

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FARMÁCIA

NATÁLIA CRISTINA DE FARIA

**EFEITO DA INGESTÃO DOS CHÁS VERDE (*Camellia Sinensis*) E DE HIBISCO
(*Hibiscus Sabdariffa*) SOBRE O METABOLISMO ENERGÉTICO, SENSAÇÃO DE
SACIEDADE E INGESTÃO ALIMENTAR DE INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS**

Belo Horizonte
2019

NATÁLIA CRISTINA DE FÁRIA

EFEITO DA INGESTÃO DOS CHÁS VERDE (*Camellia sinensis*) E DE HIBISCO (*Hibiscus sabdariffa*) SOBRE O METABOLISMO ENERGÉTICO, SENSAÇÃO DE SACIEDADE E INGESTÃO ALIMENTAR DE INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Lucilene Rezende Anastácio

Belo Horizonte
2019

Ficha catalográfica

F224e Faria, Natália Cristina de.
Efeito da ingestão dos chás verde (*Camellia sinensis*) e de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) sobre o metabolismo energético, sensação de saciedade e ingestão alimentar de indivíduos saudáveis / Natália Cristina de Faria. – 2019.
115 f. : il.

Orientadora: Lucilene Rezende Anastácio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

1. Calorimetria – Teses. 2. Chá - Teses. 3. Alimentos – Teses. 4. Metabolismo – Teses. 5. Resposta de saciedade – Teses. I. Anastácio, Lucilene Rezende. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia. III. Título.

CDD: 612.39

Elaborado Por Aline Guimarães Amorim – CRB-6/2292

Folha de aprovação

	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS</p>	<p>PPGCA</p>
---	---	---------------------

FOLHA DE APROVAÇÃO

EFEITO DA INGESTÃO DOS CHÁS VERDE (CAMELLIA SINENSIS) E DE HIBISCO (HIBISCUS SABDARIFFA) SOBRE O METABOLISMO ENERGÉTICO, SENSÇÃO DE SACIEDADE E INGESTÃO ALIMENTAR DE INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

NATÁLIA CRISTINA DE FARIA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, área de concentração CIÊNCIA DE ALIMENTOS.

Aprovada em 24 de setembro de 2019, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Dra. Lucilene Rezende Anastácio (Orientadora e Presidente da Comissão)
Faculdade de Farmácia - UFMG


Prof. Dra. Helen Hermiana Miranda Hermsdorff
Universidade Federal de Viçosa - UFV


Prof. Dra. Rachel Oliveira Castilho
Faculdade de Farmácia - UFMG

Belo Horizonte, 24 de setembro de 2019.

Dedico este trabalho à minha família, em especial minha querida mãe Maria do Carmo, ao meu marido Tiago Alaor e ao meu filho Pedro.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço imensamente a Deus, que sempre conduziu os passos da minha vida, me sustentou em todos os momentos. A Ele toda Glória.

Agradeço aos meus pais, Maria do Carmo Vieira Faria e Dirceu José de Faria, por todos os ensinamentos que recebi. Aos meus irmãos Ana Paula Faria, Vinícius Faria, Enrico Faria e Estela Faria, pela convivência, compreensão e carinho. Agradeço em especial à minha querida irmã Ana Paula Faria pelo companheirismo, apoio incondicional, paciência. Vocês me dão força para seguir em frente.

Ao meu marido, Tiago Alaor, por todo companheirismo, conselhos, incentivo e infinita paciência. Talvez, ele não faça ideia do quanto a sua presença me fortaleceu em todas as etapas. Agradeço por sua dedicação e amor dispensados a mim e à nossa família! Agradeço ao meu amado filho Pedro Alaor, por ser essa “criança encantadora” que alegra os meus dias e me mostra o real sentido de tudo que vivemos.

Agradeço à minha querida orientadora, Lucilene Rezende, por ter me acolhido em seu grupo de pesquisa mesmo sem me conhecer pessoalmente, confiado em meu trabalho, pela sua valiosa orientação e incentivo, pela paciência. Meu aprendizado foi muito grande e sou muito grata por tudo. Saiba que você é um grande exemplo para mim.

À professora Isabel Correia, por possibilitar por meio de equipamentos a execução desta pesquisa. À professora Simone Generoso por auxiliar nas dificuldades relacionadas ao calorímetro. Agradeço também à professora Raquel Linhares e à professora Scheilla Vitorino por permitirem a utilização do laboratório para análises de proteína.

Agradeço à minha “irmã do mestrado”, Ana Paula Soares, que se tornou uma grande amiga. Agradeço pela agradável convivência e grande parceria. Saiba que eu jamais conseguiria sem a sua ajuda. Agradeço também ao Guilherme e à Karolline pela grande ajuda nas coletas no Hospital das Clínicas e análise de registros. À Ronália Leite, Ana Luísa Soares, Viviane e Cláudia Oliveira por me ajudarem nas inúmeras análises de proteínas e pela amizade. Agradeço ao Alessandro Sales e à

Samanta Catherine por me ajudarem com seus conhecimentos, pelo incentivo e amizade.

Às amigas Luísa Martins, Maria Clara Macedo e Tamires Souza, que me fortaleceram durante essa trajetória.

Aos amigos do Grupo de Estudos Pecan (Pesquisa em Ciência de Alimentos e Nutrição), pela agradável convivência. Tenho muito orgulho em fazer parte deste grupo, admiro todos vocês.

Às minhas queridas amigas Joelma Lopes, Cíntia Cristina e Flávia Costa, por me ajudarem tantas vezes cuidando do meu Pedrinho.

Às minhas amigas e colegas de trabalho da Faculdade Ciências da Vida Maria Góes, Pauline Moura, Jordânia Castanheira, Laís Bhering e Cláudia Oliveira, que são pessoas e profissionais que admiro muito. Agradeço pelo apoio na etapa de conclusão deste trabalho.

Aos nossos voluntários, essenciais no desenvolvimento do estudo. Agradeço por serem tão disponíveis na execução dessa pesquisa.

À empresa AAMed, pelo apoio para o funcionamento adequado do calorímetro.

À Virgínia Del Carmen, da Fundação Ezequiel Dias, por ser tão solícita auxiliando na identificação microscópica dos chás.

Às professoras membros da banca Helen Hermana, Raquel Castilho e Helem Sena pela disponibilidade de participarem.

Agradeço à FAPEMIG, à Pro-Reitoria de Pesquisa da UFMG e ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos-FAFAR/UFMG, pelo apoio na execução desse trabalho.

Sou muito grata por tudo o que vivi na UFMG. Foi realização de um sonho. Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram nesse período.

“O essencial é invisível aos olhos.”

Antonie Saint-Exupéry

Resumo

Estratégias alternativas para o tratamento da obesidade têm-se tornado cada dia mais populares, no entanto, muitas vezes sem evidências científicas de efetividade. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos chás verde (*Camellia sinensis*) e de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) sobre o metabolismo energético, sensações subjetivas de saciedade e ingestão alimentar de indivíduos saudáveis. Foi desenvolvido estudo experimental, randomizado, aberto, controlado com 21 indivíduos saudáveis de ambos os sexos. Após período de jejum de 12 horas, os voluntários ingeriram desjejum padronizado contendo chá verde, chá de hibisco ou água. A avaliação do gasto energético de repouso (GER) e quociente respiratório (QR) foram realizados por meio de exame de calorimetria indireta, nos tempos jejum e 40, 120 e 240 minutos após ingestão do desjejum padrão. As taxas de substrato oxidado (carboidratos, proteínas, lipídeos) foram calculadas nos tempos jejum e 240 minutos após ingestão do desjejum padrão. Houve análise de nitrogênio urinário excretado dos tempos jejum e após 240 minutos da ingestão do desjejum teste, por meio do método de Kjeldhal, para correção do GER e cálculo dos substratos oxidados. As sensações subjetivas relacionadas a saciedade foram reportadas pelos voluntários por meio de escala visual analógica (EVA) nos tempos jejum, e após o desjejum (imediatamente após, 60, 120 e 180 minutos). A ingestão alimentar da primeira refeição prospectiva ao desjejum padrão, assim como a ingestão alimentar do dia do tratamento foram reportadas pelos voluntários por meio de registro alimentar, que posteriormente foram convertidos em energia e macronutrientes. Anova de medidas repetidas com auxílio do software SPSS versão 20.0 foi utilizada para análise de dados. A ingestão de chá verde aumentou significativamente o GER (com correção de nitrogênio urinário ou não) em $7,2 \pm 11,7\%$ e $6,9 \pm 10,9\%$, respectivamente, após 240 minutos da ingestão da refeição teste em comparação com o tempo jejum no tratamento água (diferença GER tratamento chá verde: nitrogenado $+91,0 \pm 157,6\text{kcal}$, $p=0,041$; não nitrogenado $+88,2 \pm 146,1\text{kcal}$, $p=0,042$). No tratamento água observou-se após 240 minutos da ingestão da refeição teste, que o GER nitrogenado e não nitrogenado foram $-4,7 \pm 8,9\%$ e $-5,0 \pm 9,1\%$, respectivamente, em comparação com a avaliação realizada em jejum (diferença GER: nitrogenado $-66,4 \pm 122,1\text{kcal}$; não nitrogenado $-66,4 \pm 115,1\text{kcal}$). O GER do tratamento chá de hibisco, embora maior, não foi estatisticamente diferente

da água (diferença GER tratamento hibisco: nitrogenado $-3,0 \pm 174,7$ kcal, $-0,2 \pm 12,4\%$, $p=0,096$; não nitrogenado $+11,2 \pm 171,1$ kcal, $0,9 \pm 12,2\%$ $p=0,140$). Após 240 minutos da ingestão do desjejum padronizado, observou-se que o QR dos tratamentos chá verde ($0,75 \pm 0,05$), chá de hibisco ($0,76 \pm 0,06$) e água ($0,78 \pm 0,07$) não se diferiram (efeito da bebida: $p=0,180$; interação tempo x bebida: $0,613$). A oxidação de lipídeos após 240 minutos da ingestão do desjejum padronizado foi maior no tratamento chá verde ($4,6 \pm 2,1$ g/hora) comparado ao tratamento chá de hibisco ($3,9 \pm 1,4$ g/hora) e água ($3,6 \pm 1,8$ g/hora), porém essa diferença não foi significativa (efeito da bebida: $p=0,167$; interação tempo x bebida: $0,281$). A taxa de oxidação de carboidratos e proteínas também não foi diferente entre os tratamentos ($p > 0,05$). A área sob a curva (ASC) das sensações subjetivas relatadas em EVA para fome, saciedade e plenitude não diferiram entre o tratamento chá verde e água ($p=0,693$; $p=0,950$; $p=0,537$ respectivamente). A ingestão alimentar prospectiva relatada em EVA não diferiu em nenhum tratamento (água e chá verde $p=0,860$; água e chá de hibisco $p=0,633$). A ASC do chá de hibisco quando comparado ao tratamento água foi diferente na EVA de fome (ASC hibisco $533,8 \pm 305,1$ cm.min; $p=0,016$); saciedade (ASC hibisco $1381,0 \pm 294,2$ cm.min; $p=0,003$) e plenitude (ASC hibisco $1344,0 \pm 320,1$ cm.min; $p=0,020$). A ingestão energética da primeira refeição após o desjejum teste do tratamento água ($609,4 \pm 246,1$ kcal), chá verde ($577,6 \pm 211,5$ kcal) e chá de hibisco ($690,4 \pm 447,3$ kcal) não diferiu em nenhum tratamento ($p=0,906$). A ingestão energética ao longo do dia do tratamento água ($1587,7 \pm 475,3$ kcal), chá verde ($1501,8 \pm 511,8$ kcal) e chá de hibisco ($1726,1 \pm 767,9$ kcal) também não foi diferente entre os tratamentos ($p=0,920$), bem como a de macronutrientes ($p > 0,050$). Conclui-se que a ingestão aguda do chá verde aumentou o metabolismo energético em aproximadamente 7%, porém o chá de hibisco não mostrou o mesmo efeito. O chá de hibisco reduziu as sensações subjetivas de fome e aumentou sensações de saciedade e plenitude, mas o chá verde, não. Chá verde e chá de hibisco não alteraram ingestão alimentar subsequente.

Palavras-chave: Calorimetria indireta. Efeito térmico do alimento. Chá. *Camellia sinensis*. *Hibiscus sabdariffa*.

Abstract

Alternative strategies for treating obesity have become increasingly popular, however, often without scientific evidence of effectiveness. In this sense, the present work aimed to evaluate the effect of green (*Camellia sinensis*) and hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) teas on energy metabolism, subjective feelings of satiety and food intake of healthy individuals. An experimental, randomized, open, controlled study with 21 healthy subjects of both sexes was developed. After a 12-hour fasting period, the volunteers ate standardized breakfast containing green tea, hibiscus tea or water. Resting energy expenditure (REE) and respiratory quotient (RQ) were assessed by means of indirect calorimetry at fasting and 40, 120 and 240 minutes after ingestion of standard breakfast. Oxidized substrate rates (carbohydrates, proteins, lipids) were calculated at fasting times and 240 minutes after standard breakfast ingestion. Kjeldhal method was used for GER correction and calculation of oxidized substrates of urinary nitrogen excreted from fasting times and after 240 minutes of breakfast ingestion. Subjective sensations related to satiety (hunger, satiety, fullness and prospective food intake) were reported by the volunteers through visual analog scale (VAS) at fasting times, and after breakfast (immediately after, 60, 120 and 180 minutes). Dietary intake of the first prospective meal at standard breakfast, as well as dietary intake on the day of treatment, were reported by the volunteers through dietary records, which were later converted into energy and macronutrients. The repeated measures test with the aid of SPSS version 20.0 software was used for data analysis. Green tea intake significantly increased REE (with or without urinary nitrogen correction) by $7,2\pm 11,7\%$ and $6,9\pm 10,9\%$, respectively, after 240 minutes of test meal intake compared with fasting time in water treatment (difference GER green tea treatment: nitrogen $+91,0\pm 157,6\text{kcal}$, $p=0,041$; non-nitrogen $+88,2\pm 146,1\text{kcal}$, $p=0,042$). In the water treatment it was observed, after 240 minutes of the test meal intake, that the nitrogen and non-nitrogen GEN were $-4,7\pm 8,9\%$ and $-5,0\pm 9,1\%$, respectively, compared to the evaluation during fasting (GER difference: nitrogen $-6,4\pm 122,1\text{kcal}$; non-nitrogen $-66,4\pm 115,1\text{kcal}$). The GER of the hibiscus tea treatment, although higher, was not statistically different from the water (difference GER hibiscus treatment: nitrogen $-3,0\pm 174,7\text{kcal}$, $-0,2\pm 12,4\%$, $p=0,096$; non-nitrogen $+11,2\pm 171,1\text{kcal}$, $0,9\pm 12,2\%$ ($p=0,140$)). After 240 minutes of eating standardized breakfast, it was observed that the QR of green tea ($0,75\pm 0,05$), hibiscus tea ($0,76\pm 0,06$) and water ($0,78\pm 0,07$) did not

differ (drink effect: $p=0,180$; time x drink interaction: $0,613$). Lipid oxidation after 240 minutes of standardized breakfast intake was higher in green tea treatment ($4,6\pm 2,1$ g/hour) compared to hibiscus tea ($3,9\pm 1,4$ g/hour) and water ($3,6\pm 1,8$ g/hour), but this difference was not significant (effect of drink: $p=0,167$; interaction time x drink: $p=0,281$). The rate of carbohydrate and protein oxidation was also no different between treatments ($p>0,050$). The area under the curve (iAUC) of the subjective sensations, reported in VAS for hunger, satiety and fullness, did not differ between green tea and water treatment ($p=0,693$; $p=0,950$; $p=0,537$ respectively). Prospective food intake reported in VAS did not differ in any treatment (water and green tea $p=0,860$; hibiscus water and tea $p=0,633$). The iAUC of hibiscus tea, when compared to water treatment, was different in hunger EVA (iAUC hibiscus $533,8\pm 305,1$ cm.min; $p= 0,016$); satiety (iAUC hibiscus $1381,0\pm 294,2$ cm.min; $p=0,003$) and fullness (iAUC hibiscus $1344,0\pm 320,1$ cm.min; $p=0,020$). The energetic intake of the first meal after the breakfast test ($609,4\pm 246,1$ kcal), green tea ($577,6\pm 211,5$ kcal) and hibiscus tea ($690,4\pm 447,3$ kcal) did not differ in any treatment ($p=0,906$). The energy intake throughout the day of water treatment ($1587,7\pm 475,3$ kcal), green tea ($1501,8\pm 511,8$ kcal) and hibiscus tea ($1726,1\pm 767,9$ kcal) was also no different between treatments ($p=0,920$), as well as macronutrients ($p>0,050$). It was concluded that acute intake of green tea increased energy metabolism by approximately 7%, but hibiscus tea did not show the same effect. Hibiscus tea reduced subjective feelings of hunger and increased feelings of satiety and fullness, but green tea did not. Green tea and hibiscus tea did not alter subsequent food intake.

Keywords: Indirect calorimetry. Thermal effect of food. Tea. *Camellia sinensis*. *Hibiscus sabdariffa*.

Lista de figuras

Figura 1 – Sistema de calorimetria indireta	27
Figura 2 – Bloco digestor e amostras de urina digeridas	30
Figura 3 – Sistema de Destilação de Nitrogênio	31
Figura 4 – Bureta utilizada para titulação	32
Figura 5 – Estrutura química da cafeína e seus metabólitos.....	37
Figura 6 – A atuação da cafeína na termogênese e gasto energético	38
Figura 7 – Folhas e cálice da espécie <i>Camellia sinensis</i>	39
Figura 8 – Estruturas das catequinas do chá verde, diferenças representadas no número de hidroxilas e presença do grupo galato.....	40
Figura 9 – Folhas e cálices da espécie <i>Hibiscus sabdariffa</i>	46
Figura 10 – Estrutura das antocianinas do <i>Hibiscus sabdariffa</i>	47
Figura 11 – Aleatorização e esquema do desjejum padronizado oferecido aos voluntários nos dias de avaliação.....	53
Figura 12 – Protocolo de todas avaliações realizadas no estudo.....	54
Figura 13 – Posição dos eletrodos emissores e receptores em exame de bioimpedância elétrica (BIA).....	58
Figura 14 – Escala visual analógica	60
Figura 15 – Fluxograma do estudo, Belo Horizonte-MG, 2019	64
Figura 16 – <i>Camellia sinensis</i>	66
Figura 17 – <i>Hibiscus sabdariffa</i>	72

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Componentes do gasto energético diário e os seus principais determinantes em indivíduos saudáveis não atletas	23
Gráfico 2 – Gasto energético de repouso não-nitrogenado em jejum e em diferentes tempos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado de água ou chá verde (A) e a termogênese induzida pela dieta (B), Belo Horizonte, 2019.....	67
Gráfico 3 – Sensação subjetiva de fome dos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019	68
Gráfico 4 – Sensação subjetiva de saciedade dos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área acima da curva incremental, Belo Horizonte, 2019	69
Gráfico 5 – Sensação subjetiva de plenitude dos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área acima da curva incremental, Belo Horizonte, 2019	69
Gráfico 6 – Sensação subjetiva do desejo de comer nos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019	70
Gráfico 7 – Gasto energético de repouso não-nitrogenado (A) e a termogênese induzida pela dieta (B) em jejum e em diferentes tempos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado de água ou chá de hibisco, Belo Horizonte, 2019....	73
Gráfico 8 – Sensação subjetiva de fome dos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019	74
Gráfico 9 – Sensação subjetiva de saciedade dos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área sobre a curva incremental, Belo Horizonte, 2019	75
Gráfico 10 – Sensação subjetiva de plenitude dos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área sobre a curva incremental, Belo Horizonte, 2019	76

Gráfico 11 – Sensação subjetiva do desejo de comer relatado pelos voluntários nos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019 77

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparação do consumo de oxigênio, liberação de dióxido de carbono, quociente respiratório e geração de calor durante a oxidação dos três principais substratos biológicos.....	29
Tabela 2 – Ensaios clínicos com efeito agudo após a ingestão de chá verde (<i>Camellia sinensis</i>).....	44
Tabela 3 – Estudos com <i>Hibiscus sabdariffa</i> no tratamento da obesidade	50
Tabela 4 – Caracterização geral dos voluntários avaliados na pesquisa, Belo Horizonte-MG, 2019.....	65
Tabela 5 – Caracterização do ambiente de coleta de dados, antropométrica e de composição corporal dos voluntários nos diferentes tratamentos realizados, Belo Horizonte-MG, 2019.....	65
Tabela 6 – Gasto energético de repouso nitrogenado, quociente respiratório e substrato oxidado em jejum e no tempo 240 minutos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado de água ou chá verde, Belo Horizonte-MG, 2019 ...	68
Tabela 7 – Ingestão energética e de macronutrientes da primeira refeição após refeição teste e do dia do tratamento reportado por registro alimentar dos participantes dos diferentes tratamentos.....	71
Tabela 8. Gasto energético nitrogenado, quociente respiratório e substrato oxidado em jejum e no tempo 240 minutos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado das bebidas teste, Belo Horizonte, 2019	73
Tabela 9. Diferenças com o tempo jejum no gasto energético nitrogenado (termogênese induzida pela dieta), quociente respiratório e substrato oxidado após a ingestão do desjejum padronizado acompanhado das bebidas teste	74
Tabela 10 – Ingestão energética e de macronutrientes na primeira refeição e no dia do tratamento após desjejum padronizado com bebida teste relatada em registro alimentar pelos participantes da pesquisa nos diferentes tratamentos	77

Lista de siglas

AF – atividade física

AMPc – adenosinamofosfato cíclico

ASC – área sob a curva

BIA – bioimpedância elétrica

EPGC –galato de epigalocatequina

EVA – escala visual analógica

FiO₂ – concentração de oxigênio administrado

GER – gasto energético de repouso

GET – gasto energético total

IMC – índice de massa corporal

NU – nitrogênio urinário

QR – quociente respiratório

QRNN – quociente respiratório não nitrogenado

PLAC – placebo

PPAR- γ – receptor ativado por proliferador erossoma γ

RNA – ácido ribonucleico

SNS – sistema nervoso simpático

SREBP-1c - proteínas de ligação do elemento de regulação do esterol

TT – tratamento

TID - termogênese induzida pela dieta

TMB – taxa metabólica basal

TRP – potenciais canais receptores transitórios

UCP1 – proteína desacopladora 1

VO_2 - volume de O_2 consumido

VCO_2 – volume de CO_2 expirado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2.1. METABOLISMO ENERGÉTICO	23
2.2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO POR CALORIMETRIA INDIRETA	26
2.2.1. Análise do nitrogênio urinário.....	30
2.3. SENSações SUBJETIVAS DE SACIEDADE E INGESTÃO ALIMENTAR PROSPECTIVA.....	33
2.4. ALIMENTOS E TERMOGÊNESE	35
2.5. CHÁ VERDE (<i>Camellia sinensis</i>).....	39
2.6. CHÁ DE HIBISCO (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	46
3. OBJETIVOS	52
4. MÉTODOS	53
4.1. DESENHO DO ESTUDO	53
4.2. LOCAL E DIVULGAÇÃO DO ESTUDO, POPULAÇÃO ESTUDADA E ASPECTOS ÉTICOS	55
4.3. CALORIMETRIA INDIRETA.....	56
4.4. AVALIAÇÃO DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E ANTROPOMÉTRICA	57
4.5. DESJEJUM PADRONIZADO	58
4.6. ANÁLISE MICROSCÓPICA DOS CHÁS	59
4.7. ESCALA VISUAL ANALÓGICA	60
4.8. ANÁLISE DO NITROGÊNIO URINÁRIO	61
4.9. CÁLCULO DO SUBSTRATO OXIDADO	61
4.10. AVALIAÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR PROSPECTIVA	62
4.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	62
5. RESULTADOS	64
6. DISCUSSÃO	78
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS.....	90
ANEXO 1.....	105
ANEXO 2.....	109
ANEXO 3.....	112
ANEXO 4.....	114

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é uma das causas evitáveis de morte e por isso caracteriza importante problema de saúde pública, ainda em ascensão neste século (DIBAISE; FOXX-ORENSTEIN, 2013). Nas últimas décadas, as prevalências da obesidade e sobrepeso (excesso de peso) aumentaram de forma significativa em todo o mundo e se transformaram em uma epidemia mundial (WILLIAMS *et al.*, 2015). Estima-se que 13% da população mundial encontra-se com obesidade e 1/3 com sobrepeso (WHO, 2018). Além disso, é crescente a prevalência da obesidade em crianças (HRUBY; HU, 2015). Verifica-se que o excesso de peso é condição que atinge todos os níveis da sociedade (CHO *et al.*, 2019).

O excesso de peso apresenta consequências no aumento do risco de morbidades como hipertensão, diabetes melitus tipo 2, doença coronariana, acidente vascular cerebral, doença da vesícula biliar, osteoartrite, apneia do sono, problemas respiratórios, alguns tipos de câncer e mortalidade (JENSEN *et al.*, 2013). Também existem associações entre a obesidade e qualidade de vida, doenças periodontais, redução no rendimento escolar, alterações hormonais em pré-púberes, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade em crianças (PULGARÓN, 2013).

Nesse sentido, iniciativas de promoção da saúde com o objetivo de evitar o excesso de peso e estratégias para perda de peso são importantes (CHRISTENSEN *et al.*, 2019). Embora os riscos e custos associados à obesidade sejam bem conhecidos, a adesão aos tratamentos ainda é um grande desafio, fato este que impede a eficácia do tratamento (BURGESS; HASSMÉN; PUMPA, 2017). A maioria das pessoas com obesidade interrompe o tratamento em programas alimentares e, dos que continuam, grande parte não perde peso e dos que perdem peso, muitos recuperam-no (BAUTISTA-CASTAÑO *et al.*, 2004).

O tratamento básico da obesidade consiste no ajuste do estilo de vida com o aumento no gasto energético e/ou diminuição da ingestão alimentar, porém há relatos de que apenas cerca de 20% da população consegue manter a perda de peso em longo prazo (WING; PHELAN, 2005).

Visto que a adesão ao tratamento da obesidade é baixa, estratégias diferentes de intervenção são necessárias (GAMBOA-GÓMEZ *et al.*, 2015) e algumas têm se

tornado cada vez mais populares, ainda que sem respaldo científico, especialmente quando se trata de métodos alternativos e fáceis para a perda de peso (ALONSO-CASTRO *et al.*, 2019). Principalmente após a ascensão do uso de mídias sociais, os métodos alternativos para emagrecimento com pouca ou nenhuma evidência científica têm atraído a população com excesso de peso em detrimento de métodos de eficácia comprovada (ESTEGHAMATI *et al.*, 2015).

Dentre os métodos alternativos populares sugeridos para o tratamento do excesso de peso, tem-se o consumo de chás como o chá verde e chá de hibisco, preparados utilizando *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze e *Hibiscus sabdariffa* L. respectivamente. Atualmente, em site de buscas populares com o termo “chá para emagrecimento”, por exemplo, aparecem aproximadamente 13.600.000 resultados no Google (busca realizada em 29/07/2019). Embora para o chá verde haja maior escopo de evidências do seu papel no metabolismo (HURSEL; WESTERTERP-PLANTENGA, 2010, 2013; JANSSENS, I. A. N.; HURSEL; WESTERTERP-PLANTENGA, 2016; TÜRKÖZÜ; TEK, 2015) e perda de peso (BALADIA *et al.*, 2014; CISNEROS *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2016; HURSEL; VIECHTBAUER; WESTERTERP-PLANTENGA, 2009; RAINS; AGARWAL; MAKI, 2011); estudos sobre seus efeitos a partir da ingestão do chá propriamente dito são escassos e para os efeitos do chá de hibisco, a ciência ainda é bastante incipiente.

Entre 2007 e 2016, as taxas de crescimento do consumo de chás foram, em média, 5% ao ano, com aumento no consumo principalmente no leste da Ásia, África, América Latina. Segundo a 23ª Sessão do Grupo Intergovernamental de Chá realizada em 2018, o consumo mundial de chás foi de 5,53 milhões de toneladas em 2016, com previsão para continuar aumentando na próxima década (principalmente o consumo do chá verde). O aumento no consumo mundial de chás pode ser atribuído aos efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes e na perda de peso divulgados (FAO, 2018).

