teofilina 4-9 mg/100g. Os estudos conduzidos por BINNS (1995), FDA (ano) e LANGER *et al.*, (2011) também identificaram teores médios de cafeína em chocolate ao leite, semelhantes ao presente estudo (22 mg/100g e 21 mg/100g, respectivamente). Em relação à teobromina, o último estudo também observou teores médios de 153 mg/100g, neste tipo de chocolate, enquanto que o estudo de Meng *et al.*, (2011), encontrou resultados de 125.1 ± 0.9 mg/100g.

Sobre as amostras de chocolate amargo, TOKUSOGLU & ÜNAL (2002) observaram teores de cafeína que variaram de 46-79 mg/100g, de teobromina, que variaram de 1380-1960 mg/100g e teofilina, que variaram de 4-5 mg/100g, teores semelhantes aos observados no presente estudo. LANGER *et al.*, (2011) relataram teores de teobromina e cafeína, respectivamente, também semelhantes aos observados no presente estudo (850-1640 mg/100g e 30-140 mg/100g). O trabalho de MENG *et al.*, (2011), identificou teores médios de teobromina de 883.1 ± 3.5g/100g. No presente estudo, não foram analisadas amostras de chocolate branco, pois para o preparo deste tipo de chocolate, não são adicionados sólidos de cacau.

6.1.6 Refrigerantes, bebidas energéticas, guaraná natural

De acordo com a comparação entre os tempos de retenção dos compostos e os picos nas amostras investigadas, foram identificadas as metilxantinas cafeína e teobromina.

Nas **Tabelas 16** e **17** são apresentados os teores de cafeína e teobromina (mg/100mL) observados em diferentes amostras de refrigerantes de cola, refrigerantes de guaraná, bebidas energéticas, guaraná natural pronto para consumo e xarope de guaraná. Foram analisadas as marcas mais consumidas de cada produto de acordo com os dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010) e obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população do município do Rio de Janeiro (n=2120). Os resultados estão organizados em ordem decrescente de consumo.

Tabela 16: Teor de cafeína e teobromina em amostras de refrigerantes de cola e refrigerantes de guaraná, representantes das marcas mais consumidas do país *.

	Cafeína (mg/100mL)			Teobromina (mg/100mL)	
Amostras	**Refrigerante a base de cola**	**Refrigerante a base de guaraná**	**Outros tipos de refrigerantes**	**Refrigerante a base de cola**	**Refrigerante a base de guaraná**
A1	9.5 ± 0.5	-	-	0.3 ± 0.007	-
A2	9.2 ± 0.07	-	-	0.1 ± 0.01	-
A3	7.4 ± 0.4	-	-	0.1 ± 0.007	-
A4	7.1 ± 0.07	-	-	0.8 ± 0.01	-
A5	-	0.6 ± 0.07	-	-	0.6 ± 0.02
A6	-	0.7± 0.06	-	-	0.3 ± 0.03
A7	-	1.0 ± 0.04	-	-	0.6 ± 0.02
A8	-	0.7 ± 0.06	-	-	0.3 ± 0.04
A9	-	-	ND	-	-
A10	-	-	ND	-	-
A11	-	-	ND	-	-
A12	-	-	ND	-	-
Média	**8.3 ± 1.2**	**0.7 ± 0.2**		**0.3± 0.3**	**0.4 ± 0.1**

* Amostras apresentadas em ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro.** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de refrigerantes de cola (n=4), refrigerantes de guaraná (n=4) e outros tipos de refrigerantes (n=4). Bebidas clarificadas.

Tabela 17: Teor de cafeína e teobromina em amostras de bebidas energéticas, guaraná natural pronto para consumo e xarope de guaraná, representantes das marcas mais consumidas do país *.

	Cafeína (mg/100mL)			Teobromina (mg/100mL)		
Amostras	**Bebidas energéticas**	**Guaraná natural pronto**	**Bebida de xarope de guaraná**	**Bebidas energéticas**	**Guaraná natural pronto**	**Bebida de xarope de guaraná**
A1	35.8 ± 0.9	-	-	2.1 ± 0.02	-	-
A2	34.7 ± 0.4	-	-	2.1 ± 0.01	-	-
A3	35.4 ± 0.4	-	-	2.2 ± 0.04	-	-
A4	36.7 ± 0.4	-	-	2.2 ± 0.03	-	-
A5	33.6 ± 0.8	-	-	2.3 ± 0.02	-	-
A6	-	1.6 ± 0.1	-	-	0.3 ± 0.02	-
A7	-	6.5 ± 0.1	-	-	0.7 ± 0.01	-
A8	-	0.1 ± 0.01	-	-	0.1 ± 0.02	-
A9	-	2.8 ± 0.08	-	-	0.6 ± 0.03	-
A10	-	4.3 ± 0.1	-	-	0.8 ± 0.05	-
A11	-	-	13.1 ± 0.1	-	-	1.2 ± 0.2
A12	-	-	8.2 ± 0.2	-	-	1.1 ± 0.1
A13	-	-	13.4 ± 0.1	-	-	1.3 ± 0.4
A14	-	-	11.0 ± 0.3	-	-	1.0 ± 0.1
Média	**35.2 ± 0.8**	**3.0 ± 2.7**	**11.0 ± 2.5**	**2.2 ± 0.07**	**0.5 ± 0.3**	**1.1 ± 0.1**

* Amostras apresentadas por ordem decrescente de consumo segundo dados da *InterScience* no Brasil e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro.** Resultados expressos como média de triplicatas de análise ± DP. Dados de bebidas energéticas (n=5), guaraná natural pronto para consumo (n=5) e xarope de guaraná (n=4). Bebidas clarificadas.

As **Figuras 32** e **33** mostram a comparação dos teores médios de cafeína e teobromina entre as bebidas de refrigerantes de cola, refrigerantes de guaraná, bebidas energéticas, guaraná natural pronto para consumo e xarope de guaraná mais consumidos no Brasil.

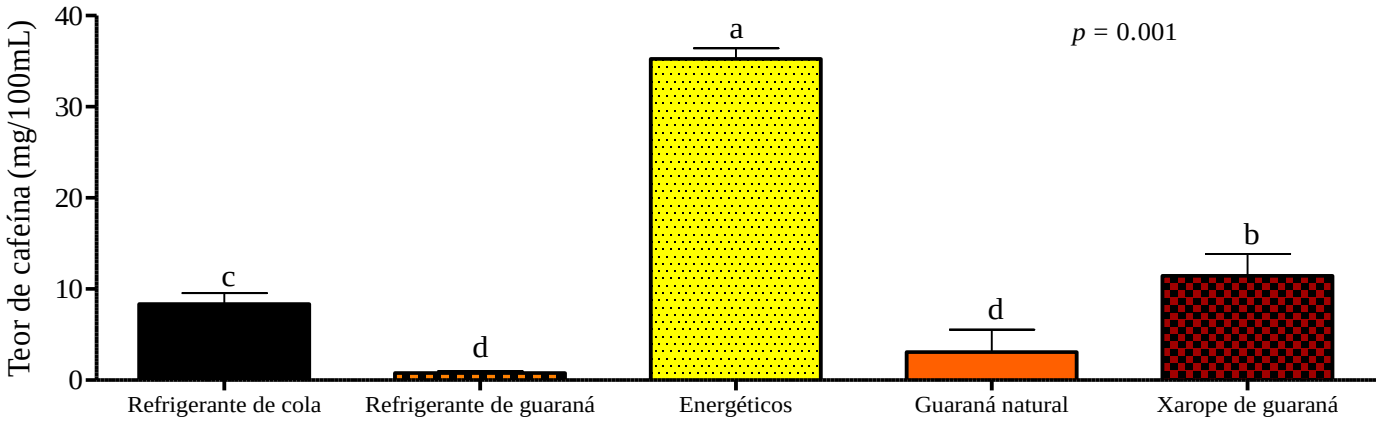

Figura 32: Teores médios de cafeína nas amostras das marcas de refrigerante de cola (n=4), refrigerante de guaraná (n=4), bebidas energéticas (n=5), guaraná natural pronto (n=5) e bebida de xarope de guaraná natural (n=4), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionário de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

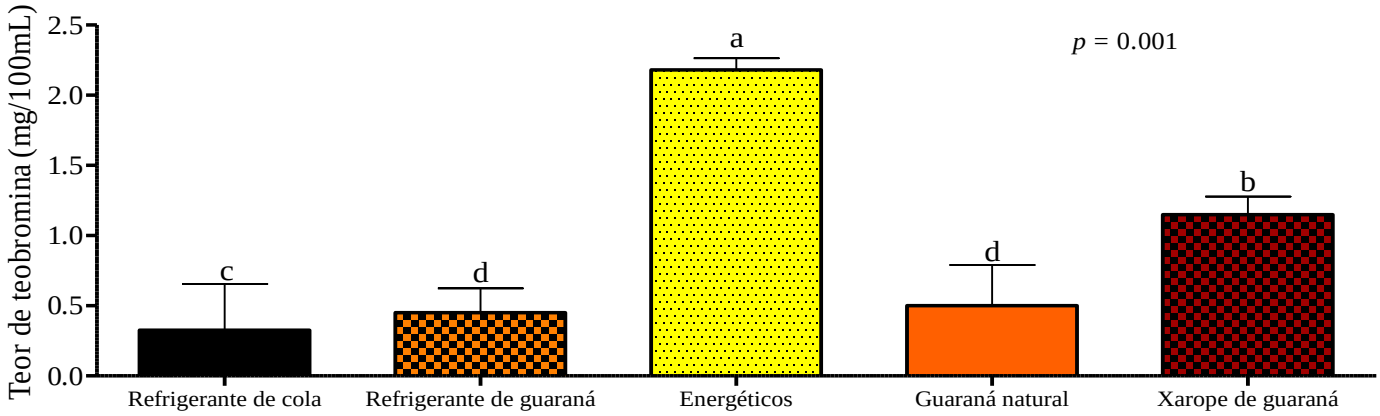

Figura 33: Teores médios de teobromina nas amostras das marcas de refrigerante de cola (n=4), refrigerante de guaraná (n=4), bebidas energéticas (n=5), guaraná natural pronto (n=5) e bebida de xarope de guaraná natural (n=4), mais consumidas no Brasil, segundo dados da *InterScience* e Questionários de Frequência de Consumo Alimentar obtidos no município do Rio de Janeiro. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas ($p \leq 0.05$) entre as médias das amostras.

Os teores médios de cafeína observados nos refrigerantes de cola (8.3 ± 1.2 mg/100mL) foram cerca de 11 vezes superiores aos dos refrigerantes de guaraná (0.7 ± 0.2 mg/100mL). Os resultados observados para refrigerante de cola, estão de acordo com os relatados por CAMARGO *et al.*, (1999) (8.3 mg/100mL) e MCCUSKER *et al.*, (2006) (8.2 mg/100mL), e inferiores ao relatado por SRDJENOVIC *et al*., (2008), que observaram teoresde cafeína nas amostras de refrigerantes a base de cola adquiridos nos EUA, variando entre 10-12 mg/100mL. Em relação aos teores de teobromina, no estudo de SRDJENOVIC *et al.*, (2008), não foi possível a quantificação da substância (limite máximo de detecção, inferior a 0.2 mg/L). Entre as amostras de refrigerantes de

guaraná, os teores encontrados no estudo, também estão de acordo com os relatados por MCCUSKER *et al.*, (2006), que observaram teores de 0.9 mg de cafeína/100 mL.

A FDA (*Food and Drug Administration*) estabelece que o limite máximo de adição de cafeína em refrigerantes não deve exceder 6 mg/30mL da bebida e a Portaria nº544 de 16 de novembro de 1988, da ANVISA, permite o limite máximo de adição de 20 mg/100mL em refrigerantes a base de cola e o teor mínimo de 0.6 mg/100mL em refrigerantes a base de guaraná. Portanto, todas as amostras de refrigerantes analisadas estão dentro dos limites máximos e mínimos de adição de cafeína permitidos pelas legislações americana e brasileira. Com relação aos outros tipos de refrigerantes, não foi detectado cafeína na sua formulação; resultado similar ao observado por AQUINO *et al.*, (2004).

Bebidas energéticas apresentaram teores de cafeína mais do que quatro vezes superiores aos das amostras de refrigerantes. Estes resultados estão de acordo com os teores médios dos mesmos produtos, relatados por SRDJENOVIC *et al*., (2008) (37 mg/100mL). MCCUSKER *et al*., (2006) também observaram teores similares da substância (27 mg/100mL) em bebidas energéticas das mesmas marcas, porém, adquiridas nos Estados Unidos.

A legislação RDC nº 275 da ANVISA, (BRASIL, 2005), estabelece que as bebidas energéticas devem conter cafeína adicionada em concentrações de até 35 mg/100mL da bebida. Assim, analisando de forma individual e absoluta, todas as marcas avaliadas das bebidas energéticas estariam de acordo com o com a legislação, com exceção da marca 13, cujo teor está acima do limite máximo proposto pela legislação brasileira. Também, as amostras estavam em conformidade em relação ao teor de cafeína declarada no rótulo destas bebidas. O conteúdo de cafeína adicionado às bebidas energéticas não é regulamentado pela FDA, no entanto, estas bebidas, não se enquadram na mesma legislação que limita os teores máximos de cafeína adicionados aos refrigerantes, pois os teores da substância presentes nos energéticos são quase duas vezes superiores ao permitido pela FDA.

Os teores médios de cafeína observados nas bebidas de guaraná natural (3.0 ± 2.7 mg/100mL) foram superiores aos dos refrigerantes de guaraná (0.7 ± 0.2 mg/100mL). Para o preparo da bebida à base de guaraná, em geral, é adicionado extrato concentrado ou xarope de açúcar contendo extrato de guaraná, que deve conter entre 0.02 – 0.2g de semente de guaraná para cada 100 mL de produto. AQUINO *et al*., (2004) observaram teores de cafeína em amostras de xarope de guaraná, que variaram

de 0.7 a 86.4 mg/100mL. É importante considerar as diferentes concentrações de xarope de guaraná que podem ser utilizadas na fabricação dessas bebidas, o que provavelmente poderia explicar a grande variação observada entre os teores de cafeína das amostras (teor mínimo de 0.1 e máximo de 6.5 mg/100mL). A determinação de cafeína é um importante parâmetro empregado no controle de qualidade da produção de xarope de guaraná e de suas bebidas, com o objetivo de avaliar possíveis adições indiscriminadas de açúcar e de cafeína à composição do produto (AQUINO *et al.*, 2004).

Embora muitos estudos associem o consumo de café e chás de *C. sinensis* a benefícios à saúde, como propriedades antioxidantes e anticâncer, há uma forte crença de que pessoas que consomem elevados teores de cafeína, tendem a apresentar maiores riscos de desenvolvimento de problemas ósseos (incluindo osteoporose), bem como problemas absortivos intestinal, excreção renal (BORSE *et al.*,2002; MASSEY, 2001; PANET *et al.*,2003) e anemia por deficiência de ferro (HALBERG; ROSSANDER, 1982). Embora alguns estudos epidemiológicos mostrem uma negativa relação entre o consumo de cafeína em bebidas e absorção mineral intestinal (HEANEY, 2002; HUANG *et al.*,2002; YAZDANI *et al.*, 2002) e excreção urinária (HEANEY; RECKER, 1982), muitos outros sugerem que não há correlação entre o consumo de cafeína e absorção de minerais metálicos no intestino e nos rins (CONLISK *et al.*, 2000; NAFISI *et al.*,2002). No entanto o questionamento se o consumo de cafeína é ou não prejudicial para humanos, ainda permanece controverso.

Cálcio, magnésio, ferro e zinco são elementos essenciais para o funcionamento do organismo. Eles estão envolvidos em uma variedade de reações biológicas (TURCOT *et al.*, 2000) e suas deficiências podem resultar em problemas (PROHASKA; BROKATE, 2001). Suspeita-se que a cafeína possa ligar-se a íons metálicos e consequentemente alterar seu balanço no corpo humano (CHEN; WHITFORD, 1999).

O estudo de KOLAYH *et al.*, (2004) mostrou que a cafeína não apresenta capacidade de se ligar ao cálcio, magnésio, ferro e zinco, de forma significante a alterar as suas funções no corpo humano, pois as interações entre a cafeína e os íons metálicos foram muito fracas. Os resultados desse estudo sugerem que a cafeína não altera diretamente o balanço de íons metálicos no corpo humano pela ligação a esses metais.

A **Figura 34** e **Tabela 18** apresentam os teores médios de cafeína (mg/100g ou mL) nas bebidas e alimentos estimulantes analisados no estudo. Observa-se que as bebidas de café solúvel, *espresso* e filtrado em cafeteira elétrica, apresentaram maiores teores médios de cafeína, que variaram de 269.0 ± 11.7 a 119.6 ± 18.7 mg/100mLquando comparadas às demais. O chocolate amargo, com maior teor de sólidos de cacau na composição, apresentou o quarto maior teor médio de cafeína (83.1 ± 12.6 mg/100g entre todos os alimentos analisados. Em relação às bebidas em que são adicionadas cafeína na sua composição, as energéticas, apresentaram o maior teor médio (35.2 ± 0.8 mg/100mL). Em relação as bebidas preparadas a partir dos chás de *C. sinensis*, o preto a granel, apresentou o maior teor médio (23.2 ± 8.3 mg/100mL). Considerando as bebidas preparadas a partir de folhas secas de *I. paraguariensis*, o chimarrão apresentou o maior teor médio de cafeína (21.7 ± 3.0 mg/100mL). Sobre os chás gelados prontos para consumo, consumidos na maioria das vezes em substituição aos refrigerantes, o preto apresentou o maior teor (4.5 ± 1.5 mg/100). Em relação aos derivados do cacau em pó, muito consumidos por crianças, na forma de bebidas com leite, as de chocolate/cacau, apresentaram maiores teores médios de 11.1 ± 3.0 mg/100mL. Considerando os refrigerantes, muitas vezes adicionados de cafeína na sua composição, os de cola apresentam maiores teores (8.3 ± 1.2 mg/100mL). No entanto, é importante considerar que o consumo de cafeína pode variar de acordo com o sexo e principalmente faixa etária, portanto, todas as bebidas analisadas podem ser consumidas em quantidades diferentes e com frequência diferenciada ao longo do dia, como será abordado nas sessões seguintes.

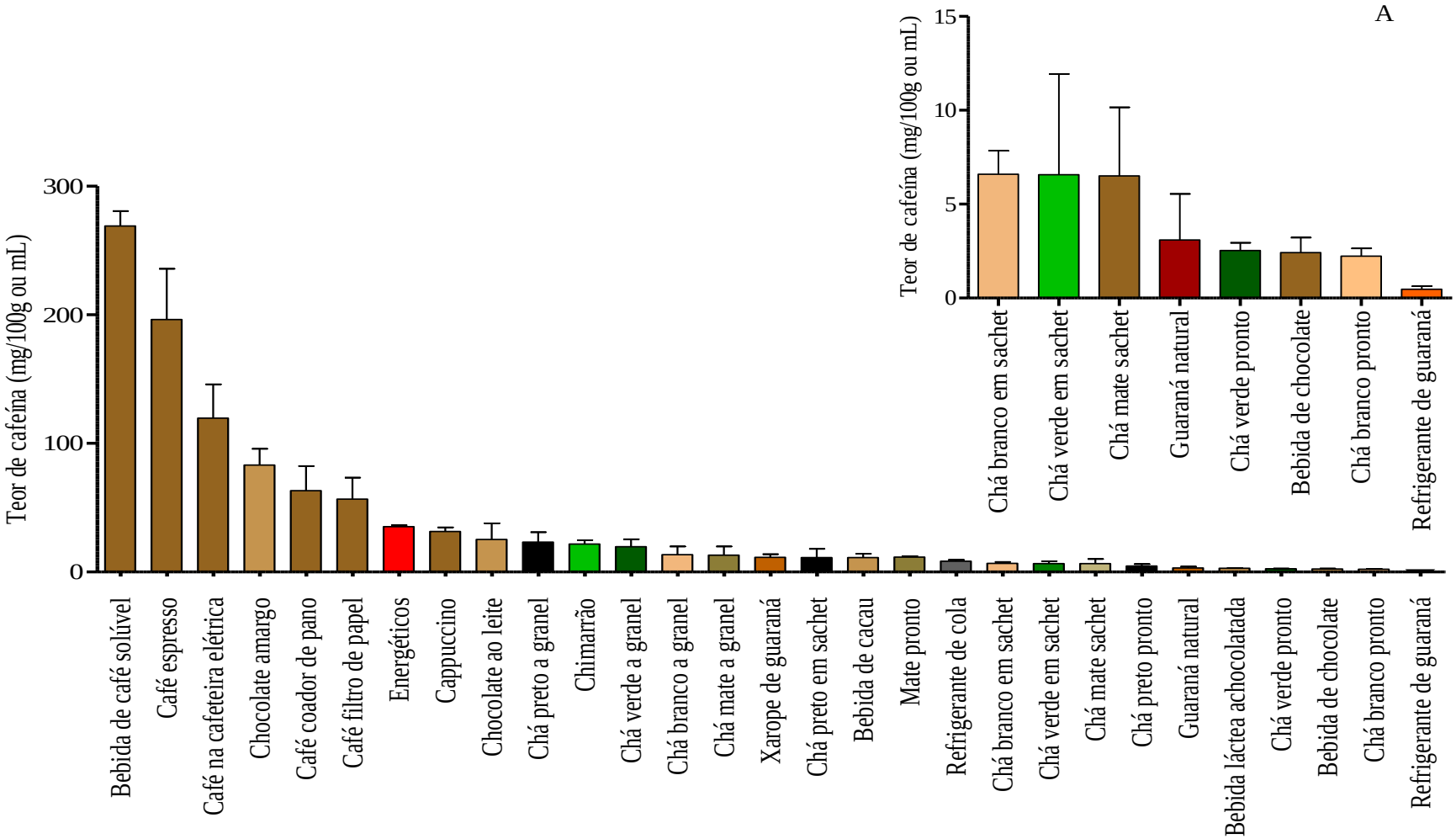

Figura 34: Teores médios de cafeína (mg/100g ou mL), observados nos alimentos estimulantes representantes das marcas mais consumidas no país (n=215). Resultados expressos como média ± desvio padrão, organizados em ordem decrescente dos teores de cafeína. **A**: ampliação da parte final da figura.

