

FLAVIA MARIA VASQUES FARINAZZI MACHADO

**QUALIDADE FUNCIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MANGOSTÃO
AMARELO (*Garcinia cochinchinensis* Choisy)**

Botucatu

2018

FLAVIA MARIA VASQUES FARINAZZI MACHADO

**QUALIDADE FUNCIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MANGOSTÃO
AMARELO (*Garcinia cochinchinensis* Choisy)**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em Energia
na Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M149q Machado, Flavia Maria Vasques Farinazzi, 1976-
Qualidade funcional e atividade antioxidante do mangostão amarelo (*Garcinia cochinchinensis* Choisy) / Flavia Maria Vasques Farinazzi Machado. - Botucatu: [s.n.], 2018
99 p.: fots. color., grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2018
Orientador: Rogério Lopes Vieites
Inclui bibliografia

1. Mangostão. 2. Frutas exóticas. 3. Fenóis. 4. Flavonoides. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: **QUALIDADE FUNCIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MANGOSTÃO AMARELO (*Garcinia cochinchinensis* Choisy)**

AUTORA: FLÁVIA MARIA VASQUES FARINAZZI MACHADO

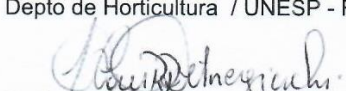
ORIENTADOR: ROGÉRIO LOPES VIEITES

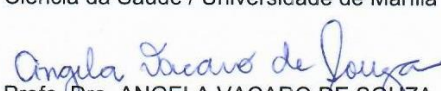
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES
Depto de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP


Dra. JULIANA AUDI GIANNONI
Departamento de Ciências do Alimento / FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MARILIA


Profa. Dra. REGINA MARTA EVANGELISTA
Depto de Horticultura / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu


Profa. Dra. CLAUDIA RUCCO PENTEADO DETREGIACHI
Ciência da Saúde / Universidade de Marília


Profa. Dra. ANGELA VACARO DE SOUZA
Depto de Engenharia de Biosistemas / Faculdade de Ciência e Engenharia

Botucatu, 07 de fevereiro de 2018

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a minha família, bem maior!

Á minha avó Maria (in memoriam) professora como eu, a minha mãe, professora como eu, aos homens da minha vida (pai e esposo), ao meu irmão, à minha irmã, Carla, pela qual darei meu testemunho no Juízo Final, às minhas filhas (Carolina, Manuela e Catarina), meus amores!

Amo muito vocês!”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pai todo poderoso, por sempre estar ao meu lado, por me receber em sua casa, e me conduzir nos momentos mais difíceis.

Agradeço aos meus pais, José Eurides e Maria Elidia, pela formação, presença, afagos e encorajamentos, por valorizarem cada momento, por me doarem seu próprio ser.

Agradeço ao meu esposo Joel Fernando, pela parceria, incentivo e cumplicidade nos momentos tempestuosos e de alegria, e por dar créditos ao meu trabalho, à minha pesquisa, e a minha carreira. E agradeço as minhas filhas, Manuela e Catarina, por compreenderem os momentos “roubados” e destinados à pesquisa.

Agradeço, com o meu coração, ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites, acima de tudo pela amizade e pela confiança, pelo exemplo de profissionalismo e competência, dedicação e paciência, qualidades que me apontaram sempre a direção correta.

Agradeço as pesquisadoras Prof^a Dr^a Sandra Maria Barbalho e Prof^a Dr^a Elen Landgraf Guiguer por todos os ensinamentos, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho, por tornarem possível a idealização de um sonho, por me ensinarem que o uso de animais é necessário, mas que deve ser feito com respeito e prudência.

Agradeço à Prof^a Dra. Cláudia Cristina Teixeira Nicolau pelo incentivo ao estudo e por permitir e apoiar a instalação do Biotério na Fatec Marília/SP para realização de parte do experimento desta tese.

Agradeço a Fatec Pompéia/SP por ceder os frutos do pomar, destinados ao experimento, e ao pesquisador Milton Groppo pela identificação da planta.

Agradeço às pesquisadoras Flávia Nasser, Karina Furlaneto e Juliana Ramos pelo auxílio nas análises bioquímicas e análise estatística de dados dos experimentos.

Aos amigos e colegas que caminharam juntos comigo em todo este processo, em especial, à querida Juliana Giannoni, à Márcia Cayres, à Anna Cláudia Brunatti e à Adriana Fiorini pela paciência e convívio!

E a todos aqueles que fizeram parte deste trabalho,

Muito obrigada!

E disse Deus: “Eis que vos dou todas as plantas que nascem por toda a terra e produzem sementes, e todas as árvores que dão frutos com sementes: esse será o vosso alimento!”

Gênesis 1:29

RESUMO

As espécies do gênero *Garcinia* apresentam concentrações expressivas de compostos fenólicos com atividade hipolipidêmica, anti-obesidade, anti-inflamatória e antioxidante *in vitro* e em modelos animais. O objetivo deste estudo foi realizar análises físico-químicas e quantificar compostos fenólicos e atividade antioxidante das folhas e frutos da espécie *Garcinia cochinchinensis* Choisy, conhecida como mangostão amarelo, e analisar os efeitos do consumo das frutas e folhas sobre o perfil bioquímico, antropométrico e comportamental de ratos Wistar. Os frutos e as folhas do mangostão amarelo foram obtidos do pomar da Faculdade de Tecnologia de Pompéia/SP, sendo realizadas análises de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e *ratio* na polpa fresca. No extrato seco dos frutos foram efetuadas análises qualitativas colorimétricas para fitoquímicos e análises quantitativas nos frutos e folhas frescas para carotenóides, antocianinas, compostos fenólicos totais, flavonoides, pigmentos clorofila A e B, e atividade antioxidante total. Os sucos dos frutos e das folhas foram administrados em ratos Wistar machos, que constituíram cinco grupos experimentais: controle (G1), que receberam água *ad libitum*, G2 e G3, tratados com suco da polpa em concentrações de 20% e 40%, respectivamente, e G4 e G5, tratados com suco das folhas, em 20% e 40%, respectivamente. Após 40 dias de experimento os animais submetidos as doses mais concentradas de sucos da polpa e folhas do fruto (G3 e G5), além do grupo controle, foram submetidos a análises de comportamento utilizando os modelos de campo aberto e labirinto em cruz elevado. No 41º dia do experimento, foi coletado sangue dos animais para análises bioquímicas de glicose, enzimas hepáticas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), colesterol total, lipoproteínas plasmáticas (VLDL-c, LDL-c, HDL-c), triglicerídeos e proteína C reativa ultrasensível. O perfil lipídico foi utilizado para cálculo de Índices aterogênicos. Foi avaliado também o perfil antropométrico, sendo calculado ganho de peso corporal (%), Índice de Lee e peso da gordura visceral. A análise dos dados foi realizada através da Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey, e nível de significância de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). A polpa fresca do mangostão apresentou valores médios de 4,88 g de ácido cítrico 100 g⁻¹, 12,3 °Brix e 2,52, para acidez titulável, sólidos solúveis e pH, respectivamente. A prospecção fitoquímica revelou presença de

metabólitos secundários como flavonoides, flavanonas, flavonóis, entre outros. Teores expressivos de carotenoides, antocianinas, compostos fenólicos e flavonoides foram observados na polpa e folhas do mangostão e a atividade antioxidante total da polpa dos frutos apresentou-se maior quando comparada às folhas. O resultado do estudo com os modelos experimentais evidenciou redução significativa nos valores de triglicérideos (TG) e na gordura visceral nos grupos tratados com a polpa e a folha do mangostão amarelo, comparados ao grupo controle. A razão TG/HDL-c, considerada um índice aterogênico, reduziu significativamente no grupo tratado com 40% das folhas do mangostão. Por outro lado, não houve variações significativas no ganho de peso corporal, no Índice de Lee e nos demais atributos bioquímicos avaliados, entre os animais submetidos ao consumo de sucos da polpa e das folhas do mangostão amarelo. Os sucos do mangostão amarelo não surtiram efeitos sobre o comportamento dos animais em modelos experimentais de ansiedade.

Palavras-chave: Fruta exótica. Compostos fenólicos. Flavonoides. Índices aterogênicos. Ratos Wistar.