O aumento no consumo mundial de chás, principalmente com o objetivo de emagrecimento, e a escassez de evidências científicas sobre tais indicações, justificam a importância das investigações acerca dessas preparações. Desta forma, essa pesquisa tem o objetivo de avaliar o efeito da ingestão de chá e chá de hibisco sobre metabolismo energético, sensações de saciedade e ingestão alimentar prospectiva.

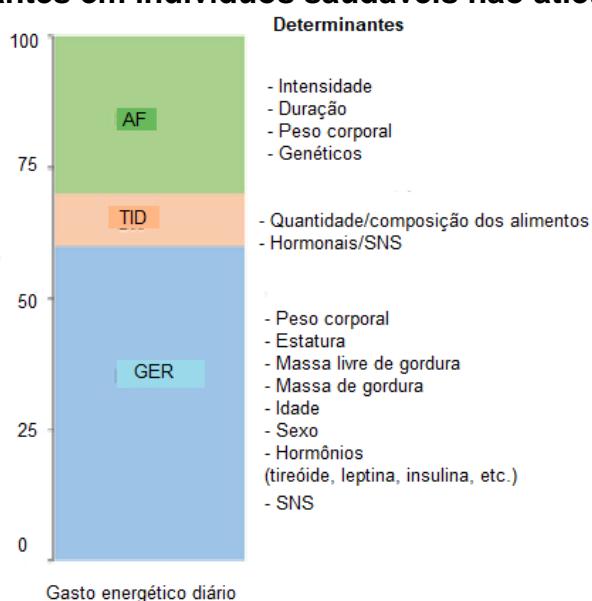
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. METABOLISMO ENERGÉTICO

O balanço energético é a diferença entre a ingestão calórica e o gasto energético total. Esse resultado exerce influência no peso e estoques de gordura corporal (SCHUTZ, 1995). Quando há excesso de ingestão calórica e/ou gasto energético diminuído, pode ocorrer o ganho de peso (CUNARRO *et al.*, 2018).

Assim, o gasto energético diário (GET) em humanos (Gráfico 1) é constituído pela taxa metabólica basal (TMB), efeito térmico dos alimentos ou termogênese induzida pela dieta (TID) e gasto energético de atividade física (HALL; GUO, 2017).

Gráfico 1 – Componentes do gasto energético diário e os seus principais determinantes em indivíduos saudáveis não atletas.



GER: gasto energético de repouso; TID: termogênese induzida pela dieta; AF: atividade física; SNS: sistema nervoso simpático.

Fonte: Adaptado de Soares & Muller, 2018, p. 1209 [Redesenhado e adaptado de Swinburn BA, Ravussin E. Energia e metabolismo de macronutrientes. Baillieres Clin. Endocrinol. Metab. 1994; 8(3):527-48.].

A TMB é a energia usada pelo indivíduo para a manutenção das funções vitais. Esta é avaliada no estado pós-absortivo, após acordar, em decúbito dorsal e repouso completo e representa cerca de 60% do GET de um indivíduo com atividade física leve. O gasto energético de repouso (GER) representa cerca de 10% da TMB e é avaliado em indivíduos em repouso completo, no estado pós-absortivo (STOHS;

BADMAEV, 2016). Desta forma, a energia dispendida na TMB serve para suprir o organismo no trabalho cardiorrespiratório e trabalho de manutenção dos gradientes de íons transmembrana em repouso (ROSENBAUM; LEIBEL, 2010).

A TID é a energia gasta nos processos de digestão, absorção intestinal de nutrientes, utilização, armazenamento dos nutrientes não imediatamente oxidados e representa cerca de 10 a 15% por cento do GET. Quando a ingestão é igual ao gasto energético, a TID é de cerca de 10% do gasto total de energia para dieta mista com 55% de energia provinda de carboidrato, 15% de energia provinda de proteína e 30% da energia provinda de gordura (WESTERTERP, 2015).

O gasto energético de atividade física equivale geralmente 30 a 40% do GET de indivíduos não atletas e refere-se a energia dispendida nas atividades do cotidiano e exercício físico (LEVINE, 2005; STOHS; BADMAEV, 2016). Esse último é o mais variável dos componentes do GET e essa variação pode ocorrer devido a diferenças na composição corporal, intensidade e duração da atividade física realizada (SCHUTZ, 1995; WESTERTERP, 2018).

Em alguns momentos da vida, como gravidez, lactação, crescimento há aumento do GET. O hábito de fumar, o estado de estresse e uso de certos medicamentos também são responsáveis pelo aumento do gasto energético (SOARES; MÜLLER, 2018). Além disto, há diversas condições que podem variar o GET, como sono (BENEDICT *et al.*, 2011; MARKWALD *et al.*, 2013; MCHILL; WRIGHT, 2017) , temperatura do ambiente (CANNON; NEDERGAARD, 2011; KINGMA *et al.*, 2017; PALLUBINSKY; SCHELLEN; VAN MARKEN LICHTENBELT, 2019; VAN MARKEN LICHTENBELT *et al.*, 2017), composição corporal (COWLEY; BROWN; CONSIDINE, 2016; RAVUSSIN *et al.*, 1982, 1986; WESTERTERP, 2017), sexo (GARAULET *et al.*, 2000; GEER; SHEN, 2009; JANSSEN *et al.*, 2000) e idade (AMDANEE *et al.*, 2018; MANINI, 2010).

O intervalo termoneuro fisiológico é a faixa de temperatura em que a taxa metabólica é mínima para a manutenção da temperatura corporal, sem alterações regulatórias como termogênese com tremores e termogênese sem tremores ou termogênese relacionada ao calor ou transpiração (VAN MARKEN LICHTENBELT *et al.*, 2017). Sugere-se que é tolerável, por um indivíduo com roupas leves, um intervalo de temperatura termoneuro variando entre 23°C a 27°C. Porém, o conforto térmico

fisiológico e comportamental relacionado ao intervalo termoneutro pode variar de acordo com idade, sexo, composição corporal, vestuário, pele (KINGMA; FRIJNS; VAN MARKEN LICHTENBELT, 2012).

A termogênese adaptativa se refere a alterações no consumo de energia em situações de repouso e não-repouso, que são independentes de alterações na massa livre de gordura e na composição da mesma (MÜLLER; ENDERLE; BOSY-WESTPHAL, 2016). A perda ou ganho de peso podem estar associados à redução ou aumento no gasto energético, que dependem principalmente da massa livre de gordura, que caracteriza o componente metabolicamente ativo do corpo. Contudo, a mudança de peso pode não seguir a previsão embasada no cálculo do balanço energético. Isto pode ser explicado por adaptações metabólicas independentes da massa livre de gordura, chamada de termogênese adaptativa (GOELE *et al.*, 2009). A adaptação metabólica pode ser atribuída a mudanças no gasto energético que são desproporcionais às mudanças na massa metabólica e ocorrem durante a fase dinâmica da mudança de peso (LAM; RAVUSSIN, 2016). Desta forma, a termogênese muda em resposta a alterações no balanço energético, ou seja, se balanço energético é negativo ocorre economia de energia pelo organismo (MÜLLER; ENDERLE; BOSY-WESTPHAL, 2016).

O GET também está estreitamente relacionado ao tamanho e composição corporal, sendo explicado principalmente pela massa livre de gordura (RAVUSSIN *et al.*, 1986). A massa livre de gordura é composta por todos os tecidos que não são gordurosos, isto é, músculo esquelético, ossos e órgãos parenquimatosos (RAVUSSIN *et al.*, 1982). A massa livre de gordura, em especial o músculo esquelético é o componente determinante do GER (COWLEY; BROWN; CONSIDINE, 2016). O tecido muscular esquelético representa cerca de 50% da massa livre de gordura e entre 30 a 40% do peso corporal total (WEISE *et al.*, 2014). Desta forma, é importante identificar a massa livre de gordura, pois esta é o maior determinante do GER, contabilizando cerca de 70 a 75% do gasto energético (STUBBS *et al.*, 2018).

Existem conhecidas diferenças na composição corporal entre os sexos, sendo observada maior massa magra em homens e maior tecido adiposo em mulheres (GARAULET *et al.*, 2000). Há relatos de que o GER, medido pela calorimetria indireta, é significativamente menor nas mulheres do que nos homens, porém semelhante em

quando normalizado para quilogramas de peso corporal ou quilos de massa corporal magra (GEER; SHEN, 2009).

A massa livre de gordura é o maior responsável pelo GER, entretanto verifica-se que em adultos mais velhos esta se apresenta diminuída. Tanto a TMB como o efeito térmico dos alimentos são menores em idosos do que em adultos jovens (18 a 35 anos), mesmo quando se têm quantidades de tecido magro e ingestão energética semelhante. Esses fatores contribuem para diminuição do gasto energético em adultos mais velhos (DU *et al.*, 2014). A redução associada à idade no GET é atribuída à redução no GER consequente em parte às reduções na massa corporal e na massa livre de gordura. Ocorre um declínio do GER de maneira rápida após os 40 anos de idade (MANINI, 2010).

2.2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO POR CALORIMETRIA INDIRETA

A oxidação dos nutrientes gera a energia necessária para sintetizar o ATP, que é usado para o trabalho metabólico, sendo uma outra parte desta oxidação perdida na forma de calor. Além disso, quando o ATP disponibiliza energia para o trabalho metabólico por hidrólise, parte também é transformada em calor. Desta forma, para se mensurar o gasto energético pode-se avaliar a perda de calor ou, indiretamente medir as trocas gasosas resultantes da oxidação de nutrientes. O primeiro método é denominado calorimetria direta e o segundo, calorimetria indireta. A calorimetria indireta resulta da determinação simultânea do consumo de oxigênio, produção de dióxido de carbono e perda de nitrogênio na urina, além de ser usado para estimar a contribuição de carboidrato, proteína e gordura na produção de energia (WESTERTEP, 2015).

A calorimetria indireta é método comum utilizado para mensurar o gasto energético no ambiente de pesquisa, sendo relevante por fornecer dados do consumo de energia do organismo minuto a minuto. Essa informação a torna ferramenta importante para distinguir os vários componentes GET (TBM, GER, TID e gasto energético da atividade). O sistema de calorimetria indireta pode ser composto pelo carrinho metabólico, traqueia e *canopy* (contemplados na Figura 1) são dispositivos

calorimétricos indiretos que avaliam o gasto energético em breves períodos de tempo (minutos a algumas horas). As trocas gasosas são retidas em *canopy*, máscara facial ou bocal conectado ao oxigênio e analisadores de dióxido de carbono montado em carrinhos móveis (LAM; RAVUSSIN, 2016).

Figura 1 – Sistema de calorimetria indireta.



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

Na oxidação dos carboidratos e lipídios tem-se como produto final o CO₂ e H₂O, no entanto como produto final da oxidação de proteínas é obtido além do CO₂ e H₂O o nitrogênio que é excretado via urina. Desta forma, para avaliar a oxidação do substrato proteína é necessário além dos valores de CO₂ expirado e volume de O₂ consumido, medir a excreção do nitrogênio urinário (SUEN; UNAMUNO; MARCHINI, 2003). Por meio da calorimetria indireta é possível mensurar o volume de O₂ consumido (VO₂) e o volume de CO₂ expirado (VCO₂). Para o cálculo do gasto energético total médio, em kcal, pode-se utilizar equações, como a de Weir com a substituição dos valores medidos de VO₂ e VCO₂ (WEIR, 1949):

$$\text{Gasto energético (kcal/dia)} = [(VO_2 \times 3,941) + (VCO_2 \times 1,106) - (NU \times 2,17)] \times 1440$$

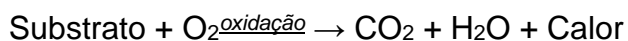
NU= nitrogênio urinário

Algumas considerações são importantes durante a técnica da calorimetria indireta, para garantia de resultados precisos, como a confirmação da ausência de vazamentos de gases, validação e calibração adequada do equipamento, estado estacionário da concentração de oxigênio administrada (FiO₂) (HAUGEN; CHAN; LI, 2007). Segundo o manual do equipamento de calorimetria indireta Quark RMR (COSMED, Italy, 2011), o FiO₂ deve ser menor do que 50%, sendo que a instabilidade

pode ser devido a mudanças na fonte pressão do gás e misturador do ventilador ou características de mistura.

Outra medida importante obtida com a calorimetria indireta é o quociente respiratório (QR), sendo definido como a razão entre o VCO_2 e VO_2 (VCO_2/VO_2) e esta reflete o substrato usado para a obtenção da energia (HAUGEN; CHAN; LI, 2007).

De fato, os nutrientes à base de carbono são convertidos em dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e calor na presença de oxigênio (O_2). Logo, o gasto energético pode ser avaliado mensurando-se a quantidade de oxigênio consumido e o dióxido de carbono liberado pelo corpo. Assim, tem-se (HARRIS; BENEDICT, 1919):



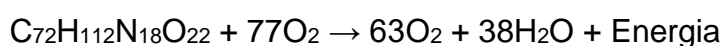
Desta forma, a base para o cálculo é a troca gasosa e liberação de energia do substrato metabolizado (carboidrato, proteína ou lipídeo). Para a produção de energia a partir da oxidação da glicose, tem-se 1 mol de glicose sendo oxidado em 6 mols de dióxido de carbono e 6 mols de água. Usa-se uma equação similar para a oxidação de gordura. Para a oxidação de proteínas é obtido como resultado o dióxido de carbono, água e compostos nitrogenados excretados na urina. Abaixo tem-se a equação da oxidação da glicose (WESTERTERP, 2015):



Quando ocorre a oxidação da gordura (no exemplo ácido palmítico), o resultado é uma redução na produção do dióxido de carbono para cada molécula de oxigênio consumida (PATEL; BHARDWAJ, 2018):



Quando a proteína é utilizada como substrato para a produção de energia, observa-se como resultado uma diminuição da produção de dióxido de carbono para cada molécula de oxigênio consumida, além do nitrogênio urinário tem-se (PATEL; BHARDWAJ, 2018):



A completa oxidação da glicose no organismo produz valor de QR de 1,0. Os valores fisiológicos do QR humano estão entre 0,67 a 1,2. Resultados de QR fora

deste intervalo devem causar dúvidas. No entanto, o uso de diferentes substratos resulta em QR diferentes, descritos na tabela 1 (HAUGEN; CHAN; LI, 2007):

Tabela 1 – Comparação do consumo de oxigênio, liberação de dióxido de carbono, quociente respiratório e geração de calor durante a oxidação dos três principais substratos biológicos.

Substrato	Oxigênio consumido (L)	Dióxido de carbono expirado (L)	Quociente respiratório	Calor produzido por g oxidado (kcal)
Glicose	0,746	0,746	1,00	3,75
Lipídeo	2,029	1,430	0,69	9,30
Proteína	0,966	0,782	0,81	4,30

Fonte: Haugen & Chan, 2007, p. 379.

Em média, o QR é de cerca 0,8 para uma dieta mista, com variações entre 0,7 (100% de oxidação lipídica) e 1,0 (100% de oxidação de carboidratos), de acordo com a proporção de substratos oxidados (ZITTING *et al.*, 2018).

Carboidratos, proteínas e lipídeos, após a oxidação, produzem mesmo produto final: CO₂ e H₂O acrescido da excreção do nitrogênio na urina na forma de compostos nitrogenados representando o catabolismo de proteínas. Como a calorimetria indireta fornece os volumes de CO₂ e O₂, e com a determinação do nitrogênio excretado na urina é possível a verificação dos substratos utilizados para a produção de energia no organismo. A excreção urinária é a forma predominante de excreção de nitrogênio (aproximadamente 90%). A ausência dos valores de nitrogênio urinário pode induzir a um erro de 4% na taxa metabólica na condição de jejum (FERRANNINI, 1988).

A maior parte do nitrogênio urinário está na forma de ureia e um grama de nitrogênio urinário equivale a 6,25g de proteína. Para a determinação de carboidratos e lipídeos oxidados, tem-se as fórmulas abaixo, nas quais Os VCO₂ e VO₂ são em litros por minuto e o NU (nitrogênio urinário) em gramas por minuto (FRAYN, 1983):

$$\text{Carboidrato} = 4,55\text{VCO}_2 - 3,21\text{VO}_2 - 2,87\text{NU}$$

$$\text{Lipídeo} = 1,67\text{VO}_2 - 1,67\text{VCO}_2 - 1,92\text{NU}$$

2.2.1. Análise do nitrogênio urinário

Para a determinação da fração nitrogenada da urina é sugerido o método de Kjeldhal (FERRANNINI, 1988). Este método foi idealizado em 1883 por Johan Kjeldhal e tem como princípio a determinação da proteína de uma amostra baseada na determinação do total de nitrogênio encontrado (KJELDAHL, 1883). Esta técnica baseia-se nos seguintes princípios (AOAC, 1995):

- Digestão: a amostra é colocada em um tubo digestor juntamente com um catalisador (composto de sulfato de potássio, óxido de selênio, sulfato cúprico sendo 10:1:1) e ácido sulfúrico em um bloco digestor. O aquecimento da amostra no bloco digestor o é iniciado aos poucos (para evitar que a amostra espirre do tubo digestor e não ocorra a completa digestão) até atingir a temperatura de 350°C. Para verificar se a digestão da amostra foi concluída confere-se o clareamento completo da amostra (Figura 2). Na etapa da digestão o nitrogênio da amostra é convertido em sulfato de amônia.

Figura 2 – Bloco digestor e amostras de urina digeridas.



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

- Destilação: após a finalização da digestão, em temperatura ambiente, o tubo digestor com a amostra digerida é colocado em um Destilador de Nitrogênio (Figura 3). No final do condensador do Destilador de Nitrogênio é colocado um erlenmeyer com solução de ácido bórico (2%) e uma solução indicadora (composto por uma mistura de solução etanólica de vermelho dimetila 0,2% e solução etanólica de verde de bromecresol 0,2%, 1:4). É importante que o final do condensador fique em contato com a solução de ácido bórico para que não ocorra perdas de nitrogênio. Uma solução de hidróxido de sódio (40%) é adicionada aos poucos na amostra digerida, através de um funil de gotejamento. Neste momento, o sulfato de amônia é convertido em gás amônia, que é liberado da solução e sai do tubo digestor para o erlenmeyer com ácido bórico e indicador. Então o gás amônia em contato com o ácido bórico é convertido no íon amônio e simultaneamente converte o ácido bórico no íon borato e posteriormente em borato de amônio. A solução destilada é recolhida até completar 50mL, assim a solução ficará azul.

Figura 3 – Sistema de Destilação de Nitrogênio.



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

- Titulação: Em bureta (Figura 4) é colocado ácido clorídrico (0,1mol/L). A solução deve ser titulada lentamente até a viragem completa da cor (irá mudar da coloração azul para coloração avermelhada). O borato de amônio reage com o ácido clorídrico formando cloreto de amônio e ácido bórico. Observa-se que um mol de borato de amônio reage com um mol de ácido clorídrico, tendo como resultado um mol de nitrogênio. O volume gasto na titulação é utilizado para o cálculo de determinação do nitrogênio. Para o cálculo, segue-se a fórmula:

$$\text{Nitrogênio (g/mL)} = \frac{V/1000 \times M \times f \times 14,007 \times \text{volume de urina do período}}{\text{volume da amostra}}$$

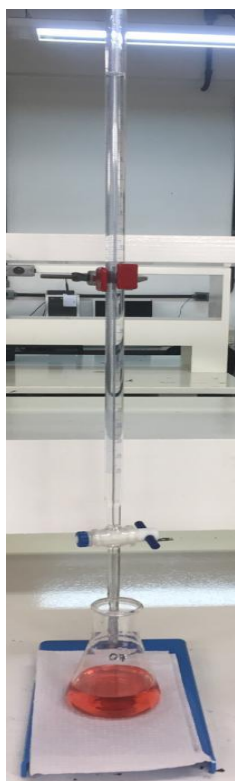
Em que:

V = mililitros de solução de ácido clorídrico 0,1mol/L gastos na titulação (é preciso fazer a diferença do valor titulado e uma prova em branco com os reagentes),

M = molaridade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1mol/L;

f = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1mol/L.

Figura 4 – Bureta utilizada para titulação.



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

Como o conteúdo de nitrogênio das proteínas corresponde a aproximadamente 16%, geralmente é introduzido o valor de 6,25 para transformar a gramatura de nitrogênio encontrado em proteínas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Para a conversão do nitrogênio urinário em proteínas também assume-se o valor de 6,25 (PIERS *et al.*, 1992).

2.3. SENSAÇÕES SUBJETIVAS DE SACIEDADE E INGESTÃO ALIMENTAR PROSPECTIVA

A saciedade é definida como mecanismo psico-biológico cuja função é inibir a ingestão após o consumo de uma refeição composta por alimento e/ou bebida. Pode ser que os mecanismos de saciedade inibam a ingestão de alimentos da próxima refeição (TREMBLAY; BELLISLE, 2015). De forma semelhante, a saciação é definida como conjunto de processos que inibem a motivação para comer durante o episódio da ingestão de alimentos (DE CASTRO, 2010). Aos poucos, no momento da ingestão dos alimentos, podem ocorrer diversas influências como sensoriais, cognitivas, gástricas, hormonais que trazem ao indivíduo a saciação (LE MAGNEN, 1992). No início de uma refeição existem influências de fatores fisiológicos (fome), sensoriais e fatores ligados ao ambiente como horário da refeição e momento social (DE CASTRO, 2010). Neste momento tem-se o apetite, definido como impulso que motiva o indivíduo a obter alimentos, sendo regulado por um complexo neurocircuito (HEISLER; LAM, 2017).

O tempo de saciedade após a ingestão, assim como a intensidade da saciedade pode ser determinada por fatores como composição dos alimentos e bebidas consumidas. Alguns nutrientes, micronutrientes ou compostos alimentares bioativos podem aumentar ou intensificar a sensação de saciedade e talvez consigam interferir na ingestão alimentar (TREMBLAY; BELLISLE, 2015).

Pode-se definir plenitude como uma ausência de fome e a fome, como uma motivação para comer. O consumo prospectivo é a pergunta realizada ao indivíduo com o intuito de verificar quanto ele sente que poderia comer naquele momento (ROGERS; HARDMAN, 2015). A ingestão alimentar integra o balanço energético e está diretamente ligada a sensações de fome e saciedade (HETHERINGTON, 2002).

Assim, o controle da ingestão energética é visto como um ponto representativo na manutenção do balanço energético em condições de ingestão alimentar livre (FLATT, 1995). De fato, é importante a avaliação da ingestão alimentar, pois quando há um balanço energético positivo gera-se um excesso de energia que é armazenada principalmente no tecido adiposo favorecendo a ocorrência da obesidade (KOVACS; MELA, 2006). Atualmente, a grande disponibilidade de alimentos palatáveis e de alta densidade energética causam um aumento nas oportunidades de comer em excesso, o que favorece a ocorrência de obesidade. É importante o desenvolvimento de estratégias para melhorar a auto-regulação do consumo alimentar (BIRCH *et al.*, 2017).

Para mensurar a sensação subjetiva de saciedade são utilizadas escalas visuais analógicas. Essas escalas geralmente são compostas por linhas de 100mm com palavras ancoradas nas extremidades que descrevem os principais atributos sensoriais. Os indivíduos fazem marcações nesta linha reportando como se sente diante do atributo avaliado (que pode ser, por exemplo, fome, saciedade, plenitude, ingestão alimentar prospectiva). A abordagem utilizando as escalas visuais analógicas são amplamente utilizadas, por serem de baixo custo e de fácil compreensão (FORDE, 2018). Há relatos de que a utilização das escalas visuais analógicas reportando as sensações subjetivas de saciedades representem boa confiabilidade em grupos (FLINT *et al.*, 2000). As escalas visuais analógicas podem ser aplicadas antes do teste de determinada refeição (jejum) e após uma refeição teste, por vários tempos (ROGERS; HARDMAN, 2015).

Sobre o efeito de alimentos e compostos bioativos na ingestão alimentar subsequente, a literatura é controversa. Em ensaio clínico cruzado realizado com chá verde e cafeína foi avaliado qual o efeito desses compostos na ingestão alimentar da próxima refeição e também no apetite. Participaram do estudo 12 homens que ingeriram cápsulas com 500mg de chá verde (sendo 125mg de catequinas), 50mg de cafeína anidra, ou placebo. Após 240 minutos da ingestão das cápsulas de chá verde ou cafeína ou placebo, na próxima refeição oferecida foi observada redução na ingestão alimentar, porém sem significância (chá verde reduziu $95 \pm 80,1$ kcal; $p=0,500$; cafeína reduziu $36,1 \pm 90,1$ kcal; $p=0,700$) comparado com placebo ($1161,3 \pm 103,0$ kcal). Não foi observada diferença estatística na sensação subjetiva de saciedade,

plenitude, consumo alimentar prospectivo entre os tratamentos (BELZA; TOUBRO; ASTRUP, 2009).

Em estudo desenvolvido com vários compostos bioativos combinados (entre eles o chá verde), foram avaliados 27 indivíduos saudáveis (10 homens e 17 mulheres). A duração do estudo foi de seis semanas, sendo três semanas com uma restrição na oferta de energia (balanço energético negativo), *washout* e três semanas com excesso na oferta energética (balanço energético positivo). Houve ingestão concomitante de chá verde (598,5mg de catequinas e 77mg de cafeína) e capsaicina (40.000 unidades de calor de Scolive – SHU) e a ingestão de energia e sensação de saciedade foram avaliadas. Verificou-se que a combinação capsaicina e chá verde foi capaz de promover diminuição da ingestão alimentar em comparação ao placebo (reduziu $88,5 \pm 38,7$ kcal $p=0,023$) e aumentou a saciedade (diferença entre o tratamento e placebo, $5,7 \pm 2,7$ cm, $p=0,033$) em maior medida no período em que houve balanço energético positivo (REINBACH *et al.*, 2009).

As sensações de fome e saciedade também foram investigadas em estudo desenvolvido com 47 mulheres com excesso de peso, que ingeriram cápsulas contendo 500mg sendo 35% de *Lippia citriodora* e 65% de *Hibiscus sabdariffa* por oito semanas. Foi verificada redução significativa na sensação de fome, aumento na sensação de saciedade, aumento na plenitude. Também foi relatada menor capacidade de ingestão alimentar na próxima refeição em comparação com o final do estudo (BOIX-CASTEJÓN *et al.*, 2018). No entanto, é incerto afirmar que este resultado foi atribuído apenas ao *Hibiscus sabdariffa*.

2.4. ALIMENTOS E TERMOGÊNESE

O conteúdo calórico e a composição da dieta podem alterar a TID. Quando os macronutrientes são consumidos separadamente, a proteína tem uma TID de 20 a 30%, o carboidrato de 5 a 10% e o lipídeo de 0 a 3% do valor calórico ingerido. A TID é composta por fase cefálica ou facultativa e fase obrigatória. A fase facultativa acontece pela ação do SNS, impulsionado pelas propriedades sensoriais da ingestão alimentar, por volta de 30-40 minutos após a refeição oral. A fase obrigatória é marcada pelo gasto de energia na fase de absorção e utilização de nutrientes no

dispêndio de ATP (HERMSDORFF; VOLP; BRESSAN, 2007). A TID pode apresentar variações ao longo do dia, por exemplo, um mesmo lanche consumido pela manhã e a noite gera maior TID pela manhã (BO *et al.*, 2015).

Além disso, alguns componentes alimentares parecem induzir a aumento da TID. O aumento de gasto energético mediada pela UCP1 pode ser estimulada por compostos alimentares específicos. Esses compostos agem ativando o SNS e tecido adiposo marrom e/ou de forma direta ou indiretamente sobre as células adiposas, por meio de fatores humorais liberados após sua ingestão (BONET; MERCADER; PALOU, 2017).