Tabela 18: Teores médios de cafeína (mg/ 100g ou mL), observados nos alimentos estimulantes representantes das marcas mais consumidas no país, considerando os diferentes métodos de preparo. Resultados expressos como média ± desvio padrão, organizados em ordem decrescente dos teores de cafeína.

Alimento	Teor de cafeína (mg/100g ou 100mL)	Método de preparo
Bebida de café solúvel	269.0 ± 11.7	2g de café diluídos em 50mL de água a 95°C
Bebida de café *espresso*	196.4 ± 39.3	10g de café na máquina de *espresso* – bebida a 10%
Bebida de café na cafeteira elétrica	119.6 ± 18.7	10g de café na cafeteira elétrica – bebida a 10%
Chocolate amargo	83.1 ± 12.6	Sem preparo
Bebida de café no coador de pano	63.2 ± 8.6	10g de café no coador de pano- bebida a 10%
Bebida de café no filtro de papel	56.7 ± 12.6	10g de café no filtro de papel- bebida a 10%
Bebida energética	35.2 ± 0.8	Sem preparo
***Cappuccino* instantâneo**	31.4 ± 3.0	30g do produto diluídos em 200mL de água a 95°C.
Chocolate ao leite	25.2 ± 12.7	Sem preparo
Bebida de chá preto a granel	23.2 ± 8.3	1.6g de chá em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de chá branco a granel	13.3 ± 7.1	1.6g de chá em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de chá mate tostado a granel	13.0 ± 6.7	1.6g de chá em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de xarope de guaraná	11.0 ± 2.5	100mL de xarope diluídos em 700mL de água
Bebida de chá preto em *sachet*	11.2 ± 6.7	1 *sachet* (1.6g) em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de cacau em pó	11.1 ± 3.0	30g de achocolatado em pó diluídos em 200mL de água a 95ºC
Bebida de mate pronto para consumo	11.0 ± 0.7	Sem preparo
Refrigerante a base de cola	8.3 ± 1.2	Sem preparo
Bebida de chá branco em *sachet*	6.6 ± 1.2	1 *sachet* (1.6g) em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de chá verde em *sachet*	6.6 ± 5.3	1 *sachet* (1.6g) em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de chá mate em *sachet*	6.5 ± 3.6	1 *sachet* (1.6g) em 200mL de água a 95ºC por 5 minutos
Bebida de chá preto pronta para consumo	4.5 ± 1.5	Sem preparo
Bebida de guaraná natural pronta para consumo	3.0 ± 2.7	Sem preparo
Bebida láctea achocolatada pronta para consumo	2.9 ± 0.4	Sem preparo
Bebida de chá verde pronta para consumo	2.5 ± 0.4	Sem preparo
Bebida de achocolatado em pó	2.4 ± 0.8	30g de achocolatado em pó diluídos em 200mL de água a 95ºC
Bebida de chá branco pronta para consumo	2.3 ± 0.4	Sem preparo
Refrigerante a base de guaraná	0.4 ± 0.1	Sem preparo

* Teores médios de cafeína (mg/100g ou mL) observados nos alimentos estimulantes mais consumidos no país (n=215). Resultados expressos como média ± DP organizados em ordem decrescente dos teores de cafeína.

6.2. Parte 2. Contribuição dos alimentos fonte para o consumo de metilxantinas

6.2.1 Estimativa do consumo de metilxantinas no Brasil

Para estimar o consumo médio de metilxantinas pela população brasileira, foram utilizados os dados da POF 2008-2009, que analisou o consumo alimentar pessoal no Brasil. Perfis diferenciados de padrões alimentares caracterizam as cinco grandes regiões do país, portanto, todos os dados obtidos variaram de acordo com faixa etária, renda, localização residencial e até mesmo com o clima das regiões de estudo, e foram consideradas no presente trabalho. Para embasar os cálculos da estimativa de consumo de metilxantinas pela população brasileira, foram utilizados dados gentilmente cedidos pela *InterScience* (2010), partes dos quais foram divulgados pela ABIC (2010) na Pesquisa de Tendências de Consumo de Café, acerca do consumo de bebidas, que considerou as preferências de consumidores de diferentes faixas etárias e classe sociais. Em relação aos tipos de café consumidos, a pesquisa publicada pela ABIC mostrou que 96% dos entrevistados consomem, com maior frequência, cafés do tipo torrado e moído, na forma de preparo filtrado; 17% café solúvel, 9% *cappuccino* e 10% café *espresso.* Sobre os chás, o preto em *sachet* é a forma mais consumida no país. Em relação aos chocolates e refrigerantes, o chocolate ao leite e os refrigerantes de cola são os mais comercializados dentre esses produtos. Com base nessas informações, para o cálculo da estimativa de consumo de metilxantinas pela população brasileira, segundo o IBGE, foram considerados os teores de metilxantinas quantificados nas bebidas de cafés torrado e moído preparado pelo método percolação manual pelo filtro de papel, chá preto em *sachet*, refrigerante de cola e chocolate ao leite.

As **Tabelas 19** e **20** apresentam o consumo alimentar médio *per capita* total e por sexo, respectivamente, de alguns alimentos fonte de metilxantinas, seguido pela contribuição de cada um deles para a ingestão destas substâncias. O cálculo foi efetuado multiplicando-se o teor médio de metilxantinas (mg/g ou mL), obtido nas análises cromatográficas realizadas no presente trabalho de dissertação, pelo consumo *per capita*, relatado nos resultados da POF 2008-2009.

Tabela 19: Contribuição estimada do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado, para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar nacional médio *per capita*, da POF 2008-2009, considerando todos os grupos de indivíduos.

Alimento	Consumo Alimentar médio *per capita*	Metilxantinas consumidas (mg/dia)			
		Cafeína	Teobromina	Teofilina	Total de metilxantinas
Café filtrado	215.1mL	120.4	-	-	120.4
Refrigerante de cola	94.7mL	7.6	0.6	-	8.2
Chá preto	31.3mL	3.4	-	-	3.4
Chocolate ao leite	3.5g	0.8	10.1	0,1	11.0
Achocolatado	0.8mL	0.01	0.1	0.002	0.1
Total		**132.2**	**10.9**	**0.1**	**143.1**

Nota: Dados para estimativa de consumo alimentar nacional médio *per capita* total (g ou mL/dia), obtidos a partir da POF 2008-2009. Os teores de metilxantinas consumidas foram calculados utilizando os resultados obtidos na análise dos alimentos (mg/g ou mL) multiplicados pelos dados de consumo.

Tabela 20: Contribuição estimada do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatados para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar nacional médio *per capita* por sexo, da POF 2008-2009.

		Metilxantinas consumidas(mg/dia) – Indivíduos do sexo feminino					Metilxantinas consumidas (mg/dia) – Indivíduos do sexo masculino			
Alimento	**Consumo diário Mulheres**	**Cafeína**	**Teobromina**	**Teofilina**	**Total de Metilxantinas**	**Consumo diário Homens**	**Cafeína**	**Teobromina**	**Teofilina**	**Total de Metilxantinas**
Café filtrado	222.3mL	124.5	-	-	124.5	208.4mL	116.4	-	-	116.4
Refrigerante de cola	112.2mL	8.9	0.8	-	9.7	78.4mL	6.2	0.5	-	6.7
Chá preto	26.8mL	3.0	-	-	3.0	35.5mL	3.9	-	-	3.9
Chocolate ao leite	2.7g	0.6	7.8	0.08	8.4	4.2g	1.0	12.1	0.1	13.2
Achocolatado	0.8mL	0.01	0.1	0.002	0.1	0.8mL	0.01	0.1	0.002	0.1
Total		**137.0**	**8.7**	**0.08**	**145.7**		**127.5**	**12.7**	**0.1**	**140.3**

Nota: Dados para estimativa de consumo alimentar nacional médio *per capita* por sexo (g ou mL/dia), obtidos a partir de dados da POF 2008-2009. Os teores de metilxantinas consumidas foram calculados utilizando os resultados obtidos na análise dos alimentos (mg/g ou mL) multiplicados pelos dados de consumo.

O consumo de alimentos fonte de metilxantinas tem crescido desde as últimas décadas. Considerando a contribuição individual de cada alimento para o consumo total diário de metilxantinas, observa-se que de acordo com os dados do IBGE, o café é o alimento fonte que mais contribui para a ingestão destas substâncias na alimentação dos brasileiros (cerca de 84.1%), seguido pelo chocolate ao leite (7.7%), refrigerante de cola (5.7%), chá preto (2.4%) e achocolatado (0.1%) (**Figura 35**). É interessante notar a forte participação do café na alimentação dos brasileiros; o hábito de consumo é diário e, na maioria das vezes, em vários momentos do dia (ABIC, 2014). Dados da ABIC (2012) mostraram que o país ampliou o consumo interno de café em 610 mil sacas no período de doze meses de novembro de 2011 a outubro de 2012. Para 2013, houve projeção de crescimento entre 2.5% e 3.0% em volume, o que elevaria o consumo interno anual para 20.9 milhões de sacas (ABIC, 2013).

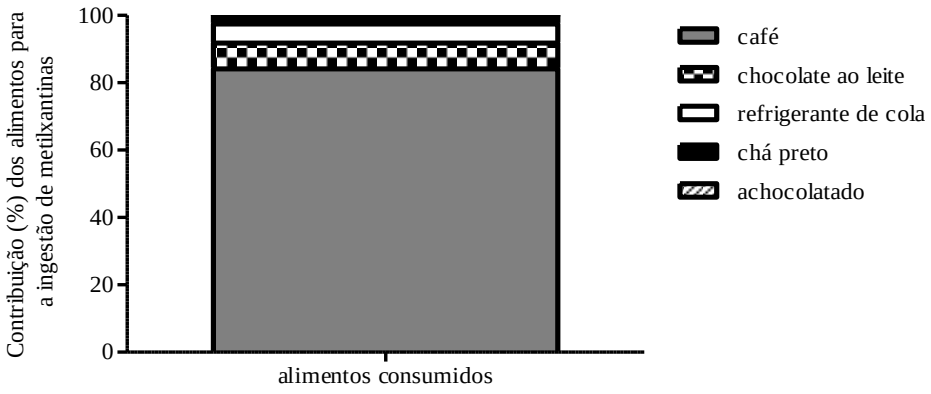

Figura 35: Contribuição (%) do café, chocolate ao leite, refrigerante de cola, chá preto e achocolatado para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional total médio *per capita* (g ou mL/dia) da POF 2008-2009.

Considerando esses dados, estima-se que os brasileiros ingerem, em média, cerca de 143.0 mg de metilxantinas/dia (**Tabela 19**), com a cafeína, teobromina e teofilina representando cerca de 92.3%; 7.6% e 0.1% do consumo total, respectivamente (**Figura 36**).

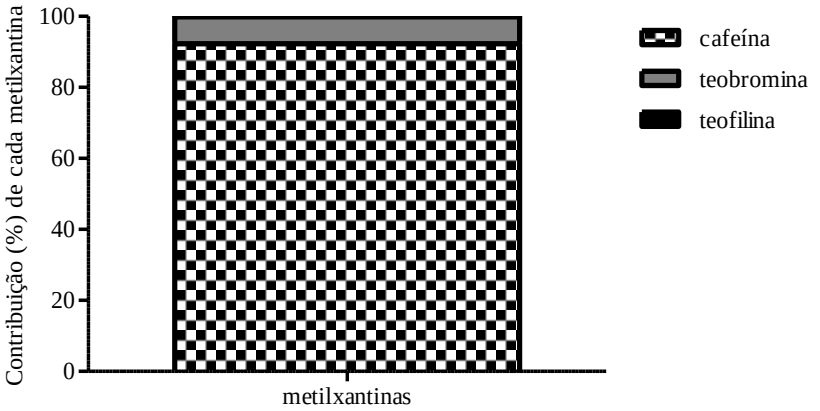

Figura 36: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional total médio *per capita* (g ou mL/dia) da POF 2008-2009.

Em 1995, a FAO (Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas) realizou uma estimativa de consumo médio de alimentos da população mundial, por meio de dados estatísticos oficiais de consumo dos países. Com esses dados, pôde-se estimar que no Brasil a ingestão média de cafeína oriunda de todas as fontes naturais foi de 40 mg/dia. FREDHLOM *et al.*, (1999) ao analisarem esses dados, criticaram quanto à confiabilidade das estatísticas divulgadas e ressaltaram a possível não contabilização total das informações dos países com vasta produção de plantas que contem cafeína, o que poderia justificar baixos teores de consumo de cafeína estimados em alguns países, a exemplo do Brasil e China (16 mg/dia). Além disso, nesta estimativa, não foram considerados dados de consumo de refrigerantes, o que possivelmente favoreceu a subestimação das informações.

FRARY *et al.*, (2005) realizaram um estudo que forneceu dados sobre o consumo de cafeína em uma amostra representativa da população dos Estados Unidos (n = 18.000), compilando informações divulgados pela USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) de 1994 a 1998. Os autores identificaram os indivíduos consumidores de cafeína e estimaram a ingestão média de 193 mg de cafeína por dia, valor superior ao estimado pela população brasileira no presente estudo (132 mg/dia). FRARY *et al.*, (2005) também avaliaram a contribuição dos alimentos para o consumo de cafeína e relataram que o café, refrigerantes e chás, representam cerca de 71, 16 e 12% do consumo de cafeína, respectivamente.

Considerando a influência do sexo na contribuição de cada alimento no consumo diário de metilxantinas (**Tabela 20**), observa-se que o café foi o alimento que mais contribuiu para a ingestão destas substâncias, tanto na alimentação dos indivíduos do sexo feminino quanto do masculino (**Figura 37**). Entre os indivíduos do sexo feminino, os demais alimentos que contribuíram, em ordem decrescente, foram: o refrigerante de

cola, chocolate ao leite, chá preto e achocolatados; já a ordem de consumo entre os do sexo masculino, foi o chocolate ao leite, refrigerante de cola, chá preto e achocolatados. Estes dados incluem tanto consumo de crianças, quanto de adultos e idosos, de acordo com o IBGE (2011).

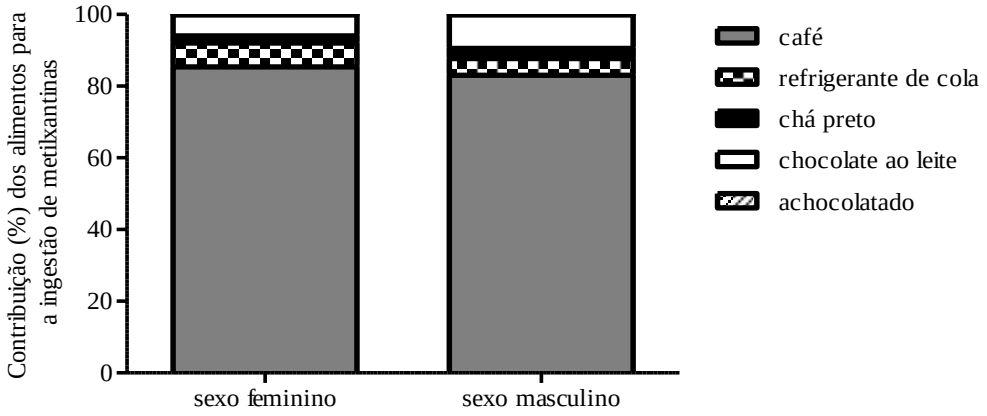

Figura 37: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por sexo da POF 2008-2009.

Com base nessas informações, estima-se que indivíduos do sexo feminino ingerem teores de metilxantinas (146 mg/dia) similares em relação aos do sexo masculino (140 mg/dia) (**Tabela 20**). Nos dois sexos, também observa-se que a cafeína é a metilxantina mais consumida, representando cerca de 94.0 e 91% da ingestão total de mulheres e homens, o que pode ser explicado pelo maior consumo de chocolate pelos homens, de acordo com os dados do IBGE (2011), o que proporcionou a maior participação da teobromina na ingestão de metilxantinas neste grupo (**Figura 38)**. Estes resultados corroboram os dados de que a cafeína é a metilxantina amplamente consumida na alimentação de indivíduos de todas as idades (FRARY *et al.*, 2005).

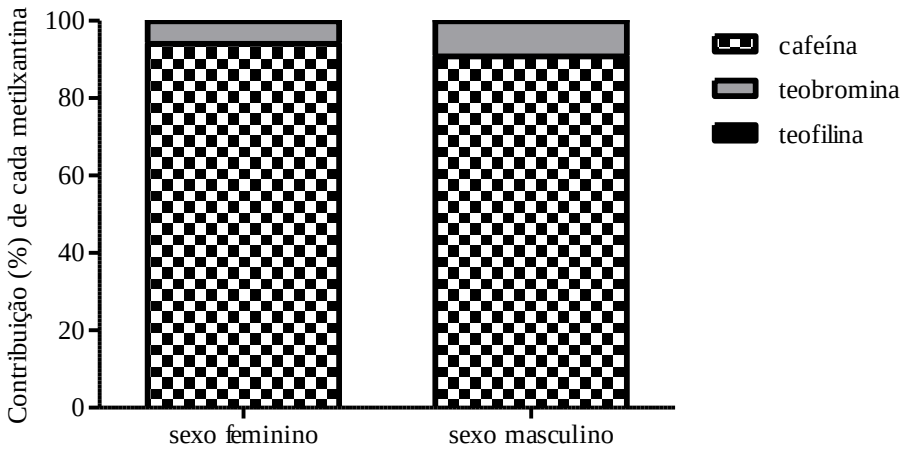

Figura 38: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por sexo da POF 2008-2009.

Estudo conduzido por PENOLAZZI *et al.*, (2012) com 590 indivíduos italianos (300 mulheres e 290 homens) mostrou que homens ingerem mais cafeína do que mulheres, tendência oposta à observada na estimativa de consumo usando os dados da POF 2008-2009. Em relação à contribuição dos alimentos para a ingestão de cafeína, o mesmo estudo observou que café, chás, refrigerantes de cola e chocolates, representaram cerca de 88.9%; 54.5%; 46.2% e 20%, respectivamente, para o consumo diário da substância, de forma similar à observada no presente estudo, onde o café é o alimento que mais contribui para o consumo de cafeína na alimentação. FITT *et al.*, (2013), que estimaram o consumo de cafeína no Reino Unido, usando dados coletados no *National Diet and Nutrition Survey* 2008-2010 de 2008 indivíduos de ambos os sexos e diferentes faixas etárias, também verificaram que homens ingerem mais cafeína (130 ± 88 mg/dia) do que mulheres (122 ± 87 mg/dia). Sobre a contribuição de cada alimento para esse consumo, café, energéticos (incluindo refrigerantes) e chás contribuíram de forma expressiva (52%, 40% e 31% do consumo, respectivamente). É importante ressaltar que nos estudos citados não foi avaliado o consumo das demais metilxantinas, principalmente a teobromina.

A **Tabela 21** apresenta o consumo alimentar médio *per capita* de alguns alimentos fonte de metilxantinas, considerando a faixa etária, seguido pela contribuição de cada um deles para a ingestão habitual destas substâncias.

Tabela 21: Contribuição estimada do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar por faixa etária da POF 2008-2009.

		Metilxantinas consumidas – Adolescentes (mg/dia)					Metilxantinas consumidas – Adultos (mg/dia)					Metilxantinas consumidas – Idosos (mg/dia)			
Alimento	**Consumo Adolesc.**	**Cafeína**	**Teobromina**	**Teofilina**	**Total de Metilxantinas**	**Consumo Adultos**	**Cafeína**	**Teobromina**	**Teofilina**	**Total de Metilxantinas**	**Consumo Idosos**	**Cafeína**	**Teobromina**	**Teofilina**	**Total de Metilxantinas**
Café filtrado	166.7mL	93.3	-	-	93.3	222.8mL	124.7	-	-	124.7	246.9mL	138.2	-	-	138.2
Refrigerante de cola	123.7mL	9.8	0.8	-	10.6	98.2mL	7.8	0.7	-	8.5	35.1mL	2.8	0.1	-	2.9
Chá preto	10.4mL	1.1	-	-	1.1	34.4mL	3.8	-	-	3.8	46.0mL	5.0	-	-	5.0
Chocolate ao leite	6.2g	1.1	13.5	1.2	15.8	3.1g	0.7	8.9	0.1	9.7	1.4g	0.3	4.1	0.04	4.4
Achocolatado	0.8mL	0.01	0.2	0.002	0.2	0.8mL	0.01	0.2	0.002	0.2	0.8mL	0.01	0.2	0.002	0.2
Total		**105.4**	**14.5**	**1.2**	**121.0**		**137.0**	**9.8**	**0.1**	**147.0**		**146.3**	**4.4**	**0.04**	**150.7**

Nota: Dados para estimativa de consumo alimentar nacional médio *per capita* por faixa etária (g ou mL/dia), obtidos a partir da POF 2008-2009. Os teores de metilxantinas consumidos foram calculados utilizando os resultados obtidos na análise dos alimentos (mg/g ou mL) multiplicados pelos dados de consumo.

Pode-se estimar, segundo os dados da POF 2008-2009, que os idosos consomem em média, teores superiores de metilxantinas (cerca de 151 mg/dia), seguido pelos adultos (147 mg/dia) e adolescentes (121 mg/dia) (**Tabela 21**), o que pode estar relacionado ao maior consumo de café entre os idosos. Também, é importante destacar que o café também foi o alimento fonte de metilxantinas que mais contribuiu para a ingestão destas substâncias na alimentação das crianças, adolescentes e adultos (**Figura 39**). Estes dados estão de acordo com a pesquisa de tendência de consumo realizada pela ABIC, que apontou que o percentual de pessoas entre 15 e 19 anos que declararam ter o café como bebida habitual subiu de 85% para 91% de 2003 para 2010, acompanhando o consumo dos pais, como hábito adquirido na infância, pela influência da família. A divulgação em meios populares de dados científicos que mostram os benefícios da bebida do café para a saúde e a variedade de receitas que são elaboradas com o produto, contribuíram para ampliar o consumo da bebida entre os jovens (FARAH, 2009; ABIC, 2010).