ABSTRACT

The species of the genus *Garcinia* present expressive concentrations of phenolic compounds with hypolipidemic, anti-obesity, anti-inflammatory and antioxidant activity in vitro and in animal models. The aim of this study was to quantify phenolic compounds and antioxidant activity of leaves and fruits of the species *Garcinia cochinchinensis* Choisy, known as yellow mangosteen, and analyze the effects of the consumption of fruit and leaves on the biochemical and anthropometric profile of Wistar rats. The fruit and leaves of the mangosteen yellow were obtained from the orchard of the Faculty of Technology of Pompeia/SP. Analyzes of pH, soluble solids and titratable acidity were performed on the fresh fruit pulp. In the dry extract of the fruits were performed qualitative colorimetric analysis for phytochemicals and quantitative analysis in fruit and fresh leaves to carotenoids, anthocyanins, phenolics, flavonoids, pigments chlorophyll A and B, and antioxidant activity by the hijacking of the stable free radical DPPH (radical 2,2-diphenyl-1-picrilidrazil). The juices of fruits and leaves were administered in male Wistar rats, which were five experimental groups: control (G1), which received water *ad libitum*, G2 and G3, treated with 20% and 40% of the pulp, juice and G4 and G5, treated with 20% and 40% of juice from the leaves, respectively. After 40 days of experiment, the animals submitted to the more concentrated doses of pulp juices and leaves of the fruit (G3 and G5), besides the control group, were submitted to behavior analysis using the open field and cross maze models. On the 41st day of the experiment, the blood of animals was collected for biochemical analysis of glucose, liver enzymes aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT), total cholesterol, VLDL-c, LDL-c, HDL-c, triglycerides and ultra-sensitive C-reactive protein. It was evaluated also anthropometric profile, being calculated body-weight gain (%), Lee index and visceral fat. Data analysis was carried out through the analysis of variance (ANOVA) and Tukey test, using SISVAR program and the level of significance of 5% probability ($p < 0.05$). Fresh mangosteen pulp showed mean values of 4.88 g of citric acid 100 g⁻¹, 12.3° Brix and 2.52 for titratable acidity, soluble solids, and pH, respectively. The phytochemical prospecting revealed the presence of secondary metabolites such as flavonoids, flavonols, flavanonas, flavanonois, among others. Significant levels of carotenoids, anthocyanins, phenolic compounds and flavonoids were observed in

pulp and leaves mangosteen and the total antioxidant activity of the pulp of fruits showed higher when compared to the leaves. The study results with experimental models showed a significant reduction in the values of triglycerides and visceral fat in the groups treated with the pulp and leaf the yellow mangosteen compared to the control group. The TG/HDL-c ratio, considered a atherogenic index, significantly reduced in the treated group with 40% of the leaves of the mangosteen. On the other hand, there were no significant changes in body weight gain, in the Lee index and other biochemical parameters evaluated, among the animals submitted to consumption of pulp and leaves juice of the yellow mangosteen. The yellow mangosteen juices did not have effect on the behavior of animals in experimental models of anxiety.

Keywords: Exotic fruit. Phenolic compounds. Flavonoids. Atherogenic index. Wistar Rats.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Frutos, flores e folhas da <i>Garcinia cochinchinensis</i> Choisy	29
Figura 2 – Cortes dos frutos <i>Garcinia cochinchinensis</i> Choisy	30
Figura 3 – Extrato desidratado do mangostão amarelo	31

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Cortes do mangostão amarelo (<i>G. cochinchinensis</i> Choisy)	49
Figura 2 – Folhas do mangostanzeiro amarelo ((<i>G. cochinchinensis</i> Choisy).....	49
Figura 3 – Comportamento dos extratores para compostos fenólicos do mangostão amarelo e comprimento de onda (nm)	52

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Suco da polpa do mangostão amarelo (<i>G. cochinchinensis</i> Choisy).....	68
Figura 2 - Suco das folhas do mangostão amarelo (<i>G. cochinchinensis</i> Choisy).....	68
Figura 3 – Descrição do tratamento dos modelos animais com os sucos da polpa e das folha do mangostão amarelo (<i>G. cochinchinensis</i> Choisy)	69
Figura 4 – Ratos Wistar do grupo controle (G1) alimentados com ração comercial e água <i>ad libitum</i>	70
Figura 5 – Retirada dos animais das caixas para aferição do peso corporal e troca de maravalha	70
Figura 6 – Caixa de madeira para o Teste de Campo Aberto	

com os grupos G1, G3 e G5	72
Figura 7 – Modelo Labirinto em Cruz Elevada para o teste de comportamento	72
Figura 8 – Peso da gordura visceral (g) nos animais do grupo controle e grupos tratados	76
Figura 9 – Razões TG/HDL-c, CT- (HDL-c)/HDL-c, Índice de Castelli I (CT/HDL-c) e Índice de Castelli II (LDL-c/HDL-c) dos animais do grupo controle e tratados com a planta	83

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), pH no fruto fresco (<i>Garcinia cochinchinensis</i> Choisy)	33
Tabela 2 – Teores de carotenoides e vitamina C no mangostão amarelo, durante o tempo de armazenamento a -80°C.....	34
Tabela 3 – Comparação dos teores de carotenoides e vitamina C nos frutos frescos e desidratados	36
Tabela 4 – Fitoquímicos do extrato desidratado da polpa do mangostão amarelo	37

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100 g ⁻¹), flavonoides (mg de rutina 100 g ⁻¹ ; mg de quercetina 100 g ⁻¹) e atividade antioxidante total (%) dos frutos e folhas do mangostão amarelo	53
Tabela 2 – Carotenoides (mg 100 g ⁻¹), antocianinas (mg 100 g ⁻¹) e pigmentos clorofila A e B (µg 100 g ⁻¹) nos frutos e folhas do mangostão amarelo	56

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Consumo médio diário de ração e água/suco por animal dos diferentes grupos (médias ± desvio padrão)	75
Tabela 2 – Parâmetros antropométricos dos animais do grupo controle e grupos tratados com o mangostão amarelo	

(médias \pm desvio padrão)	75
Tabela 3 – Tempo (seg) e frequência (n ^o) dos ratos no labirinto em cruz elevada (médias e desvio padrão)	77
Tabela 4 – Taxas de movimentação (seg) e elevação (n ^o) dos ratos em modelo campo aberto.....	78
Tabela 5 – Valores de triglicérides (TG), colesterol total (COL), VLDL-c, LDL-c e HDL-c (médias \pm desvio padrão)	80
Tabela 6 – Índices aterogênicos calculados a partir das variáveis bioquímicas (médias \pm desvio padrão)	82
Tabela 7 – Valores de glicemia, enzimas ALT e AST e PCR-us dos animais do grupo controle e tratados com a planta	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT	Alanina aminotransferase (U L ⁻¹)
AST	Aspartato aminotransferase (U L ⁻¹)
AT	Acidez titulável (g 100 g ⁻¹)
COL	Colesterol (mg dL ⁻¹)
DCNT	Doenças Crônicas Não-Transmissíveis
DPPH	Radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil
HDL-c	Lipoproteína de alta densidade (mg dL ⁻¹)
LCE	Labirinto em Cruz Elevada
LDL-c	Lipoproteína de baixa densidade (mg dL ⁻¹)
PCR-us	Proteína C-reativa ultra sensível (mg dL ⁻¹)
SS	Sólidos solúveis
TG	Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)
VLDL-c	Lipoproteína de muito baixa densidade (mg dL ⁻¹)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	23
2 CAPÍTULO 1 – Perfil fitoquímico do fruto <i>Garcinia</i> <i>cochinchinensis</i> Choisy	26
2.1 Introdução	27
2.2 Material e métodos	29
2.2.1 Análises físicas e químicas da polpa fresca do mangostão amarelo	30
2.2.2 Prospecção fitoquímica do extrato desidratado do mangostão amarelo	31
2.2.3 Análise estatística	33
2.3 Resultados e discussão	33
2.3.1 Análises físicas e químicas da polpa fresca do mangostão amarelo	33
2.3.2 Carotenoides e vitamina C durante o tempo de armazenamento do fruto	34
2.3.3 Carotenoides e vitamina C nos frutos desidratados do mangostão amarelo	36
2.3.4 Prospecção fitoquímica do extrato desidratado do mangostão amarelo	37
2.4 Conclusão	38
Referências	39
3 CAPITULO 2 - Compostos fenólicos e atividade antioxidante <i>in vitro</i> dos frutos e folhas da <i>Garcinia cochinchinensis</i> Choisy	45
3.1 Introdução	47
3.2 Material e métodos	48
3.2.1 Preparo dos extratos	49
3.2.2 Compostos fenólicos totais e flavonoides nos frutos e folhas frescas	49
3.2.3 Carotenoides e antocianinas dos frutos e folhas frescas	50
3.2.4 Pigmentos Clorofila A e B nos frutos e folhas frescas	51

3.2.5 Atividade antioxidante dos frutos e folhas frescas	51
3.2.6 Delineamento estatístico	51
3.3 Resultados e discussão	52
3.4 Conclusão	57
Referências	57
4. CAPÍTULO 3 – Perfil bioquímico, antropométrico e comportamental de ratos Wistar tratados com frutos e folhas da <i>Garcinia cochinchinensis</i> Choisy	63
4.1 Introdução	65
4.2 Material e métodos	66
4.2.1 Modelos experimentais	66
4.2.2 Matéria prima	67
4.2.3 Preparo dos sucos	67
4.2.4 Tratamento dos animais	69
4.2.5 Análises de comportamento	71
4.2.5.1 Modelo de Campo Aberto	71
4.2.5.2 Modelo Labirinto em Cruz Elevado	72
4.2.6 Determinação de parâmetros antropométricos	73
4.2.7 Determinação do perfil bioquímico	73
4.2.8 Análise Estatística	74
4.3 Resultados e discussão	74
4.3.1 Consumo de ração e água/sucos	74
4.3.2 Perfil antropométrico	75
4.3.3 Análises de comportamento.....	77
4.3.4 Perfil bioquímico.....	80
4.4 Conclusão	85
Referências	86
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais




Fatec Estudante Rafael Almeida Camarinha - Marília

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "EFEITOS DO MANGOSTÃO AMARELO (*Garcinia sp*) NO PERFIL BIOQUÍMICO, PESO DA GORDURA CORPORAL DE RATOS WISTAR", registrada com o nº 002/2016, sob a responsabilidade de Flávia Maria Vasque Farinazzi Machado, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA FATEC MARILIA "ESTUDANTE RAFAEL ALMEIDA CAMARINHA", credenciamento CIAEP/CONCEA nº 01.0392.2015, em reunião de 27/04/16.