Em adição, os canais potenciais de receptores transitórios (TRP) também interferem na TID. Trata-se de uma família de canais não seletivos de cátions evidentes em neurônios sensoriais e outros locais neuronais e não neuronais. Entre eles, o TRPV1 é responsável por sensações de calor nocivo, soluções ácidas, toxinas e ingredientes alimentares, principalmente com características pungentes, e TRPA1 e TRPM8 são responsáveis pelas sensações de estímulos frios e mecânicos nocivos e inócuos, em contato com compostos como mentol e canabinóides (BEVAN; QUALLO; ANDERSSON, 2014). Vários ingredientes alimentares podem agir ativando os TRPs. Bonet; Mercader e Palou (2017) citam: capsicinóides - que incluem capsaicina e compostos pungentes não-pungentes analógicos -*capsiate*, *dihidrocapsiate* e *nordihidrocapsiate*- presente em pimentas do gênero *Capsicum*. Há também compostos encontrados em plantas da família do gengibre, como 6-gingerol, 6-shogaol e 6-paradol e curcumina; piperina e outros compostos de pimenta preta podem agir ativando TRP. São citados também compostos organossulfurados encontrados em alho; cinemaldeído e mentol que são encontrados na canela e menta respectivamente (BONET; MERCADER; PALOU, 2017). A epigallocatequina galato (EPGC), a principal catequina presente no chá verde, houve ativação dos canais TRPV1 e TRPA1 (KUROGI *et al.*, 2015).

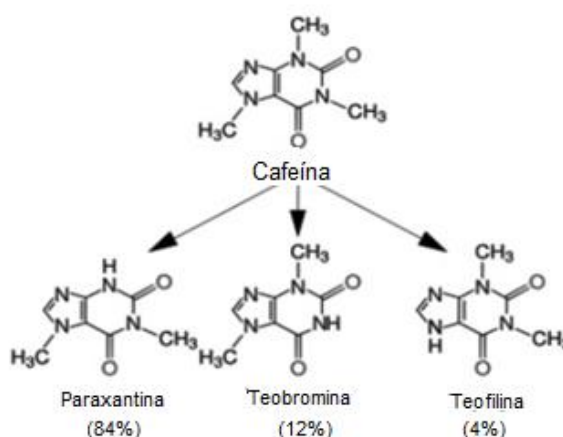
Além dos alimentos e substâncias alimentares citados, a cafeína também exerce alteração no gasto energético. Em metanálise, o efeito da ingestão de cafeína sobre o GET foi avaliado. O gasto energético em condições de placebo foi de 2155,9kcal (IC 95%, 1950,5kcal a 2361,3kcal) e com a suplementação de cafeína (150 a 1248mg) verificou-se que o gasto energético de 24h aumentou 102,6kcal (IC 95%,

62,3kcal a 142,8kcal) em comparação com as condições de placebo. Dessa forma, foi estimado que a cafeína pode aumentar o GET em 4,8% (HURSEL *et al.*, 2011).

A cafeína (1,3,7-trimetil-xantina) é um alcaloide natural encontrado em quantidades diferentes em grãos, folhas e frutos em mais de 60 plantas, sendo os grãos de café torrado (café arábica e robusta) e folhas de chá verde (*Camellia sinensis*) as principais fontes de cafeína no mundo. Em média, uma xícara de café padrão e de chá verde com 240mL contêm 100mg e 35mg de cafeína, respectivamente (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010).

Com rápida absorção através do trato gastrointestinal, a cafeína é transportada pelas membranas celulares, circulando para os tecidos. Por ser um composto lipossolúvel, ela atravessa a barreira hematoencefálica, com ação neural. Os níveis de cafeína aparecem na corrente sanguínea de 15 a 45 minutos após a sua ingestão e o seu metabolismo ocorre no fígado (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010). O principal sistema responsável pela metabolização da cafeína no fígado é o citocromo P450 1A2 (CYP1A2) (CORNELIS *et al.*, 2006). Como metabólitos da cafeína (Figura 5) são produzidos a paraxantina (1,7-dimetil-xantina), teofilina (1,3-dimetil-xantina) e teobromina (3,7-dimetil-xantina) (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010).

Figura 5 – Estrutura química da cafeína e seus metabólitos.



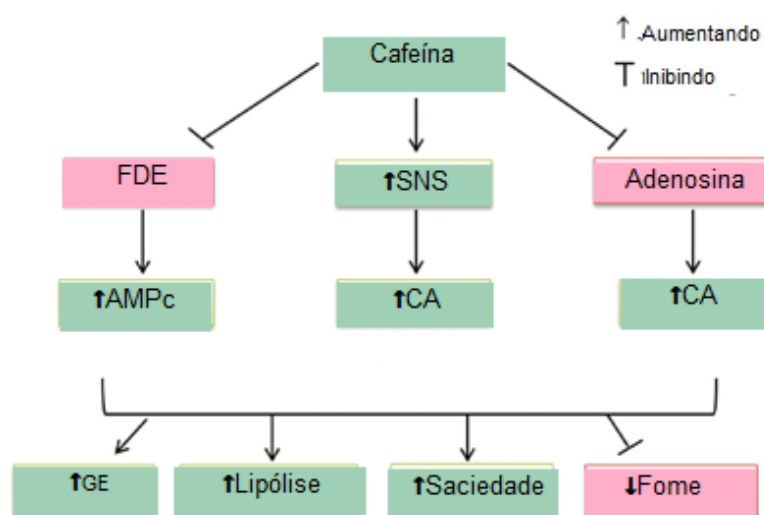
Fonte: Adaptado de Heckman, Weil e Mejia, 2010, p. 80.

O efeito termogênico da cafeína (Figura 6) se dá por meio da inibição da enzima fosfodiesterase, que degrada a adenosina monofosfato cíclico (AMPC). A

fosfodiesterase usualmente hidrolisa o AMPc para AMP, no entanto após o consumo de cafeína, a alta concentração de AMPc faz com que a atividade do SNS aumente. Com isso, a lipase hormônio sensível é ativada, promovendo lipólise. A atividade do SNS e da lipólise são dependentes de AMPc, pois o mesmo ativa a proteína quinase A. Além disso, a cafeína também estimula a ocorrência do Ciclo de Cori e de Triglicerídeos-ácidos graxos livres e com isso promove lipólise (WESTERTER-PLANTENGA, 2010).

Assim, alguns autores relatam que a cafeína pode melhorar o balanço energético quando ingerida em doses entre baixa e moderada (aproximadamente 3 – 4mg/kg de peso corporal) por indivíduos ativos ou sedentários, assim como obesos e com peso adequado, de ambos os gêneros (HARPAZ *et al.*, 2017). Há relato de que a meia vida da cafeína é aproximadamente cinco horas e seu efeito térmico diminui após a terceira hora e quase retorna ao nível inicial antes do consumo de cafeína (COMPHER *et al.*, 2006). No entanto, um polimorfismo no gene CYP1A2 pode alterar metabolismo de cafeína, existindo metabolizadores lentos e metabolizadores rápidos de cafeína (PALATINI *et al.*, 2015).

Figura 6 – A atuação da cafeína na termogênese e gasto energético.



FDE: fosfodiesterase; SNS: sistema nervoso simpático; AMPc: monofosfato de adenosina cíclico; CA: catecolaminas; GE: gasto energético
 Fonte: Adaptado de Harpaz *et al.*, 2017, p.2.

2.5. CHÁ VERDE (*Camellia sinensis*)

O chá verde é obtido a partir das folhas frescas da *Camellia sinensis* (Figura 7), pertencente a família das Theaceae, que passam por um processo de cocção que impedem que essas folhas passem por fermentação (MAKI *et al.*, 2009). As folhas são pequenas, duras, de coloração verde-escura e de superfície sem brilho (CHEN; APOSTOLIDES, 2012).

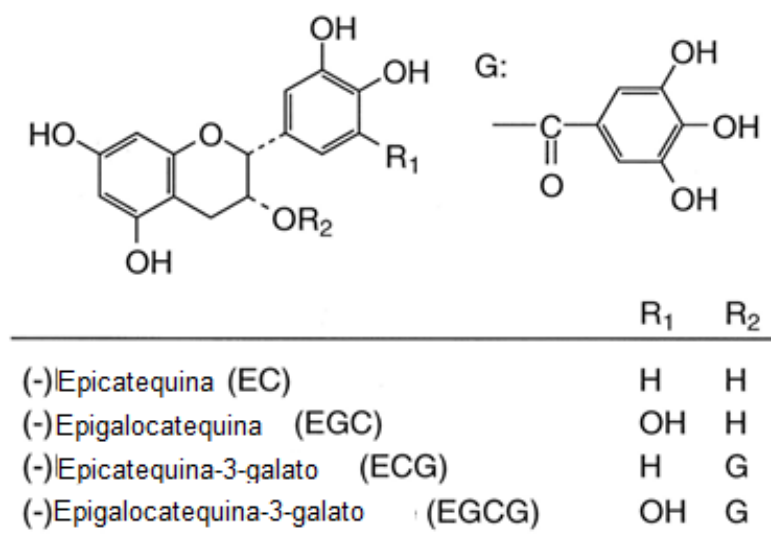
Figura 7 – Folhas e cálice da espécie *Camellia sinensis*.



Fonte: Adaptado de Chen e Apostolide, 2012, p.3.

Os polifenóis da *Camellia sinensis* representam aproximadamente 30% da composição do chá (Figura 8) são conhecidos como catequinas, constituído por epicatequina, epicatequinagalato, epigalocatequina e galato de epigalocatequina (EPGC) sendo esta última a mais abundante (KAO; HIIPAKKA; LIAO, 2000; SHIXIAN *et al.*, 2006). As catequinas são compostos incolores e hidrossolúveis possuem sabor amargo e adstringente. Além das catequinas, o chá verde contém de três a seis por cento do seu peso seco de cafeína. A quantidade dos compostos do chá verde pode variar de acordo técnicas de cultivo, manejo e processamento do chá verde (SHIXIAN *et al.*, 2006).

Figura 8 – Estruturas das catequinas do chá verde, diferenças representadas no número de hidroxilas e presença do grupo galato.



Fonte: Adaptado de Kao, Hiipakka, Liao, 2000, p.980.

O gasto energético de 24 horas e QR foram avaliados em estudo de curto prazo desenvolvido com 10 homens saudáveis, com a ingestão de extrato de chá verde contendo 50mg de cafeína e 90mg de EPGC por três vezes ao dia. Verificou-se aumento no gasto energético de 24 horas em 4% (aproximadamente 78kcal), além de redução no QR (0,88 para 0,85 $p < 0,010$) sugerindo com isso aumento na oxidação de gorduras. Devido o chá verde conter em sua composição mistura de cafeína e EPGC, o efeito no aumento do gasto energético não foi atribuído apenas pela cafeína, mas sim a mistura entre cafeína-EPGC (DULLOO *et al.*, 1999). De fato, observa-se que as catequinas atuam em sinergismo com a cafeína no gasto energético, entretanto esse efeito pode diferir de acordo com a etnias, idade, dose e peso corporal de acordo com a idade, dose e peso corporal (TÜRKÖZÜ; TEK, 2015).

O aumento do gasto energético promovido pelo chá verde é atribuído em parte pelas catequinas, por meio da inibição da enzima catecol-O-metiltransferase (COMT). Com a inibição da COMT ocorre aumento de norepinefrina e de adenilciclase, o que faz com que o SNS seja estimulado e ocorra uma diminuição da captação da glicose com aumento da lipólise (HURSEL; WESTERTER-PLANTENGA, 2013). A adenilciclase é uma enzima com função de converter o AMPc, que ativa a proteína quinase A e estimula a lipase hormônio sensível (que faz a liberação de ácidos graxos

e glicerol dos adipócitos) (FERREIRA *et al.*, 2016). A cafeína antagoniza a adenosina, que geralmente diminui a concentração de norepinefrina, assim como inibe a enzima fosfodiesterase. Desta forma, a proteína quinase aumenta tanto por efeito da cafeína como das catequinas do chá verde. A estimulação do SNS e hormônio lipase sensível aumentam a UCP1 que gera maior gasto energético e oxidação de gordura (BORCHARDT; HUBER, 1975).

Embora vários mecanismos tenham sido propostos para justificar a ação do chá verde no metabolismo energético, nem todos os estudos conseguiram evidenciar este efeito. Em estudo conduzido por 12 semanas com 60 voluntários de ambos os sexos, caucasianos, com suplementação de extrato de chá verde na concentração de 0,56g de EPGC e 0,28 a 0,45g de cafeína diariamente, verificou-se que não houve alterações no GER e QR (JANSSENS, P.L; HURSEL; WESTERTERP-PLANTENGA, 2015). Há relatos de que os indivíduos possam responder de forma diferente ao efeito da EPGC e cafeína e mistura dos dois de acordo com a sua genética (HURSEL; VIECHTBAUER; WESTERTERP-PLANTENGA, 2009).

Desta forma, os resultados para o efeito do chá verde na perda de peso são contraditórios. Em metanálise cujo objetivo foi descrever os efeitos do chá verde sobre a regulação do peso corporal verificou-se que o chá verde parece induzir a pequena perda de peso (-0,04kg, IC 95% -0,5 a 0,4kg), no entanto essa perda de peso não foi significativa ($p=0,880$). Foram avaliados estudos conduzidos fora do Japão, com tempo de duração de 12 a 13 semanas. Quando foram avaliados os estudos conduzidos no Japão com a mesma duração, observou-se perda de peso (-1,4kg, IC 95% -2,4 a -0,5kg, $p=0,002$), no entanto os estudos conduzidos no Japão são aparentemente heterogêneos. Nessa metanálise foi identificado que a etnia pode ser fator que interfira no efeito do chá verde visto que pode haver alteração no efeito das catequinas (JURGENS *et al.*, 2012). Em outra metanálise também foi avaliado o efeito do chá verde para o emagrecimento e os resultados revelaram que as catequinas foram capazes de reduzir o peso corporal (-1,31kg, IC 95% -2,05 a -0,57kg, $p<0,0001$), houve efeito menor em caucasianos em comparação com asiáticos, porém a diferença não foi significativa (HURSEL; VIECHTBAUER; WESTERTERP-PLANTENGA, 2009).

Também foi relatado que o consumo de café pode ser um moderador do resultado do chá verde. Nessa mesma metanálise, foi verificado que a ingestão maior que 300mg/dia de cafeína inibiu de forma significativa ($p=0,040$) o efeito das

catequinas do chá verde (perda de peso de -0,3kg IC95% -1,6 a 1,1kg comparado com alta ingestão de cafeína e -1,6kg IC95% -2,4 a -0,8kg para baixa ingestão de cafeína) (HURSEL; VIECHTBAUER; WESTERTERP-PLANTENGA, 2009).

O chá verde poderia ter efeito na redução de peso não apenas pela possibilidade de aumentar o gasto energético, como também por pretensamente interferir na digestão e metabolismo de gorduras, interferindo nas respostas de fome e saciedade. Já foi sugerido que as catequinas possam atuar também inibindo lipases pancreáticas e gástricas, o que reduz a emulsificação das gorduras da dieta, diminuindo assim a sua absorção (JUHEL *et al.*, 2000). Outra proposta é que as catequinas do chá verde possam alterar de forma positiva a composição da microbiota intestinal e com isso reduzir a absorção de gordura (JANSSENS, I. A. N.; HURSEL; WESTERTERP-PLANTENGA, 2016).

A ingestão alimentar prospectiva, sensação subjetiva de saciedade, GER, QR, peso e composição corporal foram avaliados em 12 semanas em um ensaio clínico randomizado, controlado conduzido com 60 indivíduos obesos de ambos os sexos. O tratamento foi realizado com extrato de chá verde ingerido três vezes ao dia (0,7mg ácido gálico, 12,3mg catequinas, 86,6mg cafeína, 100,7mg EPGC) em 60 participantes (42 mulheres, 18 homens) adultos com obesidade. Os resultados foram avaliados na 4^a, 8^a e 12^a semana de estudo. Observou-se após 12 semanas de estudo que o tratamento chá verde não alterou a próxima ingestão alimentar e sensação subjetiva de saciedade em comparação com o placebo. O tratamento chá verde resultou em maior GER (1996,0±44,9kcal/dia, p<0,001) em comparação com placebo (1952,1±35,0kcal/dia) na 8^a semana de tratamento, mas não na 12^a semana de tratamento. O QR foi menor no tratamento chá verde (0,81±0,01, p<0,050) em comparação com o placebo (0,83±0,02) na 8^a semana do estudo, bem como peso corporal (64,9±11,0kg p<0,050 *versus* 70,0±8,5kg). Os autores deste estudo sugerem que o chá verde pode auxiliar no emagrecimento aumentando o GER e a oxidação de gorduras (AUVICHAYAPAT *et al.*, 2008).

O GER, QR, sensação subjetiva de saciedade e ingestão alimentar prospectiva também foram avaliados em ensaio clínico randomizado, cruzado, placebo controlado, duplo mascarado com 12 homens saudáveis. No tratamento chá verde houve ingestão de um extrato de 500mg de chá verde (125mg de catequinas) ou placebo. O GER foi avaliado por calorimetria indireta por quatro horas após a ingestão do composto. O

GER e QR do chá verde não se diferiram do placebo, bem como as sensações subjetivas de saciedade. No entanto, observou-se que os voluntários reportaram ter maior vontade de ingerir alimentos doces e gordurosos após quatro horas da ingestão do chá verde em comparação com o placebo ($p=0,008$ e $p=0,04$, respectivamente). Apesar da próxima ingestão alimentar ser reduzida em 8% das calorias (chá verde - $95,6\pm 80,0\text{kcal}$) esta diferença não foi significativa ($p=0,500$) em comparação ao tratamento controle. Esses achados mostram uma maior necessidade de investigação dos efeitos do chá verde (BELZA; TOUBRO; ASTRUP, 2009).

Apesar de ensaios clínicos apoiarem o uso do chá verde para o tratamento da obesidade, suas descobertas são inconclusivas. Além disso, a dose consumida para obter resultados não é bem definida (KAO; HIIPAKKA; LIAO, 2000). Existem divergências nos resultados obtidos em estudos desenvolvidos com os extratos do chá verde (Tabela 2), sendo necessário estudos adicionais que verifiquem o efeito do consumo do chá verde na forma de infusão.

Tabela 2 – Ensaio clínico com efeito agudo após a ingestão de chá verde (*Camellia sinensis*).

Autor, ano	Desenho do estudo	Participantes	Intervenção	Duração	Desfechos avaliados	Resultados
Dullo <i>et al.</i> (1999)	Ensaio clínico randomizado, duplo mascarado	10 homens saudáveis	Calorimetria direta. 2 cápsulas (3x/dia) TT1:– extrato de chá verde com 150mg cafeína e 270mg EPCG/dia TT2: 50mg cafeína PLAC: celulose	Um dia	GET, QR, oxidação de lipídeos, nitrogênio e norepinefrina urinária	TT1:↑ gasto energético (4%, p<0,010), ↓ QR (0,88 para 0,85, p<0,001), ↑ oxidação lipídeos (p<0,050) ↑ excreção urinária de norepinefrina (40%, p<0,050) comparado a TT2 PLAC.
Rudelle <i>et al.</i> (2007)	Ensaio clínico randomizado, duplo mascarado, cruzado, placebo-controlado	31 (15 homens e 16 mulheres) saudáveis	Calorimetria direta. 250mL bebida, 3x/dia, 3 dias. TT1: bebida com catequinas (540mg catequinas, 282mg EPCG, 300mg cafeína, 633mg cálcio/dia) do extrato de chá verde. PLAC: bebida com fibra solúvel e corante natural.	Três dias	GET, oxidação de substrato energético, ureia e catecolaminas urinária	TT1: ↑ GET (p<0,002; (2398±55kcal) em comparação com PLAC (2291±49kcal). Oxidação do substrato energético e catecolaminas não diferiram do PLAC.
Gregersen <i>et al.</i> (2009)	Ensaio clínico randomizado, duplo mascarado, cruzado,	15 homens saudáveis	Calorimetria direta. 6 cápsulas/dia. PLAC: cápsula. TT1 (645mg EPCG e 150mg cafeína/dia). TT2 (684mg	Um dia	Gasto energético (13,5h), QR, oxidação de substrato, nitrogênio e	Não houve diferenças significativas no gasto energético, QR, oxidação de substrato entre os tratamentos. Não houve diferença significativas nas

	placebo-controlado		epigalocatequina e 150mg cafeína). TT3 (493,8mg catequinas e 150mg cafeína), TT4 (0,6mg EPCG e 150mg cafeína). As refeições oferecidas foram padronizadas.		norepinefrina urinária, sensação subjetiva de apetite	sensações subjetivas relatadas de saciedade, fome, plenitude e próxima ingestão alimentar. As catecolaminas identificadas na urina de 24h não diferiram entre os tratamentos.
Yoneshiro <i>et al.</i> , 2017	Ensaio clínico randomizado, aberto, cruzado, controlado	15 homens saudáveis. TT curto: Participantes com alta (n=9) e baixa (n=6) atividade de tecido adiposo marrom. TT longo: 10 participantes com baixa atividade de tecido adiposo marrom	Calorimetria indireta. TT curto: TT1: bebida com catequinas do chá verde (615mg) 125,9mg EPGC, 77mg cafeína). PLAC: bebida com 81,2mg cafeína. TT longo: ingestão bebida 2x/dia. TT1: 1230mg catequina, 160mg cafeína. PLAC: 160mg cafeína. TT longo: exposição ao frio por duas horas antes das avaliações (19°C).	Um dia / Cinco semanas	Gasto energético; avaliação no TT curto e no TT longo (cinco semanas)	Tratamento curto:TT1: ↑gasto energético em participantes com tecido adiposo marrom ativo (↑médio de 15,2±1,5kcal, p<0,010) do que nos 6 participantes com baixa atividade de tecido adiposo marrom (aumento médio de 3,4±2,7kcal). PLAC: resultado semelhante em todos os participantes. TT longo: ↑gasto energético indivíduos que foram expostos ao frio e ingeriram a bebida com catequinas (de 92±26,5kcal para 197,9±27,7kcal, p=0,009) em comparação ao PLAC (de 70,2±46,5kcal para 99,2±37,0kcal, p=0,507).

TT: tratamento; PLAC: placebo, GET: gasto energético diário; QR: quociente respiratório; EPGC: epigalocatequinagalato; ↑aumento; ↓diminuição

2.6. CHÁ DE HIBISCO (*Hibiscus sabdariffa*)

A espécie *Hibiscus sabdariffa* (Figura 9), pertencente à família Malvaceae, vem sendo usada em muitos países como recurso culinário e terapêutico, em preparações doces, salgadas, bebidas quentes e frias. O cálice desta planta também é usado como corante vegetal e é consumido principalmente em forma de bebida com propriedades supostamente anti-hipertensivas (HERRERA-ARELLANO *et al.*, 2004). O *Hibiscus sabdariffa* é comumente preparado por meio de extrato aquoso, a partir do seu cálice seco (CHIN *et al.*, 2016).

Figura 9 – Folhas e cálices da espécie *Hibiscus sabdariffa*.



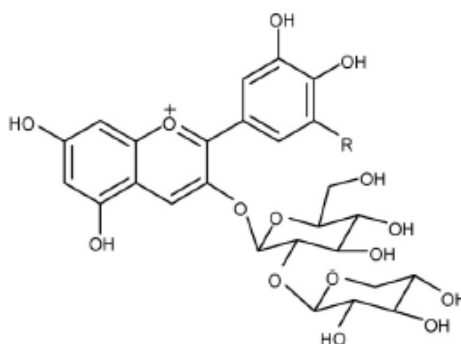
Fonte: Riaz e Chopra, 2018, p.576.

Autores mostraram que os grupos de compostos mais abundantes no encontrados no *Hibiscus sabdariffa* são os ácidos e as antocianinas (Figura 10) (FERNÁNDEZ-ARROYO *et al.*, 2011). Os cálices são ricos em ácidos orgânicos (ácido cítrico e ácido ascórbico), pectina e polifenóis (antocianinas, ácidos fenólicos, flavonóides e outros) (LIN *et al.*, 2007), bem como ácidos araquídico, esteárico, málico clorogênico (PIOVESANA; RODRIGUES; ZAPATA NOREÑA, 2018). Estes ácidos fazem com que o extrato aquoso fique com pH baixo (pH = 2,8), favorecendo a estabilidade dos polifenóis (HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2017) e justificando seu sabor ácido característico.

Os principais ácidos fenólicos encontrados no *Hibiscus sabdariffa* são ácido protocatequico, 3,4-ácido dihidroxibenzóico e os principais flavonóides identificados

são gossypetina, hibiscetina, hibiscitrina e quercetina. Catequina, epigallocatequina, EGCG e o ácido cafeico também estão presentes nos cálices (LIN *et al.*, 2007). Além destes compostos, foi identificada a luteína em sua composição (PIOVESANA; RODRIGUES; ZAPATA NOREÑA, 2018).

Figura 10 – Estrutura das antocianinas presentes no *Hibiscus sabdariffa*: delfinidina-3-O- (2-O-β-d-xilopiranosil)-β-d-glucopiranosídeo (R = OH, 1), cianidina 3-O-(2-O-β-d-ilopiranosil)-β-d-glucopiranosídeo (R = H, 2).



Fonte: Adaptado de Alarcon-Aguilar *et al.*, 2007, p.67.

Há relatos sobre efeito sinérgico dos diferentes compostos do *Hibiscus sabdariffa* que justifiquem possíveis benefícios à saúde (GERTSCH, 2011). Estudos demonstraram que o compostos bioativos do *Hibiscus sabdariffa* apresentaram propriedades antioxidantes (TSAI *et al.*, 2002), anti-inflamatórias (CHOU *et al.*, 2016), antimicrobianas (BORRÁS-LINARES *et al.*, 2015), dentre outras que poderiam justificar os usos terapêuticos do *Hibiscus sabdariffa* (RIAZ; CHOPRA, 2018). Uma metanálise indicou que a suplementação de *Hibiscus sabdariffa* reduziu a pressão arterial (diferença média: sistólica -7,6mmHg, IC95% -9,7 a -5,5, $p < 0,00001$; diastólica -3,5mmHg, IC95% -5,2 a 1,9, $p < 0,0001$) em comparação com valores do início do estudo (SERBAN *et al.*, 2015).

Alguns autores consideram que o *Hibiscus sabdariffa* possa apresentar algum efeito sobre a obesidade (CERCATO *et al.*, 2015; OJULARI; LEE; NAM, 2019). O peso corporal e relação cintura-quadril foram avaliados em ensaio clínico randomizado realizado em 12 semanas de tratamento com 36 indivíduos de ambos os sexos que ingeriram cápsulas compostas por 450mg do extrato de hibisco. Como resultado foi demonstrada redução significativa, porém pequena, do peso corporal ($88,5 \pm 16,0$ kg para $87,3 \pm 16,0$ kg, $p = 0,008$) e da relação cintura-quadril ($0,91 \pm 0,07$ para $0,90 \pm 0,06$,

$p=0,010$) comparando-se com os valores do início do estudo. Os autores atribuíram os resultados desse estudo devido a ação dos polifenóis, incluído as antocianinas, no entanto sugerem mais estudos. Sugeriram que os polifenóis do *Hibiscus sabdariffa* poderiam ter uma regulação negativa no Receptor Ativado por Proliferador Peroxissoma γ (PPAR- γ) e SREBP-1c que está envolvida na lipogênese (CHANG *et al.*, 2014).

O peso e gordura corporal, marcadores de fome e saciedade como grelina e leptina foram avaliados em intervenção duplo-mascarada, placebo-controlada com um suplemento que combinou os extratos polifenólicos de *Lippia citriodora* e *Hibiscus sabdariffa* em 54 mulheres com excesso de peso por 60 dias. Como resultado, após os 60 dias, foi observada perda de peso ($-3,48 \pm 0,4\text{kg}$ $p < 0,050$) e redução da gordura corporal ($-0,83 \pm 0,08\%$ $p < 0,001$). No entanto, por ser suplemento combinado, há dúvidas sobre qual composto pode ter tido algum efeito para se obter este resultado (BOIX-CASTEJÓN *et al.*, 2018).

In vitro, o efeito do extrato de *Hibiscus sabdariffa* na diferenciação adipogênica de células 3T3-L1 também foi avaliado em estudo. Foi verificado que o *Hibiscus sabdariffa* atenuou a hipertrofia dos adipócitos por meio da inibição da acumulação de gotículas lipídicas, o que pode estar associado com a inibição da diferenciação de adipócitos (KIM *et al.*, 2003). Esses resultados corroboram com os achados de estudo sobre o efeito dos componentes bioativos de extratos aquosos de *Hibiscus sabdariffa* em um modelo de adipogênese a partir de células 3T3-L1 e em adipócitos hipertróficos e resistentes à insulina. Os extratos aquosos foram até 100 vezes mais eficientes na inibição do acúmulo de triacilgliceróis quando desprovidos de fibras e polissacarídeos (HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2012).