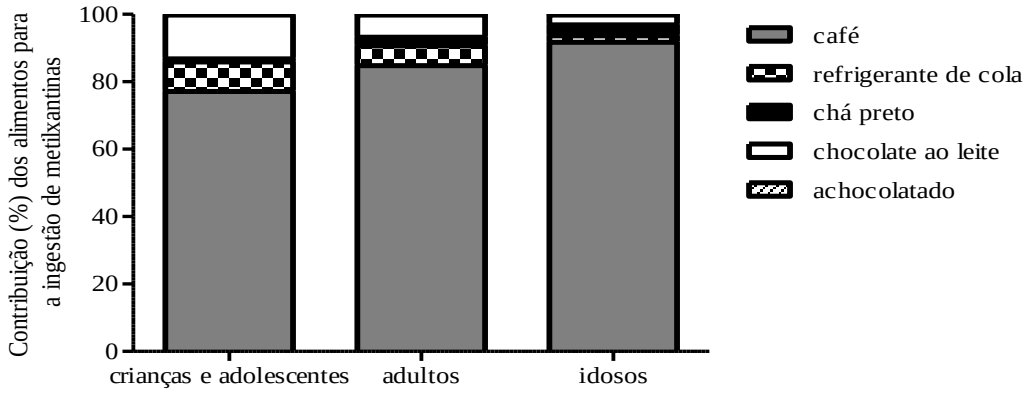

Figura 39: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por faixa etária da POF 2008-2009.

Entre os adolescentes, refrigerantes e chocolates também contribuíram de forma expressiva para o consumo diário de metilxantinas (**Figura 39**), confirmando os dados encontrados na literatura (BARONE & ROBERTS, 1996; FRARY *et al.*, 2005) sobre o alto consumo desses tipos de alimento por essa faixa etária. A pesquisa da ABIC (2010) mostrou que do total de consumidores de café, com filhos de até 9 anos, 19% restringem o consumo da bebida e as principais razões alegadas para isto pelos pais, são a falta de hábito, além da ideia de que café é prejudicial à saúde, por estimular a criança e

atrapalhar seu período de sono. Assim, 1/3 deste grupo oferece achocolatados como substituto do café. Outras alternativas oferecidas ao restante dos indivíduos que não consomem café são refrigerantes à base de cola e guaraná. Embora por mL de bebida estes alimentos contenham menos cafeína do que o café, seu alto consumo entre crianças e adolescentes pode ser mais preocupante do que o consumo de café propriamente dito. É importante ressaltar a participação das bebidas energéticas no consumo de cafeína entre os adolescentes, na maioria das vezes aliado ao consumo de álcool. Como os dados de consumo da POF 2008-2009 não consideraram o consumo de bebidas energéticas, não foi possível avaliar a sua contribuição para a estimativa de consumo de metilxantinas no Brasil.

A **Tabela 22** mostra o consumo alimentar médio *per capita* de alguns alimentos fonte de metilxantinas, considerando as regiões do país, seguido pela contribuição de cada um deles para a ingestão habitual destas substâncias.

Tabela 22: Contribuição estimada do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de consumo alimentar por regiões da POF 2008-2009.

	Consumo alimentar médio *per capita* por regiões					Consumo médio de metilxantinas (mg/dia)				
Alimento	**Norte**	**Nordeste**	**Sudeste**	**Sul**	**Centro-oeste**	**Norte**	**Nordeste**	**Sudeste**	**Sul**	**Centro-oeste**
Café filtrado (mL)	195.1	230.4	215.2	220.1	167.8	109.2	129.0	120.5	123.2	93.9
Refrigerante de cola (mL)	82.8	59.4	111.7	115.8	98.3	6.8	5.0	3.4	9.6	8.1
Chá preto (mL)	11.0	6.8	11.6	146.7	28.4	1.2	0.7	1.3	16.1	3.1
Chocolate ao leite (g)	2.8	2.2	3.6	5.5	4.1	9.0	7.1	11.6	17.6	13.2
Achocolatado (mL)	0.5	0.3	1.2	0.9	0.8	0.1	0.07	0.3	0.2	0.2
Total						**126.3**	**141.8**	**137.1**	**166.7**	**118.5**

Nota: Dados de consumo alimentar nacional médio *per capita* por regiões (g ou mL/dia), obtidos a partir da POF 2008-2009. Os teores de metilxantinas consumidas foram calculados utilizando os resultados obtidos na análise dos alimentos (mg/g ou mL) multiplicados pelos dados de consumo. Consumo total de metilxantinas: somatório dos teores fornecidos de cafeína, teobromina e teofilina.

Em todas as regiões do país, o café foi o alimento que mais contribuiu para o consumo diário de metilxantinas, com destaque para o consumo no Nordeste (91%) (**Figura 40**). Segundo informações da ABIC (2010), o crescimento do consumo de café entre os nordestinos, tem sido maior do que no restante do país e o crescimento de produtos diversificados no mercado, somado ao estímulo do hábito de tomar café fora de casa e ao fortalecimento das indústrias na região, vem favorecendo o aumento deste consumo.

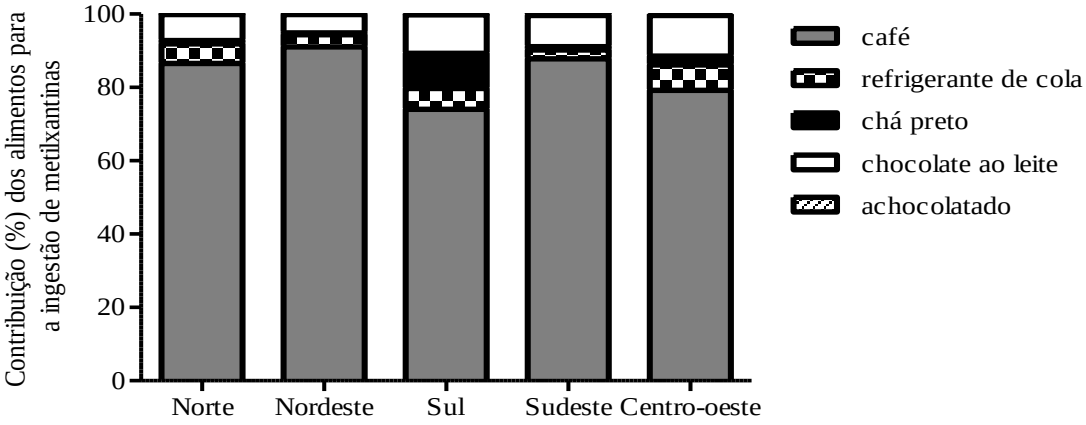

Figura 40: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por regiões da POF 2008-

O chocolate ao leite foi o segundo alimento que mais contribuiu para a ingestão diária de metilxantinas em todas as regiões do país. No Sul, destaca-se a representatividade do chá, para o consumo dessas substâncias (9.6%), o que está associado ao alto consumo de chimarrão pelos gaúchos (**Figura 40**), embora a POF 2008-2009 não tenha discriminado esse consumo. Considerando os dados pode-se estimar que a Região Sul é a maior consumidora de metilxantinas no Brasil (cerca de 167 mg/dia) (**Tabela 22**).

A **Tabela 23** mostra o consumo alimentar médio *per capita* de alguns alimentos fonte de metilxantinas, considerando as diferentes classes de renda, seguido pela contribuição de cada um deles para a ingestão habitual destas substâncias.

Tabela 23: Contribuição estimada do café filtrado, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado, para o consumo de metilxantinas (mg/dia), considerando os dados de renda*, da POF 2008-2009.

	Consumo médio *per capita* por classe de renda				Consumo total de metilxantinas (mg/dia) por classe de renda			
Alimento	**Até ½ sm**	**Mais de ½ sm a 1 sm**	**Mais de 1 sm a 2 sm**	**Mais de 2 sm**	**Até ½ sm**	**Mais de ½ sm a 1 sm**	**Mais de 1 sm a 2 sm**	**Mais de 2 sm**
Café filtrado (mL)	228.3	229.2	208.7	186.9	127.7	128.3	116.8	104.6
Refrigerante de cola (mL)	54.3	85.0	119.3	135.1	4.3	6.8	9.5	10.8
Chá preto (mL)	22.6	28.9	35.0	42.1	2.2	2.8	3.5	4.2
Chocolate ao leite (g)	1.6	2.8	3.5	6.8	5.1	9.0	11.3	22.0
Achocolatado (mL)	0.5	0.7	1.3	1.0	0.1	0.1	0.3	0.2
Total					**139.4**	**147.0**	**141.4**	**141.8**

Nota: Dados de consumo alimentar nacional médio *per capita* por classe de renda (g ou mL/dia) obtidos a partir da POF 2008-2009. Os teores de metilxantinas consumidas foram calculados utilizando os resultados obtidos na análise dos alimentos (mg/g ou mL) multiplicados pelos dados de consumo. Consumo total de metilxantinas: somatório dos teores fornecidos de cafeína, teobromina e teofilina. *sm: salário mínimo em 2008: R$415,00.

A classe de renda de ½ salário mínimo até 1salário mínimo *per capita* foi a que apresentou maior consumo diário de metilxantinas (147 mg/dia). Em todas as classes de renda, o café foi o alimento que mais contribuiu para o consumo diário de metilxantinas, com destaque para o consumo da classe de renda inferior (até ½ sm *per capita*) (91.6%) (**Figura 41**), o que está de acordo com as informações da ABIC (2010), que afirmou que o consumo de café vem crescendo em todas as classes sociais, sobretudo na classe C (de 37% de participação no consumo em 2003, para 42% em 2009), que associa o hábito de consumo de café ao prazer, sensação de bem estar e energia. Refrigerantes e chocolates, têm maior contribuição para a ingestão de metilxantinas, nas duas maiores classes de renda (**Figura 41**), provavelmente devido ao maior poder aquisitivo deste grupo. No entanto, a pesquisa do IBGE também ressalta o crescimento do consumo de alimentos industrializados entre as classes de renda inferiores.

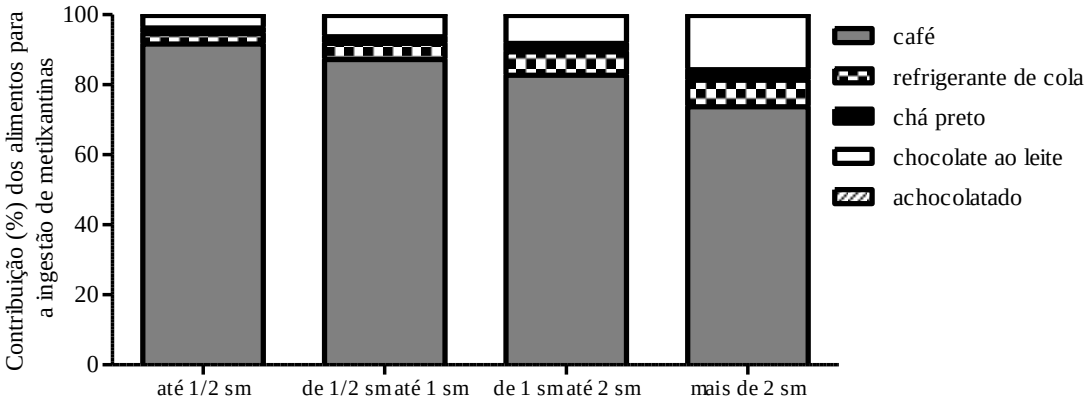

Figura 41: Contribuição (%) do café, refrigerante de cola, chá preto, chocolate ao leite e achocolatado para a ingestão total de metilxantinas (mg/dia), considerando o consumo nacional médio *per capita* (g ou mL/dia) por classe de renda da POF 2008-2009. Sm: salário mínimo.

Utilizando os dados de consumo alimentar da POF 2008-2009, foi possível estimar a ingestão de metilxantinas pela população brasileira e avaliar a representatividade dos alimentos fonte no consumo destas substâncias.

Os resultados mostraram perfis homogêneos, pois o café destacou-se como o alimento mais consumido diariamente no país e maior contribuidor para a ingestão diária de metilxantinas, em todas as regiões, por indivíduos de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias e classes de renda. Os demais alimentos avaliados representaram percentuais inferiores. De forma igual, a cafeína foi a metilxantina mais consumida pela população brasileira.

Embora a POF 2008-2009 tenha realizado uma pesquisa de consumo alimentar de abrangência nacional é importante considerar as possíveis limitações relacionadas à estimativa fidedigna do consumo de metilxantinas pela população do Brasil. Durante a coleta de dados de consumo, não foi planejada a informação sobre a variação dos diferentes métodos de preparo dos alimentos, mais especificamente dos cafés, chás e refrigerantes. Os resultados obtidos com este estudo mostraram que há diferenças entre alguns tipos de métodos de preparo de cafés e também, diferenças entre as variedades de chás e refrigerantes. Além disso, alguns alimentos fonte de metilxantinas não foram considerados, a exemplo das bebidas energéticas. Dessa forma, a estimativa do consumo diário de metilxantinas por meio dos dados da POF 2008-2009 pode estar sub ou super estimada.

6.2.2. Estimativa do consumo de metilxantinas no município do Rio de Janeiro

Com o intuito de obter informações mais fidedignas sobre a contribuição de cada alimento fonte de metilxantinas para a o consumo destas substâncias por uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro, foram aplicados 2120 Questionários de Frequência de Consumo de Alimentos fonte de metilxantinas (QFCA) que contemplavam todos os alimentos e bebidas estimulantes e os diferentes métodos de preparo **(Anexo 2)**. Na **Figura 42** pode-se observar a distribuição da amostra.

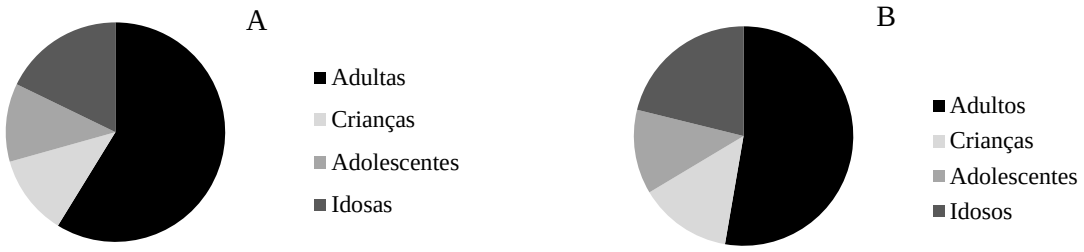

Figura 42: Distribuição da amostra submetida à aplicação dos QFCA. A: crianças (n=140), adolescentes, (n=136), adultos (n=693) e idosos (n=210) do sexo feminino. B: crianças (n=129), adolescentes, (n=117), adultos (n=496) e idosos (n=199) do sexo masculino. Indivíduos moradores das diferentes zonas (norte, sul, centro e oeste) que contemplam o município do Rio de Janeiro.

Foram avaliados o consumo dos 22 alimentos fonte listados nos questionários, considerando as variações entre os tipos e os métodos de preparo, além das diferentes marcas dos produtos, o que totalizou 32 diferentes alimentos estimulantes.

Após a análise de todos os dados coletados na aplicação dos QFCA, o consumo médio diário global de metilxantinas, de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro, sem distinção de faixa etária e sexo, pôde ser estimado em cerca de 232.9 ± 24.5 mg/dia, com a cafeína representando cerca de 68% do consumo (158.3 mg/dia), a teobromina, cerca de 30.0% (70 mg/dia) e a teofilina, cerca de 2% (2.5 mg/dia). O valor estimado para o consumo de cafeína, é inferior ao relatado por CAMARGO *et al.*, (1993), que também realizaram estudo de estimativa de consumo de cafeína entre 600 indivíduos de 9 a 80 anos, moradores da cidade de Campinas, em São Paulo e observaram que o consumo médio diário foi estimado em cerca de 170 mg/dia.

Os dados coletados com a aplicação dos QFCA também foram explorados de forma mais detalhada, considerando as variações entre os sexos e faixas etárias (crianças, adolescentes, adultos e idosos) da amostra estudada.

As **Figuras 43** e **44** apresentam os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos, por mulheres e homens adultos, respectivamente, de uma amostra da população do município do Rio de Janeiro em ordem decrescente de consumo.

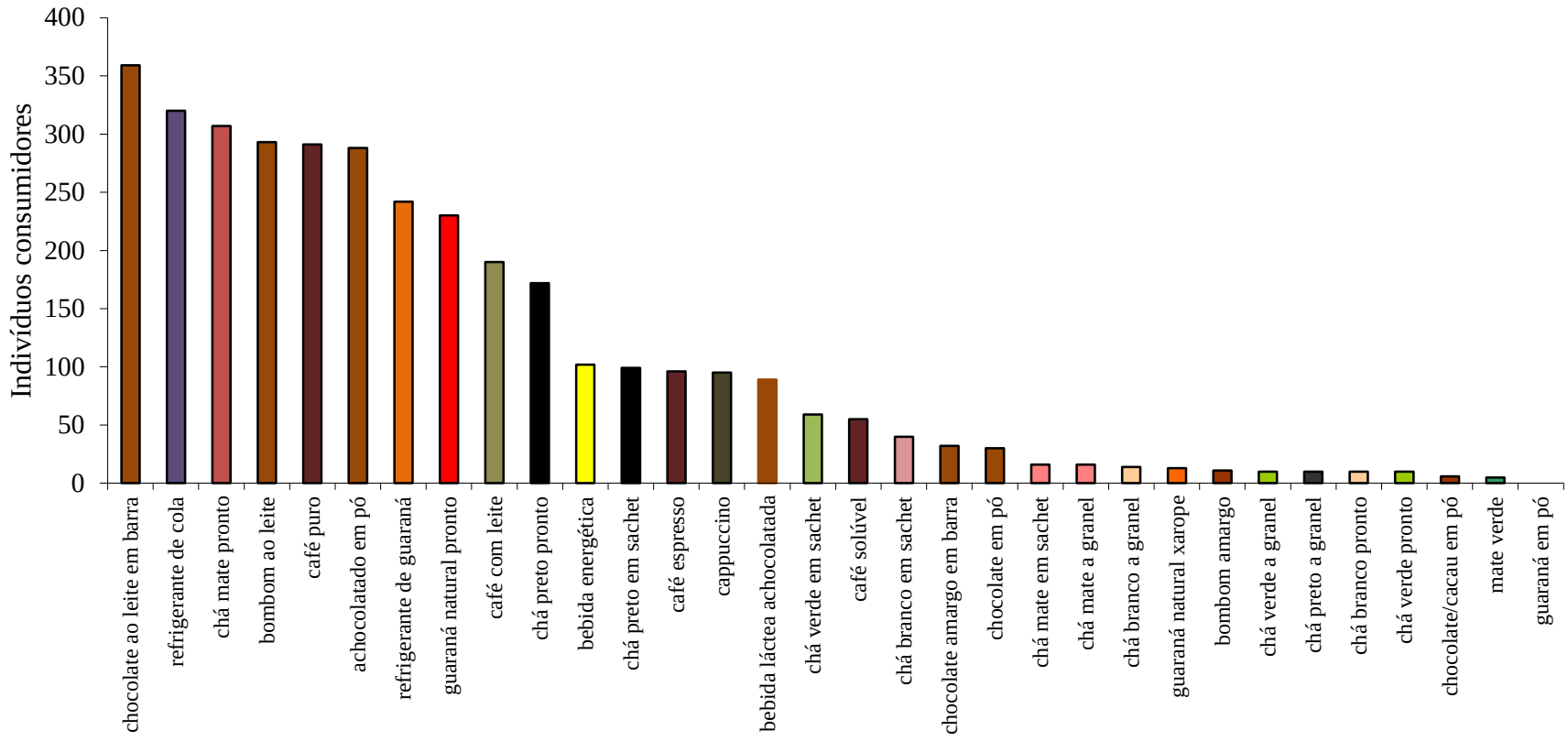

Figura 43: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por mulheres adultas (n=693). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

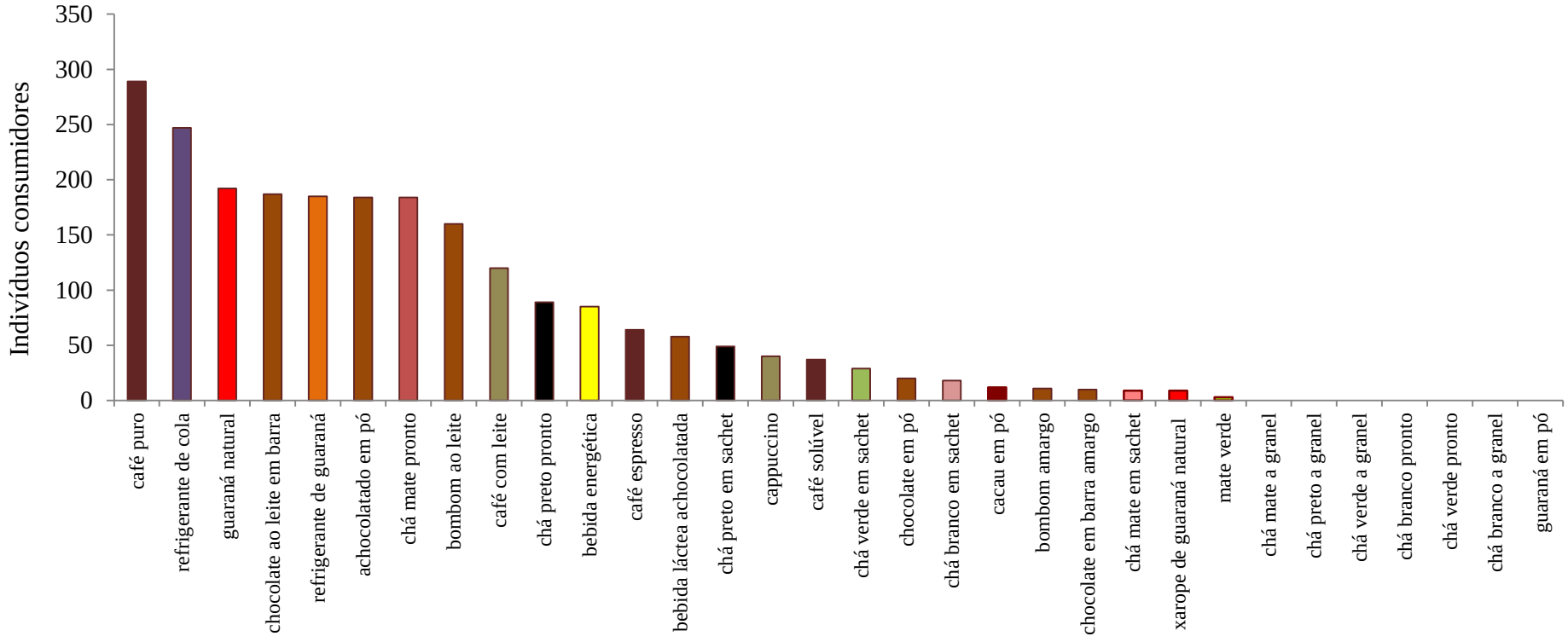

Figura 44: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por homens adultos (n=496). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

Analisando os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos por mulheres e homens adultos de uma amostra da população residente no município foram em ordem decrescente: chocolate ao leite, refrigerante de cola, chá mate pronto e café puro; entre os homens: café puro, refrigerante de cola, guaraná natural e chocolate ao leite. (**Figuras 43** e **44**).