Finalidade	<input type="checkbox"/> Ensino	<input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Científica
Vigência da autorização	Abril / 2016	
Espécie/linhagem/raça	Rato incógnita - wistar	
Nº de animais	40	
Peso/Idade	120 a 200g - 30 dias	
Sexo	machos	
Origem	Biotério Central da UNESP de Botucatu / SP	

Marília, 27 de abril de 2016.


Prof. Dr. Paulo Sérgio Jorge
RG: 16.375.969-8 SSP-SP
CEUA-FATEC-Marília



www.fatecmarilia.edu.br

Av. Castro Alves, 62 - 2º andar - Bairro Somenzari • CEP: 17506-000 • Marília • SP • Tel.: (14) 3454 7540

1 INTRODUÇÃO GERAL

As Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) são responsáveis, atualmente, pelo maior índice de morbidade e mortalidade na população, cuja etiologia caracteriza-se, na maior parte, por fatores de risco ambientais e comportamentais, como alimentação inadequada, excesso de peso, dislipidemia, tabagismo e inatividade física, entre outros (DUNCAN et al., 2012; STAHL et al., 2012; THAKUR et al., 2016).

Tais doenças têm acometido diferentes estágios de vida da população, com maior expressão em adultos, sendo descritas como hipertensão arterial, diabetes mellitus tipo 2, câncer, obesidade, doença respiratória crônica e distúrbios cardiovasculares, e que ainda repercutem em gastos excessivos para o sistema de saúde pública (DANAIEI et al.; 2014; NAICKER et al., 2016). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) evidenciaram que em 2012, 513,8 mil brasileiros morreram em decorrência das DCNT, e destes, 214,2 mil por distúrbios cardiovasculares (OMS, 2012). Estima-se ainda que o diabetes mellitus é uma doença que afeta 347 milhões de pessoas no mundo todo, sendo que mais de 80% dos óbitos ocorrem em países de baixa e média renda (OMS, 2012; AHA, 2015; PETERMANN et al., 2015).

Nos países em que a incidência das DCNT é maior, as mortes por distúrbios cardiovasculares estão intimamente relacionadas ao consumo alimentar inadequado, visto que a ingestão de frutas e vegetais é baixa, ao contrário do sódio, da gordura saturada e dos açúcares, que é excessivamente maior do que a recomendação (NANGIA; SINGH; KAUR, 2016).

Em virtude da associação positiva entre o consumo de frutas e outros vegetais com a menor prevalência dos fatores de risco para as DCNT, pesquisas apontam o interesse da comunidade científica em realizar estudos em frutas exóticas, identificando e quantificando seus componentes bioativos. Entre os compostos presentes, destacam-se aqueles que apresentam maior atividade antioxidante, em função da proteção que oferecem contra o estresse oxidativo, e contra inúmeros danos causados por este processo no organismo, como lesões inflamatórias e endoteliais em células vasculares, além de danos oxidativos nas

bases do DNA, mecanismos estes associados à ocorrência das DCNT (SOUZA et al., 2012; BOCHI et al., 2015; BATISTA et al., 2016).

Muitos dos compostos fitoquímicos bioativos, descritos como metabólitos secundários das plantas, tais como compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, estão presentes em concentrações expressivas nos frutos do gênero *Garcinia*. Este gênero, anteriormente descrito como *Rheddia*, inclui cerca de 400 espécies, sendo algumas frutíferas, amplamente distribuídas em regiões tropicais do Brasil, África tropical, Ásia e Polinésia (FERREIRA; CARVALHO; SILVA, 2012; MELO et al., 2014; LIU et al., 2015).

Sementes, folhas e frutos de algumas espécies do gênero *Garcinia* são amplamente utilizadas em várias partes do mundo, especialmente para fins medicinais. Recentemente, alguns estudos científicos tem demonstrado a associação do consumo destas espécies com efeitos benéficos *in vitro* e *in vivo*, como atividade leishmanicida (NALDONI et al., 2009) e atividade foto protetora e anti-microbiana (PEREIRA et al., 2010; FIGUEIREDO, 2013). Na *Garcinia cambogia*, compostos como garcinol e ácido hidroxí-cítrico mostraram efeitos hipolipidêmicos e anti-obesidade, atividade hepatoprotetora e antioxidante *in vitro* e em modelos animais (MAHENDRAN; DEVI, 2001; REIS et al., 2009; KANG et al., 2013; SHIVAKUMAR et al., 2013; MASULLO et al., 2014).

Efeitos potenciais antioxidantes e anti-inflamatórios também tem sido observados em extratos de várias outras espécies do gênero *Garcinia*, como a *Garcinia kola* (OYAGBEMI et al., 2016), *Garcinia cowa* (PANTHONG; HUTADILOK-TOWATANA; PANTHONG, 2009), *Garcinia gardneriana* (OTUKI et al., 2011), *Garcinia xanthochymus* (GOGOI; GOGOI; NEOG, 2015), *Garcinia madruno* (OSÓRIO; MONTOYA; BASTIDA, 2009), *Garcinia multiflora* (CHEN et al., 2009), *Garcinia parvifolia* (ALI HASSAN et al., 2013), *Garcinia pedunculata* (SHARMA et al., 2014), *Garcinia achachairu* (BAGATOLLI et al., 2016) e *Garcinia subelíptica* (LIN et al., 2012).

A *Garcinia cochinchinensis*, conhecida por mangostão amarelo, garcínia e falso mangostão, pertence ao mesmo táxon genérico, é encontrada em pomares domésticos no Brasil e muito confundida com a *Garcinia mangostana*, em

especial na fase jovem do fruto, especialmente pela morfologia de suas folhas (SACRAMENTO et al., 2007).

Sabe-se também que muitas folhas são utilizadas pela medicina popular na forma de infusões para alívio de algumas enfermidades, e que essas partes das plantas, pelo fato de serem um órgão altamente exposto às condições de estresse oxidativo, possivelmente apresentam expressivas substâncias bioativas com atividade antioxidante (MACKEEN et al., 2002; CHEN et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014).

Visto que há poucos dados na literatura sobre esta espécie, o objetivo deste estudo foi realizar análises físico-químicas e quantificar compostos fitoquímicos e atividade antioxidante total dos frutos e das folhas da espécie *Garcinia cochinchinensis* Choisy, conhecida como mangostão amarelo, e analisar os efeitos do consumo das frutas e folhas sobre o perfil bioquímico, antropométrico e comportamental de ratos Wistar.

2 CAPÍTULO 1

Perfil fitoquímico do fruto *Garcinia cochinchinensis* Choisy

Resumo

Inúmeras frutas apresentam altas concentrações de compostos fitoquímicos com atividade biológica diretamente relacionada à prevenção de fatores de risco para as doenças crônico-degenerativas. Entre as frutas nativas, o gênero *Garcinia* é composto por muitas espécies frutíferas utilizadas pela medicina tradicional, não havendo, no entanto, relatos na literatura sobre a espécie *Garcinia cochinchinensis* Choisy. O objetivo deste estudo foi realizar análises físico-químicas e verificar a presença de fitoquímicos na polpa do mangostão amarelo (*Garcinia cochinchinensis* Choisy). Foram realizadas análises de acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), pH e *ratio* nos frutos frescos, e vitamina C e carotenoides nos frutos frescos, congelados após 30, 60 e 90 dias, e nos frutos desidratados. Nestes, foram realizados também testes qualitativos de verificação de compostos fitoquímicos. Os frutos frescos apresentaram valores médios de $4,88 \pm 0,061$ (g 100 g⁻¹ de ácido cítrico) para acidez titulável, $12,3 \pm 0,265$ (°Brix) para sólidos solúveis e pH de $2,52 \pm 0,067$. Os valores médios de carotenoides não diferiram estatisticamente entre os frutos frescos e as amostras congeladas, mas houve redução significativa para os teores de vitamina C. Os frutos desidratados apresentaram teores significativamente maiores de carotenoides e vitamina C, comparativamente aos frutos frescos. As análises colorimétricas revelaram a presença de fenóis, flavonóis, flavanonas, flavanonois, xantonas e alcaloides nos frutos desidratados da *Garcinia cochinchinensis*.

Palavras-chave: Mangostão amarelo. Flavonoides. Vitaminas

Abstract

Many fruits have high concentrations of phytochemicals compounds with biological activity directly related to the prevention of risk factors for chronic diseases. Among the native fruits, *Garcinia* genus is composed of many fruit species used by traditional medicine. Once there are no reports in the literature about the chemical composition of the yellow mangosteen (*Garcinia cochinchinensis* Choisy), the aim of this study was to perform the physicochemical screening and analysis of the

presence of phytochemicals in the fruit pulp of this plant. Analysis of titratable acidity (TA), soluble solids (SS), pH and ratio were performed in the fresh fruit and Vitamin C and Carotenoids in fresh, dehydrated and frozen fruit after 30, 60 and 90 days. Moreover, qualitative tests to check the presence of phytochemical compounds were also performed. Fresh fruit showed average values of 4.88 ± 0.061 (g 100 g⁻¹ of citric acid) for titratable acidity, 12.3 ± 0.265 (°Brix) for soluble solids and pH 2.52 ± 0.067 . The average values total carotenoids did not differ among fresh and frozen samples, but there was significant reduction in the levels of Vitamin C. Dehydrated fruit exhibited significantly higher levels of Carotenoids and Vitamin C compared to the fresh fruit. Colorimetric analysis revealed the presence of phenols, flavonols, flavanones, flavanonols, xanthonenes and alkaloids in dehydrated *G. cochinchinensis* fruit.