O ganho de peso corporal e metabolismo de lipídeos foi avaliado em experimento desenvolvido com camundongos C57BL/6NHsd obesos induzidos por dieta rica em gordura após ingestão de extrato aquoso de *Hibiscus sabdariffa* por oito semanas. Em comparação com o grupo controle, verificou-se que os camundongos que ingeriram o extrato do *Hibiscus sabdariffa* apresentaram menor acúmulo de tecido adiposo, menor aumento de peso, normalizaram a glicemia e reduziram dislipidemia. Houve regulação negativa do PPAR- γ o que sugeriu efeito protetor para a obesidade (VILLALPANDO-ARTEAGA *et al.*, 2013). Autores sugerem que os compostos bioativos do *Hibiscus sabdariffa*, em especial os polifenóis, poderiam modular o

PPAR- γ e outros fatores de transcrição envolvidos na adipogênese e sugerindo o uso no tratamento da obesidade (OJULARI; LEE; NAM, 2019).

Além dos efeitos mostrados, autores relatam que os polifenóis do *Hibiscus sabdariffa* poderiam interagir com as enzimas digestivas, com consequente efeito no emagrecimento (HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2017). Durante a digestão, os polifenóis do *Hibiscus sabdariffa* supostamente inibiriam enzimas que participam da digestão de carboidratos (α -amilase) e com isso haveria redução na absorção de glicose (HANSAWASDI; KAWABATA; KASAI, 2000). Além disto, em estudo experimental, verificou-se possível inibição da lipase pancreática pelos polifenóis do *Hibiscus sabdariffa* resultando em uma maior excreção de gorduras nas fezes (ácidos palmítico e oléico) em comparação com os animais do grupo controle (CARVAJAL-ZARRABAL *et al.*, 2009).

O efeito sinérgico de um composto a base de *Lippia citriodora* e *Hibiscus sabdariffa* sobre a obesidade também foi avaliado em estudo com modelo animal em camundongos com obesidade induzida por uma dieta hiperlipídica. Os camundongos foram alimentados por oito semanas com dieta rica em gordura acrescido do composto, extrato de *Hibiscus sabdariffa* (100mg/kg de peso) ou dieta controle. O ganho de peso corporal foi significativamente menor no grupo tratado com o composto e com o extrato de *Hibiscus sabdariffa* em comparação ao tratamento controle. Foi observado um aumento na expressão do RNA mensageiro do gene da UCP1 tratamento com o composto e *Hibiscus sabdariffa* em comparação ao tratamento controle. Os níveis séricos de leptina e a expressão gênica de fatores relacionados à adipogênese foram menores nos tratamentos *Hibiscus sabdariffa* e no tratamento com o composto em comparação ao grupo controle. Sugeriu-se também aumento na fosforilação da proteína quinase e aumento na oxidação dos ácidos graxos (LEE *et al.*, 2018).

Alguns estudos vêm a apontar efeito do *Hibiscus sabdariffa* na obesidade (Tabela 3), no entanto, os estudos com o chá dos cálices de *Hibiscus sabdariffa* com o objetivo de verificar seu efeito no metabolismo energético, sensação de saciedade e ingestão alimentar são inexistentes até o momento, mostrando-se relevante necessidade de pesquisas como esta, visto a popularidade do consumo deste chá.

Tabela 3 – Estudos com *Hibiscus sabdariffa* no tratamento da obesidade.

Autor, ano	Desenho do estudo	Participantes	Intervenção	Duração	Desfechos avaliados	Resultados
Alarcon Aguilar et al. (2007)	Estudo experimental em modelo animal, randomizado, placebo controlado	Camundongos machos saudáveis com obesidade induzida por glutamato monossódico	TT: extrato aquoso de <i>Hibiscus sabdariffa</i> contendo antocianina administrado via oral (120mg/kg peso). PLAC: solução salina	60 dias	Glicemia, Peso, ingestão alimentar e de líquidos, colesterol, triglicérides	Glicemia: ↑ 15 ^o e 60 ^o dia de tratamento com <i>Hibiscus sabdariffa</i> (p<0,050). ↓ menor ganho de peso no grupo TT comparado ao controle a partir da 7 ^a semana de TT (p<0,050). Não houve diferença entre os grupos na ingestão alimentar, colesterol e triglicérides durante o tratamento entre os grupos.
Moyano et al., (2016)	Estudo experimental em modelo animal, randomizado, placebo controlado	Camundongos C57BL6 machos	PLAC: dieta controle. TT: dieta com <i>Hibiscus sabdariffa</i> - HS (ração). Dieta e água foram oferecidas ad libitum.	Cinco semanas	Ingestão alimentar, peso, colesterol total, triglicérides, glicemia, liberação de hormônios envolvidos na regulação do apetite	1 ^a semana: TT ingeriu ↓ energia do que o PLAC (p<0,001), porém 3 ^a até na 5 ^a semana a ingestão deste grupo foi ↑ (p<0,050). A partir do 9 ^o dia de tratamento, o peso grupo HS ↓ em todas as semanas de tratamento (p<0,001). O colesterol total e glicemia ↓ TT comparação ao PLAC (p<0,050). Triglicérides, grelina, PYY, insulina, glucagon: não houve diferença significativa.
Kuriyan et al. (2010)	Ensaio clínico randomizado,	57 adultos (31 homens	TT: 1g/dia do extrato de <i>Hibiscus sabdariffa</i>	90 dias	Peso, gordura	Após 90 dias: diferença (p<0,050) em ambos os grupos

	placebo controlado, duplo mascarado	e 26 mulheres), com LDL-c entre 130-190mg/dl e histórico doença cardíaca coronariana	ou placebo (PLAC). Semanalmente receberam orientações sobre a prática de exercícios físicos regulares, aumentar consumo de fibras, reduzir consumo de gorduras totais e saturadas.		corporal, lipídeos séricos, ingestão energética	comparando início e final (TT: de 63,4±8,7kg para 62,6±8,6kg; PLAC: de 68,4±9,7kg para 67,6±9,4kg), porém não houve diferença entre os grupos (p=0,840). Gordura corporal e lipídeos séricos não alteraram entre os grupos e em comparação ao início do tratamento. A ingestão energética foi ↓ (p<0,050) após 90 dias no grupo TT (de 1845,2±803,9kcal/dia para 1631,6±516,5kcal) e no PLAC (de 2018,8±704,1kcal para 1829,9±543,3kcal), porém não diferiu entre os TTs.
Herranz López et al. (2019)	Ensaio clínico randomizado, duplo mascarado, placebo controlado	46 mulheres com excesso de peso	TT: cápsulas com 500mg de <i>Hibiscus sabdariffa</i> e <i>Lippia citrioca</i> ou placebo (PLAC) antes do desjejum. Manutenção de uma dieta isocalórica.	Oito semanas	Peso corporal, circunferência abdominal, gordura corporal,	2º mês: ↓ peso corporal (grupo sobrepeso: PLAC -2,0±2,5kg e TT -3,7±0,3kg, p<0,050; grupo obeso: PLAC -2,2±1,0kg e TT -4,7±0,7kg, p<0,050). A circunferência abdominal ↓ (grupo sobrepeso: TT -6,8±0,8cm, PLAC -1,9±0,8cm, p<0,001). A gordura corporal: ↓ (grupo sobrepeso: TT -1,3±0,2%, PLAC -0,7 ±0,2, p<0,050).

TT: tratamento; PLAC: placebo; ↑ aumento; ↓ redução.

3. OBJETIVOS

- Objetivo geral:

Avaliar o efeito da ingestão dos chás verde (*Camellia sinensis*) e de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) sobre o metabolismo energético, sensação de saciedade e ingestão alimentar de indivíduos saudáveis.

- Objetivos específicos:

Calcular o efeito do chá verde e chá de hibisco no GER em diferentes tempos;

Identificar o efeito do chá verde e chá de hibisco no QR e substratos utilizados como substrato energético;

Mensurar o efeito do chá verde e chá de hibisco nas sensações subjetivas de saciedade (fome, saciedade, plenitude, ingestão alimentar prospectiva) em diferentes tempos;

Calcular o efeito do chá verde e chá de hibisco na ingestão alimentar da primeira refeição após o desjejum teste e ao longo do dia;

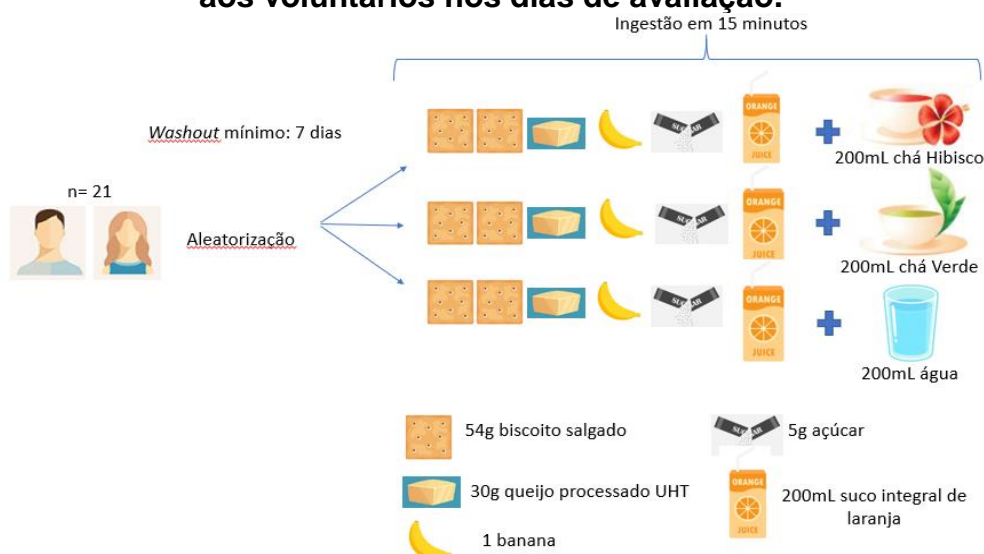
4. MÉTODOS

4.1. DESENHO DO ESTUDO

Esta pesquisa faz parte de um projeto intitulado: “Efeito da ingestão de chás supostamente termogênicos sobre o metabolismo energético, sensação de saciedade e ingestão alimentar de indivíduos”, o qual foi aprovado no Edital de Demanda Universal da FAPEMIG de 2016 (APQ-02474-16). Trata-se de estudo experimental, randomizado, aberto, cruzado, no qual os indivíduos foram avaliados em cinco momentos de forma aguda após a ingestão de desjejum padronizado acompanhado de: água, chás de canela, gengibre, hibisco e verde. Esse trabalho foi realizado em duas dissertações.

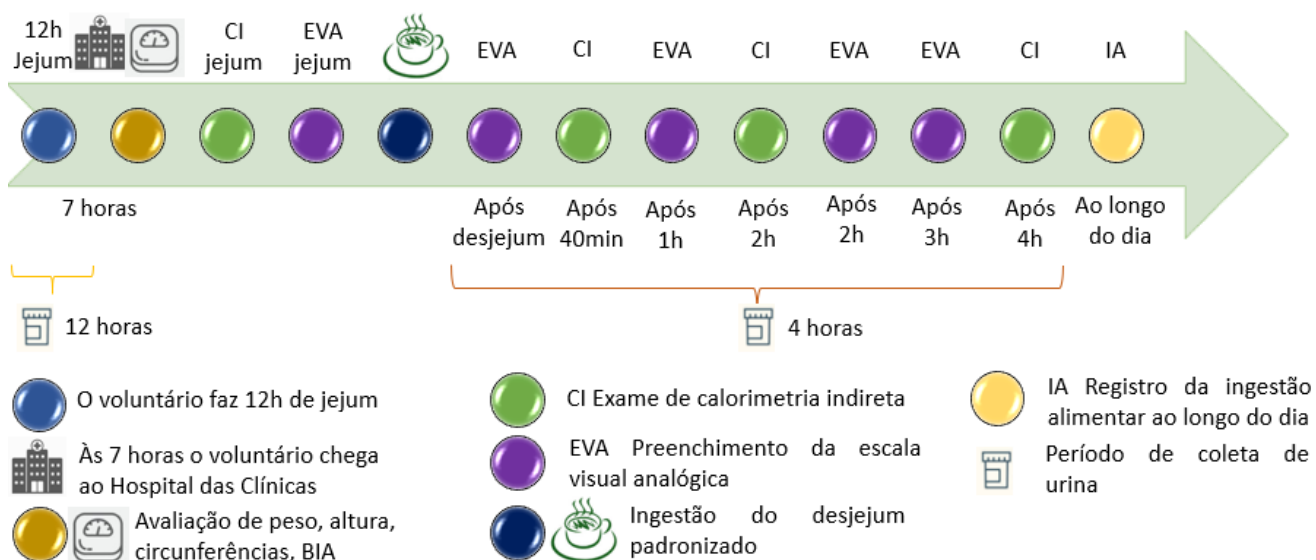
Dessa forma, esta dissertação trata-se de estudo experimental, aberto, cruzado, realizado em três etapas, com intervalo mínimo de sete dias dos tratamentos que contemplaram a ingestão de água, chá verde e chá de hibisco. Houve randomização (Figura 11) dos voluntários, por meio do método *Latin Square* (dado de cinco faces). Na véspera dos testes, os voluntários foram orientados a manter dieta habitual, evitar atividade física intensa, evitar pimentas e alimentos/bebidas contendo cafeína, abster-se de álcool. Na noite anterior aos testes os voluntários iniciaram um jejum (12 horas) e também foram orientados a coletar toda urina desse período do jejum.

Figura 11 – Aleatorização e esquema do desjejum padronizado oferecido aos voluntários nos dias de avaliação.



No dia do teste (Figura 12) os voluntários se dirigiram ao Instituto Alfa de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da UFMG, às sete horas da manhã. Quando os voluntários chegaram à sala de avaliações, suas medidas antropométricas foram aferidas com avaliador treinado. O GER foi avaliado em jejum e nos tempos 40, 120 e 240 minutos após a ingestão do desjejum padronizado. Após a finalização do exame em jejum, foi oferecido aos voluntários um desjejum padronizado incluindo o chá/água a ser avaliado. Além disso, os voluntários preencheram Escalas Visuais Analógicas (EVA) reportando como se sentiam em relação à saciedade, fome, plenitude e ingestão alimentar prospectiva imediatamente antes do desjejum teste, imediatamente após, 60, 120 e 180 minutos após o desjejum. Durante os 240 minutos posteriores à ingestão do desjejum padronizado os voluntários permaneceram em repouso no Hospital das Clínicas e foram orientados a coletar toda a urina deste período.

Figura 12 – Protocolo das avaliações realizadas no estudo.



BIA: bioimpedância elétrica; CI: calorimetria indireta; EVA: escala visual analógica; IA: ingestão alimentar.

4.2. LOCAL E DIVULGAÇÃO DO ESTUDO, POPULAÇÃO ESTUDADA E ASPECTOS ÉTICOS

Todas as coletas de dados foram realizadas no Instituto Alfa de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), situado na Avenida Professor Alfredo Balena, nº 190, bairro Santa Efigênia, Belo Horizonte, Minas Gerais. As análises que envolveram o nitrogênio urinário aconteceram no Laboratório de Nutrição Experimental da Faculdade de Farmácia da UFMG.

A divulgação do estudo foi realizada, em princípio, no âmbito dos discentes do Departamento de Alimentos e na Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da UFMG e dos cursos de graduação de Nutrição e Farmácia da mesma universidade, posteriormente, notícias sobre a pesquisa foram divulgadas no site da UFMG e rádios e jornais da cidade de Belo Horizonte-MG (ANEXO 1) para captação de mais voluntários. O estudo foi realizado com voluntários saudáveis, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 40 anos, IMC entre 18,5 a 26kg/m², não tabagistas, que não faziam uso de medicamentos (exceto contraceptivo oral) ou suplementos dietéticos, com peso estável nos últimos três meses (variação máxima de três quilogramas nos últimos três meses), que fizessem uso raro de pimentas e cafeína. Foram excluídos do estudo indivíduos tabagistas, hipertensos e diabéticos, assim como alérgicos ou com alguma sensibilidade aos chás oferecidos. Os participantes do estudo preencheram questionário de caracterização contendo dados sobre sexo, idade, número de moradores da casa, renda total familiar, estado civil e escolaridade.

O cálculo amostral foi baseado em variáveis do estudo Mansour et al. (2012), em que foi avaliado o efeito do chá de gengibre no gasto energético de 10 voluntários. Naquele estudo, houve significativa ($p=0,049$) variação do gasto energético 240 minutos após a ingestão da bebida ($42,7\pm 21,4$ kcal/dia) (MANSOUR *et al.*, 2012). Para o cálculo amostral, considerou-se 95% de confiança, 80% de poder do teste e chegou-se ao número mínimo de 20 voluntários.

Todos os participantes foram orientados sobre a pesquisa, aceitaram participar e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (número de CAAE

91702918.2.0000.5149), registrado na Plataforma ReBEC de Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (REQ9325 e REQ9320) e no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) (AFACD16).

4.3. CALORIMETRIA INDIRETA

Os participantes da pesquisa foram orientados a deslocar-se até o Hospital das Clínicas nos dias das avaliações evitando ao máximo qualquer esforço físico (foram orientados a evitarem caminhadas e a subir de elevador até a sala das avaliações). Em uma sala silenciosa, com temperatura média $24,0 \pm 1,2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar média $61,8 \pm 7,1\%$ os exames foram realizados com os voluntários. O GER dos voluntários em jejum foi mensurado através de calorimetria indireta após permanecerem por 30 minutos de repouso antes da primeira avaliação. O calorímetro utilizado na pesquisa foi Quark RMR® (COSMED, Rome, Italy), com uso de *canopy*. As orientações do fabricante foram seguidas, como ligar o calorímetro 10 minutos antes de sua calibração, de forma que o equipamento aqueça e estabilize antes de iniciar o exame. Com auxílio de uma seringa de ar de três litros a turbina foi calibrada. Os voluntários deitaram em maca, em posição de decúbito dorsal, imóveis e acordados para realização das avaliações calorimétricas, com duração de 15 minutos cada. O consumo de oxigênio (VO_2) e a produção de dióxido de carbono (VCO_2) foram mensurados neste exame. O exame de calorimetria indireta foi repetido nos tempos 40 minutos, 120 minutos e 240 minutos após a ingestão do desjejum padronizado.

O GER nos tempos jejum e 240 minutos foi calculado incluindo a fração nitrogenada produzida pelo voluntário da pesquisa, sendo denominado GER nitrogenado. Para a comparação de todos os tempos que foi avaliado o GER utilizou-se a fórmula sem a correção de nitrogênio, sendo denominado GER não nitrogenado.

Para a determinação do GER nitrogenado, foi utilizada a equação proposta por Weir (1949) utilizando como substratos o VO_2 , VCO_2 e o nitrogênio urinário (N) no tempo jejum e no tempo pós-prandial (após 240 minutos):

$$\text{Gasto energético (kcal/min)} = 3,941 \text{ VO}_2 + 1,106 \text{ VCO}_2 - 2,17 \text{ N}$$

Para a comparação GER não nitrogenado entre todos os tempos em que foi realizado o exame de calorimetria indireta, utilizou-se a seguinte fórmula (WEIR, 1949):

$$\text{Gasto energético (kcal/min)} = 3,9 \text{ VO}_2 + 1,1\text{VCO}_2$$

Os resultados de ambas as equações acima foram extrapolados para o gasto energético de um dia, ao serem multiplicados por 1440 minutos (24 horas x 60 minutos).

Para o cálculo do quociente respiratório não nitrogenado foi feita razão entre o VCO_2 e VO_2 (VCO_2/VO_2).

Os voluntários foram orientados a evitarem desenvolver atividades físicas outras que não a leitura de livros e o manuseio de notebooks e celulares enquanto aguardavam a realização de todos os exames.

4.4. AVALIAÇÃO DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E ANTROPOMÉTRICA

O peso corporal e a estatura foram avaliados em balança mecânica calibrada (FILIZOLA®). Os participantes foram pesados com roupas leves e descalços. Para a aferição da altura, os indivíduos foram mantidos descalços, com a cabeça livre de adereços, com os braços estendidos ao longo do corpo, em posição ereta e com o olhar em um ponto fixo na altura dos olhos (BRASIL, 2011). Todas as medidas foram mensuradas em jejum.

Para a aferição da circunferência da cintura e do quadril dos voluntários foi utilizada fita inelástica de 200cm de comprimento. Para a avaliação da cintura, com a região despida, foi realizada a medida de menor circunferência entre última costela inferior e crista ilíaca. A circunferência do quadril foi medida no perímetro de maior extensão entre a cintura e a coxa. A relação cintura-quadril foi realizada dividindo-se o valor de circunferência de cintura pelo valor de circunferência de quadril (ANDREASSON *et al.*, 2017).

Para a avaliação da composição corporal, foi utilizada bioimpedância elétrica modelo Quantum II (RJL Systems, Inc., Clinton Township, Michigan). Antes deste

exame os voluntários foram orientados a retirar todos os adornos metálicos. De acordo com orientações do fabricante, os voluntários ficaram em posição supina, com os braços e pernas aduzidos a 45° do corpo, foram colocados eletrodos emissores sendo um próximo a articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal da mão direita e outro distal ao arco transversal da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro foi colocado entre os maléolos medial e lateral do tornozelo direito (Figura 13). Após obter os valores de resistência e reactância, através do site do fabricante (<https://interactive.rjlsystems.com/>), foram calculados os valores de massa livre de gordura, massa de gordura, água corporal total e água corporal intra e extra celular.

Figura 13 – Posição dos eletrodos emissores e receptores em exame de bioimpedância elétrica (BIA).



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

4.5. DESJEJUM PADRONIZADO

Após o jejum de 12 horas, avaliações de composição corporal e antropométrica e a primeira avaliação do GER (calorimetria indireta), os voluntários realizavam desjejum padronizado. A composição do desjejum (Figura 10) foi de aproximadamente 500kcal (distribuídas, em relação ao valor energético, por 60% de carboidratos, 15% de proteínas e 25% de lipídeos). Os alimentos que fizeram parte do desjejum

padronizado foram 54g de biscoito salgado, 30g de queijo processado UHT, cinco gramas de açúcar, 200mL de suco integral de laranja, uma banana média (90g) e 200mL de chá verde ou chá de hibisco ou água (controle). Todos os voluntários tiveram 15 minutos para fazer a ingestão do desjejum padronizado.

Para o preparo dos chás foram utilizados cinco gramas de chá verde (*Camellia sinensis*) e cinco gramas de cálices do hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) em 200mL de água fervente (infusão por cinco minutos) e posteriormente os chás foram coados. Os chás foram preparados durante a primeira avaliação do GER (realizada em jejum pelos voluntários).

4.6. ANÁLISE MICROSCÓPICA DOS CHÁS

Os chás utilizados na pesquisa foram adquiridos em um único lote. Para o preparo do chá verde, utilizou-se a marca “Yamamotoyama”, que contém como ingredientes apenas folhas e brotos do chá verde. A marca “Tradição dos Chás” foi utilizada no preparo do chá de hibisco. O chá adquirido tinha como ingredientes únicos os cálices do *Hibiscus sabdariffa*.

Foi realizada avaliação macroscópica e microscópica dos chás. A avaliação histológica foi realizada para identificação de elementos característicos deste chá. Para o preparo da lâmina, foi utilizado o procedimento da Fundação Ezequiel Dias, que consiste em selecionar as folhas de chá verde, hidratar com água pura e colocar em solução de hipoclorito de sódio (10-12%) até o clareamento. Após, as folhas foram lavadas e colocadas em lâmina com água pura e água glicerinada (2%). A análise foi realizada em microscópio óptico CX41 e as fotomicrografias em câmera Olympus BX40 equipado com a unidade de controle PM20. As imagens obtidas do chá verde foram comparadas com o Banco de Imagens do Serviço de Microscopia da Fundação Ezequiel Dias. A presença de esclereides é considerada um relevante marcador anatômico da espécie *Camellia sinensis* (GIL *et al.*, 1942). Também é comum verificar a presença de cristais de oxalato de cálcio, que aparecem na forma de drusas (METCALFE; CHALK, 1950). A presença de drusas de oxalato de cálcio é citada como característica da espécie *Hibiscus sabdariffa* (ESCHRICH, 1999).

4.7. ESCALA VISUAL ANALÓGICA

Imediatamente antes (jejum), imediatamente após e uma vez a cada hora durante as três horas posteriores a ingestão do desjejum padrão e chás/água os voluntários completaram uma escala visual analógica (ANEXO 3) para reportarem a sensação de saciedade e apetite (KISSILEFF *et al.*, 1996). Essa escala é validada, tem comprimento de 100mm e inclui palavras ancoradas em cada extremidade, expressando o mais positivo e avaliação negativa, para avaliar a fome, saciedade, plenitude, e consumo alimentar prospectivo (FLINT *et al.*, 2000). Os participantes avaliaram todas essas dimensões marcando a escala no ponto que foi mais adequado para o seu sentimento naquele momento, sem considerar a influência de respostas anteriores (Figura 14). Foi avaliado como o voluntário se sentia mensurando-se a distância da extremidade do lado esquerdo até o local em que o voluntário fez a marcação na linha.

Figura 14 – Escala visual analógica.

Você está recebendo um questionário para avaliação de saciedade. Por favor, marque nesta linha como se sente em cada aspecto:

1) Avaliação da saciedade em jejum

1. Qual o grau de fome você sente agora?

"pouco" _____ "muito"

2. Quão saciado você se sente agora?

"pouco" _____ "muito"

3. Quão pleno você se sente agora?

"pouco" _____ "muito"

4. Quanto você acha que pode comer agora?

"pouco" _____ "muito"

Fonte: Adaptado de: Flint, 2000, p.48.

4.8. ANÁLISE DO NITROGÊNIO URINÁRIO

Uma alíquota de 30mL da urina de cada voluntário no período do jejum (12 horas) assim como da urina do período após a ingestão do desjejum padronizado (240 minutos) foram armazenadas em temperatura de congelamento (-22°C), em freezer da marca Brastemp® modelo Flex, no Laboratório de Ensino de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da UFMG. O volume urinário dos dois períodos foi registrado, e alíquotas de 30mL foram armazenadas. Para a determinação do nitrogênio urinário é recomendado o método Kjeldhal (FERRANNINI, 1988). Para a estimativa do nitrogênio urinário total, foi utilizado o método micro-Kjedhal. O fator de correção da proteína utilizado foi 6,25 (PIERS *et al.*, 1992). A técnica consiste em digestão, destilação e posterior titulação da amostra para a determinação do nitrogênio urinário (AOAC, 1995). A digestão foi realizada em sistema de digestão de proteínas da marca Gerhardt®, modelo Kheldatherm KB/KL. A destilação foi realizada em destilador de nitrogênio da marca Termal® modelo TE-0364. A titulação foi realizada em bureta com capacidade de 25mL.

4.9. CÁLCULO DO SUBSTRATO OXIDADO

A oxidação dos substratos em jejum e pós-prandial foram calculados usando as equações propostas por Frayn (FRAYN, 1983). Para indivíduos em jejum, em que o glicogênio estará sendo utilizado, foi utilizado o fator do glicogênio e não o da glicose na equação. Segue abaixo as equações para cálculo das oxidações:

$$\text{Lipídios} = 1,67 \times (\text{VO}_2 - \text{VCO}_2) - 1,92 \times \text{Nu}$$

$$\text{Glicose} = 4,55 \text{ VCO}_2 - 3,21 \text{ VO}_2 - 2,87 \times \text{Nu}$$

$$\text{Proteína} = 6,25 \times \text{Nu (g/minuto) e}$$

$$\text{Glicogênio} = 4,09 \times \text{VCO}_2 - 2,88 \times \text{VO}_2 - 2,59 \times \text{Nu}$$

Onde: Nu = nitrogênio urinário

4.10. AVALIAÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR PROSPECTIVA

Em cada avaliação, os voluntários preencheram registro alimentar prospectivo (ANEXO 4) referindo os tipos e quantidades de alimentos e bebidas ingeridos ao longo do dia da avaliação. Os participantes da pesquisa receberam orientações verbais e por escrito sobre o preenchimento do registro alimentar. As medidas caseiras dos alimentos e bebidas informadas no registro alimentar foram convertidas em gramas com auxílio da Tabela Para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (PINHEIRO; LACERDA; BENZENCRY, 2000). Após conversão em gramas, os alimentos e bebidas foram quantificados em energia e macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídeos) com auxílio do programa Excel da Microsoft e da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA - UNICAMP, 2011). Para a composição dos alimentos inexistentes na tabela foi utilizada a informação nutricional fornecida pelo fabricante do produto alimentício. Para aumentar a precisão dos cálculos, todos os registros alimentares foram avaliados por um único membro da equipe do estudo. Os cálculos foram baseados na ingestão alimentar da refeição subsequente ao período da pesquisa e considerando todos os alimentos e bebidas consumidos ao longo do dia.