Estes resultados mostram que outros alimentos estimulantes, diferentes do café, são muito consumidos diariamente e contribuem de forma expressiva para a ingestão de metilxantinas, tanto na alimentação de mulheres, quanto na de homens adultos de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Estes resultados diferem daqueles obtidos quando utilizou-se a estimativa de consumo realizada pela POF 2008-2009, estratificada na Região Sudeste, que colocou o café como o alimento que mais contribuiu para a ingestão destas substâncias. Isso pode dever-se ao fato dos dados de QFCA da presente dissertação não contemplarem a área rural do Rio de Janeiro, como a POF faz, já que o consumo de café nas áreas rurais do Rio parece ser maior devido à menor disponibilidade de alimentos prontos industrializados a base de chocolate e cola.

Embora a POF 2008-2009 tenha realizado uma pesquisa inédita, ao reunir pela primeira vez dados de consumo de alimentos em uma amostra da população do Brasil, a necessidade de avaliar a exatidão e sensibilidade da coleta desses dados, deve ser considerada.

De acordo com os dados dos QFCA obtidos com população de mulheres adultas, o chocolate ao leite e a bebida de chá mate pronta para consumo foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas por esse grupo (18.5% e 9.6%, respectivamente). Já os dados da população masculina adulta mostraram que o café puro e a bebida energética, foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas. Em ambos os grupos, atribui-se a grande contribuição destes alimentos, aos elevados teores de cafeína e teobromina (principalmente os derivados de cacau), observados nesses produtos.

Considerando os alimentos fonte de metilxantinas, as medidas caseiras e a frequência de consumo, foi possível estimar a ingestão diária destas substâncias por adultos de ambos os sexos (**Figura 45**).

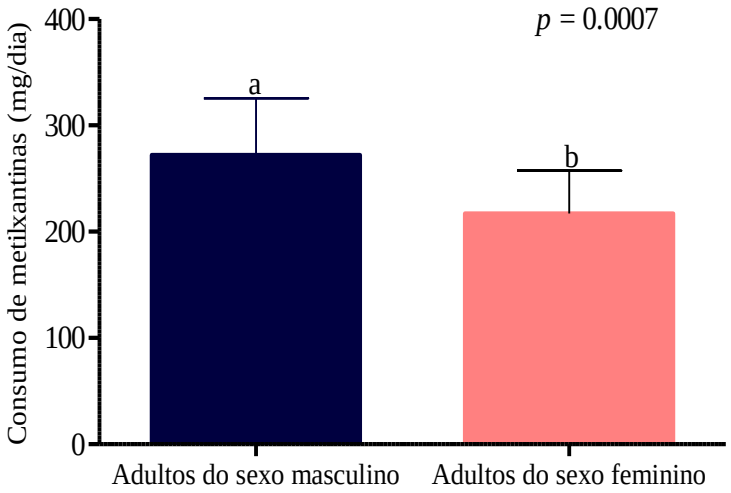

Figura 45: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por homens (n=496) e mulheres (n=693) adultas de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras.

Utilizando os dados de consumo obtidos com a aplicação dos QFCA, estima-se que os homens adultos ingerem em média 272.2 ± 53.2 mg de metilxantinas/dia, teor superior (p = 0.04) ao observado para mulheres adultas (217.3 ± 40.0 mg de metilxantinas/dia) (**Figura 45**). Considerando somente o consumo de cafeína, os homens também consomem maiores teores da substância (p = 0.002) (cerca de 190.8 ± 63.7 mg/dia) do que as mulheres (126.3 ± 48.4 mg/dia) (**Figura 46**), cerca de 33% a mais, o que representa, em média, cerca de 85% e 77% do consumo total de metilxantinas para homens e mulheres, respectivamente.

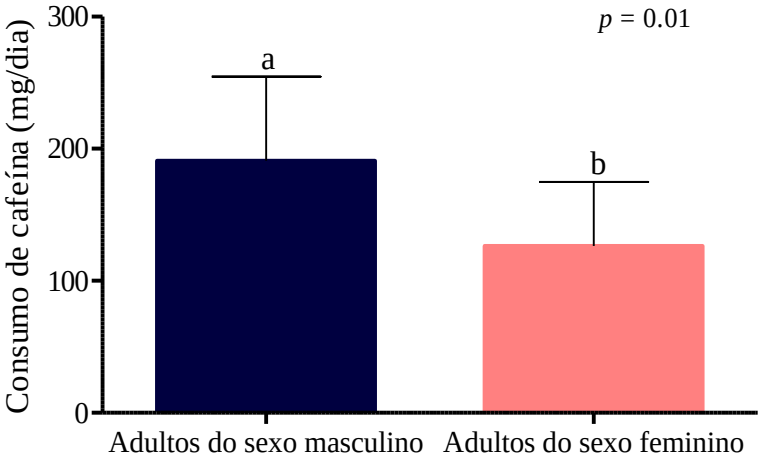

Figura 46: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por homens (n=496) e mulheres (n=693) adultas de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras.

Esses resultados são diferentes aos observados na estimativa de consumo segundo os dados da POF 2008-2009 e similares aos relatados nos estudos conduzidos por PENOLAZZI *et al.*, (2012) e FITT *et al.*, (2013), que também verificaram que homens ingerem mais cafeína do que mulheres. Em relação aos alimentos estimulantes mais consumidos, PENOLAZZI *et al.*, (2012) também relataram grande percentual de consumo de refrigerantes de cola e chocolates na alimentação diária de adultos, cerca de 54.5% e 20%. É importante ressaltar que nos estudos citados acima, não foi avaliado o consumo das demais metilxantinas, principalmente a teobromina. É importante destacar a contribuição da teobromina no consumo total de metilxantinas tanto na alimentação das mulheres (22%), quanto na de homens (14%) o que está relacionado ao grande consumo de produtos derivados do cacau, principalmente chocolate ao leite, por esses indivíduos (**Figura 47**).

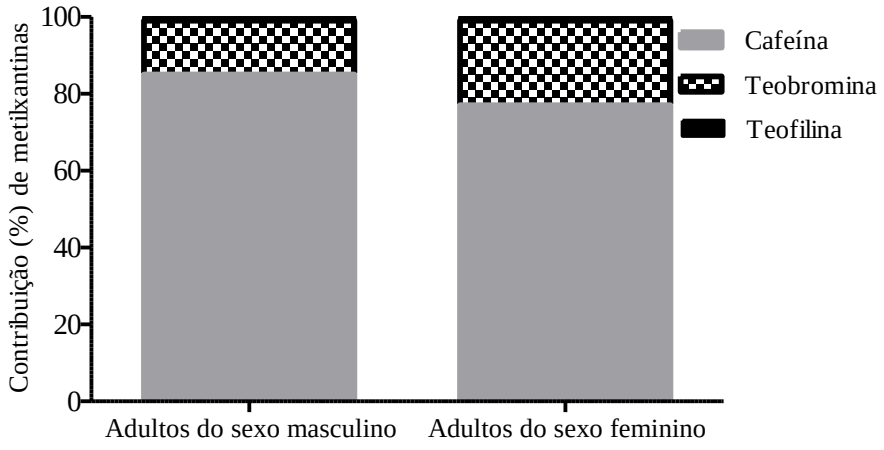

Figura 47: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de homens adultos (n=496) e mulheres adultas (n=693) obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.

Sobre sua relação com a cafeína, a ação psicoativa da teobromina é considerada fraca. MUMFORD *et al.*, (1994) realizaram uma das mais relevantes pesquisas nesse aspecto e relataram que efeitos psicoativos da teobromina, como por exemplo, mudanças no humor e aumento do estado de alerta, somente foram observados quando doses de cerca de 560mg da substância foram administradas; ao passo que, doses quase três vezes menores de cafeína (cerca de 178mg), foram suficientes para demonstrar estes efeitos, comprovando que a teobromina apresenta ação psicoativa fraca. Os mesmos autores especularam que embora a teobromina nas concentrações usualmente identificadas em chocolates pareça exercer modestos efeitos, a combinação dos efeitos desta substância com a cafeína nos produtos de cacau pode ser diferente daqueles observados nos compostos isoladamente. Estudo realizado por SMIT *et al.*, (2004) mostrou que os efeitos psicoestimulantes das metilxantinas desempenham um papel significativo no consumo de chocolate, sendo provável que a teobromina, ou a sua combinação com a cafeína, seja a substância chave. Estes resultados reforçam a necessidade de investigar os possíveis efeitos sinérgicos entre as duas metilxantinas.

As **Figuras 48** e **49** apresentam os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos por crianças dos sexos feminino e masculino, respectivamente, em ordem decrescente de consumo, de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.

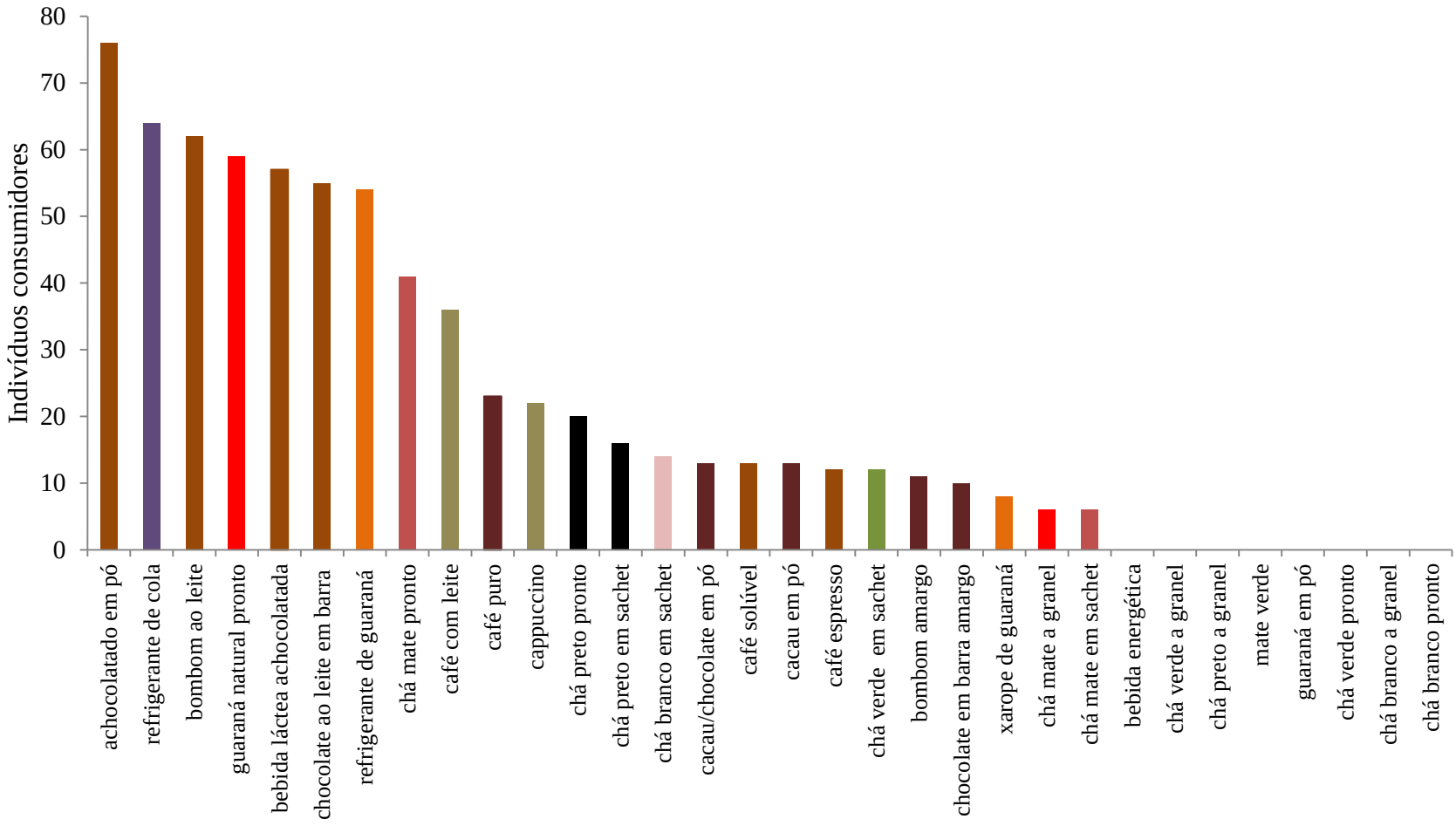

Figura 48: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por crianças do sexo feminino (n=140). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

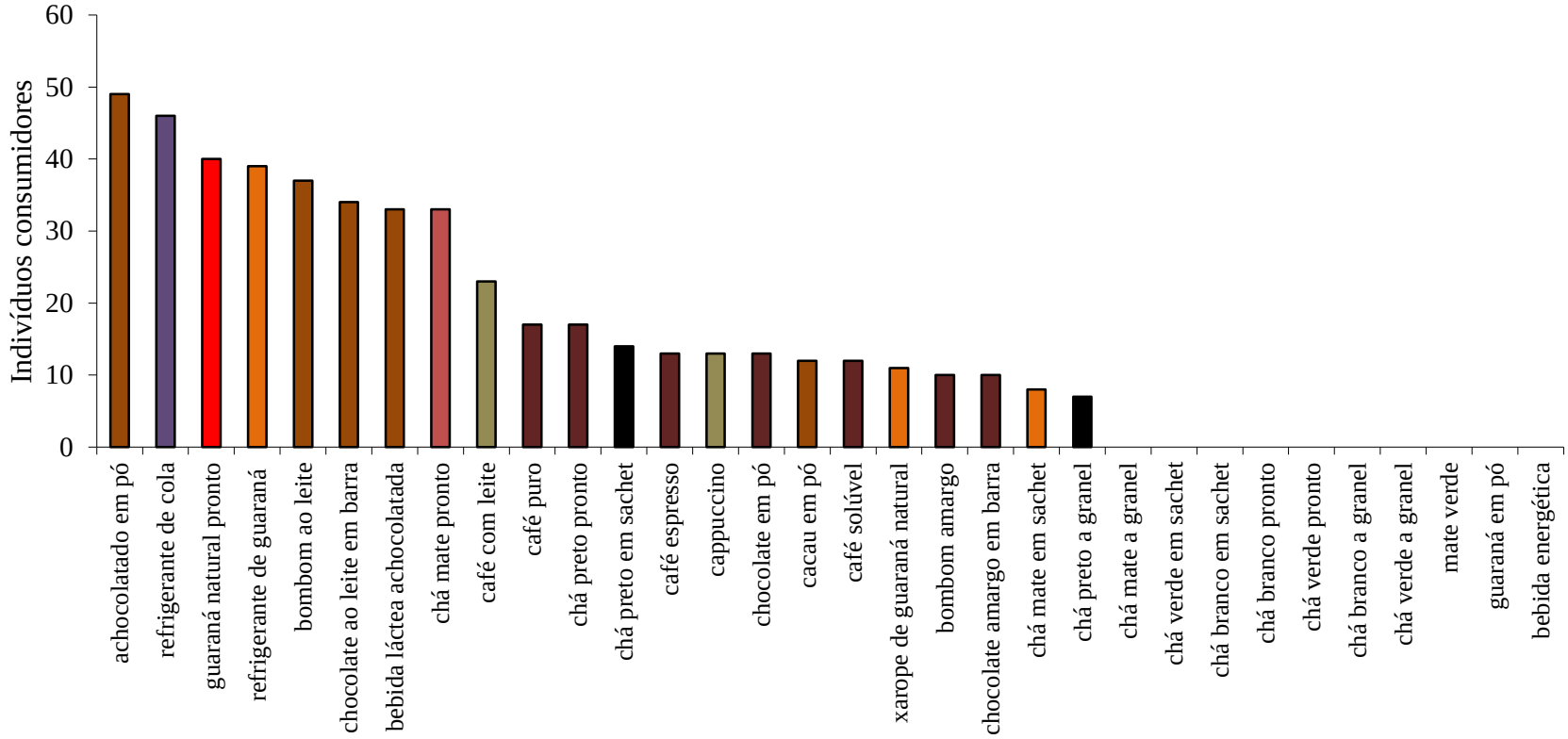

Figura 49: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por crianças do sexo masculino (n=129). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

Achocolatado em pó, refrigerante de cola, guaraná natural pronto e bebida láctea achocolatada foram os alimentos mais consumidos por crianças dos sexos masculino e feminino (**Figuras 48** e **49**). Estes dados mostram que outros alimentos estimulantes, diferentes do café, são muito consumidos diariamente e contribuem de forma significativa para o consumo de metilxantinas, na alimentação de crianças de ambos os sexos, de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro; resultados diferentes dos observados pela avaliação da contribuição de cada alimento usando os dados da POF 2008-2009, estratificados para esta faixa etária, que colocou o café como o alimento mais consumido e que mais contribuiu para a ingestão de metilxantinas. A pesquisa do IBGE também apresentou dados de consumo de refrigerantes e chocolates e mostrou que esses alimentos têm pouca participação na alimentação diária de crianças e adolescentes, diferente dos resultados observados no presente estudo, com a aplicação dos QFCA neste grupo.

Os dados dos QFCA obtidos com a aplicação em crianças de ambos os sexos mostraram que a bebida láctea achocolatada (19.3%, 21.6%) e o refrigerante de cola (12.6%, 9.6%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas por crianças do sexo feminino e masculino, respectivamente. Em ambos os grupos, atribui-se a grande contribuição destes alimentos, aos elevados teores de cafeína e teobromina (principalmente os derivados de cacau), identificados nesses produtos.

Com a análise dos dados obtidos com os QFCA entre crianças de ambos os sexos, observa-se que o consumo de fontes tradicionais de cafeína, como o café, por exemplo, não contribuiu de forma expressiva para a ingestão de metilxantinas nessa faixa etária. Resultados similares foram relatados no estudo de PENOLAZZI *et al.*, (2012), realizado na Itália, no qual indivíduos com idade inferior a 18 anos preferiram fontes de cafeína diferentes do café, como chocolates e refrigerantes, por exemplo. Considerando estes alimentos fonte de metilxantinas, a medida caseira e a frequência de consumo de acordo com os QFCA estima-se que as crianças do sexo masculino ingerem em média 217.7 ± 108.6 mg de metilxantinas/dia, teores similares ao estimado para os indivíduos do sexo feminino desse grupo, 208.9 ± 83.5 mg/dia (**Figura 50**).

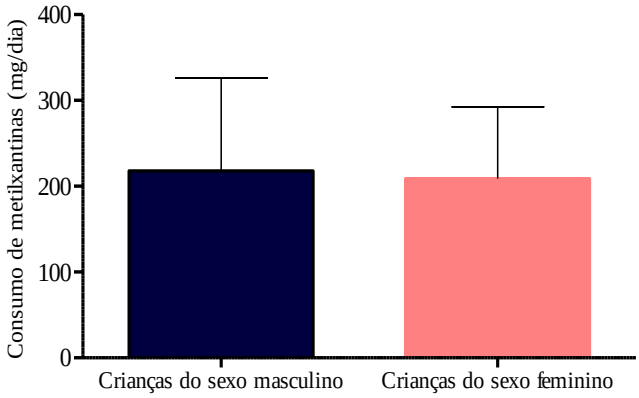

Figura 50: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por crianças do sexo masculino (n=129) e feminino (n=140) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP.

Considerando somente o consumo de cafeína, crianças do sexo feminino consomem teores similares da substância (cerca de 114.9 ± 43.3 mg/dia) comparado às crianças do sexo masculino (116.6 ± 43.8 mg/dia) (**Figura 51**).

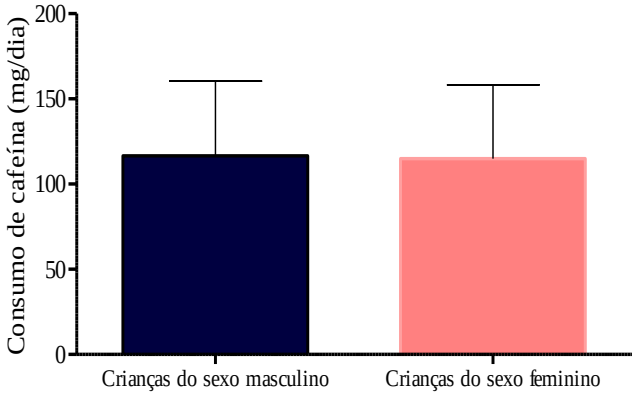

Figura 51: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por crianças do sexo masculino (n=129) e feminino (n=140) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP.

A cafeína foi responsável por cerca de 53% e 55% do consumo total de metilxantinas por crianças do sexo masculino e feminino, respectivamente. Destaca-se, nestes casos, a grande contribuição da teobromina, em cerca de 46% e 44%, respectivamente (**Figura 52**). O que já era esperado, devido ao alto consumo de produtos derivados do cacau, como chocolates, achocolatados e bebidas lácteas achocolatadas pelas crianças desse grupo.