Key words: Yellow mangosteen. Flavonoids. Vitamins

2.1 Introdução

A ingestão diária de frutas e vegetais tem sido epidemiologicamente associada à menor incidência de morbi-mortalidade pelos chamados distúrbios crônico-degenerativos, os quais incluem câncer, diabetes mellitus, hipertensão arterial, hipercolesterolemia, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares. Esta associação é fortemente evidenciada pelo alto conteúdo nestes alimentos, de constituintes químicos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (carotenoides, vitaminas, fibras e compostos fitoquímicos) (GREGORIS et al., 2013; REQUEJO; RODRÍGUEZ, 2013; OSZMIAŃSKI, et al., 2015; PEM; JEEWON, 2015; CAVALLO et al., 2016).

O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais de frutas, perdendo apenas para a China e a Índia, tendo em 2010, exportado aproximadamente 800 mil toneladas (IBRAF, 2011). A elevada produção de diversas variedades de frutas nativas ou adaptadas decorre certamente da dimensão do território brasileiro e sua inserção em áreas de clima tropical e temperado (ROCHA et al., 2013; VIRGOLIN, 2015).

Segundo Lopes et al. (2012) e Sucupira et al. (2012) as frutas nativas são bastante ricas do ponto de vista nutricional e funcional, além de

apresentar propriedades sensoriais, como cor, aroma e sabor diferenciados e muito agradáveis, e como estão adaptadas aos solos locais, praticamente não necessitam de insumos químicos, com baixo custo de implantação e manutenção do pomar.

O gênero *Garcinia* (Clusiaceae) é composto por cerca de 550 espécies, em sua maioria árvores, distribuídas em áreas tropicais da África, América, Polinésia e Ásia, principalmente. Algumas espécies são extensivamente utilizadas pela medicina tradicional em várias partes do mundo, e algumas são espécies frutíferas, como a *Garcinia mangostana*, *Garcinia buchananii*, *Garcinia atroviridis*, *Garcinia dulcis*, *Garcinia xanthochymus* e *Garcinia cochinchinensis* (CHEN et al., 2010; SHARMA et al., 2015).

Estudos de fitoquímicos tem revelado que as espécies da *Garcinia* são ricas fontes de metabólitos secundários, incluindo flavonoides e biflavonoides, principalmente. Alguns destes compostos apresentam inúmeras atividades biológicas, entre as quais, anti-microbiana, anti-cancerígena, antioxidante, anti-hiperlipidêmica, anti-HIV e anti-inflamatória (CHANG; YANG, 2012; KAI-WEI et al., 2012; SUKATTA et al., 2013; ALI-HASSAN et al., 2013; SUTTIRAK; MANURAKCHINAKORN, 2014; STARK et al., 2015; KRITSANAWONG et al., 2016).

Entre as plantas frutíferas, a espécie mais conhecida é o mangostão (*Garcinia mangostana*), considerada uma fruta exótica e de sabor apreciável, proveniente de uma espécie originária da Ásia, na região da China e Índia, podendo ser encontrado desde o Sul do Vietnã até a Malásia, sendo utilizada como fruta fresca, e fonte considerável de compostos antioxidantes, como o beta-caroteno na polpa e as xantonas, na casca (SHINOHARA et al., 2008; BRAGA et al., 2012; CARVALHO et al., 2014).

Segundo Sacramento et al. (2007) a *Garcinia cochinchinensis*, conhecida por mangostão amarelo, garcínia e falso mangostão, pertence ao mesmo táxon genérico, é encontrada em pomares domésticos no Brasil e muito confundida com a *Garcinia mangostana*, em especial na fase jovem do fruto. Porém, não há relatos na literatura sobre sua composição química.

O objetivo deste estudo foi realizar análises físico-químicas e verificar a presença de fitoquímicos na polpa dos frutos desta planta.

2.2 Material e métodos

Os frutos do mangostão amarelo utilizados no experimento foram obtidos do pomar da Fatec (Faculdade de Tecnologia) de Pompéia/SP, cuja localização geográfica aproximada da área está na Latitude: 22° 06' 31" S e Longitude: 50° 10' 18" W.

A planta foi identificada, através dos frutos, flores e folhas (Figura 1), e depositada no Herbário do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP), sob Coletor e número M. Groppo 2307, e registrada no herbário sob nº SPFR 16037.

Figura 1 – Frutos, flores e folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

Para o experimento foram colhidos frutos maduros e sem deformações, os quais foram manipulados no Laboratório de Processamento de Alimentos da Fatec (Faculdade de Tecnologia) de Marília/SP, selecionados quanto à sanidade, higienizados em água corrente e com solução de hipoclorito de sódio da marca Pury Vitta, nas concentrações de 200 mg L⁻¹ de água por 15 minutos, em imersão e posteriormente enxaguadas. Os frutos foram cortados manualmente, sendo as sementes retiradas com auxílio de uma faca (Figura 2).

Figura 2 - Cortes dos frutos *Garcinia cochinchinensis* Choisy



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

2.2.1 Análises físicas e químicas da polpa do mangostão amarelo

Os frutos frescos, após a retirada das sementes foram macerados com auxílio de um mixer, e foram submetidos as seguintes análises:

- Acidez titulável (AT), por titulometria potenciométrica, usando phmetro digital (Gehaka) e solução padrão de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador o ponto de viragem pH 8,2 – 8,4, utilizando-se 5 g de polpa homogeneizada diluída em 100 mL de água destilada, sendo os valores expressos em ácido cítrico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa), conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).
- Sólidos solúveis, por leitura direta em refratômetro de bancada tipo ABBE (marca Nova), a 25 °C, expressos em °Brix, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).
- Potencial hidrogeniônico (pH), realizada em potenciômetro digital (marca Gehara), a partir da medição em amostra triturada e homogeneizada, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).
- *Ratio*, obtido por meio da relação SS/AT, ou seja, entre os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) (TRESSLER; JOSLYN, 1961).
- Vitamina C, determinada através do método titulométrico baseado na redução do indicador 2,6-diclorofenolindofenol pelo ácido ascórbico, sendo os resultados expressos em ácido ascórbico $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra (BRASIL, 2008).

- Carotenóides totais, determinados pelo método espectrofotométrico no comprimento de onda de 450 nm, sendo os resultados expressos em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (BRASIL, 2008).

Análises posteriores foram conduzidas após 30, 60 e 90 dias de congelamento da polpa a $-80 \text{ }^\circ\text{C}$, em freezer vertical, para determinação de carotenoides e vitamina C. Para os ensaios, os frutos foram retirados do congelador e deixados à temperatura ambiente até descongelamento. Todas as análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Análises Físicas e Químicas da Fatec Marília/SP.

2.2.2 Prospecção fitoquímica do extrato desidratado do mangostão amarelo

Foram realizadas determinações colorimétricas para presença de fitoquímicos no extrato seco da polpa do mangostão amarelo e determinação de vitamina C e carotenoides, no Laboratório de Análises Físicas e Químicas da Fatec Marília/SP.

Para o preparo desse extrato, foram retiradas as sementes dos frutos, sendo a polpa e pele desidratadas em estufa de circulação de ar, a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ por 96 horas, até peso constante, no Laboratório de Processamento de Alimentos da Fatec Marília/SP e imediatamente trituradas em mixer (Figura 3).

Figura 3 – Extrato desidratado do mangostão amarelo



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

A determinação de vitamina C foi realizada através do método titulométrico baseado na redução do indicador 2,6-diclorofenolindofenol pelo ácido ascórbico, sendo os resultados expressos em ácido ascórbico $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra.

Os carotenoides totais foram determinados pelo método espectrofotométrico no comprimento de onda de 450 nm, sendo os resultados expressos em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (BRASIL, 2008).

Para as análises colorimétricas, os extratos foram preparados segundo metodologia descrita por Matos (1997). Em 10 g do extrato foram adicionados 100 mL de solvente hidrofílico a base de etanol com 30% de água, homogeneizados, e a partir de 3 mL desta solução foi adicionado etanol 70%. O extrato hidroalcoólico foi utilizado para as seguintes análises qualitativas:

- Fenóis e taninos: reação positiva para fenóis, quando observado precipitado escuro entre azul e vermelho, e positiva para taninos, quando formado precipitado escuro de tonalidade azul, ao serem adicionadas três gotas de solução alcoólica de FeCl_3 ao extrato hidroalcoólico nos tubos de ensaio;
- Chalconas: reação positiva quando observada coloração vermelha púrpura do meio, ao alcalinizá-lo a pH 11, por meio de 15 gotas de NaOH 25%;
- Flavonas, flavonoides e xantonas: reação positiva quando observada coloração amarela do meio, ao alcalinizá-lo a pH 11, por meio de 15 gotas de NaOH 25%;
- Flavanonóis: reação positiva quando observada coloração vermelho laranja, ao alcalinizá-lo a pH 11, por meio de 15 gotas de NaOH 25%.
- Catequinas: reação positiva quando observada coloração amarelo pardo, ao acidificar a pH de 1 a 3, com HCl, aquecido em bico de Bunsen até mudança de coloração.
- Flavanonas: reação positiva quando observada coloração laranja escura, ao alcalinizá-lo a pH 11 com 15 gotas de NaOH 25% e aquecido em bico de Bunsen até mudança de coloração.
- Flavonóis, flavanonas, flavanonois, xantonas: reação positiva quando observada coloração vermelha intensa, ao adicionar magnésio granulado e 0,5 mL de HCl concentrado até mudança de coloração.