4.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as variáveis numéricas foram descritas em média e desvio-padrão ou mediana e mínimo e máximo após análise de distribuição de dados (teste de Shapiro Wilk). Os valores de temperatura e umidade do ambiente, bem como os valores de antropometria e composição corporal dos voluntários em cada um dos tempos de avaliação foi realizado segundo o teste Anova de uma via. A comparação entre o GER em jejum e pós-prandial, o QR não nitrogenado, o substrato oxidado e as sensações de fome, saciedade, plenitude e ingestão alimentar prospectiva dos indivíduos antes e após a ingestão de cada chá foi realizada pelo teste Anova de medidas repetidas de dois fatores, com teste pós-hoc de Sidak. A área sob a curva (ASC) das variáveis de sensação subjetiva de saciedade foram obtidas do software GraphPad Prism versão 5.0 comparadas pelos testes T pareado ou Man Whitney, depois de testar a

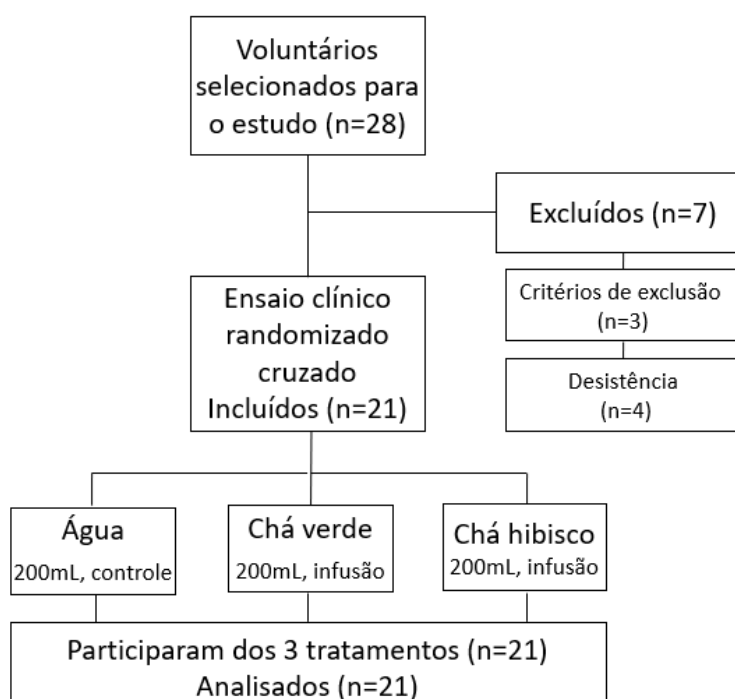
normalidade encontrada. A ingestão alimentar da primeira refeição após o desjejum padronizado e também da ingestão total ao longo foram avaliadas segundo o teste Anova de uma via ou Kruskal Wallis. Os dados foram avaliados com auxílio do software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 21.0. O nível de significância adotado foi de 0,05.

5. RESULTADOS

5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS E AMBIENTE DE PESQUISA

Iniciaram a pesquisa 28 voluntários (Figura 15), porém três voluntários foram excluídos por apresentarem algum critério para tal (ganho ou perda de peso, início de tratamento medicamentoso) e quatro voluntários desistiram de participar do estudo, restando 21 participantes.

Figura 15 – Fluxograma do estudo, Belo Horizonte-MG, 2019.



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

Dos 21 voluntários avaliados, 11 foram mulheres e a idade média foi de $27,6 \pm 6,2$ anos. Grande parte dos voluntários avaliados não praticava exercícios físicos e possuía ensino superior completo, eram predominantes solteiros e com renda per capita de $2,6 \pm 2,2$ salários mínimos (renda per capita: mediana 2,1; mínimo 1,0 máximo 10,5 salários mínimos) (Tabela 4).

Tabela 4 – Caracterização geral dos voluntários avaliados na pesquisa, Belo Horizonte-MG, 2019.

Variável	% Média	(n) ± Desvio Padrão
Sexo		
Feminino	52,4%	(11)
Masculino	47,6%	(10)
Idade (anos)	27,6	±6,2
Renda per capita (salários)	2,6	±2,2
Estado civil		
Solteiro	85,7	(18)
Casado	14,3	(3)
Escolaridade		
Ensino médio completo	4,8	(1)
Ensino superior incompleto	33,3	(7)
Ensino superior completo	14,3	(3)
Pós-graduação incompleta	28,6	(6)
Pós-graduação completa	19,0	(4)
Exercícios físicos		
Não praticante	38,1	(8)
Praticante	61,9	(13)

n=21.

Não houve diferença significativa em relação às medidas de temperatura e umidade no ambiente de coleta, assim como não existiram diferenças entre as medidas antropométricas e de composição corporal dos voluntários entre os tratamentos realizados (Tabela 5).

Tabela 5 – Caracterização do ambiente de coleta de dados, antropométrica e de composição corporal dos voluntários nos diferentes tratamentos realizados, Belo Horizonte-MG, 2019.

Variável	Água	Chá verde	Chá de hibisco	Valor de p
Temperatura do ambiente (°C)	24,5±1,1	23,7±1,1	23,9±1,2	0,117
Umidade do ambiente (%)	59,7±6,4	63,1±6,5	62,8±8,0	0,223
Peso (kg)	64,1±10,8	64,1±11,2	64,0±10,9	0,999
Índice de massa corporal (kg/m ²)	22,4±2,0	22,4±2,1	22,4±2,0	0,999
Gordura corporal (%)	25,3±6,7	24,3±6,2	24,2±5,6	0,812
Gordura corporal (kg)	15,8±3,7	15,1±3,3	15,1±2,9	0,728
Massa livre de gordura (%)	74,3±6,0	75,3±6,1	75,8±5,6	0,690
Massa livre de gordura (kg)	47,9±10,8	48,7±11,5	48,9±11,1	0,955
Água corporal total (L)	34,0±8,8	33,4±8,2	34,1±7,9	0,960
Água intracelular (L)	18,6±4,7	18,8±5,3	20,0±6,0	0,661
Água extracelular (L)	14,8±3,1	14,8±3,4	14,9±2,9	0,999

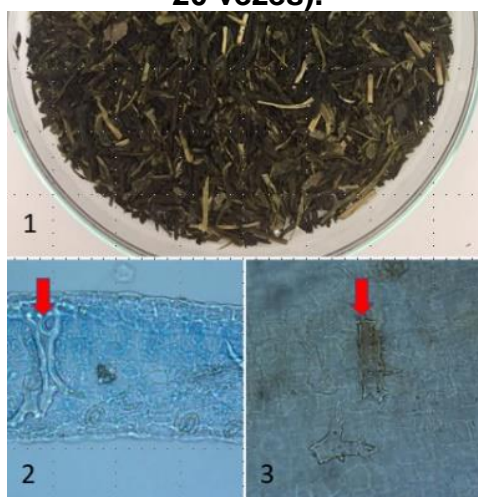
Circunferência da cintura (cm)	75,6±7,4	75,2±7,2	74,7±8,0	0,920
Circunferência do quadril (cm)	97,9±4,3	97,3±4,2	98,2±3,9	0,780
Relação cintura/quadril	0,77±0,1	0,77±0,1	0,77±0,1	0,947

Teste Anova de uma via. n=21.

5.2. CHÁ VERDE

Na avaliação macroscópica realizada com o chá verde utilizado para no preparo deste chá na pesquisa, verificou-se que as folhas estavam fragmentadas e com coloração marrom esverdeado. Estão destacadas na Figura 16.3 a estrutura das esclereides, que representa importante marcador anatômico da espécie *Camellia sinensis* (DUARTE; MENARIM, 2006), confirmando que o chá utilizado realmente foi o da espécie *Camellia sinensis*.

Figura 16 – *Camellia sinensis*. 16.1 – Avaliação macroscópica do chá verde utilizado nesta pesquisa. 16.2 - Banco de Imagens do Serviço de Microscopia da Fundação Ezequiel Dias da *Camellia sinensis*, destacando a estrutura esclereide (aumento em 20 vezes). 16.3 – Chá verde utilizado para o preparo do desjejum padronizado, com destaque para a estrutura esclereide (aumento em 20 vezes).

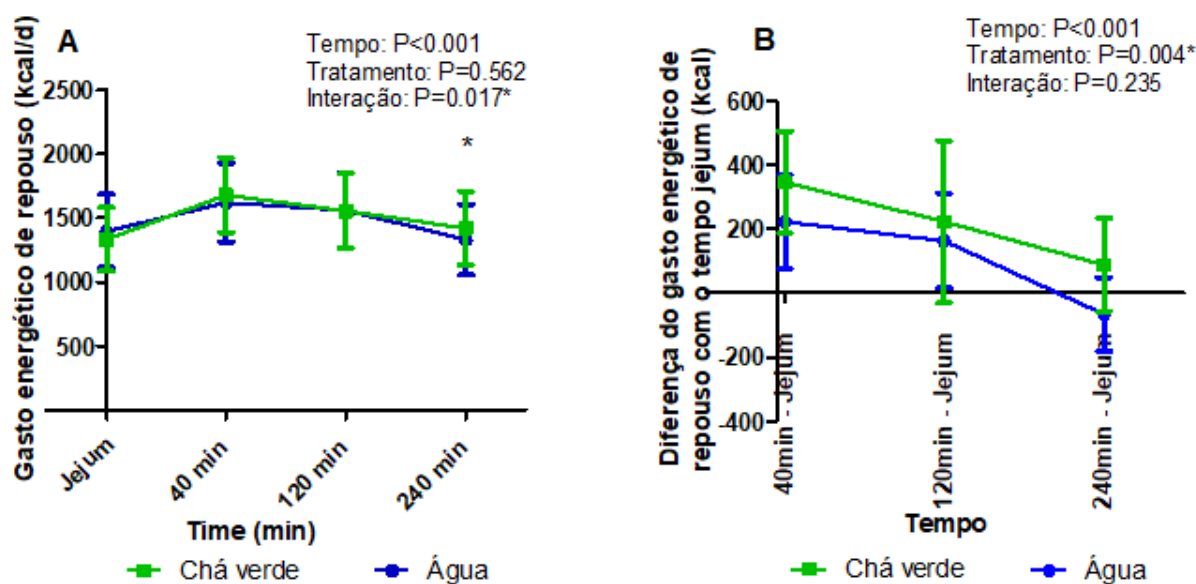


Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

Com relação ao gasto energético não nitrogenado, analisando-se o tratamento água e chá verde, houve variação significativa em relação aos tempos avaliados ($p < 0,001$) como esperado (Gráfico 2-A). Não foi observado diferença no tipo de tratamento ($p = 0,562$), no entanto, houve interação tempo x tratamento ($p = 0,017$). O tratamento chá verde apresentou gasto energético não nitrogenado superior ($p = 0,014$)

ao tratamento água no tempo 240 minutos após ingestão do desjejum padronizado (tempo 240 minutos pós-prandial: tratamento água $1330,7 \pm 277,0$ kcal; tratamento chá verde $1420,8 \pm 286,6$ kcal). A termogênese induzida pela dieta (TID) a partir dos dados não-nitrogenados do gasto energético de repouso (Gráfico 2-B), calculado a partir da diferença entre os tempos pós-prandial e tempo jejum, observou-se diferença significativa entre tempos ($p < 0,0001$), conforme o esperado. Houve diferença significativa no tipo de tratamento ($p = 0,004$), sendo que o tratamento chá verde apresentou maior TID quando comparado ao tratamento água (média do tratamento: água $106,6 \pm 25,0$ kcal, chá verde $219,1 \pm 29,0$ kcal).

Gráfico 2 – Gasto energético de repouso não-nitrogenado em jejum e em diferentes tempos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado de água ou chá verde (A) e a termogênese induzida pela dieta (B), Belo Horizonte, 2019.



Teste Anova de medidas repetidas de dois fatores, post-hoc de Sidak. $n = 21$.

Analisando-se o gasto energético de repouso nitrogenado, foi observado que houve diferença. O tratamento chá verde (Tabela 6) apresentou maior ($p = 0,014$) gasto energético de repouso nitrogenado no tempo pós-prandial ($1388,8 \pm 328,3$ kcal) quando comparado ao tratamento água ($1324,2 \pm 286,2$ kcal). No entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos quando avaliado os parâmetros quociente respiratório e substratos oxidados.

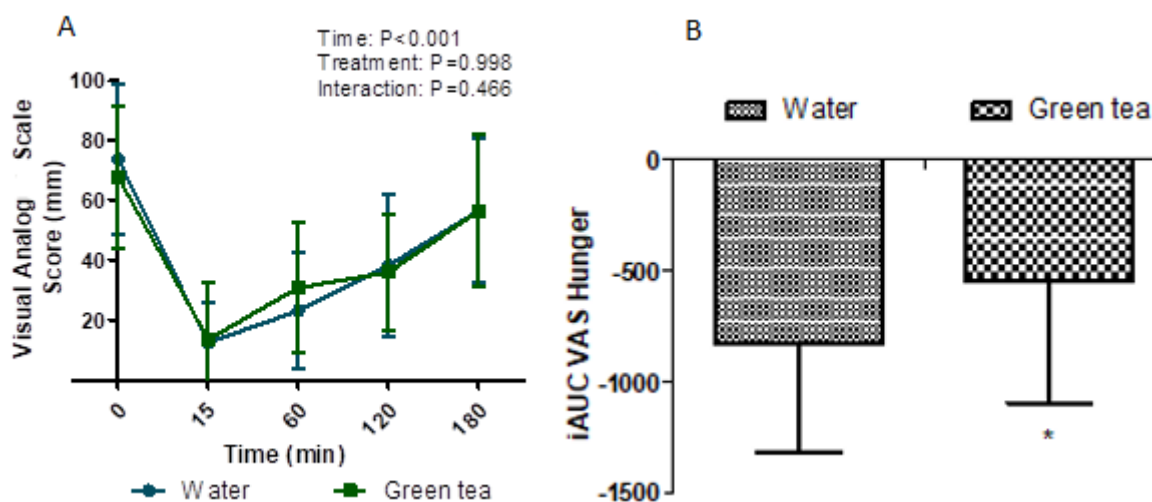
Tabela 6. Gasto energético de repouso nitrogenado, quociente respiratório e substrato oxidado em jejum e no tempo 240 minutos após ingestão de dejejum padronizado acompanhado de água ou chá verde. Belo Horizonte, 2019.

Parâmetro avaliado	Água		Chá verde		p		T x TT
	Jejum	240 minutos	Jejum	240 minutos	T	TT	
GER-N (kcal/d)	1390,7±285,2	1324,2±286,2	1327,0±246,4	1418,1±287,4*	0,592	0,637	0,001
QR	0,89±0,08	0,78±0,07	0,85±0,07	0,76±0,06	<0,0001	0,183	0,358
CHO (g/h)	7,4±3,3	2,2±3,4	6,9±4,2	1,8±3,4	<0,0001	0,665	0,897
PTN (g/h)	2,4±1,2	3,0±1,3	2,0±1,0	3,2±1,3	0,002	0,657	0,092
GD (g/h)	1,8±1,6	3,6±1,8	2,2±1,7	3,9±1,4	<0,0001	0,390	0,840

T: tempo; TT: tratamento; GER-N: gasto energético de repouso nitrogenado; QR: quociente respiratório; CHO: carboidrato oxidado; PTN: proteína oxidado; GD: gordura oxidado; d: dia; h: hora. Teste Anova de medidas repetidas de dois fatores, pós-hoc de Sidak. *p<0,050. n=21.

As sensações subjetivas de fome reportadas pelos participantes na escala visual analógica (Gráfico 3) não mostraram interação entre o tempo e a bebida entre os tratamentos água e chá verde (p>0,050). No entanto, ao analisar a diferença entre iAUC, observou-se que os participantes sentiram maior sensação de fome no tratamento chá verde comparado ao tratamento água (água -828.75±494.2cm.min; chá verde -549.8±545.6cm.min; p=0,026).

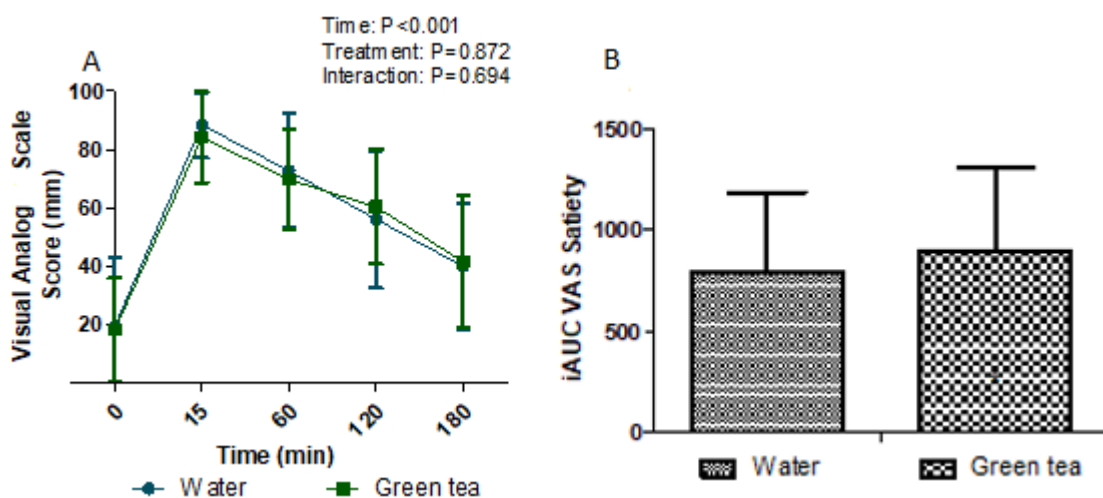
Gráfico 3. Sensação subjetiva de fome dos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Teste: A - Anova de medidas repetidas de dois fatores, post-hoc de Sidak. B - iAUC: área incremental sob a curva, teste Wilcoxon. *p<0.050; n=21.

A análise da sensação subjetiva de saciedade (Gráfico 4) reportada pelos participantes da pesquisa mostrou que não houve diferença entre os tratamentos chá verde e água ($p > 0,050$), tanto pela medida da escala visual analógica como pela análise da iAUC.

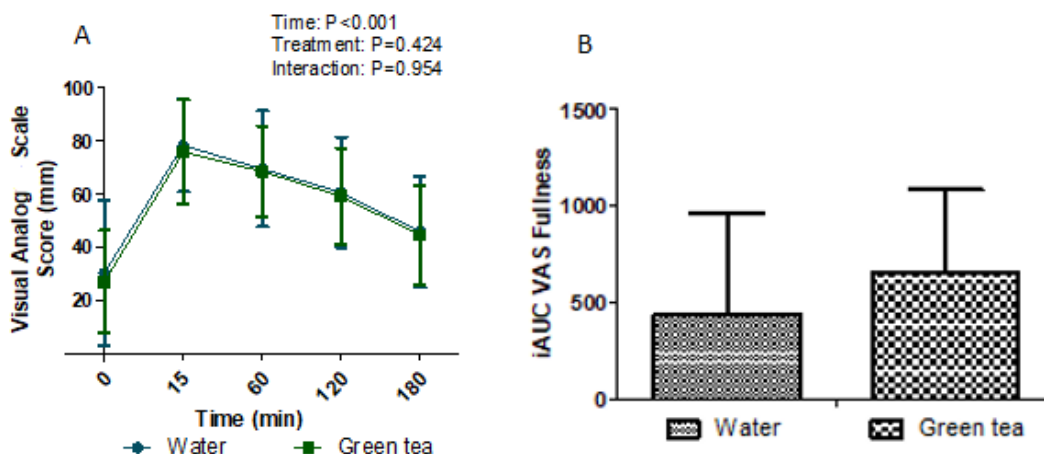
Gráfico 4. Sensação subjetiva de saciedade dos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área acima da curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Teste: A - Anova de medidas repetidas de dois fatores, post-hoc de Sidak. B - iAUC: área incremental sobre a curva, teste Wilcoxon. $n=21$.

A sensação subjetiva de plenitude (Gráfico 5) relatada pelos participantes da pesquisa não diferiu entre os tratamentos chá verde e água ($p > 0,050$), tanto pela medida da escala visual analógica como pela análise da iAUC.

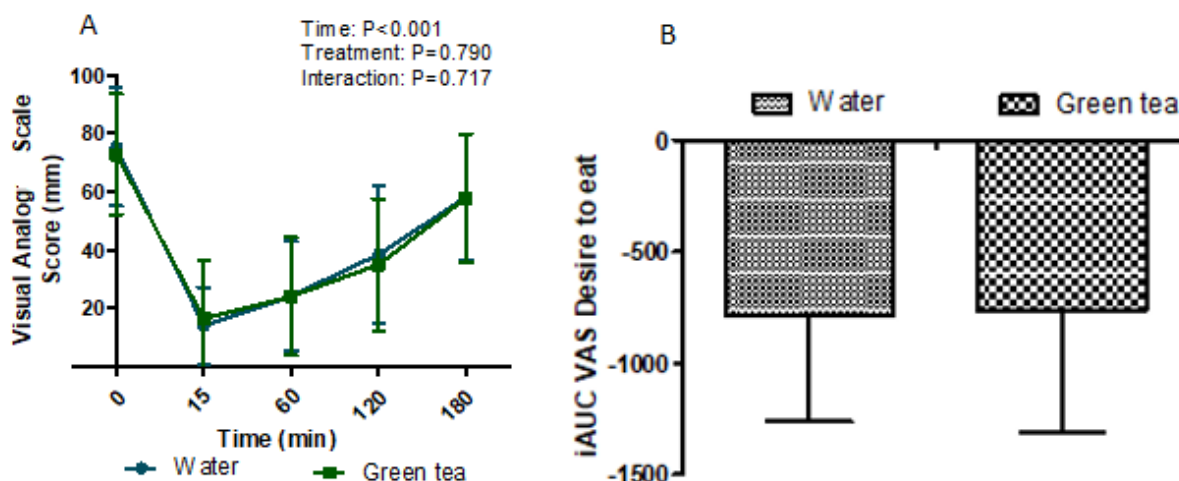
Gráfico 5. Sensação subjetiva de plenitude dos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área acima da curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Teste: A - Anova de medidas repetidas de dois fatores, post-hoc de Sidak. B - iAUC: área incremental sobre a curva, teste Wilcoxon. $n=21$.

O desejo de comer (Gráfico 6) reportado pelos participantes da pesquisa não diferiu entre os tratamentos chá verde e água ($p > 0,050$), tanto pela medida da escala visual analógica como pela análise da iAUC.

Gráfico 6. Sensação subjetiva do desejo de comer nos tratamentos água e chá verde: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Teste: A - Anova de medidas repetidas de dois fatores, post-hoc de Sidak. B - iAUC: área incremental sob a curva, teste Wilcoxon. $n=21$.

A ingestão energética de macronutrientes da primeira refeição (Tabela 7) após a ingestão do desjejum padronizado com a bebida teste não se alterou em virtude dos tratamentos. A ingestão em energia variou de 167,5 a 1979,0kcal, sendo que a menor

ingestão de energia, carboidratos e proteínas foi observada no tratamento do chá verde e a menor ingestão de lipídeos, no tratamento com água, porém sem diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,050$).

Tabela 7. Ingestão energética e de macronutrientes da primeira refeição após refeição teste e do dia do tratamento reportado por registro alimentar dos participantes dos diferentes tratamentos.

Ingestão alimentar prospectiva	Água	Chá verde	p
Energia (kcal)			
1ª refeição	609±54	578±46	0,9461
Dia do tratamento	1.501±112	1.588±104	0,551
Carboidrato (g)			
1ª refeição	69,7±7,7	64,8±5,9	0,892 ¹
Dia do tratamento	182,6±14,5	160,6±16,0	0,189
Proteína (g)			
1ª refeição	40,4±3,9	35,0±4,3	0,278
Dia do tratamento	84,7±8,7	75,1±8,5	0,330
Lipídeo (g)			
1ª refeição	18,8±3,6	19,2±2,5	0,683 ¹
Dia do tratamento	65,0±5,6	60,9±5,5	0,571

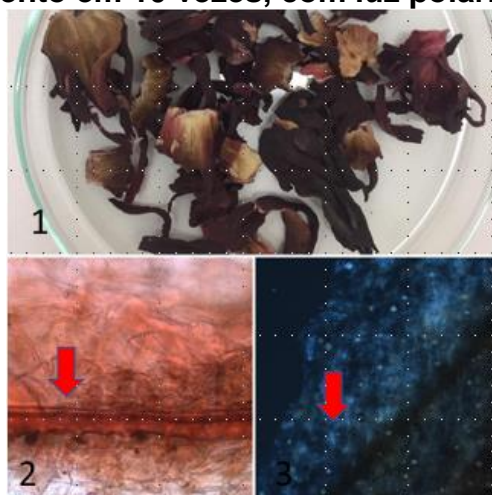
Test T pareado; ¹Wilcoxon test; n=21.

5.3. *HIBISCUS SABDARIFFA*

Observou-se na avaliação macroscópica realizada com o *Hibiscus sabdariffa* utilizado nesta pesquisa que haviam cálices inteiros e fragmentados, com coloração vermelho violácea. Como característica dessa espécie é citada a presença de drusas

de oxalato de cálcio (ESCHRICH, 1999), em destaque na figura 17, confirmando que o chá utilizado na pesquisa foi produzido a partir dos cálices de *Hibiscus sabdariffa*.

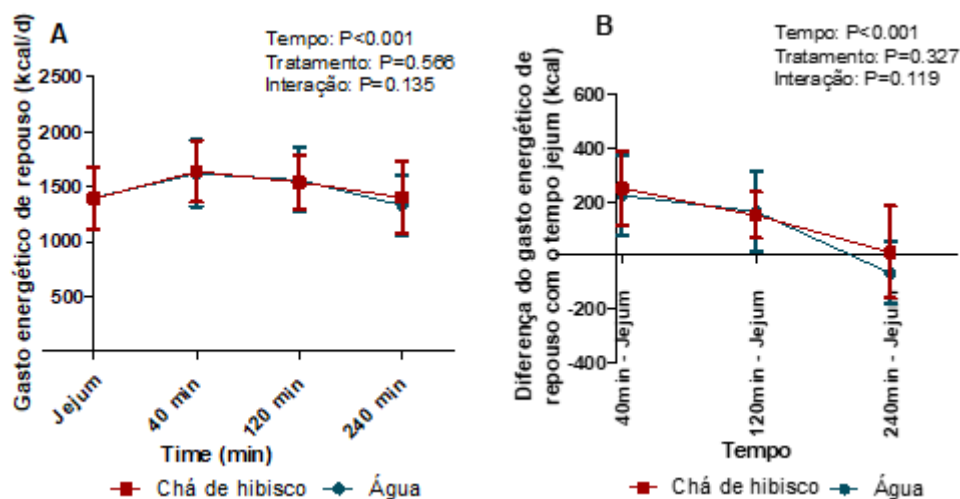
Figura 17 – *Hibiscus sabdariffa*. 17.1 – Avaliação macroscópica do *Hibiscus sabdariffa*. 17.2 – *Hibiscus sabdariffa* utilizado para o preparo do desjejum padronizado, com destaque para a estrutura canal vascular (aumento em 20 vezes). 17.3 – *Hibiscus sabdariffa* utilizado para o preparo do desjejum padronizado, com destaque para a estrutura de drusas de oxalato de cálcio (aumento em 10 vezes, com luz polarizada).



Fonte: Arquivo da pesquisa, 2019.