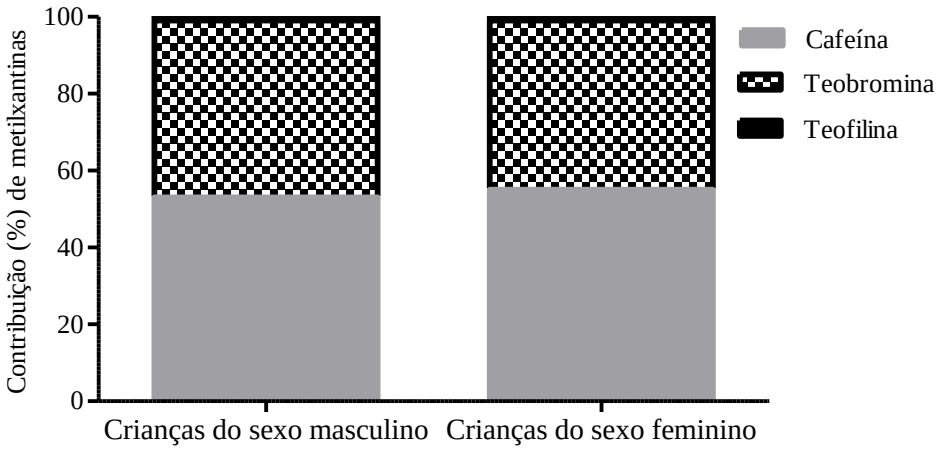

Figura 52: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de crianças dos sexos feminino e masculino obtidos com a aplicação dos Questionários de Frequência de Consumo Alimentar em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.

O Canadá é um dos únicos países no mundo que limitam a ingestão de cafeína, mais especificamente em crianças. A recomendação é de até 45mg de cafeína/dia para crianças de 4 a 6 anos; até 62.5 mg/dia para crianças de 7 a 9 anos e 85 mg/dia para crianças de 10 a 12anos (HEALTH CANADA, 2006). Dessa forma, se considerarmos a ingestão estimada de cafeína nesses grupos, crianças de ambos os sexos, de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro estão consumindo cafeína em quantidades consideradas superiores para esta faixa etária (média de 112mg/dia), segundo esta recomendação. Assim, são necessários estudos futuros que investiguem os efeitos fisiológicos e comportamentais ocasionados pelo alto consumo de cafeína na população estudada, em relação ao consumo canadense.

As **Figuras 53** e **54** apresentam os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos por adolescentes dos sexos feminino e masculino, respectivamente, em ordem decrescente de consumo, de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.

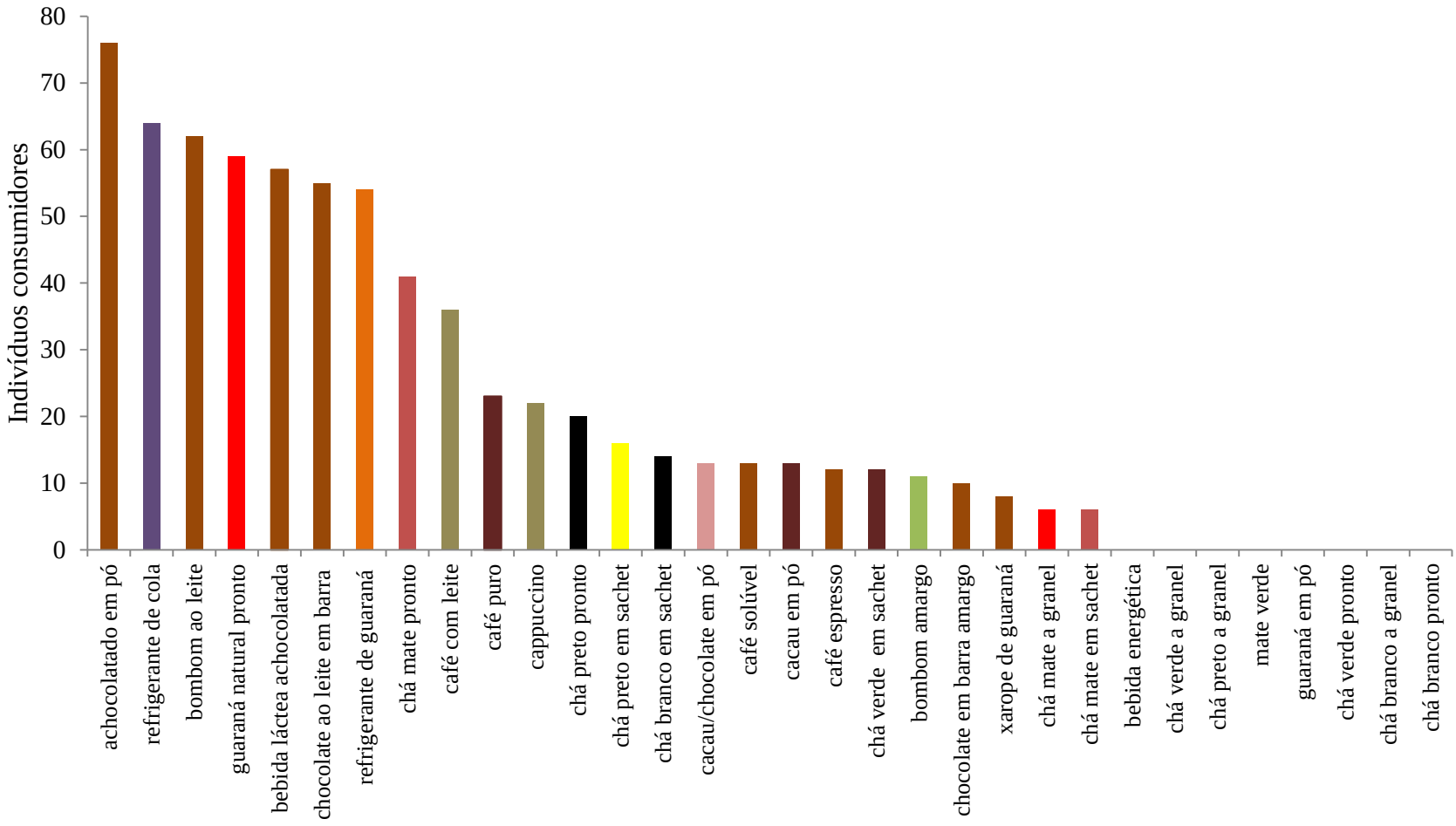

Figura 53: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por adolescentes do sexo feminino (n=136). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

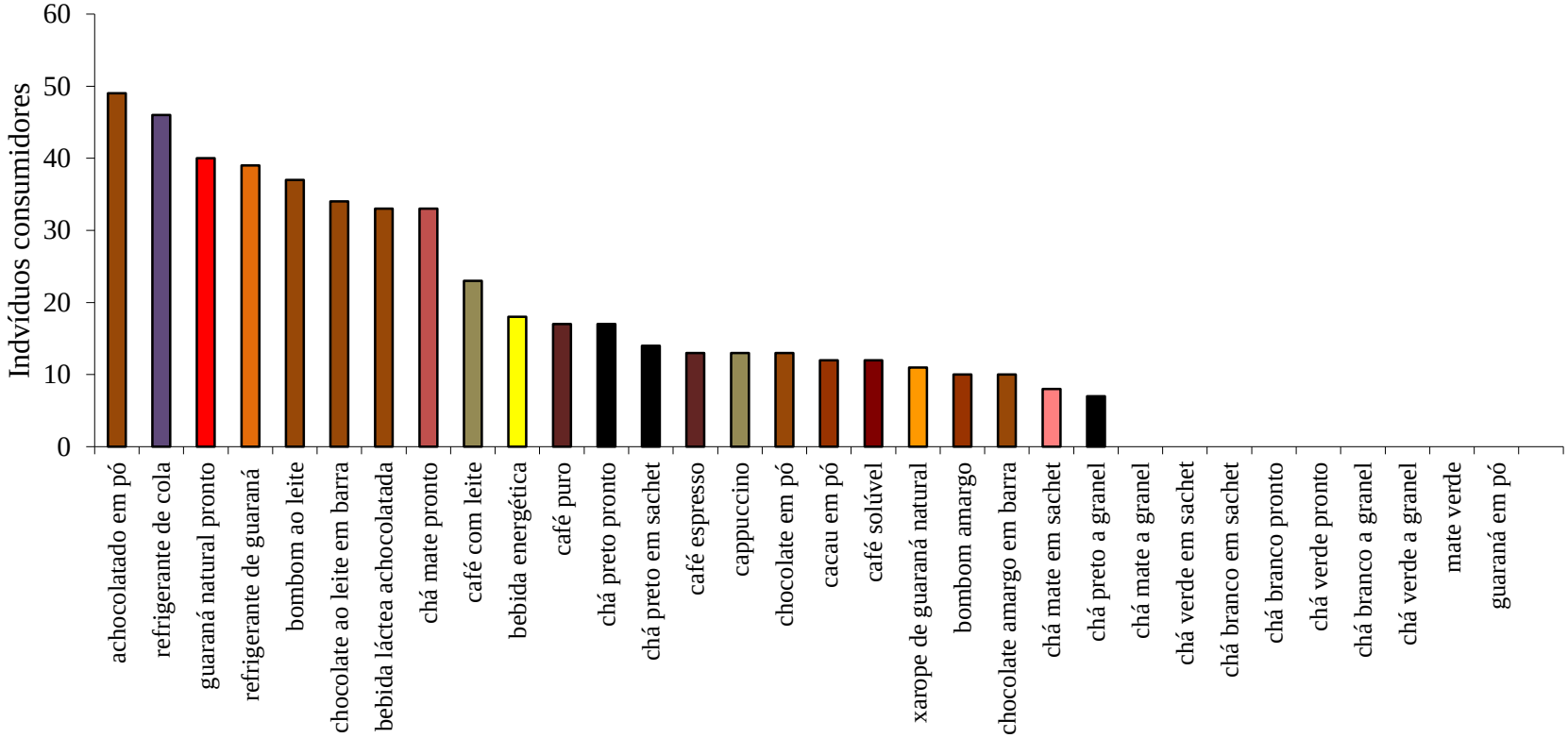

Figura 54: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por adolescentes do sexo masculino (n=117). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

Analisando esses dados, observamos padrões semelhantes ao observado para crianças de ambos os sexos na presente dissertação, sendo achocolatados em pó, refrigerante de cola, guaraná natural pronto e bebida láctea achocolatada os alimentos mais consumidos por ambos os grupos. Estes dados também mostram que outros alimentos estimulantes, diferentes do café são consumidos diariamente e contribuem de forma significativa para o consumo de metilxantinas, na alimentação de adolescentes de ambos os sexos, da população residente no município do Rio de Janeiro, resultados diferentes dos observados quando utilizamos os resultados da POF 2008-2009, estratificados para esta faixa etária, que destacou o café como o alimento mais consumido e que mais contribuiu para a ingestão de metilxantinas. Da mesma forma que para os adultos e crianças, a pesquisa do IBGE também apresentou dados de consumo de refrigerantes e chocolates e mostrou que esses alimentos têm pouca participação na alimentação diária de crianças e adolescentes, diferentes dos resultados observados no presente estudo, com a aplicação dos QFCA nesta faixa etária.

Os dados dos QFCA obtidos com a aplicação em adolescentes do sexo feminino mostraram que o chocolate ao leite (19.1%), o refrigerante de cola (11.2%) e bebida láctea achocolatada (8.1%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas por esse grupo. Já os dados dessa faixa etária do sexo masculino mostraram que o chocolate ao leite (16.9%), refrigerante de cola (12.4%) e bebida energética (8.6%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão dessas substâncias. Observa-se que o consumo de fontes tradicionais de cafeína, como o café, por exemplo, não apresentou representatividade expressiva para o consumo de metilxantinas nessa faixa etária, resultados similares aos relatados no estudo de PENOLAZZI *et al.*, (2012) que verificaram que indivíduos mais jovens preferem fontes de cafeína diferentes do café, embora dados divulgados pela ABIC(2010) informem que o consumo de café entre em adolescentes vem aumentando. Destaca-se também a contribuição das bebidas energéticas para o consumo diário de metilxantinas, especialmente a cafeína.

Com os dados de consumo coletados nos QFCA, estima-se que adolescentes do sexo masculino ingerem em média 255.9 ± 80.3 mg de metilxantinas/dia, teores similares ao estimados para os indivíduos do feminino desse grupo, em 213.3 ± 68.1 mg/dia (**Figura 55**).

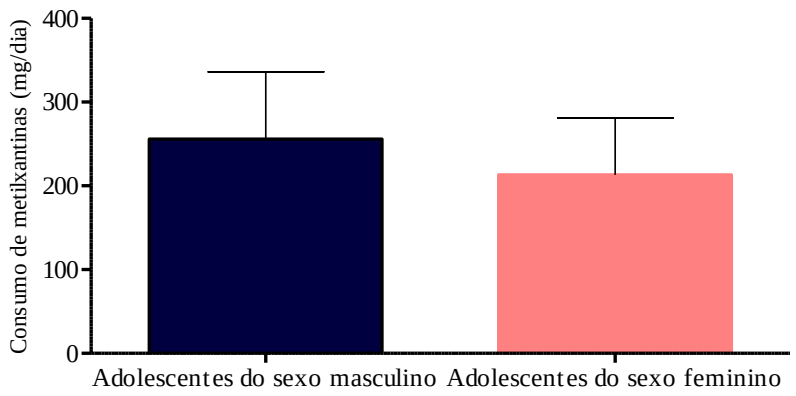

Figura 55: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por adolescentes do sexo masculino (n=117) e feminino (n=136) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP.

Considerando somente o consumo de cafeína (**Figura 56**), adolescentes do sexo feminino consomem menores teores da substância (p = 0.007) (cerca de 126.5 ± 39.7 mg/dia) quando comparados aos do sexo masculino (182.0 ± 74.2 mg/dia) cerca de 30% a menos. Estes resultados são similares aos relatados nos estudos conduzidos por PENOLAZZI *et al.*, (2012) e FITT *et al.*, (2013), que também verificaram que adolescentes do sexo masculino ingerem mais cafeína do que os do sexo feminino.

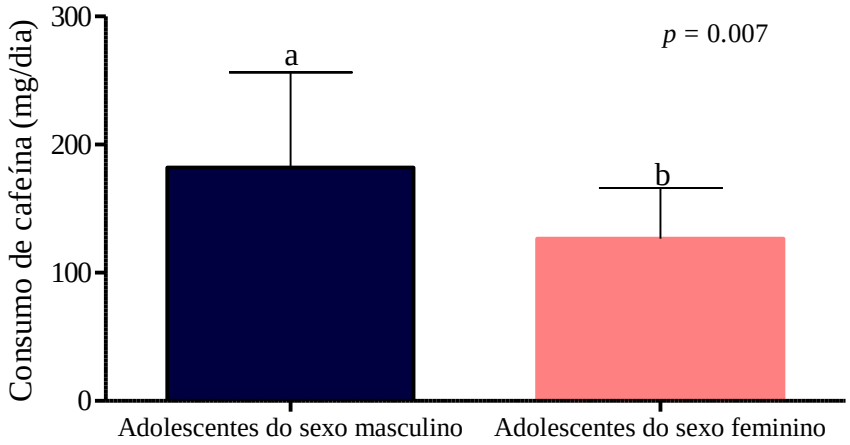

Figura 56: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por adolescentes do sexo masculino (n=117) e feminino (n=136) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras.

A cafeína foi responsável por cerca de 71% e 60% do consumo total de metilxantinas por adolescentes do sexo masculino e feminino, respectivamente. Também, entre os adolescentes, a teobromina contribuiu de forma significativa, em cerca de 28% e 39%, respectivamente (**Figura 57**).

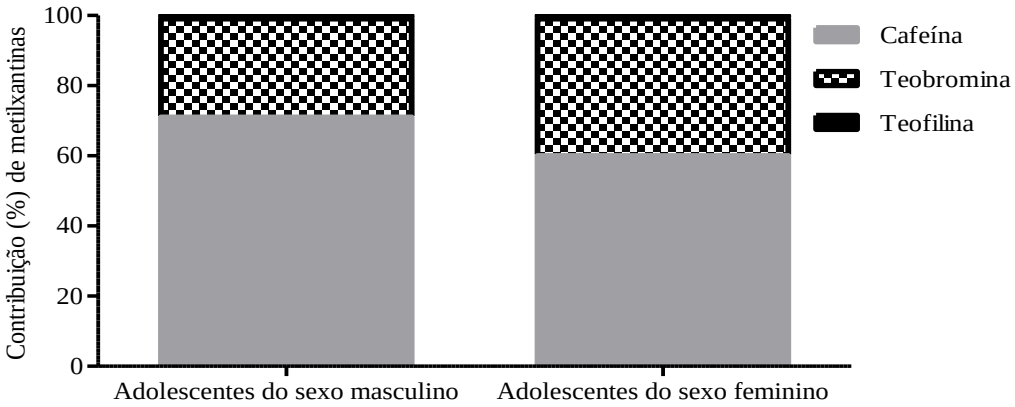

Figura 57: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de adolescentes dos sexos feminino e masculino obtidos com a aplicação dos Questionários de Frequência de Consumo Alimentar em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.

Os resultados encontrados com a aplicação dos QFCA foram importantes para traçar o perfil de consumo de bebidas entre crianças e adolescentes e corroborar os dados divulgados na literatura, de que chocolate e refrigerantes são as principais fontes de cafeína na alimentação desses grupos. É importante destacar a inexistência de benefícios nutricionais relacionadas ao elevado consumo de refrigerantes e achocolatados em pó. Esses produtos são ricos em açúcares simples, comprometem a boa qualidade da alimentação, podendo levar à obesidade e ao surgimento de doenças crônicas não transmissíveis na vida adulta (ANDRADE *et al.*, 2003; FISBERG *et al.*, 2000)

Embora o café seja uma das bebidas mais consumidas em todo o mundo, sua história sempre foi repleta de preconceitos, mitos e campanhas de depreciação. Do ponto de vista alimentício, o café é uma bebida saudável e rica em propriedades nutricionais e não contem somente cafeína, como costumava e ainda costuma ser divulgado. Outro preconceito é o de que café não deve ser consumido por crianças.

Várias pesquisas já concluíram que o café pode ser ingerido, de forma moderada, principalmente por estudantes. Isso porque a cafeína é, comprovadamente, uma substância que estimula a vigília, a atenção, a concentração, a memória e o aprendizado (FARAH, 2006). Neste contexto, o Programa "Café na Merenda, Saúde na Escola", criado pela ABIC em 2006 tem como objetivos: desenvolver hábitos de alimentação saudável; divulgar os benefícios à atividade intelectual, ao aprendizado escolar e prevenção de doenças; desenvolver pesquisa científica correlacionando o consumo de café com leite e a melhoria do aprendizado escolar; estimular o hábito diário de consumir café com leite entre estudantes e contribuir para a formação de futuros consumidores.

As **Figuras 58** e **59** apresentam os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos por idosos dos sexos feminino e masculino residentes no município do Rio de Janeiro, respectivamente, em ordem decrescente de consumo.

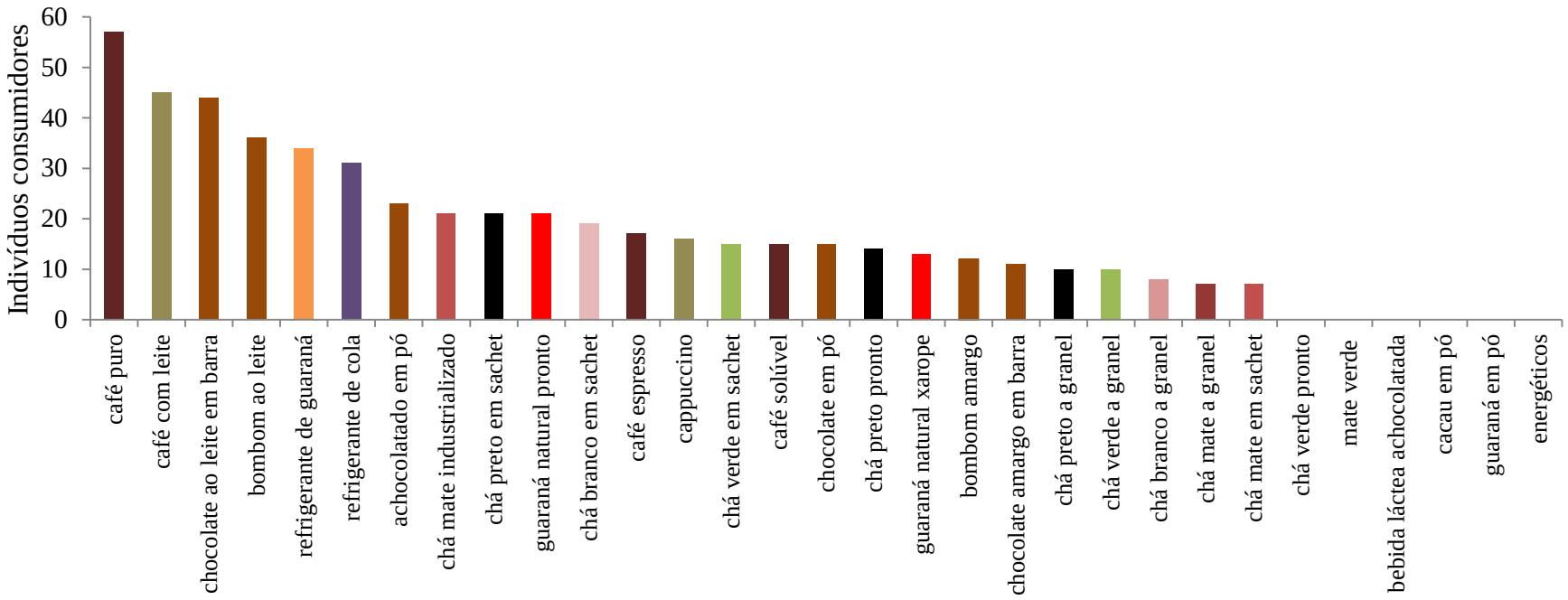

Figura 58: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por idosas do sexo feminino (n=210). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

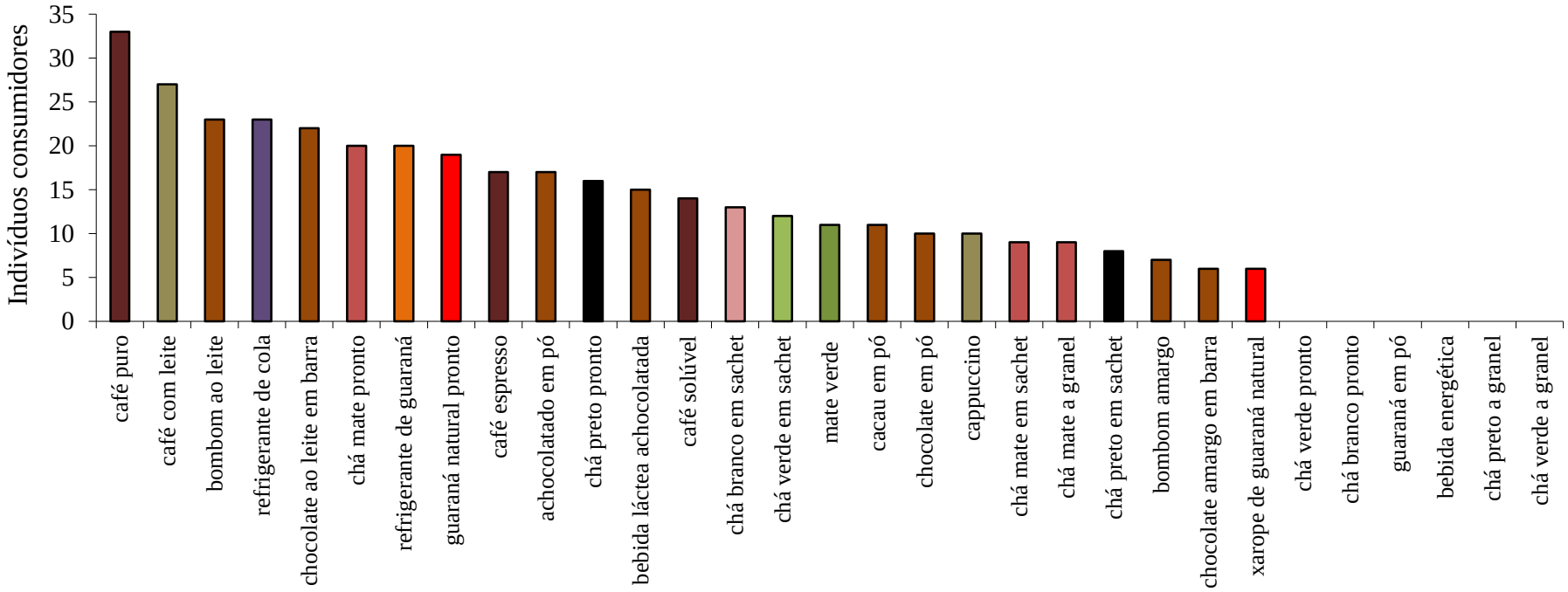

Figura 59: Alimentos fonte de metilxantinas consumidos por idosos do sexo masculino (n=199). Dados obtidos com a aplicação do Questionário de Frequência de Consumo Alimentar no município do Rio de Janeiro e organizados em ordem decrescente de consumo.