2.2.3 Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os cálculos das médias e desvio padrão foram feitos utilizando o software Excel (Microsoft® Excel, SR-2, Redmond, WA, EUA), e os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste Tukey utilizando o programa SISVAR e ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Análises físicas e químicas da polpa fresca do mangostão amarelo

Os valores médios de acidez titulável, pH, sólidos solúveis e *ratio* (SS/AT) da polpa fresca do mangostão amarelo estão descritos na Tabela 1. Valores inferiores de acidez titulável foram identificados em polpas frescas da *Garcinia xanthochymus* Hook (3,85 - 4,42%) em estudo de Cavalcante et al. (2006). Rufino (2008) em seu estudo, cita que o bacuri, também pertencente à família Clusiaceae, apresentou valores médios de 1,63% de acidez titulável, inferiores aos observados no mangostão amarelo.

Tabela 1 – Acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), pH e *ratio* (SS/AT) no fruto fresco (*Garcinia cochinchinensis* Choisy)

	Acidez (g de ácido cítrico 100 g ⁻¹)	Sólidos solúveis (°Brix)	pH	SS/AT
Polpa fresca	4,887 ± 0,061	12,3 ± 0,265	2,52 ± 0,067	2,59 ± 0,121
Médias ± desvio padrão				

Os valores médios para pH encontrados na polpa do fruto foram inferiores aos observados na literatura quando comparados a outras variedades da *Garcinia*. Chávez-Cury et al. (2012) encontraram valores de 2,94 para a variedade *Garcinia madruno*, e em estudos de Roque et al. (2011) e Braga et al. (2012) foram observados valores médios de pH de 2,9 e 3,25, respectivamente, na polpa do mangostão (*G. mangostana*).

Quando comparados às frutas mais ácidas, como os diferentes cultivares de limão – galego (1,94), tahiti (2,23) e cravo (2,35), e ao umbu-cajá (2,40), os valores médios de pH da polpa do mangostão foram superiores, e mostraram-se ainda semelhantes à frutas como maracujá-amarelo (2,51 – 2,63) (CANUTO, 2010; SANTOS et al., 2010; BRIGHENTI et al., 2011).

Os teores de sólidos solúveis do fruto fresco apresentaram-se semelhantes aos valores observados em polpas de *G. xanthochymus* Hook (10,8 e 12,6 °Brix) em trabalho realizado por Cavalcante et al. (2006). Mostrou-se, porém, inferior quando comparado à *G. mangostana* (15,87%) (BRAGA et al., 2012).

Os valores calculados para o *ratio* (SS/AT) observados no mangostão amarelo foram semelhantes aos valores observados na polpa fresca da variedade *G. xanthochymus* Hook (2,60 e 3,06), descritos por Cavalcante et al. (2006). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o *ratio* pode fornecer uma indicação do sabor do fruto, uma vez que relaciona o teor de açúcares e os ácidos presentes, e tende a aumentar durante o amadurecimento, pelo aumento nos teores de açúcares e pela diminuição dos ácidos, sendo influenciada, portanto, por fatores ambientais ou fisiológicos, os quais interferem diretamente no sabor dos frutos.

2.3.2 Carotenoides e vitamina C durante o tempo de armazenamento do fruto

Na tabela 2 podem ser observados os resultados dos teores de carotenoides e vitamina C encontrados nos frutos frescos do mangostão amarelo, e nas amostras acondicionadas em congelamento (-80 °C).

O fruto fresco apresentou valores médios de 0,333 $\mu\text{g g}^{-1}$ para carotenoides, e durante o período de armazenamento não foram observadas perdas significativas nas amostras congeladas. Os valores encontrados foram inferiores quando comparados a outros frutos como em diferentes cultivares de manga que apresentam, segundo Silva et al. (2009) teores que variam de 11,0 a 28,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ de carotenoides.

Tabela 2 - Teores de carotenoides e vitamina C no mangostão amarelo, durante o tempo de armazenamento a - 80 °C

	Fruto fresco	30 dias	60 dias	90 dias	p-valor*
Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0,333 \pm 0,02	0,395 \pm 0,14	0,390 \pm 0,01	0,383 \pm 0,18	0,6849
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	11,62 \pm 0,0 ^a	8,840 \pm 0,03 ^b	8,060 \pm 0,11 ^b	7,80 \pm 0,33 ^c	0,0014

Médias \pm desvio padrão

^a Diferentes letras minúsculas dentro das linhas indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Em estudo realizado por Sena et al. (2014) foram observados valores para carotenoides totais de 4,2 μg , 4,3 μg e 3,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ em amostras de acerola, graviola e tangerina, respectivamente, e em pêssegos de polpa amarela, de diferentes cultivares, variaram entre 3,3 e 14,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ (MATIAS et al., 2014). Lopes et al. (2005) observaram uma queda significativa do teor de carotenoides totais nos primeiros 30 dias de estocagem em polpas de pitanga congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, no entanto, nos tempos 45, 60 e 90 dias não foi verificada uma redução importante.

Os carotenoides podem sofrer perdas significativas em frutas e vegetais quando estes são cortados ou desintegrados, devido a maior exposição ao oxigênio e à luz, e o contato com enzimas catalisadoras do processo de oxidação (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997; NIIZU; RODRIGUEZ-AMAYA, 2005; RODRIGUEZ-BERNALDO; COSTA, 2006).

Os teores de vitamina C foram inferiores aos observados na polpa de *Garcinia indica* (60 mg 100 g^{-1}) em estudo de Krishnamurthy et al. (1982) e na polpa da variedade *Garcinia madruno* (24,74 mg 100 g^{-1}) em trabalho elaborado por Chavez-Cury et al. (2012). Porém, são considerados superiores quando comparados a outros frutos como a ameixa vermelha (6,8 mg 100 g^{-1}), à maçã (8,0 mg 100 g^{-1}), à uva branca (4,6 mg 100 g^{-1}) e à melancia (9,0 mg 100 g^{-1}) (HARAIN, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005; ZERAIK et al., 2010).

Os teores de vitamina C da polpa dos frutos diminuíram significativamente durante o período de armazenamento (p-valor 0,0014). Evidenciou-se que após 90 dias sob congelamento houve redução de 32,87% no teor de vitamina C. Segundo Souza et al. (2013) a vitamina C é um componente especialmente sensível às condições de processamento e sua degradação está diretamente relacionada a inúmeros fatores como temperatura, umidade, pH, presença de substâncias antioxidantes, oxigênio entre outros.

Em estudo realizado por Silva et al. (2008) a concentração de vitamina C em polpas de cagaita congelada reduziu, aproximadamente 30% no primeiro mês, e 50% no terceiro mês de armazenamento. Brunini et al. (2002) observaram que o teor de vitamina C em fatias de mangas congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, diminuiu de 56,11 mg 100 g^{-1} para 23,85 mg 100 g^{-1} após 18 semanas de armazenamento.

2.3.3 Carotenoides e vitamina C nos frutos desidratados do mangostão amarelo

Os valores observados para carotenoides e vitamina C nos frutos desidratados foram superiores aos teores da polpa fresca do mangostão amarelo (Tabela 3). Em polpas de maçãs desidratadas foram observados valores médios de 22,33 mg 100 g⁻¹ de vitamina C (SANTOS et al., 2013), sendo portanto, inferiores aos teores encontrados nos frutos deste estudo. Por outro lado, em polpas desidratadas de manga 'Rosa' e 'Tommy Atkins' foram observados, respectivamente, 76,57 e 36,22 mg 100 g⁻¹ deste componente (BEZERRA et al., 2011).

Tabela 3 - Comparação dos teores de carotenoides e vitamina C nos frutos frescos e desidratados

	Carotenoides (µg g ⁻¹)	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)
Frutos frescos	0,333 ± 0,022	11,62 ± 0,00
Frutos desidratados	1,013 ± 0,118	80,45 ± 0,010
p-valor	0,0074	0,0001

Médias ± desvio padrão

*p-valor < 0,05 - diferença estatística significativa

Os teores de carotenoides nos frutos desidratados foram semelhantes aos observados em polpa de caju atomizada (1,9 µg g⁻¹) em estudo descrito por Moraes (2014). Em estudo de Ramos et al. (2008), a polpa fresca e desidratada de abacaxi apresentaram teores médios de 1,4 e 5,8 µg g⁻¹ de carotenoides, respectivamente.

Estudos têm demonstrado que tanto o consumo de frutas, como de sucos naturais têm contribuído para a manutenção no equilíbrio do sistema antioxidante, pela melhora nos níveis plasmáticos de vitamina C entre outros compostos desta natureza (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010; TONIN et al., 2015; JÄRVI et al., 2016).

Considerando os frutos desidratados, sabe-se que este processo permite a redução de água livre sob condições brandas, além de uma queda das velocidades das reações químicas, enzimáticas e bioquímicas, responsáveis pela deterioração das frutas, o que pode ser uma alternativa à aquisição de produtos com elevados teores de nutrientes, como visto neste estudo, e com maior *shelf life*, além

de retardar modificações indesejáveis de cor, aroma e sabor, que podem ocorrer durante o armazenamento (CHONG et al., 2013; ZHANG et al., 2015).