Na avaliação do gasto energético não nitrogenado (Gráfico 7) entre o tratamento água e chá de hibisco, como esperado, houve uma variação significativa em relação aos tempos avaliados ($p < 0,001$). No entanto, não foi observado efeito do tipo de tratamento ($p = 0,566$) e não houve interação tempo x tratamento ($p = 0,135$). Analisando-se a termogênese induzida pela dieta (TID) a partir dos dados não-nitrogenados do GER, na diferença dos tempos pós-prandial com o tempo jejum, houve diferença significativa entre tempos ($p < 0,0001$), conforme o esperado. Não houve diferenças significativas no tipo de tratamento e interação tempo x tratamento entre o tratamento água e *Hibiscus sabdariffa*. Houve diferença na TID no tempo 240 minutos em comparação com o jejum, sendo que os voluntários que ingeriram o tratamento água tiveram TID inferior ($-66,4 \pm 115,1 \text{ kcal}$) aos voluntários que ingeriram o tratamento chá de hibisco ($11,2 \pm 171,1 \text{ kcal}$), no entanto sem diferenças estatísticas ($p = 0,058$).

Gráfico 7 – Gasto energético de repouso não-nitrogenado (A) e a termogênese induzida pela dieta (B) em jejum e em diferentes tempos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado de água ou chá de hibisco, Belo Horizonte, 2019.



Teste Anova de medidas repetidas de dois fatores, pós-hoc de Sidak. n=21.

O tratamento chá de hibisco (Tabela 8) apresentou maior ($p=0,049$) gasto energético de repouso nitrogenado no tempo pós-prandial ($1388,8\pm 328,3\text{kcal}$) quando comparado ao tratamento água ($1324,2\pm 286,2\text{kcal}$). No entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos quando avaliado os parâmetros quociente respiratório e substratos oxidados.

Tabela 8. Gasto energético nitrogenado, quociente respiratório e substrato oxidado em jejum e no tempo 240 minutos após ingestão de desjejum padronizado acompanhado das bebidas teste, Belo Horizonte, 2019.

Parâmetro avaliado	Água		Chá de hibisco		p		
	Jejum	240 minutos	Jejum	240 minutos	T	TT	T x TT
GER-N (kcal/d)	1390,7±285,2	1324,2±286,2	1391,8±281,6	1388,8±328,3*	0,205	0,217	0,119
QR	0,89±0,08	0,78±0,07	0,85±0,07	0,76±0,06	<0,0001	0,183	0,358
CHO (g/h)	7,4±3,3	2,2±3,4	6,9±4,2	1,8±3,4	<0,0001	0,665	0,897
PTN (g/h)	2,4±1,2	3,0±1,3	2,0±1,0	3,2±1,3	0,002	0,657	0,092
GD (g/h)	1,8±1,6	3,6±1,8	2,2±1,7	3,9±1,4	<0,0001	0,390	0,840

T: tempo; TT: tratamento; GER-N: gasto energético de repouso nitrogenado; QR: quociente respiratório; CHO: carboidrato oxidado; PTN: proteína oxidado; GD: gordura oxidado; d: dia; h: hora. Teste Anova de medidas repetidas de dois fatores, pós-hoc de Sidak. * $p<0,050$. n=21.

Observou-se que a TID (Tabela 9) e a diferença entre o tempo pós-prandial com o tempo jejum no parâmetro quociente respiratório e substrato oxidado não diferiram entre os tratamentos água e chá de hibisco.

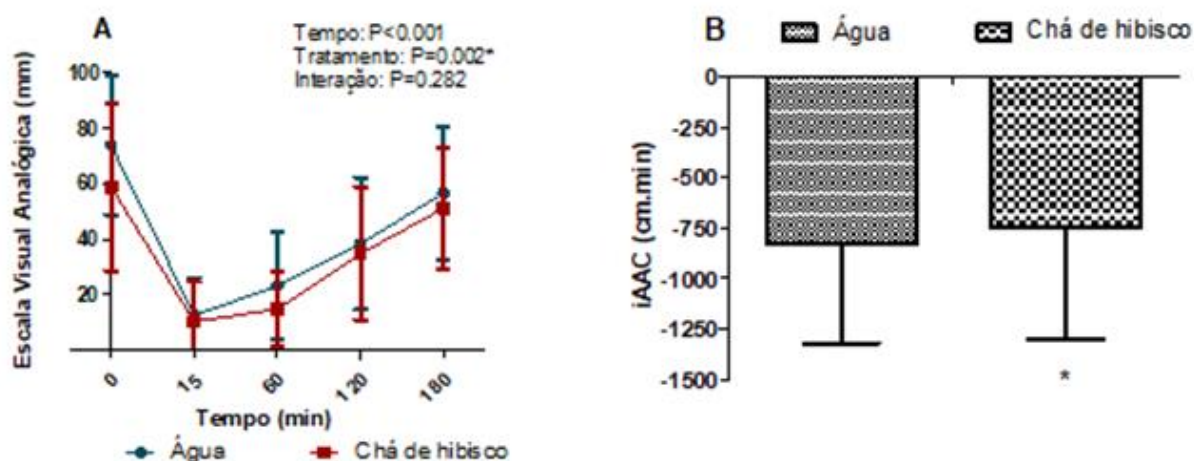
Tabela 9. Diferenças com o tempo jejum no gasto energético nitrogenado (termogênese induzida pela dieta), quociente respiratório e substrato oxidado após a ingestão do desjejum padronizado acompanhado das bebidas teste.

Parâmetro avaliado	Água (kcal)	Chá de hibisco (kcal)	p
TID nitrogenada (kcal)	-66,4±122,1	-3,0±174,7	0,119
Quociente respiratório	-0,11±0,07	-0,09±0,09	0,358
Carboidrato oxidado	-5,2±3,0	-5,0±5,0	0,897
Proteína oxidada	-5,3±3,3	-0,9±3,6	0,170 ¹
Gordura oxidada	1,8±1,5	1,7±2,1	0,840

TID: Termogênese induzida pela dieta. Teste T pareado. ¹ Teste Wilcoxon. n=21.

A sensação subjetiva de fome relatada pelos participantes em escala visual analógica (Gráfico 8) foi significativamente maior para o tratamento água quando comparado com o tratamento chá de hibisco (média do tratamento: água 40,9±3,2mm; chá de hibisco 33,9±3,3mm; p=0,002). Analisando-se a área abaixo da curva incremental (iAAC), observou-se que o tratamento água (-828,8±492,2cm.min) apresentou maior (p=0,002) sensação subjetiva de fome quando comparado ao tratamento chá de hibisco (-747,8±558,0cm.min).

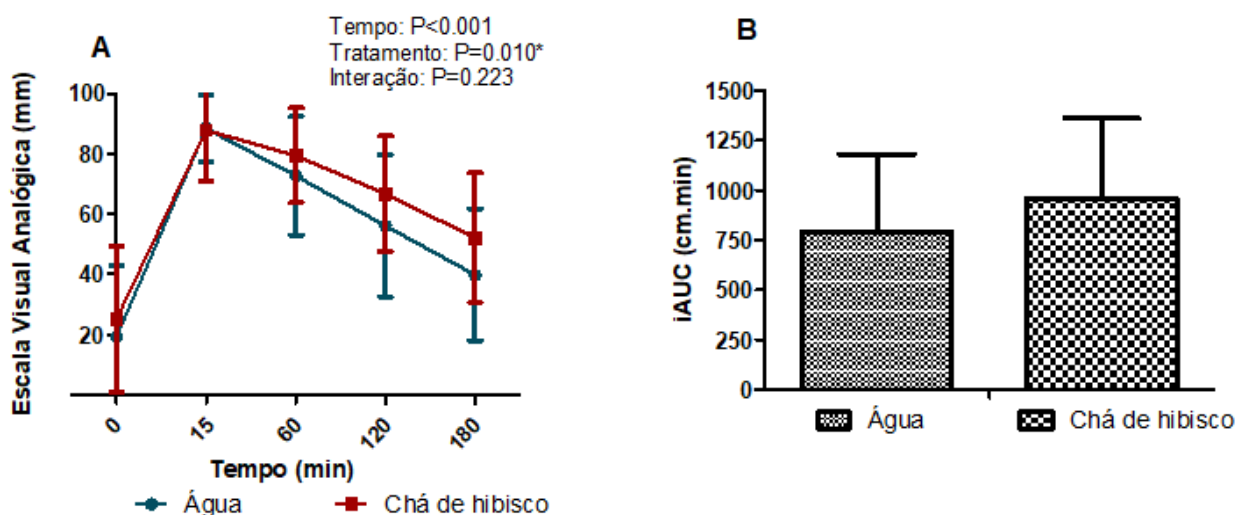
Gráfico 8. Sensação subjetiva de fome dos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Tempo 0: jejum, tempo 15 minutos: imediatamente após ingestão do desjejum padronizado acompanhado da bebida teste. iAAC: incremento da área abaixo da curva. A: Anova de medidas repetidas de dois fatores, pós-hoc Sidak. B: teste Wilcoxon. * $p < 0,050$. $n = 21$.

Houve diferença significativa no tipo de tratamento ($p = 0,010$) na avaliação da sensação subjetiva de saciedade (Gráfico 9). Desta forma, quando os voluntários ingeriram o tratamento chá de hibisco apresentaram maior sensação de saciedade comparado ao tratamento água (média do tratamento: água $55,3 \pm 3,1$ mm; chá de hibisco $62,3 \pm 3,2$ mm). As áreas sobre a curva dos incrementos da sensação de saciedade não variaram entre os tratamentos (média: água $794,3 \pm 388,7$ cm.min; chá de hibisco $962,3 \pm 400,1$ cm.min; $p = 0,750$).

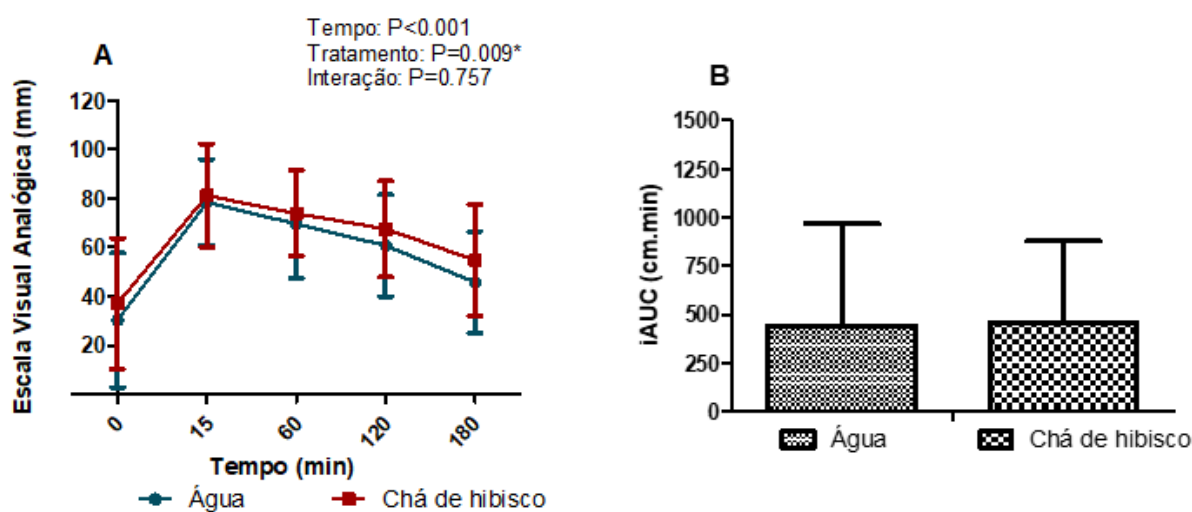
Gráfico 9. Sensação subjetiva de saciedade dos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área sobre a curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Tempo 0: jejum, tempo 15 minutos: imediatamente após ingestão do desjejum padronizado acompanhado da bebida teste. iAUC: incremento da área sobre a curva. A: Anova de medidas repetidas de dois fatores, post-hoc Sidak. B: teste Wilcoxon. n=21.

Houve diferença no tipo de tratamento na sensação subjetiva de plenitude (Gráfico 10) quando os voluntários receberam o tratamento chá de hibisco ($p=0,009$). Foi observado que na ingestão do tratamento água (média $56,9\pm 3,3$ mm) os voluntários apresentaram plenitude menor que na ingestão do tratamento chá de hibisco (média de $62,9\pm 2,2$ mm). As áreas sobre a curva incremental da sensação de plenitude não variaram entre os tratamentos (média: água $441,8\pm 524,7$ cm.min; chá de hibisco $458,3\pm 418,7$ cm.min; $p=0,957$).

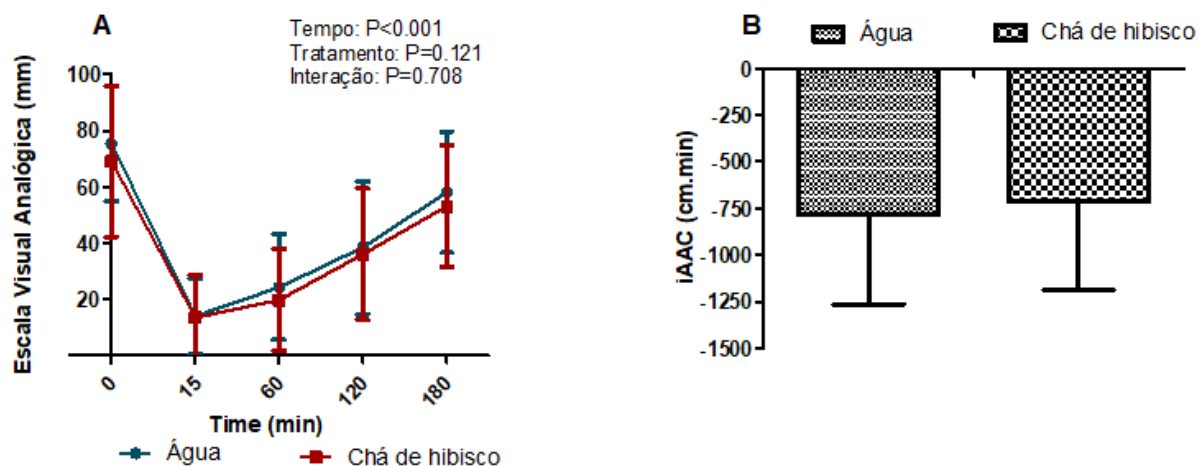
Gráfico 10. Sensação subjetiva de plenitude dos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área sobre a curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Tempo 0: jejum, tempo 15 minutos: imediatamente após ingestão do desjejum padronizado acompanhado da bebida teste. iAAC: incremento da área sobre a curva. A: Anova de medidas repetidas de dois fatores, pós-hoc Sidak. B: teste Wilcoxon. n=21.

Não houve diferença significativa na vontade de comer relatada em escala visual analógica (Gráfico 11) entre os tratamentos (média do tratamento: água $42,1\pm 2,0$ mm, chá de hibisco $38,3\pm 2,1$ mm, $p=0,121$), assim como na avaliação das áreas dos incrementos não houve nenhuma diferença significativa entre os tratamentos (média do tratamento: água $-785,3\pm 477,4$ cm.min, chá de hibisco $-714,0\pm 473,6$ cm.min, $p=0,326$).

Gráfico 11. Sensação subjetiva do desejo de comer relatado pelos voluntários nos tratamentos água e chá de hibisco: (A) relatada em escala visual analógica, (B) área abaixo da curva incremental, Belo Horizonte, 2019.



Tempo 0: jejum, tempo 15 minutos: imediatamente após ingestão do desjejum padronizado acompanhado da bebida teste. iAAC: incremento da área abaixo da curva. A: Anova de medidas repetidas de dois fatores, pós-hoc Sidak. B: teste Wilcoxon. n=21.

A ingestão energética e de macronutrientes da primeira refeição e do dia do tratamento (Tabela 10) após a ingestão do desjejum padronizado com a bebida teste não se alteraram entre os tratamentos água e chá de hibisco.

Tabela 10 - Ingestão energética e de macronutrientes na primeira refeição e no dia do tratamento após desjejum padronizado com bebida teste relatada em registro alimentar pelos participantes da pesquisa nos diferentes tratamentos.

Ingestão alimentar prospectiva	Bebida teste		p
	Água	Chá de hibisco	
Energia (kcal)			
1ª refeição	609,4±53,7	690,4±97,6	0,517 ¹
Dia do tratamento	1587,6±103,7	1726,1±167,6	0,585 ¹
Carboidrato (g)			
1ª refeição	69,7±7,7	74,1±10,8	0,865 ¹
Dia do tratamento	182,6±14,5	204,6±25,9	0,838 ¹
Proteína (g)			
1ª refeição	40,4±3,9	41,0±5,0	0,918

Dia do tratamento	84,7±8,7	74,1±8,6	0,272 ¹
Lipídeo (g)			
1ª refeição	18,8±3,5	24,2±5,0	0,338 ¹
Dia do tratamento	65,0±5,6	67,9±7,6	0,864 ¹

Teste T pareado. ¹ Teste Wilcoxon. n=21.

6. DISCUSSÃO

6.1. CHÁ VERDE

Neste estudo, observou-se por meio do exame de calorimetria indireta utilizando a correção com o nitrogênio urinário ou não que a ingestão do chá verde aumentou o GER em 7,2±11,7% e 6,9±10,9%, respectivamente, após 240 minutos da ingestão da refeição teste em comparação com o tempo jejum (diferença média do GER entre o tempo 240 minutos e jejum: nitrogenado +91,0±157,6kcal; não nitrogenado +88,2±146,1kcal). Na avaliação realizada com a água, observou-se após 240 minutos da ingestão da refeição teste que o GER nitrogenado e não nitrogenado foram 4,7±8,9% e 5,0±9,1% menores, respectivamente, em comparação com a avaliação realizada em jejum (diferença média do GER entre o tempo 240 minutos e jejum: nitrogenado -66,4±122,1kcal; não nitrogenado -66,4±115,1kcal). Desta forma, foi possível demonstrar que a ingestão do chá verde aumentou significativamente o GER ($p=0,047$). Esse resultado corrobora com outros estudos que utilizaram chá verde na forma de cápsulas e extratos, no entanto, são escassos os trabalhos que tenham tido como objeto de estudo o uso de chás (BÉRUBÉ-PARENT *et al.*, 2005; DULLOO *et al.*, 1999; RUDELLE *et al.*, 2007; YONESHIRO *et al.*, 2017). Estudo desenvolvido na França, no qual foi avaliado o gasto energético de homens saudáveis após a ingestão aguda de cápsulas preparadas com extrato de chá verde, fracionadas em três momentos no dia, totalizando 375mg de catequinas (sendo 270mg EPGC) e 150mg cafeína, observou aumento no gasto energético diário da ordem de 4% (DULLOO *et al.*, 1999). Os resultados encontrados no presente trabalho também estão em consonância com estudo de Yoneshiro *et al.* (2017), que desenvolveu a pesquisa no Japão com homens saudáveis, no qual foi encontrado pequeno aumento

significativo do GER após ingestão aguda de bebida contendo extrato de chá verde composto por 615mg de catequinas, das quais 125,9mg foram EPGC e 77mg de cafeína. Os autores observaram que houve um efeito do tempo ($p < 0,001$) e do tipo de tratamento ($p < 0,001$), sem interação entre tempo e tratamento ($p = 0,157$). Na avaliação foi observado um pico no gasto energético após 15 minutos da ingestão de bebida com catequina, com gasto energético mantendo-se elevado na avaliação realizada com 30, 60 e 90 minutos e na bebida placebo, foi observada redução do gasto energético após 60 e 90 minutos (YONESHIRO *et al.*, 2017). Em outro ensaio clínico randomizado desenvolvido na Suíça com indivíduos saudáveis de ambos os sexos, houve aumento do GET em 4,6%, comparado ao placebo, com a ingestão diária, três vezes/dia por três dias, de bebida contendo catequinas e cafeína do chá verde, totalizando 540mg/dia de catequinas das quais 282mg eram EPGC e 300mg de cafeína (RUDELLE *et al.*, 2007). No Canadá, por meio de ensaio clínico duplo mascarado placebo-controlado, cruzado, realizado com homens saudáveis com IMC entre 20 e 27 kg/m², Bérubé-parent *et al.* (2005) encontraram aumento ainda maior no GET com a ingestão de cápsulas preparadas com extrato de chá verde e guaraná por três vezes ao dia com diferentes teores de EPGC (270, 600, 900, 1200mg/dia) e 600mg/dia de cafeína. Naquele estudo, mesmo em diferentes concentrações de EPGC, observou-se aumento de 8,0% no GET (em todas as concentrações) em comparação com o placebo (BÉRUBÉ-PARENT *et al.*, 2005), no entanto devido ao composto ser misto não se pode atribuir o aumento do gasto energético apenas ao chá verde.

Nessa pesquisa, foi utilizado 200mL de chá verde, preparado em infusão por cinco minutos com cinco gramas de chá verde. Há relatos de que o tempo de cinco minutos de infusão é suficiente para a extração dos compostos bioativos do chá verde (NISHIYAMA *et al.*, 2010). Autores informaram que 200mL de chá verde, contém 166,6mg de EPCG (HASLER, 2002) e 30mg de cafeína (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010), no entanto, esses autores não descrevem o modo de preparo do chá. Outros autores sugerem que 2,5g de chá verde preparado em 250mL de água fervente contém de 240 a 320mg de catequinas, das quais 60 a 65% são EPGC e 20-50mg são cafeína (BALENTINE; WISEMAN; BOUWENS, 1997). Apesar das variações dos componentes presentes no chá verde existirem de acordo com cultivo, variedade de plantas, estação da colheita, fabricação e processamento do chá verde (SHIXIAN *et*

al., 2006), sugere-se que, nessa pesquisa, a composição chá verde possa ser semelhante.

Apesar dos resultados mostrarem um aumento do GER no tratamento chá verde, não foram observadas alterações significativas na oxidação de substratos e QR em comparação ao tratamento água (QR após 240 minutos: água $0,78 \pm 0,07$; chá verde: $0,75 \pm 0,05$). Observou-se que a oxidação de gordura após 240 minutos da ingestão do desjejum teste foi 27,8% maior no tratamento chá verde (lipídeo oxidado após 240 minutos da ingestão do desjejum padrão: $4,6 \pm 2,1$ g/hora) em comparação com o tratamento água (lipídeo oxidado após 240 minutos da ingestão do desjejum padrão: $3,6 \pm 1,8$ g/hora), no entanto essa diferença não foi significativa para o tipo de bebida ingerida ($p=0,167$) assim como não houve interação tempo x tratamento ($p=0,281$). Os achados na literatura são conflitantes, pois autores observaram maior oxidação de gorduras e redução do QR após o tratamento com chá verde (DULLOO *et al.*, 1999), assim como há estudos em que o GER, QR e não se alteraram com a ingestão do tratamento chá verde (BELZA; TOUBRO; ASTRUP, 2009) e GER, QR e não se alteraram com a ingestão do tratamento chá verde com pequena alteração na oxidação de gordura (GREGERSEN *et al.*, 2009). Dullo *et al.* (1999) observaram que o tratamento chá verde oxidou $103,0 \pm 13$ g/24h de gordura enquanto no tratamento placebo, $76,2 \pm 10,6$ g/24h ($p < 0,050$). Ainda naquele estudo, verificou-se que o QR do tratamento chá verde foi $0,852 \pm 0,009$ /24h enquanto que o tratamento placebo foi $0,881 \pm 0,008$ /24h constatando-se que a diferença foi significativa ($p < 0,050$). Belza e colaboradores (2009) encontraram maior diferença no GER 240 minutos após ingestão da cápsula de chá verde com o tempo jejum ($7,9 \pm 4,8$ kcal), em relação à diferença encontrada no tratamento placebo ($6,7 \pm 5,3$ kcal), no entanto, sem significância estatística. A diferença do QR após 240 minutos da ingestão das cápsulas com o tempo jejum ($0,01 \pm 0,02$) no tratamento chá verde também não foi estatisticamente diferente da diferença encontrada no tratamento placebo ($-0,01 \pm 0,03$). Gregersen e colaboradores (2009) não observaram efeito do tipo de tratamento no gasto energético ($p=0,020$), QR ($p=0,680$), no entanto, houve aumento de 10,3% na taxa de oxidação de gorduras ($p=0,049$) com a suplementação de EPGC (101,2mg) associado à cafeína (25mg) comparado ao tratamento placebo. No presente estudo, foi observado aumento significativo do GER no tratamento chá verde, no entanto, sem alterações no QR e substrato oxidado para produção de energia,

resultado semelhante ao encontrado por outros autores (BÉRUBÉ-PARENT *et al.*, 2005; RUDELLE *et al.*, 2007). Bérubé-Parent e colaboradores (2005) observaram que a mistura EPGC (extrato de chá verde e guaraná com teores de EPGC de 270, 600, 900, 1200mg/dia e 600mg/dia de cafeína) aumentou em 8% o GET comparado ao placebo ($p < 0,005$), no entanto o QR não diferiu do grupo placebo (resultados do QR nos teores de EPGC: 270mg/dia: $0,87 \pm 0,05$, 600mg/dia: $0,91 \pm 0,05$, 900mg/dia: $0,90 \pm 0,08$, 1200mg/dia: $0,86 \pm 0,04$, placebo: $0,89 \pm 0,03$). A oxidação de gorduras também não apresentou diferenças entre os grupos (lipídeo oxidado/dia nos teores de EPGC: 270mg/dia: $83,6 \pm 48,8$, 600mg/dia: $59,2 \pm 45,8$, 900mg/dia: $65,3 \pm 70,7$, 1200mg/dia: $94,3 \pm 43,4$, placebo: $63,2 \pm 34,3$). Rudelle e colaboradores (2007) encontraram aumento ($p < 0,002$) no GET no grupo tratamento (2398 ± 55 kcal/24h) comparado ao grupo placebo (2291 ± 49 kcal/24h), a oxidação de gorduras não diferiu entre o grupo tratamento ($96,0 \pm 3,5$ /24h) comparado ao placebo ($92,8 \pm 5,3$ /24h).

Alguns autores apontam que os diferentes resultados encontrados na literatura para o efeito da ingestão do chá verde no metabolismo energético podem ser atribuídos ao fator étnico. Há relatos de que a ação das catequinas do chá verde em indivíduos asiáticos é maior em comparação aos indivíduos caucasianos (HODGSON *et al.*, 2006). Em metanálise na qual foi avaliado o efeito do chá verde no peso corporal, observou-se maior efeito do tratamento chá verde para indivíduos japoneses em comparação com populações de países outros que não o Japão (JURGENS *et al.*, 2012). A menor ação das catequinas do chá verde em indivíduos caucasianos pode ser atribuída a polimorfismo genético que faz com que a enzima COMT tenha baixa atividade, reduzindo assim a ação das catequinas (HURSEL *et al.*, 2014). No entanto, devido a grande miscigenação na população brasileira, a avaliação do fator étnico nesta pesquisa tornou-se impraticável.

O efeito do chá verde sobre o metabolismo energético pode ser atribuído à ação sinérgica das catequinas e cafeína sobre algumas enzimas (TÜRKÖZÜ; TEK, 2015). As catequinas do chá verde atuam inibindo a enzima COMT (BORCHARDT; HUBER, 1975). Com a inibição da COMT, ocorre redução da degradação de catecolaminas como adrenalina (SHIXIAN *et al.*, 2006), fato que estimula o SNS resultando em aumento do gasto energético e lipólise (HURSEL; WESTERTER-PLANTENGA, 2010). A cafeína também estimula a termogênese por meio da inibição da enzima fosfodiesterase, que hidrolisa AMPc em AMP (CORNELIS; EL-SOHEMY; CAMPOS,

2007). Com os valores aumentados de AMPc, o SNS também é estimulado, ocorre aumento da lipase hormônio sensível, que disponibiliza ácidos graxos livres para oxidação aumentando a lipólise (ACHESON *et al.*, 2004). Com isso, a atividade da UCP fica aumentada, gerando energia na forma de calor (LOWELL; SPIEGELMAN, 2000).