Analisando os alimentos fonte de metilxantinas mais consumidos por idosos dos sexos feminino e masculino, observamos padrões semelhantes: café puro, café com leite, chocolate ao leite e refrigerantes, foram os alimentos mais consumidos por ambos os grupos (**Figuras 58** e **59**).

Com os resultados da aplicação dos QFCA no grupo dos idosos foi possível observar que outros alimentos estimulantes, diferentes do café, estão presentes na alimentação desse grupo, sendo muito consumidos diariamente, resultados contrários aos observados pela estimativa de consumo usando os dados da POF 2008-2009, estratificados para essa faixa etária, que colocou o café como o alimento mais consumido.

Os dados dos QFCA obtidos com população de idosas do sexo feminino mostraram que o café puro (18.4%), café com leite (14.8%) e chocolate meio amargo (13.5%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas por esse grupo. Já os dados da população idosa do sexo masculino, mostraram que o café puro (16.8%), café com leite (13.5%) e o café *espresso* (12.6%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas. Em ambos os grupos, atribui-se a grande contribuição destes alimentos, aos elevados teores de cafeína e teobromina (principalmente os derivados de cacau), observados nesses produtos.

Os resultados da avaliação da contribuição dos alimentos para a ingestão de metilxantinas estão de acordo com os relatados por PENOLAZZI *et al.,* (2012), que mostraram que indivíduos mais velhos têm preferência pelas fontes mais comuns e tradicionais de cafeína. A mesma tendência foi observada quando a contribuição dos alimentos fonte de metilxantinas foi avaliada utilizando os dados de consumo de idosos brasileiros da POF 2008-2009, pois neste grupo o café também foi o alimento que mais contribuiu para a ingestão de metilxantinas.

Utilizando os dados de consumo obtidos com a aplicação dos QFCA, estima-se que as idosas do sexo feminino ingerem em média 214.0 ± 13.3 mg de metilxantinas/dia, teor inferior (p = 0.03) ao estimado para os homens, 264.0 ± 18.0 mg/dia (**Figura 60**).

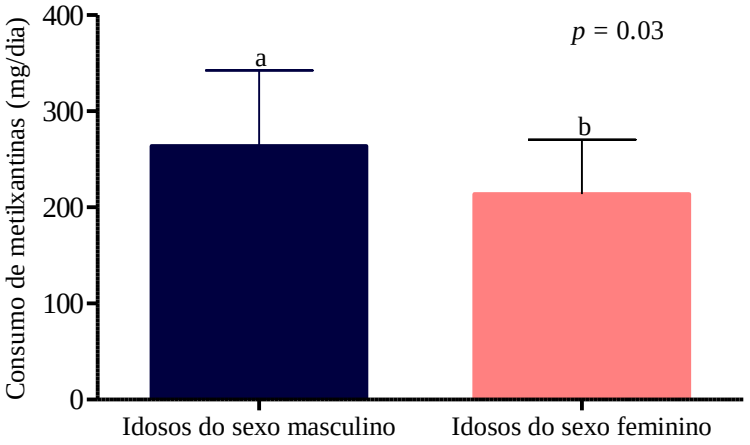

Figura 60: Consumo médio diário de metilxantinas (mg/dia) por idosos do sexo masculino (n=199) e do sexo feminino (n=210) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras.

Considerando somente o consumo de cafeína, os homens consomem maiores teores da substância (p = 0.008) (cerca de 206.8 ± 17.2 mg/dia) do que as mulheres (135.4 ± 9.4 mg/dia), cerca de 34% a mais (**Figura 61**); resultados opostos aos observados na estimativa de consumo segundo os dados da POF 2008-2009 e similares aos relatados nos estudos conduzidos por PENOLAZZI *et al.*, (2012) e FITT *et al.*, (2013), que também verificaram que homens ingerem mais cafeína do que mulheres.

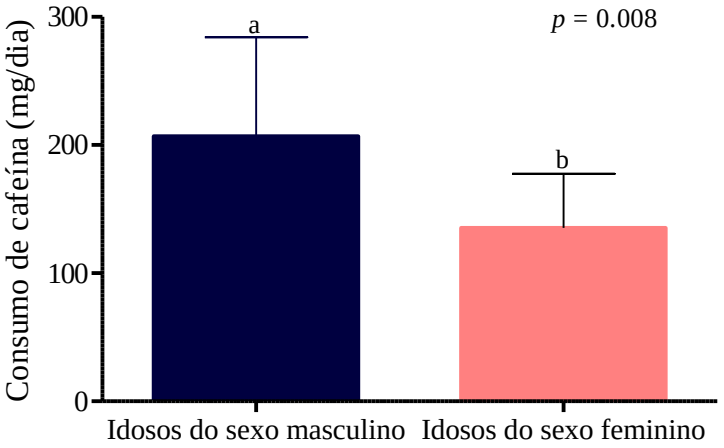

Figura 61: Consumo médio diário de cafeína (mg/dia) por idosos do sexo masculino (n=199) e do sexo feminino (n=210) de uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro. Resultados expressos como média ± DP. Diferentes letras sobre as colunas representam diferenças significativas entre as médias das amostras.

A cafeína foi responsável por cerca de 78% e 63.2% do consumo total de metilxantinas por idosos do sexo masculino e feminino, respectivamente. Também,

principalmente entre as idosas do sexo feminino, a teobromina contribuiu de forma significativa, em cerca de 36% (**Figura 62**).

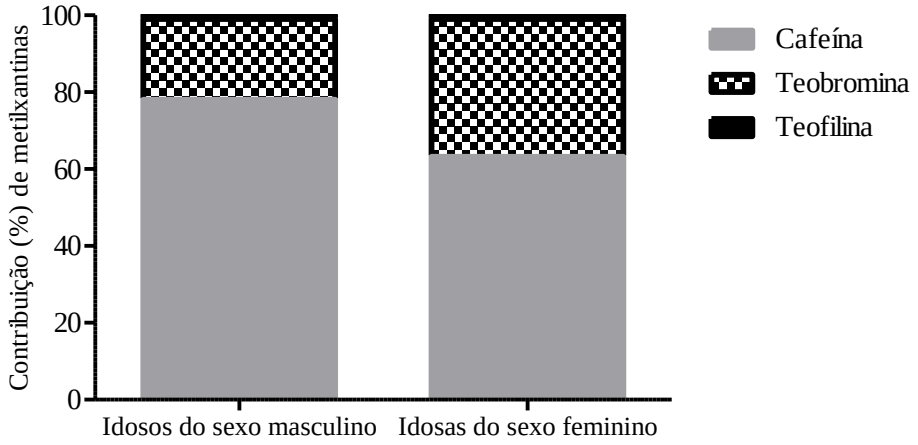

Figura 62: Contribuição (%) de cafeína, teobromina e teofilina para o consumo total de metilxantinas, considerando os dados de consumo de idosos dos sexos feminino e masculino obtidos com a aplicação dos Questionários de Frequência de Consumo Alimentar em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro.

Uma revisão que compilou dados de diferentes estudos que avaliaram os efeitos do consumo de cafeína na saúde humana concluiu que a ingestão moderada da substância (cerca de 400 mg/dia) por adultos saudáveis, não foi associada a nenhum efeito adverso (NAWROT *et al.*, 2003), como toxicidade, efeitos cardiovasculares, efeitos na massa óssea e biodisponibilidade de cálcio (quando o consumo do mineral é adequado), mudanças no comportamento, aumento na incidência de câncer e efeitos na fertilidade feminina. A mesma revisão também concluiu que mulheres grávidas devem limitar o consumo de cafeína (cerca de 300 mg/dia) e crianças devem ingerir menos do que 2.5 mg de cafeína/kg de peso.

A estimativa de ingestão de cafeína por meio dos dados de consumo alimentar nacional médio *per capita*, da POF 2008-2009, de todos os grupos de indivíduos e os dados obtidos com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro, mostrou que os brasileiros ingerem cafeína em quantidades inferiores ao considerado moderado e, portanto, sem associação a efeitos adversos.

A exata quantidade de cafeína necessária para exercer efeitos adversos varia de pessoa para pessoa e pode depender de fatores individuais como peso e sensibilidade à substância (HIGDON; FREI, 2006).

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metilxantinas são substâncias estimulantes sobre o organismo humano e estão presentes em muitos alimentos e bebidas usualmente consumidos no Brasil. No entanto, tem sido difícil estimar a ingestão desses compostos pela população brasileira porque não há inclusão destes alimentos nas tabelas de composição e nos rótulos de alimentos. Este estudo avaliou os teores de metilxantinas em diferentes alimentos fonte destas substâncias, considerando as variações entre os diferentes tipos e métodos de preparo. Avaliou também a contribuição dos alimentos para a ingestão de metilxantinas, provendo uma estimativa preliminar de consumo destas substâncias no Brasil por meio do uso das informações de consumo alimentar pessoal obtidas na POF 2008-2009 e também em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro, com a aplicação de QFCA.

As análises químicas dos alimentos mostraram que a cafeína foi a única metilxantina identificada em todas as amostras; com exceção dos refrigerantes a base de fruta; já a teobromina foi identificada nos produtos a base de cacau, *cappuccino*, mate verde e mate tostado, nos refrigerantes de cola, refrigerantes de guaraná, bebidas energéticas e guaraná natural. A metilxantina teofilina somente foi identificada em pequenas concentrações nas amostras de derivados de cacau.

Em relação aos teores de cafeína, os alimentos avaliados que apresentaram maiores teores médios da substância (mg/100g) foram o café solúvel (2300.5 ± 400.0), seguido pelo chá preto em *sachet* (1558.2 ± 146.8) e chá verde em *sachet* (1376.8 ± 253.1). No entanto, os teores de cafeína nas bebidas preparadas a partir destes alimentos foram diferentes de acordo com o processamento industrial (bebidas prontas) ou o método de preparo. Assim, os alimentos que apresentaram maiores teores médios de cafeína (mg/100mL), foram a bebida de café solúvel (269.0 ± 11.7), bebida de café *espresso* (196.4 ± 39.4) e bebida de café na cafeteira elétrica (119.6 ± 18.7). Já as

bebida de chá branco pronta para consumo (2.3 ± 0.4) e o refrigerante a base de guaraná (0.4 ± 0.1) apresentaram os menores teores da substância.

Sobre os teores de teobromina, a substância foi identificada em maiores teores médios (mg/100g) nas amostras de chocolate amargo (1036.8 ± 136.4) e chocolate ao leite (296.2 ± 121.2), com menores teores (mg/100mL) nos refrigerantes de cola (0.3 ± 0.3). Em relação à teofilina, a substância foi identificada em maiores teores (mg/100g), também nas amostras de chocolate amargo (7.8 ± 2.1) e chocolate ao leite (3.3 ± 1.8).

A estimativa de consumo de metilxantinas utilizando dados de consumo alimentar nacional de crianças, adolescentes, adultos e idosos de ambos os sexos, de diferentes regiões do país e classes de renda, coletados na POF 2008-2009, mostrou que o café foi o alimento que mais contribuiu para a ingestão de metilxantinas na alimentação dos brasileiros, representando cerca de 84%. Ainda, observou-se que indivíduos do sexo feminino consumiram teores médios de metilxantinas (146 mg/dia) similares aos consumidos pelos do sexo masculino (140 mg/dia), que os idosos consumiram teores superiores destas substâncias (cerca de 151 mg/dia) em relação às outras faixas etárias, e que a Região Sul foi a que mais consumiu metilxantinas (cerca de 167 mg/dia). Entre as diferentes classes de renda, a faixa de ½ a 1 salário mínimo *per capita* foi a que apresentou maior consumo de metilxantinas (147 mg/dia). Em todas as estimativas de consumo utilizando os dados do IBGE, a cafeína foi a metilxantina majoritariamente consumida.

Os dados coletados com a aplicação dos QFCA em uma amostra da população residente no município do Rio de Janeiro mostraram que além do café, vários alimentos estimulantes são consumidos diariamente por todos os grupos investigados, sendo sua contribuição para o consumo de metilxantinas também significativa, variando de acordo com as faixas etárias. Os alimentos estimulantes que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas entre os indivíduos adultos do sexo feminino foram os chocolates ao leite (18.5%) e bebida de chá mate pronta (9.6%). Na alimentação dos indivíduos adultos do sexo masculino foram: o café puro (17.8%) e a bebida energética (9.0%). O grupo dos adultos do sexo masculino foi o maior consumidor diário de cafeína (p = 0.03).

No grupo das crianças do sexo feminino e masculino, a bebida láctea achocolatada (19.3%, 21.6%) e o refrigerante de cola (9.6%, 12.6%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas, respectivamente. O grupo das crianças de ambos os sexos foi o maior consumidor diário de teobromina (p = 0.02).

No grupo dos adolescentes do sexo feminino, o chocolate ao leite (19.1%), o refrigerante de cola (11.2%) e a bebida láctea (8.1%), foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas. Já no sexo masculino, o chocolate ao leite (16.9%), o refrigerante de cola (12.4%) e a bebida energética (8.6%) foram os que mais contribuíram para o consumo de metilxantinas.

Considerando a contribuição dos alimentos para a ingestão de metilxantinas na população idosa, as fontes tradicionais de cafeína apresentam maior contribuição. No grupo de idosos do sexo feminino, o café puro (18.4%), café com leite (14.85) e o chocolate meio amargo (13.5%) foram os alimentos que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas. Os dados da população idosa do sexo masculino mostraram que o café puro (16.8%), café com leite (13.5%) e o café expresso (12.6%) foram os que mais contribuíram para a ingestão de metilxantinas.

A maior parte dos estudos que estimaram a ingestão destas substâncias somente considerou os teores de cafeína nestes alimentos, subestimando o consumo das demais metilxantinas, principalmente a teobromina e suas ações farmacológicas no organismo humano. Muitos estudos foram conduzidos visando estabelecer o consumo de cafeína, que não seja prejudicial à população, considerando faixa etária e estado fisiológico como gravidez, por exemplo, mas a inexistência de uma recomendação segura, compatível com a realidade de cada país, dificulta a compreensão dos resultados de estimativa obtidos. Ressalta-se a necessidade de avaliar o consumo seguro dessas substâncias por meio de estudos de intervenção capazes de examinar seus efeitos na saúde humana e a importância de divulgar os dados das variações dos teores de metilxantinas nestes alimentos à população, pois outros alimentos, diferentes do café também contribuem para a ingestão de metilxantinas na alimentação.

REFERÊNCIAS

- ABIC - Associação Brasileira das Indústrias de Café. Disponível em <http://www.abic.com.br>. Acessado em fevereiro de 2014.

- ADENEY, K. L. *et al. (*2007). Coffee consumption and the risk of gestational diabetes mellitus. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica, 86*(2): 161 – 166.

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION: Diagnostic and statistical manual of mental disorders. (1994). Washington, DC: *American Psychiatric Association.*

- ANAYA, L. R. et al. (2006). Metabolism and ecology of purine alkaloids. *Frontiers in Bioscience, 11*(1): 2354–2370.

- ANDRADE, R. *et al.* (2003). Food intake in overweight and normal-weight adolescents in the city of Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública, 19(5):* 1485-1495.

- ANDREWS, K.W. *et al.* (2007). The caffeine contents of dietary supplements commonly purchased in the US: analysis of 53 products with caffeine-containing ingredients. *Anal Bio Chemistry, 389*(1): 231–239.

- ANTONELLI-USHIROBA. (2004). Controle de Qualidade de Amostras de *Paullinia cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. *Acta Farmaceutica Bonaerense, 23*(3): 383-386.

- ARANDA, J. V. *et al.* (1979). Maturation of caffeine elimination in infancy. *Archives of Disease in Childhood*, 54(1): 946–949.

- ARNAUD, M. J. (1987). The pharmacology of caffeine. *Progress in Drug Research, 31*(1): 273–313.

- ARNAUD, M. J. (2005). Caffeine. Em: *Encyclopedia of Human Nutrition*. Editores: Caballero, B.; Allen, L.; Prentice, *A. Elsevier Academic Press*, 2ª Ed., 247-253.

- ASTILL, C. *et al.* (2001). Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(11): 5340–5347.

- BARGER-LUX, M. J. *et al.* (1990). Effects of moderate caffeine intake on the calcium economy of premenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition, 52*(53): 722 – 725.

- BARONE, J. J.; ROBERTS, H. R. (1996). Caffeine consumption. *Food and Chemical Toxicology, 34*(1): 119-129.

- BARRETT-CONNOR, *et al.* (1994). Coffee-associated osteoporosis offset by daily milk consumption. The Rancho Bernardo Study. *Journal of the American Medical Association, 271(4)*: 280 – 283.

- BASTOS, D. H. M. *et al.* (2005). The chlorogenic acid and caffeine content of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) beverages. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, *24*(1): 91 – 95.

- BASTOS, D. H. M. *et al.* (2006). Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (*Ilex paraguariensis*) infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7): 538 - 543.

- BASTOS, I.P.N. (2012). Efeitos dos métodos de preparo e granulometria sobre os teores de ácidos clorogênicos e a preferência do consumidor. Rio de Janeiro: UFRJ/IQ, 2012. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/Instituto de Química/Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

- BATTRAM, D. S. *et al.* (2006). The glucose intolerance induced by caffeinated coffee ingestion is less pronounced than that due to alkaloid caffeine in men. *The Journal of Nutrition, 136*(5): 1276 – 1280.

- BELLIARDO, F. (1985). HPLC Determination of caffeine and theophylline in *Paullinia cupana Kunth* (Guarana) and Cola spp. Samples. *Z Lebensm Unters Forsch, 180*(1): 398–401.

- BELSCAK, A. *et al.* (2009). Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Food Research International, 42*(1): 707-716.

- BENOWITZ, N. L. *et al.* (1995). Sympathomimetic effects of paraxanthine and caffeine in humans. *Clinical Pharmacology and Therapeutics, 58*(1): 684–691.

- BERGER, A. (1988). Effects of caffeine consumption on pregnancy outcome. A review. *Journal of Reproductive Medicine, 33*(12): 945–956.

- BERGMAN, E. A. *et al.* (1990). Effects of dietary caffeine on renal handling of minerals in adult women. *Life Sciences, 47*(6): 557 – 564.

- BERLIN, C. M. *et al.* (1984). Disposition of dietary caffeine in milk, saliva, and plasma of lactating women. *Pediatrics, 73*(1): 59–63.

- BHATTACHARYYA, N. *et al.* (2007). Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose. *Sensors and Actuators B: Chemical, 122*(2): 627–634.

- BINNS, N.M. (1995). In: BNF Nutrition Bulletin 20 (supplement). 278–285.

- BLISS, R.M. (2003). "Brewing up the latest tea research". *Agricultural Research, 51*(1): 10-13.

- BRAMSTEDT, K. A. (2007). Caffeine use by children: the quest for enhancement. *Substance Use & Misuse, 42*(8): 1237–1251.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS nº 131 de 19 de fevereiro de 1999.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº544 de 16 de novembro de 1988.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº519 de 26 de JUNHO novembro de 1988.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 275 publicada em 22 de setembro de 2005.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 227 publicada em 28 de agosto de 2003.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 227 de 28 de agosto de 2003.

- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº12 de 1978.

- BRAZIER, J. L. *et al.* (1983). Pharmacokinetics of caffeine during and after pregnancy. *Developmental Pharmacology and Therapeutics, 6*(5): 315–322.

- BROUARD, C. *et al.* (1985). Comparative efficacy of theophylline and caffeine in the treatment of idiopathic apnea in premature infants. *American Journal of Diseases of Children, 139*(7): 698-700.

- BRUCE, B. ; Spiller, G. A. (1998). Caffeine, calcium and bone health. Em: *Caffeine*. Editor: G. A. Spiller. CRC Press, 345 – 356.

- BRUNETTO, M. R. *et al.* (2007). Determination of theobromine, theophylline and caffeine in cocoa samples by a high-performance liquid chromatographic method with on-line sample cleanup in a switching-column system. *Food Chemistry, 100*(1): 459-467.

- BOGGS, D. A. *et al.* (2010). Tea and coffee intake in relation to risk of breast cancer in the Black Women's Health Study. *Cancer Causes Control, 21*(11): 1941 – 1948.

- BOTELHO, F. *et al.* (2006). Coffee and gastric cancer: systematic review and meta-analysis. *Caderno de Saúde Pública, 22*(5): 889 – 900.

- BOULENGER, J. P. *et al.* (1982). Effects of caffeine and theophylline on adenosine and benzodiazepine receptors in human brain. *Neuroscience Letters, 30*(2): 161–166.

- BUCHELI, P. *et al.* (2001). Developmental variation of sugars, carboxylic acids, purine alkaloids, fatty acids, and endoproteinase activity during maturation of *Theobroma cacao* L. Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(10): 5046–5051.

- BURG, A. W. (1975). Effects of caffeine on the human system. *Tea and Coffee Trade Journal, 147*(1): 40–42.

- CAMARGO, M. C. R. *et al.* (1999). Caffeine daily intake from dietary sources in Brazil. *Food Additives and Contaminants, 16*(2): 79-87.

- CARRILLO, J.A.; BENITEZ, J. (2000). Clinically significant pharmacokinetic interactions between dietary caffeine and medications. *Clinical Pharmacokinetics, 39*(2): 127-153.

- CENTER FOR SCIENCE IN THE PUBLIC INTEREST; Caffeine content of Food &Drugs, (Sept, 2007). Disponível em: <http:www.cspinet.org/new/cafchart.htm>. Acessado em novembro de 2013.

- CHEN, L. *et al.* (2007). Genetic improvement and breeding of tea plant (*Camellia sinensis*) in China: from individual selection to hybridization and molecular breeding, *Euphytica, 154*(2): 239-248.

- CHOW, T.M.; Benowitz, N.L. (1994). Caffeine and coffee: effects on health and cardiovascular disease. *Comparative Biochemistry and Physiology, 109*(2): 173–189.

- CHRISTIAN, M. S.; Brent, R. L. (2001). Teratogen update: evaluation of the reproductive and developmental risks of caffeine. *Teratology, 64*(1): 51–78.

- CLIFFORD, M. N.; Ramirez-Martinez, J. R. (1990). Chlorogenic acids and purine alkaloids contents of maté (*Ilex paraguariensis*) leaf and beverage. *Food Chemistry, 35*(1): 13–21.

- CLIFFORD, M.N. (2000). Chlorogenics acids and other cinnamates – nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *Journal of Science and Food Agriculture, 79*(3): 362-372.

- CONLISK, A. J.; Galuska, D. A. (2000). Is caffeine associated with bone mineral density in young adult women? *Preventive Medicine, 31*(5): 562 – 568.

- COLE, K. J. *et al.* (1996). Effect of caffeine ingestion on perception of effort and subsequent work production. International Journal of Sport Nutrition, *6*(1): 14–23.

- COOPER, C. *et al.* (1992). Is caffeine consumption a risk factor for osteoporosis? *Journal of Bone and Mineral Research, 7*(4): 465 –471.

- CORNELIS, M. C. *et al.* (2006). Coffee, CYP1A2 genotype, and risk of myocardial infarction. *The Journal of the American Medical Association, 295(10):* 1135–1141.

- COUNET, C.; Collin, C. (2003). Effect of the number of flavanol units on the antioxidant activity of procyanidin fractions isolated from chocolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51*(23): 6816– 6822.

- CZOK, G. (1974). Zur frage der bilolgischen wirksamkeit von methylxanthinen in Kakao produkten. *Zeischrift für Ernärungswissenschaft, 13*(4): 165-171.

- DOU, J. P. *et al*. (2007). Identification and comparison of phenolic compounds in the preparation of oolong tea manfactured by semifermentation and drying processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55*(18): 7462–7468.

- DLUGOSZ, L.; Bracken, M. B. (1992). Reproductive effects of caffeine: a review and theoretical analysis. *Epidemiologic Reviews, 14*(1): 83–100.

- DUARTE, G. *et al*. (2010). Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry, 118*(3): 851–855.

- EDUARDO, M. F.; Lannes, S.C.S. (2004). Achocolatados: análise química. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 40*(3): 405-412.

- EVANS, B. A. *et al.* (2006). Human osteoblast precursors produce extracellular adenosine, which modulates their secretion of IL-6 and osteoprotegerin. *Journal of Bone and Mineral Research, 21*(2): 228 - 236.

- FAGHERAZZI, G. *et al.* (2011). No association between coffee, tea or caffeine consumption and breast cancer risk in a prospective cohort study. *Public Health Nutrition, 5*(1): 1 - 6.

- FARAG, N. H. *et al.* (2005). Hemodynamic mechanisms underlying the incomplete tolerance to caffeine's pressor effects. *American Journal of Cardiology, 95*(11): 1389−1392.

- FARAH, A. *et al.* (2006a). Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry, 98*(2): 373-380.

- FARAH, A. *et al.* (2006b). Chlorogenic acids and lactones in regular and water-decaffeinated arabica coffees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54* (2): 374-381.

- FARAH, A. Coffee as a Speciality and Functional Beverage (2009). (Capítulo 15). Em: Prof Paul Paquin, Canada. (Org.). Functional and Speciality Beverage Technology. 1ª ed. London, UK: Woodhead Publishing Limited / CRC Press, 370-395.

- FARAH, A. Coffee Constituents (2012) (Capítulo 2). Em: YiFang Chu. (Org.). Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (Institute of Food Technologists Series). 1ed.New York: Publisher: IFT press and John Wiley & Sons, LTD, 21-58.

- FARAH, A.; Donangelo, C. M. (2006). Phenolic compounds in coffee. *Brazilian Journal of Plant Physiology, 18*(1): 23–36.

- FARAH, A.; Ferreira, T. (2014). The coffee plant and beans: An introduction. In: Coffee in Health and disease prevention. Edited by Victor Preedy, Elsevier, London, UK (In press).

- FDA- Food and Drug Administration. 2003. U.S. Code of Federal Regulations.

- FERRÉ, S. *et al.* (2008). An Update on Adenosine A_{2A}-Dopamine D_2 receptor interactions. Implications for the Function of G Protein-Coupled Receptors. *Current Pharmaceutial Design, 14*(15): 1468–1474.

- FILIP, R. *et al.* (2000). Antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* and related species. *Nutrition Research, 20*(10): 1437–1446.

- FILIP, R. *et al.* (2001). Phenolic compounds in seven South American Ilex species. *Fitoterapia,* 72(7): 774–778.

- FINER, N.N. *et al.* (1984). An evaluation of theophylline for idiopathic apnea of infancy. *Dev. Pharmacology Therapy, 7*(2): 73-81.

- FISONE, G. *et al.* (2004). Caffeine as a psychomotor stimulant: mechanism of action. *Cellular and Molecular Life Sciences, 61(7-8)*: 857–872.

- FITT, E. *et al.* (2013). Assessing caffeine intake in the United Kingdom diet. *Food Chemistry, 140*(2): 421-426.

- FRARY, C. D. *et al.* (2005). Food sources and intakes of caffeine in the diets of persons in the United States. *Journal of the American Dietetic Association, 105*(1): 110-113.

- FREDHLOM, B. B. *et al.* (1999). Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological Reviews, 51*(1): 83–133.

- FREDHLOM, B. B.; Svenningsson, P. (2003). Adenosine-dopamine interactions: development of a concept and some comments on therapeutic possibilities. *Neurology, 61*(11): 5 –9.

- FROMIGUE, O. *et al.* (2004). Growth factors and bone formation in osteoporosis: roles for fibroblast growth factor and transforming growth factor beta. *Current Pharmaceutical Design, 10*(21): 2593 - 2603.

- FUJIOKA, K.; SHIBAMOTO, T. (2008). Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry, 106*(1): 217 – 221.

- FUXE, K. *et al.* (1998). Integrated events in central dopamine transmission as analyzed at multiple levels. Evidence for intra membrane adenosine A2A/dopamine D2 and adenosine A1/dopamine D1 receptor interactions in the basal ganglia. *Brain Research, 26*(2-3): 258–273.

- GILBERT, R. M. *et al.* (1976). Caffeine content of beverages as consumed. *Canadian Medical Association Journal, 114*(3): 205-208.

- GIOVANNUCCI, E. (1998). Meta-analysis of coffee consumption and risk of colorectal cancer. *American Journal of Epidemiology, 147*(11): 1043 – 1052.

- GREEN, P. J. *et al.* (1996). The effects of caffeine on blood pressure and heart rate: a review. *Annals of Behavioral Medicine, 18*(3): 201–216.

- GREENBERG, J. A. *et al.* (2006). Coffee and diabetes: a review of the literature. *The American Journal of Clinical Nutrition, 84*(1): 682 – 693.

- GREENLAND, S. (1993). A meta-analysis of coffee, myocardial infarction, and coronary death. *Epidemiology, 4*(4): 366−374.

- GRESSNER, O. A. *et al.* (2009). Identification of paraxanthine as the most potent caffeine-derived inhibitor of connective tissue growth factor expression in liver parenchymal cells. *Liver International, 29*(6): 886 - 897.

- Griffiths, R. R. *et al.* (1990). Low-dose caffeine physical dependence in humans. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 255*(3): 1123–1132.

- HAKOOZ, N. M. (2009). Caffeine metabolic ratios for the in vivo evaluation of CYP1A2, N-acetyltransferase 2, xanthine oxidase and CYP2A6 enzymatic activities. *Current Drug Metabolism, 10*(4): 329-338.

- HALLSTROM. H. *et al.* (2010). Coffee consumption and CYP1A2 genotype in relation to bone mineral density of the proximal femur in elderly men and women: a cohort study. *Nutrition & Metabolism, 22*(1): 7 - 12.

- HAN, D. H. *et al.* (1998). Removal of adenosine decreases the responsiveness of muscle glucose transport to insulin and contractions. *Diabetes, 47*(11): 1671 – 1675.

- HANNAN, M. T. *et al.* (2000). Risk factors for longitudinal bone loss in elderly men and women: the Framingham osteoporosis study. *Journal of Bone and Mineral Research, 15*(4): 710 – 720.

- HANSEN, M. A. (1994). Assessment of age and risk factors on bone density and bone turnover in healthy premenopausal women. *Osteoporosis International, 4*(3): 123 – 128.

- HARRIS, S. S.; Dawson-Hughes, B. (1994). Caffeine and bone loss in healthy postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition, 60*(4): 573 – 578.

- HATZOLD, T. (2012). Introduction (Capítulo 1). Em: YiFang Chu (org). Coffee: Emerging health effects and disease prevention. (Institute of Food Technologists Series). 1ed. New York: Publisher: IFT press and John Wiley & Sons, LTD, 1 – 20.

- HEALTH CANADA (2006). It´s your health-caffeine. Disponível em: <http:// www.hc-sc.gc.ca/hlvs/iyh-vsv/food-aliment/caffeine-eng.php>. Acesso em janeiro de 2014.

- HECK, C.I.; DE MEJIA, E. G. (2007). Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. *Journal of Food Science, 72*(9): 138 - 151.

- HECK, C.I.; DE MEJIA, E.G. Teas and tea-based functional beverages (2009) (Capítulo16). Em: Prof Paul PAQUIN, Canada. (Org.). *Functional and Speciality Beverage Technology.* 1ed. London, UK: Woodhead Publishing Limited / CRC Press, 396-417.

- HERNANDEZ-AVILA, M. *et al.* (1993). Caffeine and other predictors of bone density among pre-and perimenopausal women. *Epidemiology, 4*(2): 128 – 134.

- HOLLINGSWORTH, R.G., Armstrong, J.W., Campbell, E. (2002). Pest control: caffeine as a repellent for slugs and snails. *Nature, 417* (1): 915–916.

- HORIE, K. *et al.* (2002). Rapid determination of caffeine in tea leaves. *Journal of Chromatography A, 942*(1-2): 271–273.

- ICO – *International Coffee Organization.* Disponível em: <http://www.ico.org>. Acesso em: 2013.

- ILLY, A. (2005). Quality. Em: Espresso Coffee: The Science of Quality, 2a ed.; Illy, A.; Viani, R., Editores; Elservier Academic Press: Itália.

- ILSI - *International Life Sciences Institute* (2010). Disponível em: <http://www.ilsi.org/Brasil/PublishingImages/funcionais_2010%20em%20baixa.pdf>. Acesso em janeiro de 2014.

- INMETRO, 2009. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, Programa de Análise de Produtos: Relatório sobre análise em chás. (2009). Divisão de Orientação e Incentivo à Qualidade e Diretoria da Qualidade.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IV edição.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011. Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil: pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009.

- ITO, A. E. *et al.* (1997). Theophylline metabolism in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta, 1336*(1): 323 – 330.

- JAMES, J. E. (1991). Human reproduction. In: *Caffeine and Health*. Editor: James, J.E. London Academic Press, 219 – 244.

- JAMES, J. E. (2004). Critical review of dietary caffeine and blood pressure: a relationship that should be taken more seriously. *Psychosomatic Medicine, 66*(1): 63-71.

- JIANG, F.; Dusting, G. J. (2003). Natural phenolic compounds as cardiovascular therapeutics: potential role of their anti-inflammatory effects. *Current Vascular Pharmacology, 1*(2): 135 – 156.

- JOHANSSON, C. *et al.* (1992). Coffee drinking: a minor risk factor for bone loss and fractures. *Age and Ageing, 21*(1): 20 – 26.

- JOHNSON, R. K.; Kennedy, E. (2000). The 2000 dietary guidelines for Americans: whatare the changes and why were they made? The Dietary Guidelines Advisory Committee. *Journal of the American Dietetic Association, 100*(7): 769–774.

- JOHNSTON, K. L. *et al.* (2003). Coffee acutely modifies gastrointestinal hormone secretion and glucose tolerance in humans: glycemic effects of chlorogenic acid and caffeine. *The American Journal of Clinical Nutrition, 78*(4): 728 – 733.

- JONES, H. A.; Lejuez, C. W. (2005). Personality correlates of caffeine dependence: the roles of sensation seeking. Impulsivity, and risk taking. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 13*(3): 259-266.

- KAREN, G. (2000). Caffeine during pregnancy? In moderation. *Canadian Family Physician, 46(1)*: 801 – 803.

- KIM, Y.S.; SANO, H. (2006). Transgenic tobacco plants producing caffeine: a potential new strategy for insect pest control. *Transgenic Research, 15*(6): 667–672.

- KLATSKY, A. L. *et al.* (2006). Coffee, cirrhosis, and transaminase enzymes. *Archives of Internal Medicine, 166*(11): 1190 – 1195.

- KOYAMA, Y. *et al.* (2003). Metabolism of purine bases, nucleosides and alkaloids in theobromine-forming *Theobroma cacao* leaves. *Plant Physiology and Biochemistry, 41*(12): 977 – 984.

- KONDO, T. (2006). A new African soft scale genus, *Pseudocribrolecanium* gen. nov. (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae), erected for two species, including the citrus pest *P. andersoni* (Newstead). *Journal of Insect Science, 6*(1): 01 – 16.

- KRUL, C.; HAGEMAN, G. (1998). Analysis of urinary caffeine metabolites to assess biotransformation enzyme activities by reversed-phase high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B, Biomedical Sciences and Applications, 709*(1): 27–34.

- KURAHASHI, N. *et al.* (2009). Coffee, green tea, and caffeine consumption and subsequent risk of bladder cancer in relation to smoking status: a prospective study in Japan. *Cancer Science, 100*(2): 294 – 291

- LA VECCHIA, C. (2005). Coffee, liver enzymes, cirrhosis and liver cancer. *Journal of Hepatology, 42*(4): 444 - 446.

- LANE, J. D. *et al.* (2008). Caffeine increases ambulatory glucose and postprandial responses in coffee drinkers with type 2 diabetes. *Diabetes Care, 31*(2): 221 - 222.

- LANGER, S. *et al.* (2011). Flavanols and methylxanthines in commercially available dark chocolate: a study of the correlation with nonfat cocoa solids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 59(1): 8435–8441.

- LEE, J. E. *et al.* (2007). Intakes of coffee, tea, milk, soda and juice and renal cell cancer in a pooled analysis of 13 prospective studies. *International Journal of Cancer, 121*(10): 2246 - 2253.

- LE MOINE, C. *et al.* (1997). Dopamine–adenosine interactions in the striatum and the globus pallidus: inhibition of striatopallidal neurons through either D_2or A_{2A} receptors enhances D_1 Receptor-Mediated Effects on *c-fos* Expression. *The Journal of Neuroscience, 17*(20): 8038–8048

- LIANG, Y. *et al.* (2007). Decaffeination of fresh green tea leaf (*Camellia sinensis*) by hot water treatment. *Food Chemistry,101*(4): 1451–1456.

- LLOYD, T. *et al.* (1998). Dietary caffeine intake is not correlated with adolescent bone gain. *Journal of the American College of Nutrition, 17*(5): 454 – 457.

- MARQUES, V.; FARAH, A. (2009). Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions. *Food Chemistry*, *113*(4): 1370–1376.

- MARON, D. J. *et al.* (2003). Cholesterol lowering effect of a theaflavin-enriched green tea extract: A randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine, 163*(12): 1448–1453.

- MARTIN, C. A. *et al.* (2008). Caffeine use: association with nicotine use, aggression, and other psychopathology in psychiatric and pediatric outpatient adolescents. *The Scientific World Journal, 22*(1): 512–516.

- MASSEY, L. K.; BERG, T. A. (1985). The effect of dietary caffeine on urinary excretion of calcium, magnesium, phosphorus, sodium, potassium, chloride and zinc in healthy males. *Nutrition Research, 5*(11): 1281 – 1284.

- MASSEY, L. K.; HOLLINGBERY, P. W. (1988). Acute effects of dietary caffeine and sucrose on urinary mineral excretion of healthy adolescents. *Nutrition Research, 8*(9): 1005 – 1012.

- MASSEY, L. K.; OPRYSZEK, A. A. (1990). No effects of adaptation to dietary caffeine on calcium excretion in young women. *Nutrition Research, 10*(7): 741 – 747.

- MASSEY, L. K.; WHITING, S. L. (1993). Caffeine, urinary calcium, calcium metabolism and bone. *Journal of Nutrition, 123*(9): 1611 – 1614.

- MAZZAFERA, P. (1999). Mineral nutrition and caffeine content in coffee leaves. *Bragantia, 58*(2): 387 – 391.

- MAZZAFERA. (1997). Maté drinking: caffeine and phenolic acid intake. *Food Chemistry, 60*(1): 67 - 71.

- MC CALL, A. L. *et al.* (1982). Blood-brain barrier transport of caffeine: dose-related restriction of adenine transport. *Life Sciences, 3*(2): 2709 – 2715.

- MC CUSKER, R. R. *et al.* (2006). Caffeine content of energy drinks, carbonated sodas, and other beverages. *Journal of Anaytical of Toxicology, 30*(2): 112 - 114.

- MC CUSKER, R. R. *et al.* (2003). Caffeine content of specialty coffees. *Journal of Analytical Toxicology, 27(7):* 520 - 522.

- MC PHERSON, P. S. *et al.* (1991). The brain ryanodine receptor: a caffeine-sensitive calcium release channel. *Neuron, 7*(1): 17 - 25.

- MENG, C.C. *et al.* (2009). Phenolic and theobromine contents of commercial dark, milk and white chocolates on the malaysian market. *Molecules, 14* (1): 200-209.

- MICHELS, G. *et al.* (2005). Pro-apoptotic effects of the flavonoid luteolin in rat H4IIE cells. *Toxicology, 206*(3): 337 – 348.

- MOISEY, L. L. *et al.* (2008). Caffeinated coffee consumption impairs blood glucose homeostasis in response to high and low glycemic index meals in healthy men. *The American Journal of Clinical Nutrition, 87*(5): 1254 - 1261.

- MOURA-NUNES, N.; FARAH, A. (2012). Caffeine Consumption and Health (Capítulo 1). Em: Franceso D. Romano and Pietro F. Russo. (Org.). Caffeine Consumption and Health. Series: Nutrition and Diet Research Progress. 1ªed.New York, USA: Nova Science Publisher, Inc (Nova Biomedical), 1 - 31.

- MUMFORD, G.K. *et al.* (1994). Discriminative stimulus and subjective effects of theobromine and caffeine in humans. *Psychopharmacology, 115*(1): 1–8.

- MURPHY, T. L. *et al.* (1988). The effect of smoking on caffeine elimination: Implications for its use as a semi-quantitative test of liver function. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology, 15*(1): 9–13.

- MURPHY, M. *et al.* (2003) Cardiovascular disorders. Primary prevention. *Clinical Evidence, 10*(1): 154-187.

- NAGANUMA, T. *et al.* (2007). Coffee consumption and the risk of colorectal cancer: a prospective cohort study in Japan. *International Journal of Cancer, 120*(7): 1542 – 1547.

- NAWROT, P. *et al.* (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives and Contaminants, 20*(1): 1 – 30.

- NISHIMURA, M. *et al.* (2007). Determination of theaflavins including methylated theaflavins in black tea leaves by solid-phase extraction and HPLC analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 55(18): 7252 - 7257.

- NKONDJOCK, A. (2009). Coffee consumption and the risk of cancer: an overview. *Cancer Letters, 277*(2): 121 - 125.