2.3.4 Prospecção fitoquímica do extrato desidratado do mangostão amarelo

Os resultados indicaram a presença de classes de metabólitos secundários no extrato da polpa do mangostão amarelo (Tabela 4), os quais podem estar relacionados à prevenção e tratamento de inúmeros distúrbios, em função de diversas atividades biológicas descritas na literatura científica. Os resultados negativos não implicam necessariamente na ausência de compostos, sendo possível que a quantidade dos mesmos esteja pequena para ser detectada, ou que sua detecção tenha sido influenciada pela presença de outros pigmentos no extrato (SIMÕES, 2007; CASTRO, 2012).

Tabela 4 - Fitoquímicos do extrato desidratado da polpa do mangostão amarelo

Fitoquímicos	Extrato da polpa seca
Fenóis	+
Taninos	-
Flavonas, Flavonoides, Xantonas	+
Chalconas	-
Flavanonóis	+
Flavanonas	+
Catequinas	-
Flavonóis, flavanonas, flavanonois, xantonas	+

+ indica a presença de compostos

- indica a ausência de compostos

A literatura apresenta diversos trabalhos que têm evidenciado a presença de compostos fitoquímicos em variedades do gênero *Garcinia*. Análises colorimétricas feitas com a *G. mangostana* revelaram a presença de fenóis, flavonoides e triterpenóides em extratos com hexano e clorofórmio no epicarpo e endocarpo deste fruto (SIVAKUMARI et al., 2016).

Alguns estudos têm identificado a presença de flavonoides (naringenina, binaringenina e fucugisida) e outros compostos fenólicos (atroviridina, atovirinona, atovirisdona, cambogina, garcinol, camboginal e isogarcinol) em frutos maduros e folhas de *G. atoviridis* (MACKEEN et al., 2000; MACKEEN et al., 2002; PERMANA et al., 2005; AL-MANSOUB; ASMAWI; MURUGAIYAH, 2014).

Em frutos da *G. xanthochymus* foram encontrados compostos bioativos benzofenonas, tais como aristofenona A, amentoflavona, guttiferona E, isoxanthochymol, gambogenona e xanthochymol (BAGGETT et al., 2005).

Vários trabalhos revelaram extensivo papel dos compostos fenólicos na prevenção de doenças e manutenção da saúde dos indivíduos. Uma vez absorvidos, eles podem modular numerosos processos fisiopatológicos como inflamação, estresse oxidativo, hipertensão arterial, resistência à insulina, processos microbiológicos e mutagênicos, reduzindo o risco de desenvolvimento de muitas doenças (AKAO et al., 2008; WIHASTUTIT et al., 2014; ABDALLAH et al., 2016; HÜGEL et al 2016; OZKAN et al., 2016; ROSA et al, 2016). Desta forma, a ingestão de *G. conchinchinensis* pode contribuir com o consumo desses importantes componentes.

2.4 Conclusão

Os resultados mostraram que a *G. conchinchinensis* pode ser uma boa fonte de antioxidantes como vitamina C, carotenoides e outros compostos polifenóis, como flavanonas e flavanonóis, além de outros flavonoides. O congelamento da fruta não interferiu nos teores de carotenoides e mesmo reduzindo os níveis de vitamina C, foi observado que, após 90 dias de congelamento, a vitamina C é ainda disponível na polpa do fruto.

Referências

ABDALLAH, H. M.; EL-BASSOSSY, H.; MOHAMED, G.; EL-HALAWANY, A. M.; ALSHALI, K. Z.; BANJAR, Z. M. Phenolics from *Garcinia mangostana* Inhibit Advanced Glycation Endproducts Formation: Effect on Amadori Products, Cross-Linked Structures and Protein Thiols. **Molecules**, Lausanne, v. 21, n. 2, p. 1-15, Feb. 2016.

AKAO, Y.; NAKAGAWA, Y.; NOZAWA, Y. Anti-Cancer Effects of Xanthenes from Pericarps of Mangosteen. **International Journal Molecular Science**, Lausanne, v. 9, n. 3, p. 355-70, Mar. 2008.

AL-MANSOUB, M. A.; ASMAWI. M. Z.; MURUGAIYAH, V. Effect of extraction solvents and plant parts used on the antihyperlipidemic and antioxidant effects of *Garcinia atroviridis*. **Journal of Science Food Agricultural**, Medford, v. 94, n. 8, p. 1552–1558, Jun. 2014.

ALI HASSAN, S. H. A.; FRY, JR.; ABU BAKAR, M. F. Phytochemicals Content, Antioxidant Activity and Acetylcholinesterase Inhibition Properties of Indigenous *Garcinia parvifolia* Fruit. **BioMed Research International**, London, v. 2013; ID 138950, Oct. 2013.

BAGGETT, S.; PROTIVA, P.; MAZZOLA, E. P.; YANG, H.; RESSLER, E. T.; BASILE, M. J.; WEINSTEIN, I. B.; KENNELLY, E. J. Bioactive benzophenones from *Garcinia xanthochymus* fruits. **Journal Natural Products**, Washington, v. 68, n. 3, p. 354-60, Mar. 2005.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AMORIM, A. M. R.; ARRAES, M. G.; EDMAR, C. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 278-283, Mai. /Jun. 2011

BRAGA, A. C.; ASSIS-NETO, E. F.; VILHENA, M. J. V. Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.1, p.77-84, 2012.

BRASIL, 2008. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: IMESP, 2008.

BRIGHENTI, D. M.; CARVALHO, C. S.; BRIGHENTI, C. R. G.; CARVALHO, S. M. Inversão da sacarose utilizando ácido cítrico e suco de limão para preparo de dieta energética de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. **Ciência Agro técnica**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 297-304, Mar./Abr., 2011.

BRUNINI, M. M.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'tommy-atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 651-653, Dez. 2002.

CANUTO, G. A. B. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, Dec. 2010.

CARVALHO, J. E. U. Mangostanzeiro: botânica, propagação, cultivo e utilização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 148-155, Jan./Mar. 2014.

CASTRO, J. F. A. **Estudo da atividade antioxidante em frutas nativas e exóticas brasileiras**. 2012. 85f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2012.

CAVALCANTE, I. H. L.; JESUS, N.; MARTINS, A. B.G. Physical and Chemical Characterization of Yellow Mangosteen Fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 325-327, Ago. 2006.

CAVALLO, D. N.; HORINO, M.; MCCARTHY, W. J. Adult Intake of Minimally Processed Fruits and Vegetables: Associations with Cardiometabolic Disease Risk Factors. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, Philadelphia, v. 116, n. 9, p. 2212-2672, Sep. 2016.

CHANG, H. F.; YANG, L. L. Gamma-mangostin, a micronutrient of mangosteen fruit, induces apoptosis in human colon cancer cells. **Molecules**, Lausanne, v. 17, n. 7, p. 8010-21, Jul. 2012.

CHÁVEZ-CURY, G.; ABELA-GISBERT, M. C.; BRAVO-JOSÉ, A.; PEÑARRIETA, J. M.; RENDÓN-PORCEL, W. J. Estudio del fruto comestible de la especie vegetal *Garcinia madruno*. **Revista Boliviana de Química**, La Paz, v. 29, n. 1, p. 87-93, 2012.

CHEN, Y.; FAN, H.; YANG, G. Z.; JIANG, Y.; ZHONG, F. F.; H. E. H. W. Prenylated xanthenes from the bark of *Garcinia xanthochymus* and their 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities. **Molecules**, Lausanne, v. 15, n. 10, p. 7438-49, Oct. 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Revisada e ampliada, Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHONG, C. H., LAWB, C. L.; FIGIELC, A.; WOJDYŁOD, A.; OZIEMBLÓWSKIE, M. Colour, phenolic content and antioxidant capacity of some fruits dehydrated by a combination of different methods. **Food Chemistry**, Barking, v.141, n. 4, p. 3889-3896, Dec. 2013.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-19, Out. 2010.

GREGORIS, E.; LIMA, G. P. R.; FABRIS, S.; BERTELLE, M.; SICARI, M.; STEVANATO, R. Antioxidant properties of Brazilian tropical fruits by correlation between different assays. **BioMed Research International**, London, v. 2013, n. 132759, Sep. 2013.

HARAIN, N. Compostos voláteis dos frutos do maracujá (*Passiflora edulis* forma Flavicarpa) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de headspace dinâmico. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 212-216, Abr./Jun. 2004.

HÜGEL, H. M.; JACKSON, N.; MAY, B.; ZHANG, A. L.; XUE, C. C. Polyphenol protection and treatment of hypertension. **Phytomedicine**, Stuttgart, v. 23, n. 2, p. 220-31, Feb. 2016.

IBRAF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, Estatísticas Frutas Frescas, 2011. Disponível em: (http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exporta%C3%A7%C3%A3o/Comparativo_das_Exporta%C3%A7%C3%B5es_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2010-2009.pdf). Acesso em: 16 fev. 2016.

JÄRVI, A.; KARLSTRÖM, B.; VESSBY, B.; BECKER, W. Increased intake of fruits and vegetables in overweight subjects: effects on body weight, body composition, metabolic risk factors and dietary intake. **British Journal of Nutrition**, London, v. 115, n. 10, p. 1760-8, May. 2016.

KAI-WEI, L.; A-MEI, H.; SHYH-CHYUN, Y.; JING-RU, W.; TZYH-CHYUAN, H.; YEONG-SHIAU, P.; CHUN-NAN, L. Cytotoxic and antioxidante constituents from *Garcinia subelliptica*. **Food Chemistry**, Barking, v. 135, n. 2, p. 851-859, Nov. 2012.