Nesta pesquisa, o tratamento chá verde não diferiu do tratamento água na sensação subjetiva de fome, saciedade, plenitude e desejo de comer em sua ingestão alimentar prospectiva relatada pelos voluntários por meio de EVA. Esse resultado está em concordância com a ausência de diferença em relação ao placebo de estudo que avaliou também as mesmas sensações após 240 minutos posteriores à ingestão aguda de 500mg de chá verde em cápsula (BELZA; TOUBRO; ASTRUP, 2009). As sensações subjetivas de fome e saciedade foram aplicadas a participantes de estudo que ingeriram cápsulas contendo extrato de chá verde em diferentes concentrações. A EVA foi aplicada até 180 minutos após ingestão do desjejum e não foram observadas diferenças nas medidas de fome e saciedade até 180 minutos após ingestão entre os tratamentos (BÉRUBÉ-PARENT *et al.*, 2005). Mesmos resultados foram descritos por Auvichayapat *et al.* (2008), em que o consumo crônico de cápsulas de chá verde três vezes ao dia, cada cápsula contendo 28,9mg de cafeína, 4,1mg de catequinas e 33,6mg de EPGC por 12 semanas, não interferiu nas sensações de fome e saciedade dos participantes em nenhum dos tempos avaliados (quarta, oitava e décima segunda semana de estudo) (AUVICHAYAPAT *et al.*, 2008). Resultados diferentes foram encontrados por Reinbach *et al.* (2009), que avaliaram sensações subjetivas de saciedade e fome em situações de balanço energético positivo e negativo após ingestão de bebida contendo extrato de chá verde (598,5mg catequinas e 77mg cafeína) por 10 dias. Os resultados mostraram menor sensação de fome (diferença do tratamento com placebo $-4,9 \pm 2,3$ mm) em situações de balanço energético positivo, porém a ingestão alimentar prospectiva, saciedade e plenitude não alteraram após o tratamento em ambas as situações de balanço energético (REINBACH *et al.*, 2009). O desenho diferente dos diversos trabalhos encontrados na literatura, tornam difícil a comparação dos resultados com os do presente trabalho, no qual nenhuma diferença nas escalas de sensação subjetiva de saciedade foi encontrada com a ingestão do chá verde, em relação ao controle.

A ingestão alimentar da primeira refeição após o desjejum teste e do dia do tratamento relatada em registro alimentar pelos participantes da pesquisa não se diferiu das mesmas ingestões relatadas no tratamento controle ($p=0,906$, $p=920$). Também não foram observadas diferenças na composição de macronutrientes ingeridos na primeira refeição após desjejum teste e do dia do tratamento. Autores observaram uma redução, embora não significativa, de 8,0% na ingestão alimentar da primeira refeição após tratamento com 500mg de chá verde em cápsula, porém não descreveram sobre a composição de macronutrientes desta refeição (BELZA; TOUBRO; ASTRUP, 2009). A ingestão energética diária também não foi alterada em nenhum dos tempos avaliados em estudo desenvolvido por 12 semanas com suplementação de chá verde em cápsulas (AUVICHAYAPAT *et al.*, 2008). A utilização de chá verde também não promoveu alterações na ingestão energética em situações de balanço energético positivo ou negativo (REINBACH *et al.*, 2009), resultados que corroboraram com o estudo.

6.2. CHÁ DE HIBISCO

Considerando os resultados obtidos após 240 minutos da ingestão de chá de hibisco, foi observado que o GER (nitrogenado ou não) foi praticamente mantido comparado ao tempo jejum (diferença média do GER entre o tempo 240 minutos e jejum: nitrogenado $-3,0\pm 174,7$ kcal, $-0,2\pm 12,4\%$; não nitrogenado $+11,2\pm 171,1$ kcal, $0,9\pm 12,2\%$). Porém, o tratamento com água levou a maior redução do GER ($4,7\pm 8,9\%$ e $5,0\pm 9,1\%$ menores, nitrogenado e não nitrogenado) com o mesmo tempo, embora sem diferenças significativas em comparação com o tratamento com chá de hibisco ($p=0,096$ GER não nitrogenado, $p=0,140$ GER nitrogenado). Este é o primeiro estudo a demonstrar o efeito do chá de hibisco no metabolismo energético de humanos, até o que temos conhecimento. Recentemente, autores demonstraram, em estudo com camundongos, que a temperatura retal após oito semanas de tratamento com dieta rica em gorduras e hibisco (100mg/kg) peso foi significativamente aumentada em comparação ao grupo controle após exposição ao frio (10°C), indicando com isso aumento da termogênese. Além disso, observou-se que a expressão do RNA mensageiro dos genes UCP1 e 2 foram significativamente aumentadas no tratamento hibisco em comparação ao tratamento controle (LEE *et al.*, 2018). Devido a UCP estar

envolvida na atividade do tecido adiposo marrom (BRAND; ESTEVES, 2005), este aumento observado na expressão do RNA mensageiro de UCP pode estar associado ao aumento do gasto energético (LEE *et al.*, 2018). Autores há pouco demonstraram que o *Hibiscus sabdariffa* contém um peptídeo rico em cisteína, identificado como rosetilde rT1, que poderia atuar modulando a bioenergética celular, por conseguir atingir o interior da célula alcançando as mitocôndrias e aumentando assim a produção de ATP (KAM *et al.*, 2019).

Alguns estudos nos quais houve suplementação de *Hibiscus sabdariffa* em longo prazo, isoladamente ou combinado com outro composto, verificaram o efeito das flores no peso corporal. Houve perda ponderal significativa ($88,5 \pm 16,0$ kg para $87,3 \pm 16,0$ kg, $p < 0,008$) em ensaio clínico randomizado, por 12 semanas de tratamento com ingestão de cápsulas compostas por extrato de hibisco (450mg). Efeito esse atribuído pelos autores as antocianinas do *Hibiscus sabdariffa* (CHANG *et al.*, 2014). No entanto, a suplementação de 1g/dia do extrato de *Hibiscus sabdariffa*, por 90 dias, não alterou o peso corporal quando comparado ao grupo placebo em outro estudo (KURIYAN *et al.*, 2010). O peso e gordura corporal foram avaliados após 60 dias de ingestão de suplemento composto por 35% de *Lippia citriodora* e 65% de *Hibiscus sabdariffa* (500mg) em mulheres com excesso de peso. Como resultado, observou-se perda de peso ($-3,48 \pm 0,4$ kg $p < 0,050$), redução da gordura corporal ($-0,83 \pm 0,08\%$ $p < 0,001$). Existem dúvidas sobre qual composto possa ter tido algum efeito para se obter este resultado. (BOIX-CASTEJÓN *et al.*, 2018). Autores avaliaram o peso e composição corporal após dois meses de suplementação (cápsula de 500mg) composta por *Lippia citrioca* (25% de verbascodeo) e *Hibiscus sabdariffa* (10% de antocianinas). Observou-se que houve redução no peso corporal (grupo sobrepeso: placebo $-2,0 \pm 2,5$ kg e tratamento $-3,7 \pm 0,3$ kg, $p < 0,050$; grupo obeso: placebo $-2,2 \pm 1,0$ kg e tratamento $-4,7 \pm 0,7$ kg, $p < 0,050$) e a gordura corporal reduziu significativamente (grupo sobrepeso: tratamento $-1,3 \pm 0,2\%$, placebo $-0,7 \pm 0,2$, $p < 0,050$) (HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2019). Embora nestes trabalhos, o gasto energético não tenha sido avaliado, os autores consideram que os polifenóis do hibisco poderiam ativar a proteína quinase, com conseqüente efeito no metabolismo energético e na mobilização de gorduras (BOIX-CASTEJÓN *et al.*, 2018; HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2019). No entanto, esses achados não puderam ser confirmados com

os resultados da utilização aguda de chá de hibisco nos voluntários estudados no presente estudo.

Os principais compostos bioativos presente no *Hibiscus sabdariffa* são luteína, ácidos clorogênicos e antocianinas (PIOVESANA; RODRIGUES; ZAPATA NOREÑA, 2018). Autores relatam que as antocianinas possam apresentar efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e efeitos no tratamento da obesidade por atuarem no metabolismo de lipídeos (HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2017). Estudos *in vitro* demonstraram que *Hibiscus sabdariffa* reduziu o acúmulo de lipídeos nos adipócitos, sugerindo uma inibição na diferenciação dos adipócitos (HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2012; KIM *et al.*, 2003). Em modelo animal, foi observado que os polifenóis do *Hibiscus sabdariffa* estimularam o AMP ativado pela proteína quinase, com consequente redução de acetil-Coa carboxilase e ácido graxo sintase, reduzindo, com isso, a síntese de ácidos graxos e estimulando aumento de lipólise com aumento do metabolismo mitochondrial (JOVEN *et al.*, 2012). A ativação da AMP quinase também pode promover regulação negativa na expressão de genes lipogênicos como ácido graxo sintase e de proteínas de ligação a elementos reguladores de esteroide (SREBP-1c) observado em modelo animal. Com a ativação da AMP quinase, também foi observada regulação negativa no receptor ativado por proliferador de peroxissomo (PPAR) sugerindo-se assim um efeito anti-obesidade dessas flores (VILLALPANDO-ARTEAGA *et al.*, 2013). Todos os achados descritos, apesar de serem *in vitro* ou em modelos animais, sugerem que os polifenóis do *Hibiscus sabdariffa* possam apresentar algum efeito no metabolismo energético e com isso mostrar-se aliado ao tratamento da obesidade. No entanto, no presente estudo, o chá de hibisco utilizado, embora suficiente para reduzir queda natural no metabolismo energético após 240 minutos da ingestão de jejum, como aconteceu no tratamento com água, não se diferiu deste último tratamento de forma significativa ($p=0,096$ para o GER não nitrogenado).

Nesta pesquisa, observou-se que houve efeito do tipo de tratamento que afetou as sensações subjetivas de fome ($p=0,042$), saciedade ($p=0,019$) e plenitude ($p=0,007$), porém não em relação ao desejo de ingestão alimentar prospectiva ($p=0,381$) relatada pelos participantes da pesquisa. Observou-se, na comparação de pares, entre o tratamento chá de hibisco e tratamento água que a sensação de fome foi suprimida ($p=0,006$) e as sensações de saciedade ($p=0,029$) e plenitude ($p=0,028$) aumentadas. Ainda, com relação à sensação de plenitude, o tratamento chá de hibisco promoveu

maior sensação de plenitude comparado ao tratamento chá verde ($p=0,035$). Esses achados estão em consonância com os encontrados por Boix-Castejón et al. (2018), nos quais o efeito da ingestão de cápsulas compostas por extratos polifenólicos (500mg) de *Lippia citriodora* (35%) e *Hibiscus sabdariffa* (65%) por 60 dias (avaliado com 15, 30, 45 e 60 dias de tratamento) também foi avaliado. Os resultados mostraram que houve redução significativa da sensação de fome e aumento da sensação de saciedade e plenitude relatado pelos participantes do grupo tratamento comparado ao grupo placebo. As diferenças significativas apareceram a partir de 30 dias de tratamento. A ingestão alimentar prospectiva relatada em EVA foi significativamente menor comparada ao grupo controle a partir da avaliação realizada com 30 dias de tratamento. Naquele trabalho, também foram avaliadas dosagens de hormônios e peptídeos envolvidos na regulação do apetite. Observou-se que houve aumento de hormônios anorexígenos (peptídeo semelhante ao glucagon - GLP-1) e redução de hormônio orexígeno (grelina) quando comparado grupo tratamento e grupo controle. Os autores justificaram como possível mecanismo de atuação dos polifenóis do hibisco, a regulação de genes relacionados à fome e à saciedade (BOIX-CASTEJÓN et al., 2018). No entanto, como o estudo foi desenvolvido com dois componentes bioativos, os resultados não podem ser atribuídos exclusivamente ao *Hibiscus sabdariffa*.

A saciedade é controlada por um mecanismo complexo, envolvido por muitos sinais orexígenos e anorexígenos que atuam no hipotálamo (AMIN; MERCER, 2016). Entre eles, encontra-se o GLP-1, que é produzido em células L-intestinais e atuam estimulando a secreção de insulina e induzindo a sensação de saciedade (LUTZ, 2016). O hormônio grelina é secretado pelo estômago e tem função orexígena, aumentando a fome e reduzindo a saciedade, principalmente em situações de balanço energético negativo (CRUJEIRAS et al., 2010).

Apesar dos participantes desta pesquisa relatarem menor sensação de fome e maior sensação de saciedade no tratamento hibisco, observou-se que isso não foi suficiente para alterar a ingestão alimentar da primeira refeição após o jejum teste e também a refeição ao longo do dia do tratamento. Não foram observadas diferenças significantes entre os tratamentos água, chá verde e chá de hibisco relacionados a ingestão energética da primeira refeição ($p=0,906$) e também na ingestão energética realizada ao longo do dia do tratamento ($p=0,920$). O mesmo resultado foi observado

para os macronutrientes ingeridos. Observou-se que os participantes do tratamento chá de hibisco ingeriram um aporte de calorias maior (13,3%) na primeira refeição e também no dia do tratamento (8,7%) comparados ao tratamento água, no entanto essa diferença não foi significativa. Esse resultado foi divergente de pesquisa que avaliou a ingestão alimentar em ensaio clínico randomizado duplo mascarado com ingestão diária de cápsulas contendo 1g de extrato de *Hibiscus sabdariffa* por 90 dias. Observou-se que a ingestão energética e de macronutrientes do grupo tratamento não apresentou diferenças significativas quando comparado ao grupo controle nos dias 45 e 90 de tratamento. Na avaliação realizada com 90 dias de tratamento, o grupo *Hibiscus sabdariffa* reduziu 12% da ingestão energética comparado aos valores do início do estudo ($p < 0,050$), assim como o grupo controle reduziu 9% ($p < 0,050$). No entanto, na comparação entre os grupos a diferença não foi significativa ($p = 0,820$) (KURIYAN *et al.*, 2010). Em modelo animal, a administração de extrato com 15% de *Hibiscus sabdariffa* por quatro semanas promoveu menor ingestão alimentar em comparação ao grupo controle ($p < 0,050$) em dieta ad libitum. No entanto, a menor ingestão alimentar com a adição de hibisco (100mg/kg) em estudos experimentais não foi universalmente confirmada (LEE *et al.*, 2018). Alguns estudos já descritos, com utilização crônica de cápsulas contendo *Hibiscus sabdariffa* combinados com outros polifenóis ou isolados mostraram redução de peso corporal (BOIX-CASTEJÓN *et al.*, 2018; CHANG *et al.*, 2014; HERRANZ-LÓPEZ *et al.*, 2019), achados que podem indicar a menor ingestão energética favorecida pela suplementação.

Na literatura, são escassos os trabalhos que apontam o efeito do chá (infusão) no metabolismo energético, sensações subjetivas de fome e saciedade e ingestão alimentar prospectiva como esta pesquisa tratou. A maioria dos estudos observados são realizados com a suplementação de extratos, bebidas enriquecidas ou cápsulas, porém o chá é a forma mais acessível para população, o que justifica a execução de pesquisas como esta. O chá está entre as bebidas mais consumidas no mundo e a crença no seu consumo para o tratamento de doenças vêm de uma tradição secular. Os possíveis efeitos benéficos à saúde atribuídos pelos chás provêm de compostos bioativos que existem na sua composição. Autores sugerem que dentre os diversos benefícios à saúde descritos pelo consumo de chás, está o tratamento da obesidade (HAYAT *et al.*, 2015). No entanto, o manejo principal da obesidade inclui uma abordagem multidisciplinar para atingir mudanças radicais no estilo de vida, com

dietas que levam a um balanço energético negativo, exercícios físicos regulares, terapia cognitiva comportamental (RYAN; KAHAN, 2018; YUMUK *et al.*, 2015). Métodos alternativos para tratamento da obesidade, em detrimento de métodos que estão consolidados em diretrizes, certamente não são eficientes de forma isolada. O uso desses chás com apelo relacionado ao aumento do gasto energético e à redução de peso é amplamente difundido em sites e mídias sociais, geralmente, com pouco ou nenhum respaldo científico. Dessa forma, pesquisas como esta são importantes para dar subsídio ou não a recomendações relacionadas ao efeito que esses chás poderiam ter em fatores que interferem no emagrecimento.

Embora este seja o primeiro estudo que temos conhecimento sobre o efeito do chá de hibisco no metabolismo energético de humanos, o presente trabalho possui limitações que merecem ser discutidas. A maioria das coletas de dados foram realizadas aos finais de semana e feriados, que geralmente são dias atípicos na rotina das pessoas, a ingestão alimentar pode ter sido diferente e interferido nos resultados, embora a frequência de coletas nestes dias tenha sido a mesma para todos os tratamentos ($p=0,805$; teste do Qui Quadrado). O fato da ingestão alimentar ter sido relatada em registro alimentar pelos participantes da pesquisa, mesmo após treinamento, também pode ser considerada fator limitante. Como as preparações não foram pesadas e não houve avaliação de peso do resto-ingestão, as quantidades descritas são estimadas. Outras limitações também merecem ser destacadas, como a falta de caracterização química dos chás preparados. Embora os chás tenham sido preparados sempre nas mesmas condições (todos os chás foram preparados enquanto os voluntários realizam a primeiro exame de calorimetria indireta, com 5g do chá verde ou chá de hibisco em infusão por cinco minutos, posteriormente coado), não se sabe a concentração de catequinas e cafeína do chá verde e nem de antocianinas do chá de hibisco, embora tenha sido confirmado que se tratam microscopicamente dessas plantas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O chá verde apresentou efeito no metabolismo energético, aumentando o GER, no entanto, sem alterações no QR, sem interferir nas taxas de oxidação dos substratos e sem efeito nas sensações subjetivas de fome e saciedade e ingestão alimentar prospectiva a refeição teste (primeira refeição ou refeição diária). O chá de hibisco apresentou efeito nas sensações subjetivas de saciedade, com aumento nas sensações subjetivas de saciedade e plenitude e redução da sensação subjetiva fome, no entanto não apresentou efeito no metabolismo energético e ingestão alimentar prospectiva. Sugere-se que estudos em longo prazo possam ser desenvolvidos em humanos para avaliar se estes achados citados podem promover algum efeito na perda de peso.

REFERÊNCIAS

- ACHESON, K. J. *et al.* Metabolic effects of caffeine in humans : lipid oxidation or futile. *Am J Clin Nutr*, v. 79, p. 40–46, 2004.
- ALONSO-CASTRO, A. J. *et al.* Self-treatment with herbal products for weight-loss among overweight and obese subjects from central Mexico. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 234, p. 21–26, 2019.
- AMDANEE, N. *et al.* Age-associated changes of resting energy expenditure , body composition and fat distribution in Chinese Han males. *Physiological Reports*, v. 6, n. 23, p. 1–11, 2018.
- AMIN, T.; MERCER, J. G. Hunger and Satiety Mechanisms and Their Potential Exploitation in the Regulation of Food Intake. *Curr Obes Rep*, v. 5, p. 106–112, 2016.
- ANDREASSON, A. *et al.* Waist/Hip Ratio Better Predicts Development of Severe Liver Disease Within 20 Years Than Body Mass Index: A Population-based Cohort Study. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, v. 15, n. 8, p. 1294–1301, 2017.
- AOAC. *Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists.* 16th. ed. Washington: [s.n.], 1995.
- AUVICHAYAPAT, P. *et al.* Effectiveness of green tea on weight reduction in obese Thais : A randomized , controlled trial. *Physiology & Behavior*, v. 93, p. 486–491, 2008.
- BALADIA, E. *et al.* Efecto del consumo de té verde o extractos de té verde en el peso y en la composición corporal; revisión sistemática y metaanálisis. *Nutricion Hospitalaria*, v. 29, n. 3, p. 479–490, 2014.
- BALENTINE, D. A.; WISEMAN, S. A.; BOUWENS, L. C. M. The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 37, n. 8, p. 693–704, 1997.
- BAUTISTA-CASTAÑO, I *et al.* Variables predictive of adherence to diet and physical activity recommendations in the treatment of obesity and overweight , in a group of Spanish subjects. *International Journal of Obesity*, v. 28, p. 697–705, 2004.
- BELZA, A; TOUBRO, S; ASTRUP, A. The effect of caffeine , green tea and tyrosine

on thermogenesis and energy intake. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 63, p. 57–64, 2009.

BENEDICT, C. *et al.* Acute sleep deprivation reduces energy expenditure in healthy men. *Am J Clin Nutr*, v. 93, n. 1229–36, p. 1–2, 2011.

BÉRUBÉ-PARENT, S. *et al.* Effects of encapsulated green tea and Guarana extracts containing a mixture of epigallocatechin-3-gallate and caffeine on 24 h energy expenditure and fat oxidation in men. *British Journal of Nutrition*, v. 94, n. 3, p. 432–436, 2005.

BEVAN, S.; QUALLO, T.; ANDERSSON, D.A. TRPV1 in: Mammalian Transient Receptor Potential (TRP) Cation Channels. *Handbook of Experimental Pharmacol.* Springer, Berlin, Heidelberg: [s.n.], 2014. p. 207–245.

BIRCH, L. L. *et al.* Psychological and neural contributions to appetite self-regulation. *Obesity*, v. 25, p. S17–S25, 2017.

BO, S. *et al.* Is the timing of caloric intake associated with variation in diet-induced thermogenesis and in the metabolic pattern? A randomized cross-over study. *International Journal of Obesity*, v. 39, n. 12, p. 1689–1695, 2015.

BOIX-CASTEJÓN, M. *et al.* Hibiscus and lemon verbena polyphenols modulate appetite-related biomarkers in overweight subjects: A randomized controlled trial. *Food and Function*, v. 9, n. 6, p. 3173–3184, 2018.

BONET, M. L.; MERCADER, J.; PALOU, A. A nutritional perspective on UCP1-dependent thermogenesis. *Biochimie*, v. 134, p. 99–117, 2017.

BORCHARDT, R. T.; HUBER, J. A. Catechol O-Methyltransferase . 5 . Structure-Activity Relationships for Inhibition by Flavonoids. *J Med Chem*, v. 18, n. 1, p. 120–122, 1975.

BORRÁS-LINARES, I. *et al.* Characterization of phenolic compounds, anthocyanidin, antioxidant and antimicrobial activity of 25 varieties of Mexican Roselle (*Hibiscus sabdariffa*). *Industrial Crops and Products*, v. 69, p. 385–394, 2015.

BRAND, M. D.; ESTEVES, T. C. Physiological functions of the mitochondrial uncoupling proteins UCP2 and UCP3. *Cell Metabolism*, v. 2, p. 85–93, 2005.

BRASIL. *Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde : Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica.* [S.l: s.n.], 2011.

BURGESS, E.; HASSMÉN, P.; PUMPA, K. L. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity : a systematic review. *Clinical obesity*, v. 7, p. 123–135, 2017.

CANNON, B.; NEDERGAARD, J. Nonshivering thermogenesis and its adequate measurement in metabolic studies. *Journal of Experimental Biology*, v. 214, n. 2, p. 242–253, 2011.

CARVAJAL-ZARRABAL, O. *et al.* Effect of hibiscus sabdariffa L. dried calyx ethanol extract on fat absorption-excretion, and body weight implication in rats. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, v. 2009, p. 1–5, 2009.

CERCATO, L. M. *et al.* *A systematic review of medicinal plants used for weight loss in Brazil: Is there potential for obesity treatment?* [S.l.]: Elsevier, 2015. v. 176.

CHANG, H. C. *et al.* Hibiscus sabdariffa extract inhibits obesity and fat accumulation, and improves liver steatosis in humans. *Food and Function*, v. 5, n. 4, p. 734–739, 2014.

CHEN, L.; APOSTOLIDES, Z. *Global Tea Breeding.* Hangzhou & Berlin: [s.n.], 2012.

CHIN, K.L. *et al.* A comparative evaluation: phytochemical composition and antioxidant capacity of three roselle (Hibiscus sabdariffa L.) accessions . *Acta Horticulturae*, n. 1125, p. 99–108, 2016.

CHO, H. *et al.* ENOblock inhibits the pathology of diet-induced obesity. *Scientific Reports*, n. January 2018, p. 1–24, 2019.

CHOU, S. T. *et al.* Exploring the effect and mechanism of Hibiscus sabdariffa on urinary tract infection and experimental renal inflammation. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 194, p. 617–625, 2016.

CHRISTENSEN, J. R. *et al.* Why people engage in a weight loss intervention at their workplace - a stratified case study. *BMC Public Health*, v. 19, n. 1, p. 1–8, 2019.

CISNEROS, L. C. V. *et al.* Nutrición Hospitalaria. *Nutrición Hospitalaria*, v. 34, n. 3, p. 731–737, 2017.

COMPHER, C. *et al.* Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults : A sistematic review. *Journal of the Amercian Dietetic Associantion*, v. 106, n. 6, p. 881–903, 2006.

CORNELIS, M. C. *et al.* Coffee, CYP1A2 Genotype, and Risk of Myocardial Infarction. *JAMA*, v. 295, n. 10, p. 1135–1141, 2006.

CORNELIS, M. C.; EL-SOHEMY, A.; CAMPOS, H. Genetic polymorphism of the adenosine A 2A receptor is associated with habitual caffeine consumption. *Am J Clin Nutr*, v. 86, n. 1, p. 240–244, 2007.

COWLEY, M.A.; BROWN, W.A.; CONSIDINE, R.V. *Obesity: The Problem and Its Management*. Seventh Ed ed. [S.I.]: Elsevier Inc., 2016.

CRUJEIRAS, A. B. *et al.* Weight Regain after a Diet-Induced Loss Is Predicted by Higher Baseline Leptin and Lower Ghrelin Plasma Levels. *J Clin Endocrinol Metab*, v. 95, p. 5037–5044, 2010.

CUNARRO, J. *et al.* p107 Deficiency Increases Energy Expenditure by Inducing Brown-Fat Thermogenesis and Browning of White Adipose Tissue. *Molecular Nutrition and Food Research*, v. 63, n. 2, p. 1–14, 2018.

DE CASTRO, J.M. The Control of Food Intake of Free-living Humans: Putting the Pieces Back Together. *Physiol Behav.*, v. 100, n. 5, p. 446–453, 2010.

DIBAISE, J. K.; FOXX-ORENSTEIN, A. E. Role of the gastroenterologist in managing obesity Role of the gastroenterologist in managing obesity. *Expert Rev. Gastroenterol. Hepatol*, v. 7, p. 439–451, 2013.

DU, S. *et al.* The thermic effect of food is reduced in older adults. *Hormone and Metabolic Research*, v. 46, n. 5, p. 365–369, 2014.

DUARTE, Márcia R.; MENARIM, Daniele O. Morfodiagnose da anatomia foliar e caulinar de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, n. 4, p. 545–551, 2006.

DULLOO, A. G. *et al.* Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and

caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans.

American Journal of Clinical Nutrition, v. 70, n. 6, p. 1040–1045, 1999.

ESCHRICH, Walter. *Pulver- Atlas der Drogen der deutschsprachigen Arzneibücher*.

[S.l: s.n.], 1999.

ESTEGHAMATI, A. *et al.* Complementary and Alternative Medicine for the Treatment of Obesity : A Critical Review. *Int J Endocrinol Metab.*, v. 13, n. 2, p. 1–9, 2015.

FAO. *Emerging trends in tea consumption: informing a generic promotion process*. .

[S.l: s.n.], 2018. Disponível em: <www.fao.org>.

FERNÁNDEZ-ARROYO, S. *et al.* Quantification of the polyphenolic fraction and in

vitro antioxidant and in vivo anti-hyperlipemic activities of Hibiscus sabdariffa

aqueous extract. *Food Research International*, v. 44, n. 5, p. 1490–1495, 2011.

FERRANNINI, Eleuterio. The theoretical bases of indirect calorimetry: A review.

Metabolism, v. 37, n. 3, p. 287–301, 1988.

FERREIRA, M. A. *et al.* Therapeutic potential of green tea on risk factors for type 2

diabetes in obese adults – a review. *Obesity Reviews*, v. 17, n. 12, p. 1316–1328,

2016.

FLATT, J.P. McCollum Award Lecture, 1995: diet, lifestyle, and weight maintenance.

Am J Clin Nutr, v. 62, n. June, p. 820–836, 1995.

FLINT, A. *et al.* Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in

assessment of appetite sensation in single test meal studies. *Article in International*

Journal of Obesity, v. 24, p. 38–48, 2000.

FORDE, C. G. *Measuring Satiety and Satiety*. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2018. v. 2.

FRAYN, K. N. Calculation of substrate oxidation from gaseous exchange rates in

vivo. *American Physiological Society*, p. 628–634, 1983.

GAMBOA-GÓMEZ, C. I. *et al.* Plants with potential use on obesity and its

complications. *Excli Journal Journal*, v. 14, p. 809–831, 2015.

GARAULET, M. *et al.* Anthropometric, computed tomography and fat cell data in an

obese population: relationship with insulin, leptin, tumor necrosis factor-alpha, sex

hormone-binding globulin and sex hormones. *European Journal of Endocrinology*, v.

143, n. 3, p. 657–666, 2000.