- NOGUEIRA, M.; TRUGO, L.C. (2003). Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. *Ciência e Tecnologia de alimentos, 23*(2): 296 - 299.

- NURMINEN, M. L. *et al.* (1999). Coffee, caffeine and blood pressure: A critical review. *European Journal of Clinical Nutrition, 53(11)*: 831 − 839.

- ORBET, R. L. *et al.* (2006). High caffeine intake in adolescents: associations with difficulty sleeping and feeling tired in the morning. *The Journal of Adolescent Health: official publication of the Society for Adolescent Medicine, 38*(4): 451–453.

- OLSEN, J. *et al.* (1991). Coffee consumption, birth-weight, and reproductive failures. *Epidemiology, 2*(5): 370 – 374.

- PALATINI, P. *et al.* (2009). CYP1A2 genotype modifies the association between coffee intake and the risk of hypertension. *Journal of Hypertension, 27*(8): 1594 – 1601.

- PARSONS, W. D. & NEIMS, A. H. (1981). Prolonged half-life of caffeine in healthy term newborn infants. *The Journal of Pediatrics, 98*(4): 640 – 641.

- PATWARDHAN, R. V. *et al.* (1980). Impaired elimination of caffeine by oral contraceptive steroids. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 95*(2): 603 – 608.

- PAUWELS, R. A. *et al.* (2001). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop Summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 163*(2): 1256 – 1276.

- PECK, J. D. *et al.* (2010). A review of the epidemiologic evidence concerning the reproductive health effects of caffeine consumption: a 2000-2009 update. *Food and Chemical Toxicology, 48*(10): 2549 – 2576.

- PENOLAZZI, B. *et al.* (2012). Individual differences affecting caffeine intake: analysis of consumption behaviors for different times of day and caffeine sources. *Appetite, 58*(3): 971-977.

- PEREIRA, M. A. *et al.* (2006). Coffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: an 11-year prospective study of 28,812 postmenopausal women. *Archives of Internal Medicine, 166*(12): 1311 – 1316.

- PERRONE, D. *et al.* (2008). Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in green and roasted economically relevant Brazilian coffee cultivars. *Food Chemistry, 106*(2): 859 – 867.

- PERRONE, D.; Farah, A. (2011). Analysis of Caffeine by Mass Spectrometry. Em: *Food and Nutritional Components in Focus*. Editor: Preedy, V. (Org). In press. Cambridge, UK. Royal Society of Chemistry.

- PETRACO, M. (2005). Grinding In: Illy, A.; Viani, R.; Espresso Coffee: The Science of Quality; 2ªedição. Elsevier Academic Press: London.

- PINTO, N. A. *et al.* (2001). Avaliação dos polifenóis e açucares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. *Revista Brasileira de Agrociência, 7*(3): 193 - 195.

- PRODUCTION & QUALITY. (2004). Technologies for manufacturing milk powders. 2004. Disponível em: <http:/ www.usdec.org/files/pdfs/USMP15-22.pdf>. Acesso em: 30 de janeiro de 2014.

- RALL, J.A. (1980). Effects of previous activity on the energetics of activation in frog skeletal muscle. The *Journal of General Physiology, 75*(6): 617 – 631.

- RAMIRO, E. *et al.* (2005). Flavonoids from Theobroma cacao down-regulate inflammatory mediators. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53*(22): 8506 – 8511.

- RANG, H.P; Dale, M.M; Ritter, J.M. (2001). *Farmacologia*. 4ª ed. Guanabara Koogan.

- ROBERT, W. (1953). Separation of tea polyphenols on paper chromatograms. *Biochemistry Journal, 53*(2): 332 – 336.

- ROBINSON, L. E. *et al.* (2009). Acute caffeine ingestion and glucose tolerance in women with or without gestational diabetes mellitus. *Journal of Obstetrics and Gynecology Canada, 31*(4): 304 - 312.

- RONDO, P. H. C. *et al.* (1996). Coffee consumption and intrauterine growth retardation in Brazil. *European Journal of Clinical Nutrition, 50*(11): 705 – 709.

- RONGEN, G. A. *et al.* (1997). Cardiovascular pharmacology of purines. *Clinical Science, 92*(1): 13 − 24.

- SAHL, W. J. *et al.* (1995). *International Journal of Dermatology, 34(6)*: 398 – 402.

- SACHSE, C. *et al.* (1999). Functional significance of a C to A polymorphism in intron 1 of the cytochrome P450 1A2 (CYP1A2) gene tested with caffeine. *British Journal of Clinical Pharmacology, 47*(4): 445 – 449.

- SAFRANOW, K.; Machoy, Z. (2005). Methylated purines in urinary stones. *Clinical Chemistry, 51*(8): 1493 – 1498.

- SAKANO, K. *et al.* (2005). Procyanidin B2 has anti- and pro-oxidant effects on metal-mediated DNA damage. *Free Radical Biology & Medicine, 39*(8): 1041 – 1049.

- SALAZAR-MARTINEZ, E. *et al.* (2004). Coffee consumption and risk for type 2 diabetes mellitus. *Annals of Internal Medicine, 140*(1): 1 - 8.

- SCHENK, S. *et al.* (1994). Interactions between caffeine and cocaine in tests of self-administration. *Behavioral Pharmacology, 5*(2): 153–158.

- SCHAMALKO, M. E.; ALZAMORA, S. M. (2001). Colour, chlorophyll, caffeine and water content variation during yerba mate processing. *Drying-Technology, 19*(1): 599 – 610.

- SCHROETER, H. *et al.* (2006). Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103*(4): 1024 – 1029.

- SCHUBERT, A. *et al.* (2006). Variação anual de metilxantinas totais em amostras de *Ilex paraguariensis* A.ST.HILL (erva-mate) em Ijuí e Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. *Química Nova, 29*(6): 1233 - 1236.

- SICHIERI, R.; Everhart, J. E. (1998). Validity of a Brazilian food frequency questionnaire against dietary recalls and estimated energy intake. *Nutrition Research, 18*(10): 1649 - 1659.

- SILVERMAN, M.; MCCARTHY, P.; LEVY, M. (1992). Uncontrolled asthma. *Practitioner, 236*(1521): 1111 - 1115.

- SINCLAIR, C. J.; GEIGER, J.D. (2000). Caffeine use in sports. A pharmacological review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 40*(1): 71–79.

- SMIT, H. J. *et al.* (2004). Methylxanthines are the psychopharmacologically active constituents of chocolate. *Psycopharmacology, 176*(3): 412-419.

- SLEMENDA, C. W. *et al.* (1990). Predictors of bone mass in perimenopausal women. A prospective study of clinical data using photon absorptiometry. *Annals of Internal Medicine, 112*(2): 96 – 101.

- SMITS, P. *et al.* (1985). Circulatory effects of coffee in relation to the pharmacokinetics of caffeine. *American Journal of Cardiology, 56*(15): 958 − 963.

- SMITS, P. *et al.* (1987). Evidence for an antagonism between caffeine and adenosine in the human cardiovascular system. *Journal of Cardiovascular Pharmacology, 10*(2): 136−143.

- SMITH, A. P. *et al.* (1993). Investigation of the effects of coffee on alertness and performance during the day and night. *Neuropsychobiology, 27*(4): 217 – 223.

- SODRE, G. A (2007). A espécie *Theobroma cacao*: novas perspectivas para a multiplicação de cacaueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura, 29*(2): 204 - 413.

- SOWELL, E. R.; Thompson, P. M.; Holmes, C. J.; Jernigan, T.L.; Toga, A.W. (1999). In vivo evidence for post-adolescent brain maturation in frontal and striatal regions. *Nature Neuroscience, 2*(10): 859–861.

- SRDJENOVIC, B. *et al.* (2008). Simultaneous HPLC determination of caffeine, theobromine, and theophylline in food, drinks, and herbal products. *Journal of Chromatographic Science, 46*(2): *144 - 149.*

- STAVRIC, B. *et al.* (1988). Variability in caffeine consumption from coffee and tea: possible significance for epidemiological studies. *Food and Chemical Toxicology, 26*(2): 111 – 118.

- STAVRIC, B.; Gilbert, S. G. (1990). Caffeine metabolism: a problem in extrapolating results from animal studies to humans. *Acta Pharmaceutica Jugoslavica, 401*(3): 475 – 489.

- SUTEERAPATARANON, S. *et al.* (2009). Caffeine in Chiang Rai tea infusions: Effects of tea variety, type, leaf form, and infusion conditions. *Food Chemistry, 114*(4): 1335 – 1338.

- SUTTON-TYRRELL, K. *et al.* (2005). Elevated aortic pulse wave velocity, a marker of arterial stiffness, predicts cardiovascular events in well-functioning older adults. *Circulation, 111*(25): 3384 − 3390.

- TANDA, G.; Goldberg, S. R. (2000). Alteration of the behavioral effects of nicotine by chronic caffeine exposure. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior, 66*(1): 47 – 64.

- TARKA, S.; HURST, W. J. (1998). Introduction to the chemistry, isolation, and biosynthesis of methylxanthines.In: *Caffeine*. Editor: Spiller, G. A. Pages: 12-22. CRC Press.

- THE MERCK INDEX: An encyclopedia of chemicals and drugs, Martha Windholz, 9th, 1976.

- TEMPLE, J.L. (2009). Caffeine use in children: what we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(6): 793-806.

- TOCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L.C. (2006). Efeito do processo de descafeinação com diclorometano sobre a composição química dos cafés arábica e robusta, antes e após a torração. *Química nova, 29*(5): 965 - 971.

- THELLE, D. S. (1995). Coffee, tea and coronary heart disease. *Current Opinion in Lipidology, 6*(1): 25 – 27.

- TOKUSOGLU, O.; ÜNAL, M. K. (2002). Optimized method for simultaneous determination of catechin, gallic acid, and methylxanthine compounds in chocolate using RP-HPLC. *Europe Food Research Technology, 215*(1): 340–346.

- VAN DAM, R.M. *et al.* (2006). Coffee, caffeine, and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study in younger and middle-aged U.S. women. *Diabetes Care, 29*(2): 398 - 403.

- VAN DAM, R. M. (2008). Coffee consumption and risk of type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and cancer. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 33*(6): 1269 - 1283.

- VAN DIERNE, S. *et al.* (2009). Coffee and tea consumption and risk of type 2 diabetes. *Diabetologia, 52*(12): 2561 - 2569.

- VAN DIJK, A. E. *et al.* (2009). Acute effects of decaffeinated coffee and the major coffee components chlorogenic acid and trigonelline on glucose tolerance. *Diabetes Care, 32*(6): 1023 - 1025.

- VINSON, J.A. *et al.* (2004). Green and black teas inhibit atherosclerosis by lipid, antioxidant, and fibrinolytic mechanisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52*(11): 3661 – 3665.

- VINSON, J. A. & ZHANG, J. (2005). Black and green teas equally inhibit diabetic cataracts in a streptozotocin-induced rat model of diabetes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53*(9): 3710 – 3713.

- WATANABE, T. *et al.* (2006). The blood pressure-lowering effect and safety of chlorogenic acid from green coffee bean extract in essential hypertension. *Clinical and Experimental Hypertension, 28*(5): 439 – 449.

- WATSON, J. (2003). Caffeine. Em: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Editores: Caballero, B.; Trugo, L. C.; & Finglas, P. M. Academic Press, 2ª Ed., Vol. 2, 745 -750.

- WINKELMAYER, W.C. *et al.* (2005). Habitual caffeine intake and the risk of hypertension in women. *The Journal of American Medical Association, 294*(18): 2330 – 2335.

- WU, T. *et al.* (2005). Caffeinated coffee, decaffeinated coffee, and caffeine in relation to plasma C-peptide levels, a marker of insulin secretion, in U.S. women. *Diabetes Care, 28*(6): 1390 - 1396.

- WU, J. N. *et al.* (2009). Coffee consumption and risk of coronary heart diseases: a meta-analysis of 21 prospective cohort studies. *International Journal of Cardiology, 137*(3): 216 - 225.

- YAMAGISHI, M. *et al.* (2001). Anticlastogenic activity of cacao: inhibitory effect of cacao liquor polyphenols against mitomycin C-induced DNA damage. *Food and Chemical Toxicology, 39(12):* 1279 – 1283.

- YAMAGUTI-SASAKI, E. *et al.* (2007). Antioxidant capacity and in vitro prevention of dental plaque formation by extracts and condensed tannins of *Paullinia cupana. Molecules, 12*(8): 1950 - 1963.

- ZAVERI, N. T. (2006), "Green tea and its polyphenolic catechins: medicinal uses in cancer and noncancer applications". *Life Science, 78*(18): 2073 - 2080.

- ZHANG, W. L. *et al.* (2009). Coffee consumption and risk of cardiovascular events and all-cause mortality among women with type 2 diabetes. *Diabetologia, 52*(5): 810 - 817.

- ZOUMAS, B. L. *et al.* (1980). Theobromine and caffeine content of chocolate products. *Journal of Food Science, 45*(2): 314 - 316.

- ZWYGHUIZEN-DOORENBOS, A. *et al.* (1990). Effects of caffeine on alertness. *Psychopharmacology, 100*(1): 36 – 39.

Anexo 1

NÚCLEO DE ESTUDOS DE SAÚDE COLETIVA/UFRJ

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Contribuição de alimentos para a ingestão de metilxantinas no município do Rio de Janeiro

Pesquisador: Adriana Farah de Miranda Pereira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 06810612.7.0000.5286

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (INSTITUTO DE NUTRIO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 141.011

Data da Relatoria: 07/11/2012

Apresentação do Projeto:

Introdução. Há efeitos benéficos e efeitos adversos à saúde no que concerne ao consumo de alimentos que contêm metilxantinas, ou seja, os efeitos da cafeína, da teobromina e da teofilina. Esses compostos são encontrados em alimentos tais como o café, o chá, o mate, o cacau e as colas. Devido ao alto teor de polifenois os efeitos benéficos descritos são a ação antioxidante, hipoglicemiante, antiviral e hepatoprotetora. Já o excessivo consumo de metilxantinas, a partir de fontes dietéticas, pode alcançar níveis que induzem a efeitos farmacológicos adversos, que, no caso do corpo do projeto não está claro quais sejam.

Justificativa. Não há, no entanto, estudos que relacione o teor de metilxantinas nestes alimentos e o consumo dos mesmos pela população, bem como é perceptível um dado desconhecimento por parte da população sobre quais alimentos contêm este composto químico.

Objetivo. Avaliar a contribuição do café e de outros alimentos e bebidas para o consumo diário de metilxantinas no município do Rio de Janeiro. Vale ressaltar que o termo contribuição pode ser interpretado de várias maneiras e, neste sentido, seria prudente explicitar o significado que os autores do projeto querem referir.

Objetivos específicos. Avaliar o consumo de metilxantinas por adultos, crianças e idosos do município do Rio de Janeiro; quantificar e comparar o teor de metilxantinas dos alimentos fonte mais consumidos e Determinar a contribuição- é importante explicitar o significado do termo no contexto do estudo- do café e dos outros alimentos fontes, para o consumo diário de metilxantinas.

Anexo 1

NÚCLEO DE ESTUDOS DE SAÚDE COLETIVA/UFRJ

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

pesquisa de interese para a área da Educação alimentar no que se refere à saúde da população.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

o TCLE está bem desenhado e atende aos preceitos éticos

Recomendações:

Descrever com mais detalhes os efeitos adversos do uso em excesso da substancia em estudo, que, no caso do corpo do projeto não está claro quais sejam

Vale ressaltar que o termo contribuição pode ser interpretado de várias maneiras e, neste sentido, seria prudente explicitar o significado que os autores do projeto querem referir.

cálculos estatísticos (talvez fosse interessante especificar a necessidade dos cálculos e, por decorrência, da conformação de nova amostra).

As análises serão feitas em triplicatas e realizadas em HPLC, de acordo com a metodologia descrita por Farahet al, 2006. Seria interessante uma breve descrição da metodologia.

Tais inadequações do estudo não se referem à questões de cunho ético, mas sim em relação à construção do projeto per se, que foi apontado no item recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer aprovado pelo colegiado. PROJETO APROVADO

RIO DE JANEIRO, 07 de Novembro de 2012

Assinador por:
MARISA PALACIOS DA CUNHA E MELO DE ALMEIDA REGO
(Coordenador)

Anexo 2 **Questionário de Frequência de Consumo de Alimentos Fonte de Metilxantinas adaptado de Sichieri & Everhart, 1998**

Informações pessoais:
Idade:____
Sexo: Masculino ◯ Feminino: ◯
Bairro onde mora:_____
Escolaridade:_____
Renda familiar: 1 a 3 salários mínimos ◯ 4 a 7 salários mínimos ◯ 8 a 11 salários mínimos ◯ Mais que 11 salários mínimos ◯

		FREQUENCIA							
Produto	**Quantidade**	**Mais de 3 vezes por dia**	**2 a 3 vezes por dia**	**1 vez por dia**	**5 a 6 vezes por semana**	**2 a 4 Vezes por semana**	**1 vez por semana**	**1 a 3 vezes por mês**	**Nunca ou quase nunca**
Café puro filtrado Marca:_____	1xíc café (60mL) ◯ 1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1 xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Café *espresso* Marca:_____	1xíc café (60mL) ◯ 1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1 xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Café solúvel Marca:_____	1xíc café (60mL) ◯ 1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1 xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Café com leite Marca:_____	1xíc café (60mL) ◯ 1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1 xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Cappuccino Marca:_____	1xíc café (60mL) ◯ 1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1 xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Chá preto ◯ Sachet ◯ granel Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Chá verde ◯ Sachet ◯ granel Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Chá branco ◯ Sachet ◯ granel Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Chá gelado ◯ branco ◯ verde ◯ preto Marca:_____	1/2 xíc Chá (120ml) ◯ 1xíc chá (240ml) ◯ 1 copo lata (350ml) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Mate ◯ Sach ◯ Gran ◯ Pronto Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 copo (350mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								

Produto	Quantidade	Mais de 3 vezes por dia	2 a 3 vezes por dia	1 vez por dia	5 a 6 vezes por semana	2 a 4 Vezes por semana	1 vez por semana	1 a 3 vezes por mês	Nunca ou quase nunca
Mate verde (tipo chimarrão) Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 copo americano (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Chocolate em pó Marca:_____	1 colher de sopa ◯ 2 colheres de sopa ◯ 3 colheres de sopa ◯ Mais _____colheres ◯								
Cacau em pó Marca:_____	1 colher de sopa ◯ 2 colheres de sopa ◯ 3 colheres de sopa ◯ Mais _____colheres ◯								
Achocolatado em pó Marca:_____	1 colher de sopa ◯ 2 colheres de sopa ◯ 3 colheres de sopa ◯ Mais _____colheres ◯								
Bebida láctea achocolatada Marca:_____	1/2 xíc Chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 embalagem (200mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Chocolate em barra Branco ◯ ao leite ◯ amargo ◯ Marca:_____	1 Barra ◯ ½ barra ◯ 1/4 barra ◯								
Bombom Branco ◯ ao leite ◯ amargo ◯ Marca:_____	1 unidade ◯ 2 unidades ◯ 3 unidades ◯ mais _____ ◯								
Refrig de cola Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 lata (350mL) ◯ 1 garrafa (600mL) ◯								
Refrig de guaraná Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 lata (350mL) ◯ 1 garrafa (600mL) ◯								
Guaraná natural xarope ◯ pronto ◯ Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1 xíc chá (240mL) ◯ 1 copo (300mL) ◯ Mais de um copo _____ mL ◯								
Guaraná em pó Marca:_____	1 colher de sopa ◯ 2 colheres de sopa ◯ 3 colheres de sopa ◯ Mais _____colheres ◯								
Bebidas energéticas Marca:_____	1/2 xíc chá (120mL) ◯ 1xíc chá (240mL) ◯ 1 lata (250mL) ◯ Mais de um copo _____ ml ◯								

Anexo 3

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
Instituto de Nutrição Josué de Castro

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
Em atendimento à Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde)

"Contribuição de alimentos fonte para a ingestão dietética habitual estimada de metilxantinas no Brasil e no município do Rio de Janeiro".

Você está sendo convidado(a) a participar de forma voluntária na pesquisa intitulada **"Contribuição de alimentos fonte para a ingestão dietética habitual estimada de metilxantinas no Brasil e no município do Rio de Janeiro".** que está sendo desenvolvida pelo Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O estudo tem como objetivo avaliar a contribuição de café, chá, chocolate e de outros alimentos e bebidas para o consumo diário de cafeína e compostos afins por adultos, crianças e idosos da cidade do Rio de Janeiro, já que há desconhecimento por parte da população de que outros alimentos e bebidas que não o café, também são fontes desta substância. Ademais, não há dados na literatura que relacione o teor de metilxantinas nestes alimentos e o consumo dos mesmos pela população.

Você será entrevistado por meio de um Questionário de Frequência de Consumo Alimentar que leva cerca de 10 minutos para ser aplicado. A entrevista aborda questões pessoais; no entanto, garantimos que os resultados da entrevista e os dados pessoais são sigilosos e não serão divulgados individualmente, e sim, como resultados estatísticos conjuntos somente após análise total do grupo entrevistado, sem a possibilidade de identificação daqueles que participaram do estudo.

Esclarecemos que não há risco e nem recompensa decorrente de sua participação no estudo. Você pode se recusar a participar, sem qualquer consequência. Se aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra, do pesquisador responsável

Diante do exposto, eu_____, _____, concordo em participar do estudo como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do voluntário para participação no estudo.

_____ Data: ___/___/_____

Assinatura do responsável pelo estudo

Você poderá, a qualquer momento, entrar em contato com os responsáveis pela pesquisa das seguintes formas:
Profª Drª Adriana Farah email:afarah@nutricao.ufrj.br Telefone contato: 2562-7351
Endereço: Avenida Carlos Chagas Filho n. 373. Centros das Ciências da Saúde, bloco J, salas J2011 e J2016. Cidade Universitária, CEP 21941-902.
Mestranda: Juliana de Paula Lima email: julianadepaula.nutricao@gmail.com Telefone contato: 969318030
Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva pelo telefone 21 2598 93 28 ou pelo e-mail cep@nesc.ufrj.br