KRISHNAMURTHY, N.; LEWIS, Y. S.; RAVINDRANATHA, B. Chemical constitution of Kokum fruit – rind. **Journal of Food Science Technology**, Mysore, v. 19, n. 3, p. 97-100, 1982.

KRITSANAWONG, S.; INNAJAK, S.; IMOTO, M.; WATANAPOKASIN, R.; Antiproliferative and apoptosis induction of α -mangostin in T47D breast cancer cells. **International Journal of Oncology**, New York, v. 48, n. 5, p. 2155-2165, May. 2016.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A.; MENEZES, H. C. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 553-559, Jun./Set. 2005.

LOPES, R. M.; SILVA, J. P.; VIEIRA, R. F.; SILVA, D. B.; GOMES, I. S.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Composição de ácidos graxos em polpa de frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 635-640, Jun. 2012.

MACKEEN, M. M.; ALI, A. M.; LAJIS, N. H.; KAWAZU, K.; HASSAN, Z.; AMRAN, M. Antimicrobial, antioxidant, antitumour-promoting and cytotoxic activities of different plant part extracts of *Garcinia atroviridis* Griff. ex T. Anders. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 72, n. 3, p. 395–402, Oct. 2000.

MACKEEN, M. M.; ALI, A. M.; LAJIS, N. H.; KAWAZU, K.; KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Antifungal *Garcinia* acid esters from the fruits of *Garcinia atroviridis*. **Zeitschrift Fur Naturforschung. C**, Tubingen, v. 57, n. 3, p. 291–295, Mar-Apr. 2002.

MATIAS, R. G. P.; SILVA, D. F. P.; RIBEIRO, M. R.; COSTA, J. O.; OLIVEIRA, S. P.; BRUCKNER, C. H. Características de frutos de pessegueiros cultivados na Zona da Mata de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 971-974, Jun. 2014.

MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**. 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997, 141p.

MORAES, F. P. **Suco desidratado de caju (*Anacardium occidentale* L.) por atomização: caracterização físico-química, bioativa e estudo da vida de prateleira do produto**. 2014. 140 f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias Regionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

NIIZU, P. Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. **Journal Food Composition Analysis**, San Diego, v. 18, n. 8, p. 739-749, Dec. 2005.

OSZMIAŃSKI J; NOWICKA, P.; TELESZKO, C.; WOJDYŁO, A.; CEBULAK, T.; OKLEJEWICZ, K. Analysis of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Wild Blackberry Fruits. **International Journal of Molecular Science**, Lausanne, v. 16, n. 7, p. 14540-53, Jun. 2015.

OZKAN. G.; KAMILOGLU, S.; OZDAL, T.; BOYACIOGLU, D.; CAPANOGLU, E. Potential Use of Turkish Medicinal Plants in the Treatment of Various Diseases. **Molecules**, Lausanne, v. 21, n. 3, p. 257, Feb. 2016.

PEM, D.; JEEWON, R. Fruit and Vegetable Intake: Benefits and Progress of Nutrition Education Interventions - Narrative Review Article. **Iran Journal of Public Health**, Tehran, v. 44, n. 1, p. 1309-21, Oct. 2015.

PERMANA D, ABAS F, MAULIDIANI, SHAARI K, STANLAS J, ALI, A. M.; LAJIS, N. H. Atroviridone B, a new prenylated depsidone with cytotoxic property from the roots of *Garcinia atroviridis*. **Zeitschrift fur Naturforsch C**, Tubingen, v. 60, n. 7-8, p. 523-6, Jul./Aug. 2005.

RAMOS, A. M. A.; QUINTERO, C. F.; FARAONI, A. S.; SOARES, N. F. F.; PEREIRA, J. A. M. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 259-269, Jul./Set. 2008.

REQUEJO, O. H.; RODRÍGUEZ, M. C. R. Nutrición y câncer. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 32, n. 1, p. 5-72, Jan./Mar. 2013.

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. M. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 933-941, Dec. 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenóides: propriedades e funções**. In: Ciência de Alimentos: Avanços e Perspectivas na América Latina, Fundação Cargill, 1997.

RODRIGUEZ-BERNALDO, Q. A.; COSTA, H. S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition Analysis**, San Diego, v. 19, n. 2, p. 97-111, Mar./May. 2006.

ROQUE, D. W. B.; NETO, E. F. A.; SILVEIRA, H. S. G.; SOUSA, A. B. B.; ARAÚJO, A. K. P. Caracterização físico-química de polpa de mangostão (*Garcinia mangostana* L.) comercializada em Santa Izabel do Pará-PA. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 863-869, 2011.

ROSA, F. R.; ARRUDA, A. F.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F. Phytochemical Compounds and antioxidant capacity of Tucum-do-Cerrado (*Bactris setosa* Mart), Brazil's native fruit. **Nutrients**, Lausanne, v. 8, n. 110, p. 1-17, Feb. 2016.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não convencionais**. 2008. 237f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró (RN). 2008.

SACRAMENTO, C. K.; COELHO JUNIOR, E.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do mangostão no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 195-202, Abr. 2007.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1089-1087, Dez. 2010.

SANTOS, M. L.; MACHADO, A. V.; ALVES, F. M. S.; MACEDO COSTA, A. P. L. Estudo físico-químico de maçã desidratada em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Paraíba, v. 8, n. 1, p. 30-37, Jan./Mar. 2013.

SENA, D. N.; SOUSA, M.M.A.; SOUSA, P. H. M.; ALMEIDA, M. M. B. Estudo do potencial antioxidante em amostras de farinha de resíduos de processamento de acerola, tangerina e graviola. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2014. Florianópolis/SC. **Anais...** Florianópolis:COBEQ, 2014. p. 1-6.

SHARMA, P. B.; HANDIQUE, P. J.; DEVI, H. S. Antioxidant properties, physico-chemical characteristics and proximate composition of five wild fruits of Manipur, India. **Journal of Food Science Technology**, Mysore, v. 52, n. 2, p. 894-902, Feb. 2015.

SHINOHARA, N. K. S. Caracterização físico-química do mangostão amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 54. 2008, Vitória/ES. **Anais...** Vitória: SBF, 2008. p. 465-469.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, S. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.6, p. 783-789, Nov./Dez. 2009.

SILVA, M.; R, SANTOS JR, R. T. O.; FERREIRA, C. C. C. Estabilidade da vitamina C em cagaita in natura e durante a estocagem da polpa e refresco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 53-58, Mar. 2008.

SIMÕES, C. M. O. (Org). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2007, p 547-602.

SIVAKUMARI, K.; MANIMEKALAI, I.; ASHOK, K.; RAJESH, T. Phytochemical profiling of mangosteen fruit, *Garcinia mangostana*. **World journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Bhopal, v. 5, n. 2, p. 221-252, Dec. 2016.

SOUZA, O. P.; ZANINI, J. R.; RODRIGUES-TORRES, J. L.; BARRETO, A. C. Rendimento do suco e qualidade química do abacaxi sob lâminas e frequências de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 29, n. 6, p. 1971-1980, Nov. 2013.

STARK, T. D.; SALGER, M.; FRANK, O.; BALEMBA, O. B.; WAKAMATSU, J.; HOFMAN, T. Antioxidative Compounds from *Garcinia buchananii* Stem Bark. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 78, n. 2, p. 234-40, Feb. 2015.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Journal of Health Sciences**, Londrina, v. 14, n. 4, p. 263-9, 2012.

SUKATTA, U.; TAKENAKA, M.; ONO, H.; OKADOME, H.; SOTOME, I.; NANAYAMA, K.; THANAPASE, W.; ISOBE, S. Distribution of major xanthenes in the pericarp, aril, and yellow gum of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) fruit and their contribution to antioxidative activity. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, London, v. 77, n. 5, p. 984-7, May. 2013.

SUTTIRAK, W.; MANURAKCHINAKORN, S. In vitro antioxidant properties of mangosteen peel extract. **Journal of Food Science Technology**, Mysore, v. 51, n. 12, p. 3546-58, Dec. 2014.

TONIN, F. S.; STEIMBACH, L. M.; WIENS, A.; PERLIN, C. M.; PONTAROLO, R. Impact of natural juice consumption on plasma antioxidant Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Molecules**, Lausanne, v. 20, n. 12, p. 22146-5, Dec. 2015.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. **Fruit and Vegetable Juice Technolgy**. AVI Publishing Company INC., West Port, Connecticut, p. 155-158, 1961.

VIRGOLIN, L. B. **Caracterização Físico-Química de Polpas de Frutas do Bioma Amazônia**. 2015. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2015.

WIHASTUTIT, A.; SARGOWO, D.; TJOKROPRAWIRO, A.; SOEHARTO, S. Vasa vasorum anti-angiogenesis through H₂O₂, HIF-1 α , NF- κ B, and iNOS inhibition by mangosteen pericarp ethanolic extract (*Garcinia mangostana* Linn) in hypercholesterol-diet-given *Rattus norvegicus* Wistar strain. **Vascular Health and Risk Management**, Princeton, v.10, n. p. 523-31, Aug. 2014.

ZERAIK, M. L. Maracujá: um alimento funcional? **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, João Pessoa, v. 20, n. 3, p. 459-471, Jun./Jul. 2010.

ZHANG, M.; CHENA, H.; MUJUMDARC, A. S.; TANGD, J.; MIAOE, S.; WANGA, Y. Recent developments in high-quality drying of vegetables, fruits and aquatic products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 57, n. 6, p. 1239-1255, Apr. 2015.