GEER, E. B.; SHEN, W. Gender differences in insulin resistance, body composition, and energy balance. *Gender Medicine*, v. 6, n. SUPPL. 1, p. 60–75, 2009.

GERTSCH, J. Botanical Drugs , Synergy , and Network Pharmacology : Forth and Back to Intelligent Mixtures. *Planta Med*, v. 77, p. 1086–1098, 2011.

GOELE, K. *et al.* Influence of changes in body composition and adaptive thermogenesis on the difference between measured and predicted weight loss in obese women. *Obesity Facts*, v. 2, n. 2, p. 105–109, 2009.

GREGERSEN, N.T. *et al.* Effect of moderate intakes of different tea catechins and caffeine on acute measures of energy metabolism under sedentary conditions. *British Journal of Nutrition*, v. 102, p. 1187–1194, 2009.

HALL, K. D.; GUO, J. Obesity Energetics: Body Weight Regulation and the Effects of Diet Composition. *Gastroenterology*, v. 152, n. 7, p. 1718–1727, 2017.

HANSAWASDI, C.; KAWABATA, J.; KASAI, T. α -Amylase Inhibitors from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) Tea. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, v. 64, n. 5, p. 1041–1043, 2000.

HARPAZ, E. *et al.* The effect of caffeine on energy balance. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, v. 28, n. 1, p. 1–10, 2017.

HARRIS, A.J.; BENEDICT, F.G. A biometric study of basal metabolism in man. *Carnegie Institution*, v. 279, n. 3, p. 48 – 49, 1919.

HASLER, C. M. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges - A Position Paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of Nutrition*, v. 132, n. 12, p. 3772–3781, 2002.

HAUGEN, A. H.; CHAN, L. N.; LI, F. Indirect calorimetry: A practical guide for clinicians. *Nutrition in Clinical Practice*, v. 22, n. 4, p. 377–388, 2007.

HAYAT, K. *et al.* Tea and Its Consumption: Benefits and Risks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 55, n. 7, p. 939–954, 2015.

HECKMAN, M. A.; WEIL, J.; DE MEJIA, E. G. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: A comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory

matters. *Journal of Food Science*, v. 75, n. 3, p. 77–87, 2010.

HEISLER, L. K.; LAM, D. D. An appetite for life: brain regulation of hunger and satiety. *Current Opinion in Pharmacology*, v. 37, p. 100–106, 2017.

HERMSDORFF, H. H. M.; VOLP, A. C. P.; BRESSAN, J. O perfil de macronutrientes influencia a termogênese induzida pela dieta e a ingestão calórica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 57, n. 1, p. 33–42, 2007.

HERRANZ-LÓPEZ, M. *et al.* Differential effects of a combination of Hibiscus sabdariffa and Lippia citriodora polyphenols in overweight/obese subjects: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019.

HERRANZ-LÓPEZ, M. *et al.* Multi-targeted molecular effects of Hibiscus sabdariffa polyphenols: An opportunity for a global approach to obesity. *Nutrients*, v. 9, n. 8, p. 1–26, 2017.

HERRANZ-LÓPEZ, M. *et al.* Phytomedicine Synergism of plant-derived polyphenols in adipogenesis : Perspectives and implications. *European Journal of Integrative Medicine*, v. 19, n. 3–4, p. 253–261, 2012.

HERRERA-ARELLANO, A. *et al.* Effectiveness and tolerability of a standardized extract from Hibiscus sabdariffa in patients with mild to moderate hypertension: A controlled and randomized clinical trial. *Phytomedicine*, v. 11, n. 5, p. 375–382, 2004.

HETHERINGTON, M. M. The physiological-psychological dichotomy in the study of food intake. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 61, n. 04, p. 497–507, 2002.

HODGSON, J. M. *et al.* Short communication Is reversal of endothelial dysfunction by tea related to flavonoid metabolism ? *British Journal of Nutrition*, v. 95, n. 1, p. 14–17, 2006.

HRUBY, A.; HU, F. B. The Epidemiology of Obesity : A Big Picture. *Pharmacoeconomics*, v. 33, n. 7, p. 673–689, 2015.

HURSEL, R. *et al.* The effects of catechin rich teas and caffeine on energy expenditure and fat oxidation: A meta-analysis. *Obesity Reviews*, v. 12, n. 7, p. 573–581, 2011.

HURSEL, R. *et al.* The role of catechol-o-methyl transferase val (108/158)

MetPolymorphism (rs4680) in the effect of Green tea on resting energy expenditure and fat oxidation: A pilot study. *Plos One*, v. 9, n. 9, p. e106220, 2014.

HURSEL, R.; VIECHTBAUER, W.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. The effects of green tea on weight loss and weight maintenance: a meta-analysis. *International Journal of Obesity*, v. 33, n. 3, p. 956–961, 2009.

HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Catechin- And caffeine-Rich teas for control of body weight in humans¹⁻⁴. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 98, n. 6, p. 1682–1693, 2013.

HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Thermogenic ingredients and body weight regulation. *International Journal of Obesity*, v. 34, n. 4, p. 659–669, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos*. 1^a ed. [S.l: s.n.], 2008.

JANSSEN, I. A. N. *et al.* Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18 – 88 yr. *J Appl Physiol*, v. 89, p. 81–88, 2000.

JANSSENS, I. A. N.; HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M.S. Physiology & Behavior Nutraceuticals for body-weight management: The role of green tea catechins. *Physiology & Behavior*, n. 2015, p. 1–5, 2016.

JANSSENS, P.L; HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Long-Term Green Tea Extract Supplementation Does Not Affect Fat Absorption, Resting Energy Expenditure, and Body Composition in Adults. *Journal of Nutrition*, v. 145, n. 5, p. 864–870, 2015.

JENSEN, M. D. *et al.* *Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults : A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society World*. [S.l: s.n.], 2013.

JOVEN, J. *et al.* Plant-derived polyphenols regulate expression of miRNA paralogs miR-103 / 107 and miR-122 and prevent diet-induced fatty liver disease in hyperlipidemic mice. *BBA - General Subjects*, v. 1820, n. 7, p. 894–899, 2012.

JUHEL, C. *et al.* Green tea extract inhibits lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium in vitro. *J. Nutr. Biochem.*, v. 2863, n. 99, p. 45–51, 2000.

- JURGENS, T. M. *et al.* Green tea for weight loss and weight maintenance in overweight or obese adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, n. 12, p. 1–142, 2012.
- KAM, A. *et al.* Plant-derived mitochondria-targeting cysteine-rich peptide modulates cellular bioenergetics. *J. Biol. Chem.*, v. 294, n. 11, p. 4000–4011, 2019.
- KAO, Y. K.; HIIPAKKA, R. A.; LIAO, S. Modulation of Endocrine Systems and Food Intake by Green Tea Epigallocatechin Gallate. *Endocrinology*, v. 20, n. 1, p. 1–7, 2000.
- KIM, M. S. *et al.* Hibiscus Extract Inhibits the Lipid Droplet Accumulation and Adipogenic Transcription Factors Expression of 3T3- L1 Preadipocytes. *The journal of alternative and complementary medicine*, v. 9, n. 4, p. 499–504, 2003.
- KINGMA, B.; FRIJNS, A.; VAN MARKEN LICHTENBELT, W. The thermoneutral zone: implications for metabolic studies Boris. *Front Biosci.*, n. 2, p. 1975–1985, 2012.
- KINGMA, B.R.M. *et al.* Exploring internal body heat balance to understand thermal sensation. *Building Research and Information*, v. 45, n. 7, p. 808–818, 2017.
- KISSILEFF, H.R. *et al.* A Direct Measure of Satiety Disturbance in Patients With Bulimia Nervosa. *Physiology & Behavior*, v. 60, n. 4, p. 1077–1085, 1996.
- KJELDAHL, J. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Korpern. *Fresenius, Zeitschrift f. anal.*, v. 22, p. 366–382, 1883.
- KOVACS, E. M. R.; MELA, D. J. Metabolically active functional food ingredients for weight control. *Obesity Reviews*, v. 7, p. 59–78, 2006.
- KURIYAN, R. *et al.* An evaluation of the hypolipidemic effect of an extract of Hibiscus Sabdariffa leaves in hyperlipidemic Indians: A double blind, placebo controlled trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v. 10, n. 27, p. 1–8, 2010.
- KUROGI, M. *et al.* Auto-oxidation Products of Epigallocatechin Gallate Activate TRPA1 and TRPV1 in Sensory Neurons. *Chem. Senses*, v. 40, p. 27–46, 2015.
- LAM, Y.Y.; RAVUSSIN, E. Indirect calorimetry: An indispensable tool to understand and predict obesity. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 71, n. 3, p. 318–322,

2016.

LE MAGNEN, J. *Neurobiology of feeding and nutrition*. [S.l: s.n.], 1992.

LEE, Y. *et al.* Metabolaid® Combination of Lemon Verbena and Hibiscus Flower Extract Prevents High-Fat Diet-Induced Obesity through AMP-Activated Protein Kinase Activation. *Nutrients*, v. 10, n. 1204, p. 1–18, 2018.

LEVINE, J. A. Measurement of energy expenditure. *Public Health Nutrition*, v. 8, p. 1123–1132, 2005.

LIN, T. L. *et al.* Hibiscus sabdariffa extract reduces serum cholesterol in men and women. *Nutrition Research*, v. 27, n. 3, p. 140–145, 2007.

LOWELL, B. B.; SPIEGELMAN, B. M. Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis. *Nature*, v. 404, n. April, p. 652–660, 2000.

LUTZ, T. A. Gut hormones such as amylin and GLP-1 in the control of eating and energy expenditure. *International Journal of Obesity Supplements*, v. 6, n. S1, p. S15–S21, 2016.

MAKI, K. C. *et al.* Green Tea Catechin Consumption Enhances Exercise-Induced Abdominal Fat Loss in Overweight and Obese Adults. *The Journal of Nutrition*, v. 139, n. 2, p. 264–270, 2009.

MANINI, T. M. Energy expenditure and aging. *National Institute of Health*, v. 9, n. 1, p. 1–26, 2010.

MANSOUR, M. S. *et al.* Ginger consumption enhances the thermic effect of food and promotes feelings of satiety without affecting metabolic and hormonal parameters in overweight men: A pilot study. *Metabolism: Clinical and Experimental*, v. 61, n. 10, p. 1347–1352, 2012.

MARKWALD, R. R. *et al.* Impact of insufficient sleep on total daily energy expenditure, food intake, and weight gain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 110, n. 14, p. 5695–5700, 2013.

MCHILL, A. W.; WRIGHT, K. P. Role of sleep and circadian disruption on energy expenditure and in metabolic predisposition to human obesity and metabolic disease. *Obesity Reviews*, v. 18, n. February, p. 15–24, 2017.

MÜLLER, M. J.; ENDERLE, Janna; BOSY-WESTPHAL, Anja. Changes in Energy Expenditure with Weight Gain and Weight Loss in Humans. *Current Obesity Reports*, v. 5, n. 4, p. 413–423, 2016.

NEPA - UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos. *NEPA - Unicamp*, p. 161, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>.

NISHIYAMA, M. F. *et al.* Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, p. 191–196, 2010.

OJULARI, O. V.; LEE, S.G.; NAM, J. Beneficial Effects of Natural Bioactive Compounds from *Hibiscus sabdariffa* L. on Obesity. *Molecules*, v. 24, n. 1, p. 210, 2019.

PALATINI, P. *et al.* Association of coffee consumption and CYP1A2 polymorphism with risk of impaired fasting glucose in hypertensive patients. *European Journal of Epidemiology*, v. 30, n. 3, p. 209–217, 2015.

PALLUBINSKY, H.; SCHELLEN, L.; VAN MARKEN LICHTENBELT, W. D. Exploring the human thermoneutral zone – A dynamic approach. *Journal of Thermal Biology*, v. 79, n. December 2018, p. 199–208, 2019.

PATEL, H.; BHARDWAJ, A. *Physiology, Respiratory Quotient*. Treasure Island, FL, USA: [s.n.], 2018.

PIERS, L. S. *et al.* Thermic effect of a meal 1 . Methodology and variation in normal young adults. *British Journal of Nutrition*, v. 67, p. 165–175, 1992.

PINHEIRO, A.B.V.; LACERDA, E.M.A.; BENZENCRY, E.H. *Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseira*. 4. ed. São Paulo: [s.n.], 2000.

PIOVESANA, A.; RODRIGUES, E.; ZAPATA NOREÑA, C. P. Composition analysis of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant activity from hibiscus calyces (*Hibiscus sabdariffa* L.) by HPLC - DAD - MS / MS. *Phytochemical Analysis*, n. October, p. 1–10, 2018.

PULGARÓN, E. R. Childhood Obesity : A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Comorbidities. *Clithe*, v. 35, n. 1, p. A18–A32, 2013.

- RAINS, T. M.; AGARWAL, S.; MAKI, K. C. Antiobesity effects of green tea catechins : a mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 22, n. 1, p. 1–7, 2011.
- RAVUSSIN, E. *et al.* Determinants of 24-hour Energy Expenditure in Man Methods and Results Using a Respiratory Chamber. *The Journal of Clinical Investigation, Inc.*, v. 78, n. May, p. 1568–1578, 1986.
- RAVUSSIN, E. *et al.* Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese , moderately obese , and control. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 35, n. February, p. 566–573, 1982.
- REINBACH, H.C. *et al.* Effects of capsaicin , green tea and CH-19 sweet pepper on appetite and energy intake in humans in negative and positive energy balance. *Clinical Nutrition*, v. 28, p. 260–265, 2009.
- RIAZ, G.; CHOPRA, R. A review on phytochemistry and therapeutic uses of Hibiscus sabdariffa L. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, v. 102, n. May 2017, p. 575–586, 2018.
- ROGERS, P. J.; HARDMAN, C. A. Food reward . What it is and how to measure it ☆. *Appetite*, v. 90, p. 1–15, 2015.
- ROSENBAUM, M.; LEIBEL, R. L. Adaptive thermogenesis in humans. *International Journal of Obesity*, v. 34, n. S1, p. S47–S55, 2010.
- RUDELLE, S. *et al.* Effect of a Thermogenic Beverage on 24-Hour Energy Metabolism in Humans. *Obesity*, v. 15, n. 2, p. 349–355, 2007.
- RYAN, D. H.; KAHAN, S. Guideline Recommendations for Obesity Management. *Med Clin N Am*, v. 102, n. 1, p. 49–63, 2018.
- SCHUTZ, Yves. Macronutrients and energy balance in obesity. *Metabolism*, v. 44, n. SUPPL. 3, p. 7–11, 1995.
- SERBAN, C. *et al.* Effect of sour tea (Hibiscus sabdariffa L.) on arterial hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*, v. 33, n. 6, p. 1119–1127, 2015.
- SHIXIAN, Q. *et al.* Green Tea Extract Thermogenesis-Induced Weight Loss by

Epigallocatechin Gallate Inhibition of Catechol- O -Methyltransferase. *Journal of Medicinal Food*, v. 9, n. 4, p. 451–458, 2006.

SOARES, M. J.; MÜLLER, M. J. Resting energy expenditure and body composition: critical aspects for clinical nutrition. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 72, n. 9, p. 1208–1214, 2018.

STOHS, S. J.; BADMAEV, V. A Review of Natural Stimulant and Non-stimulant Thermogenic Agents. *Phytotherapy Research*, v. 30, n. 5, p. 732–740, 2016.

STUBBS, R. J. *et al.* Potential effects of fat mass and fat-free mass on energy intake in different states of energy balance. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 72, n. 5, p. 698–709, 2018.

SUEN, V. M. M.; UNAMUNO, M. R. D. L.; MARCHINI, J. S. Breath $^{13}\text{CO}_2$ enrichment in obese women during the fasting and the fed states. *Nutrition Research*, v. 23, n. 9, p. 1153–1163, 2003.

TREMBLAY, A.; BELLISLE, F. Nutrients, satiety, and control of energy intake. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 40, n. 10, p. 971–979, 2015.

TSAI, Pi.J. *et al.* Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Research International*, v. 35, n. 4, p. 351–356, 2002.

TÜRKÖZÜ, D.; TEK, N. A. A Minireview of Effects of Green Tea on Energy Expenditure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, n. August, 2015.

VAN MARKEN LICHTENBELT, W. *et al.* Healthy excursions outside the thermal comfort zone. *Building Research and Information*, v. 45, n. 7, p. 819–827, 2017.

VILLALPANDO-ARTEAGA, E. V. *et al.* *Hibiscus sabdariffa* L. aqueous extract attenuates hepatic steatosis through down-regulation of PPAR-g and SREBP-1c in diet-induced obese mice. *Food & Function*, n. 2, p. 618–626, 2013.

WEIR, J. B. V. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *The Journal of Physiology*, v. 109, n. 1–2, p. 1–9, 1949.

WEISE, C. M. *et al.* Body composition and energy expenditure predict ad-libitum food and macronutrient intake in humans. *International Journal of Obesity*, v. 38, n. 2, p. 243–251, 2014.

- WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Green tea catechins, caffeine and body-weight regulation. *Physiology and Behavior*, v. 100, n. 1, p. 42–46, 2010.
- WESTERTERP. Energy Expenditure and Intake Methods. *Nutrition Research Methodologies*, v. 1, p. 186–197, 2015.
- WESTERTERP, K. R. Control of energy expenditure in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 71, n. 3, p. 340–344, 2017.
- WESTERTERP, K. R. Exercise, energy balance and body composition. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 72, n. 9, p. 1246–1250, 2018.
- WHO. Obesity. *World Health Organization*, p. 8, 2018. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274792/WHO-NMH-PND-ECHO-18.1-eng.pdf?ua=1>>.
- WILLIAMS, E. P. *et al.* Overweight and Obesity : Prevalence , Consequences , and Causes of a Growing Public Health Problem. *Curr Obes Rep*, v. 4, p. 363–370, 2015.
- WING, R. R.; PHELAN, S. Long-term weight loss maintenance 1– 4. *Am J Clin Nutr*, v. 82, n. 3, p. 222–225, 2005.
- YONESHIRO, T. *et al.* Tea catechin and caffeine activate brown adipose tissue and increase cold-induced thermogenic capacity in humans. *Am J Clin Nutr*, v. 105, p. 873–881, 2017.
- YUMUK, V. *et al.* European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obesity Facts*, v. 8, p. 402–424, 2015.
- ZITTING, K. M. *et al.* Human Resting Energy Expenditure Varies with Circadian Phase. *Current biology : CB*, v. 28, n. 22, p. 3685–3690, 2018.

ANEXO 1

Divulgação da pesquisa no site da UFMG em:

<https://ufmg.br/comunicacao/noticias/pesquisa-da-farmacia-vai-avaliar-efeitos-de-chas-sobre-o-metabolismo-energetico?sfns=mo>

31/08/2019

UFMG • Universidade Federal de Minas Gerais • Pesquisa vai avaliar efeitos de chás sobre o metabolismo energético

Universidade Federal
de Minas Gerais

POR ▾



Pesquisa e Inovação

Pesquisa vai avaliar efeitos de chás sobre o metabolismo energético

Estudo busca voluntários homens que tenham entre 18 e 40 anos, não sejam fumantes nem façam uso de medicamentos e suplementos

sexta-feira, 14 de junho 2019, às 06h31

atualizado em terça-feira, 18 de junho 2019, às 10h07



Sensação de saciedade é um dos efeitos que serão avaliadas após ingestão de chá

Pinterest

Pesquisa em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, pretende avaliar o efeito dos chás de hibisco, canela, gengibre e verde sobre o metabolismo energético e a sensação de saciedade dos voluntários. Eles passarão por cinco dias de testes, no Instituto Alfa de Gastroenterologia, do Hospital das Clínicas (UFMG/Ebserv).

A professora orientadora do estudo, Lucilene Rezende Anastácio, explica que os voluntários precisam disponibilizar quatro horas diárias, no período da manhã, para colaborar com a pesquisa. “Após a ingestão de uma dieta padronizada de 500 calorias, junto com um desses chás, ou de água, no café da manhã, faremos medição do metabolismo energético e da sensação de saciedade do voluntário, por meio de aparelho próprio, disponível no Instituto”.

Os voluntários também vão colaborar com a avaliação da ingestão de alimentos prospectiva, ou seja, com a medição da quantidade de alimentos que ingerirem durante o dia, para complementar a pesquisa de mestrado de Ana Paula da Costa Soares e Natália Cristina de Faria, que têm a colaboração dos estudantes de iniciação científica Guilherme Fonseca Graciano e Karoline Stephanie de Mello.

Com financiamento da Fapemig, a pesquisa vai avaliar os efeitos dos chás em homens e mulheres. No momento, os pesquisadores precisam de voluntários do sexo masculino, que não façam uso de medicamentos ou suplementos e não sejam fumantes, pois o tabagismo também interfere no metabolismo, segundo a professora.

Interessados devem enviar e-mail para anapaulacsoares@yahoo.com.br ou entrar em contato pelo telefone (31) 9 9702-3598.

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa: Efeito da ingestão de chás supostamente termogênicos sobre o metabolismo energético, sensação de saciedade e ingestão alimentar de indivíduos com excesso de peso.

O objetivo desse estudo é: investigar o efeito da utilização de chás de gengibre, canela, hibisco e verde, considerados termogênicos pelo senso comum, sobre o metabolismo energético de repouso de indivíduos, bem como seu efeito na saciedade e na ingestão alimentar após seu consumo.

Por favor, leia atentamente todas as informações apresentadas a seguir. Caso compreenda e concorde com todos os itens, escreva seu nome com letra legível e assine nos lugares existentes no final do texto.

É muito importante que saiba que:

- A sua participação é totalmente voluntária;
- Sua participação neste estudo é gratuita, você está isento de quaisquer custos ou vantagem de qualquer espécie.
- Você pode decidir por não participar do estudo sem pena alguma e sem prejuízo. Você também pode desistir a qualquer momento em participar do estudo. Se tiver dúvidas, entre em contato com os pesquisadores (Prof^a Dra. Lucilene Rezende Anastácio, Departamento de Farmácia – UFMG. Tel. 31 34096917), mestranda Ana Paula da Costa Soares, nutricionista, aluna do programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia – UFMG. Tel. 31 973107710) e mestranda Natália Cristina de Faria, nutricionista e aluna do programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia – UFMG. Tel. 31988921660).

Procedimentos do estudo, para participar do estudo, você passará pelos seguintes procedimentos:

- Avaliação da composição corporal (aferição de circunferências da cintura e quadril, peso, altura e bioimpedânciometria).
- Ingestão do desjejum padrão juntamente com o chá avaliado.
- Aferição do gasto energético em repouso, o procedimento consiste em você ficar deitado em uma maca, em repouso e conectado a um aparelho (analisador de gases metabólicos K4b2) que medirá os gases emitidos por sua respiração, antes e após o consumo dos alimentos termogênicos. Será feito 4 avaliações do gasto energético em repouso, sendo a primeira em jejum, a segunda logo após a ingestão da refeição com o chá e 4 horas após a ingestão. Você ficará por aproximadamente 4 horas para as coletas do seu gasto energético.
- Você deverá coletar a sua urina no momento em que acordar e durante todo o período da avaliação.
- Será feito uma anamnese (que consta de um recordatório alimentar, questões relativas a atividade física e hábitos diários) antes e após a utilização dos alimentos considerados termogênicos. Além disso, imediatamente antes, e imediatamente após e uma vez a cada hora durante as quatro horas depois da ingestão do desjejum padrão e chás você completará uma escala visual analógica para reportarem a sensação de saciedade e apetite. Após o fim do teste, nas 24 horas restantes, você preencherá um registro alimentar contendo os alimentos e quantidades consumidas ao longo deste período, além de preencher um registro alimentar antes de iniciar as avaliações.
- Todos estes procedimentos serão repetidos por 5 vezes, de modo a avaliar o efeito dos quatro tipos diferentes de chás sobre o metabolismo energético.

Rubrica – participante Rubrica - pesquisadores

Riscos e desconfortos: Você pode sentir um leve incômodo na avaliação do gasto energético de repouso e algum constrangimento ao ter seu peso e alturas aferidos. Pode ocorrer algum desconforto devido ao sabor dos chás, porém para minimizar este desconforto os chás serão adoçados. Existe a possibilidade de alergia de algum dos chás (verde, hibisco, canela e gengibre).

Benefícios: os resultados de sua avaliação antropométrica e de composição corporal, bem como os resultados do seu gasto energético estarão disponíveis para seu conhecimento.

Sigilo: Tudo que for realizado neste estudo será mantido em sigilo e privacidade. Apenas você e os pesquisadores do projeto terão acesso às informações. Sua identidade será mantida em segredo.

Caso compreenda e concorde com todos os itens, escreva seu nome com letra legível e assine nos lugares existentes no final do texto.

Declaro que compreendi e concordo com as informações que me foram transmitidas e, portanto aceito participar como voluntário neste projeto de pesquisa. Estou assinando este termo de consentimento livre e esclarecido em duas vias, sendo que uma ficará comigo e outra com o pesquisador.

Nome : _____

Assinatura: _____

Pesquisador: _____

Assinatura: _____

Pesquisador: _____

Assinatura: _____

Orientadora: _____

Assinatura: _____

Belo Horizonte, ____ de _____ 20__.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.

Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.

E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

ANEXO 3

AVALIAÇÃO DA SACIEDADE

Nome: _____

Chá avaliado: _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo um questionário para avaliação de saciedade. Por favor, marque nesta linha como se sente em cada aspecto:

1) Avaliação da saciedade em jejum

1. Qual o grau de fome você sente agora?

“pouco” _____ “muito”

2. Quão saciado você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

3. Quão pleno você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

4. Quanto você acha que pode comer agora?

“pouco” _____ “muito”

2) Avaliação da saciedade após a ingestão da refeição teste

1. Qual o grau de fome você sente agora?

“pouco” _____ “muito”

2. Quão saciado você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

3. Quão pleno você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

4. Quanto você acha que pode comer agora?

“pouco” _____ “muito”

3) Avaliação da saciedade 1h após a ingestão da refeição teste

1. Qual o grau de fome você sente agora?

“pouco” _____ “muito”

2. Quão saciado você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

3. Quão pleno você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

4. Quanto você acha que pode comer agora?

“pouco” _____ “muito”

4) Avaliação da saciedade 2h após a ingestão da refeição teste

1. Qual o grau de fome você sente agora?

“pouco” _____ “muito”

2. Quão saciado você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

3. Quão pleno você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

4. Quanto você acha que pode comer agora?

“pouco” _____ “muito”

5) Avaliação da saciedade 3h após a ingestão da refeição teste

1. Qual o grau de fome você sente agora?

“pouco” _____ “muito”

2. Quão saciado você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

3. Quão pleno você se sente agora?

“pouco” _____ “muito”

4. Quanto você acha que pode comer agora?

“pouco” _____ “muito”

ANEXO 4

REGISTRO ALIMENTAR

Instruções para o preenchimento:

- ♣ Anote tudo o que foi consumido (alimentos e bebidas) no dia em questão com o maior detalhamento possível; registre o nome da preparação, os ingredientes que a compõe e o modo de preparo (cozido, assado, frito ou refogado).
- ♣ Anote o horário da refeição;
- ♣ Se o alimento for industrializado, anote a marca;
- ♣ Quantidades detalhadas:

Ex: 1 ponta de faca de manteiga; 1 copo americano na risca de leite integral, 1 copo duplo cheio de suco de laranja natural com 1 colher de chá rasa de açúcar; 1 colher de servir rasa de arroz; 4 folhas de alface com 5 gotas de azeite normal; 1 coxa de frango frita.

O preenchimento cuidadoso desse registro é fundamental para avaliação mais precisa da sua alimentação.

Segue abaixo algumas imagens para auxiliar o preenchimento.



Colher de sopa rasa e cheia.
Fonte: Ferreira (2013)



Tipos de colheres: Colher de café, chá, sobremesa, sopa.
Fonte: Ferreira (2013)



Xícara de leite cheia, nivelada e rasa.
Fonte: Ferreira (2013)



Pegador, colher de sopa, colher de servir, escumadeira, concha. Fonte: Ferreira (2013)



Fatia de bolo pequena, média e grande.
Fonte: Ferreira (2013)



Bife grande, médio e pequeno.
Fonte: Ferreira (2013)

Nome: _____ Data: _____
____/____/____

Horário da refeição	Alimentos e preparações	Quantidades	Observações e marcas