3. CAPITULO 2

Compostos fenólicos e atividade antioxidante dos frutos e folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy

Resumo

Sementes, folhas e frutos de algumas espécies do gênero *Garcinia* são amplamente utilizadas em várias partes do mundo para fins medicinais, e atualmente, inúmeros compostos fitoquímicos tem sido descritos neste gênero com potenciais efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios. O objetivo deste estudo foi quantificar compostos fenólicos, e outros fitoquímicos, e atividade antioxidante das folhas e frutos da espécie *Garcinia cochinchinensis* Choisy, conhecida como mangostão amarelo ou falso mangostão. Os frutos e as folhas utilizados no experimento foram obtidos do pomar da Fatec (Faculdade de Tecnologia) de Pompéia/SP, e a identificação da planta foi feita no Herbário do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP. Foram realizadas análises de compostos fenólicos totais, flavonoides, carotenoides, antocianinas, pigmentos clorofila A e B, e atividade antioxidante total por DPPH nas folhas e frutos da *G. cochinchinensis*. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, e os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste Tukey ($p < 0,05$). Os resultados apontaram valores expressivos de compostos fenólicos totais na polpa ($469,6 \pm 114,9$ mg ácido gálico 100 g^{-1}) e nas folhas ($3739,7 \pm 310,5$ mg ácido gálico 100 g^{-1}) da *G. cochinchinensis* Choisy, quando comparados à outras espécies de *Garcinia*. As folhas apresentaram teores significativamente superiores de flavonoides ($665,1 \pm 122,9$ mg de rutina 100 g^{-1} e $104,6 \pm 19,3$ mg de quercetina 100 g^{-1}), quando comparados à polpa dos frutos ($89,6 \pm 14,7$ mg de rutina 100 g^{-1} e $14,9 \pm 2,43$ mg de quercetina 100 g^{-1}), porém a atividade antioxidante pelo radical DPPH foi maior nos frutos ($90,6 \pm 2,52\%$). Diferenças significativas foram também observadas entre os frutos e as folhas para os teores de carotenoides, antocianinas e pigmentos clorofila A e B, sendo os teores destes fitoquímicos mais expressivos nas folhas do mangostão amarelo. Os teores de antocianinas foram baixos quando comparados a outros frutos do gênero *Garcinia*. Os frutos e as folhas da *G. cochinchinensis* Choisy apresentam expressivas concentrações de compostos fenólicos e flavonoides, além de alta atividade antioxidante total.

Palavras-chave: Mangostão amarelo. Ácido gálico. Flavonoides. DPPH.

Abstract

Seeds, leaves and fruits of some species of the genus *Garcinia* are widely used in various parts of the world for medicinal purposes, and currently, numerous phytochemical compounds have been described in this genus with antioxidant and anti-inflammatory potential effects. The aim of this study was to quantify phenolic compounds, and other phytochemicals, and antioxidant activity of leaves and fruits of the species *Garcinia cochinchinensis* Choisy, known as yellow mangosteen or false mangosteen. The fruits and leaves used in the experiment were obtained from the orchard in School of Faculty of Technology (Fatec Pompéia / SP), and the identification of the plant was made in the Herbarium of the Department of Biology of the FFCLRP-USP. Analyzes of total phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, anthocyanins, chlorophyll A and B pigments, and total antioxidant activity by DPPH in leaves and fruits were performed. The experiment was performed in a completely randomized design with three replicates, and the data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Tukey test ($p < 0.05$). The results showed significant values of total phenolic compounds in the pulp (469.6 ± 114.9 mg gallic acid 100 g^{-1}) and in the leaves (3739.7 ± 310.5 mg gallic acid 100 g^{-1}) of *G. cochinchinensis* Choisy, compared to other species of *Garcinia*. The leaves had significantly higher levels of flavonoids (665.1 ± 122.9 mg of rutin 100 g^{-1} and 104.6 ± 19.3 mg of quercetin 100 g^{-1}) compared to fruit pulp (89.6 ± 14.7 mg of rutin 100 g^{-1} and 14.9 ± 2.43 mg of quercetin 100 g^{-1}), but the antioxidant activity by the DPPH radical was higher in fruits ($90.6 \pm 2.52\%$). Significant differences were also observed between fruits and leaves for the levels of carotenoids, anthocyanins and chlorophyll A and B pigments, with the most expressive phytochemical content in the leaves of the yellow mangosteen. The levels of anthocyanins were low when compared to other fruits of the *Garcinia* genus. The fruits and leaves of *G. cochinchinensis* Choisy present expressive concentrations of phenolic compounds and flavonoids, in addition to high total antioxidant activity.

Key words: Yellow mangosteen. Gallic acid. Flavonoids. DPPH.

3.1 Introdução

Pesquisas recentes têm abordado a capacidade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e cardioprotetora dos compostos fenólicos. Estes compostos estão presentes em frutas e outros vegetais como um grupo de metabólitos secundários, os quais são componentes não essenciais para a sobrevivência da fruta inteira ou de certas partes dela (XIONG et al., 2014; CAPURSO; VANDERMIALE, 2017).

Muitos compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, estão presentes em concentrações expressivas nos frutos do gênero *Garcinia*. Este gênero, anteriormente descrito como *Rheddia*, inclui cerca de 550 espécies, sendo algumas frutíferas, amplamente distribuídas em regiões tropicais do Brasil, África tropical, Ásia e Polinésia (SACRAMENTO et al., 2007; FERREIRA et al., 2012).

Sementes, folhas e frutos de algumas espécies do gênero *Garcinia* são amplamente utilizadas em várias partes do mundo, especialmente para fins medicinais. Recentemente, alguns estudos científicos tem demonstrado a associação do consumo destas espécies com efeitos benéficos *in vitro* e *in vivo*, como atividade leishmanicida (NALDONI et al., 2009), foto protetora (PEREIRA et al., 2010) e anti-microbiana (FIGUEIREDO, 2013).

Diversos compostos fitoquímicos tem sido identificados em outras espécies do gênero, bem como potenciais efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios como na *Garcinia cowa* (PANTHONG et al., 2009), *Garcinia gardneriana* (OTUKI et al., 2011), *Garcinia indica* (PANDA et al., 2012), *Garcinia xanthochymus* (GOGOI et al., 2015), *Garcinia madruno* (OSÓRIO et al., 2009), *Garcinia multiflora* (CHEN et al., 2009), *Garcinia parvifolia* (ALI HASSAN et al., 2013), *Garcinia pedunculata* (SHARMA et al., 2014) e *Garcinia subelíptica* (LIN et al., 2012), contudo pouco estudos foram realizados na folhas e frutos de *Garcinia cochinchinensis* Choisy.

Sabe-se também que muitas folhas são utilizadas pela medicina popular na forma de infusões para alívio de algumas enfermidades, e que essas partes das plantas, pelo fato de ser um órgão altamente exposto às condições de estresse oxidativo, possivelmente apresentam mais substâncias bioativas com atividade antioxidante (NURSAKINAH et al., 2008; MA et al., 2016; SAKLANI et al., 2017).

Alguns compostos fenólicos foram identificados em folhas de espécies de *Garcinia*. Saelee et al. (2015) encontraram concentrações variadas de amentoflavona, moreloflavona e moreloflavona-70-sulfato nas folhas da *G. dulcis*. Jiang et al. (2014) observaram quatro compostos nas folhas da *G. multiflora*, entre os quais, duas novas proantocianidinas, nomeadas garcinianina A e garcinianina B. Biflavonoides com atividade anti-bacteriana (amentoflavona e 4' monometoxy amentoflavona) foram isolados nas folhas da *G. livingstonei*, em estudo de Kaikabo e Eloff (2011).

Assim, o objetivo deste estudo foi quantificar compostos fitoquímicos e atividade antioxidante das folhas e frutos da espécie *Garcinia cochinchinensis* Choisy, conhecida como mangostão amarelo ou falso mangostão.

3.2 Material e Métodos

Os frutos e as folhas do mangostão amarelo utilizados no experimento foram obtidos do pomar da Fatec (Faculdade de Tecnologia) de Pompéia/SP, cuja localização geográfica aproximada da área está na Latitude: 22° 06' 31" S e Longitude: 50° 10' 18" W. Foram colhidos frutos maduros, e folhas saudáveis e sem deformações, retiradas do terço inferior da planta. A planta foi identificada, através dos frutos, flores e folhas, e depositada no Herbário do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP), sob Coletor e número M. Groppo 2307, e registrada no herbário sob nº SPFR 16037.

A planta foi manipulada no Laboratório de Processamento de Alimentos da Fatec Marília/SP, selecionados quanto à sanidade, higienizados em água corrente e com solução de hipoclorito de sódio da marca Pury Vitta, nas concentrações de 200 mg L⁻¹ de água por 15 minutos, em imersão e posteriormente enxaguadas.

Os frutos foram cortados manualmente, sendo as sementes retiradas com auxílio de uma faca, envoltos em papel alumínio (Figura 1) e submetidos a congelamento ultra-rápido (-80 °C) em freezer vertical. As folhas intactas (Figura 2) foram também envoltas em papel alumínio e congeladas da mesma forma. As análises foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de

Frutas e Hortaliças do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, em Botucatu/SP.

Figura 1 - Cortes do mangostão amarelo (*G. cochinchinensis* Choisy)



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

Figura 2 – Folhas do mangostanzeiro amarelo (*G. cochinchinensis* Choisy)



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

3.2.1 Preparo dos extratos

A polpa e as folhas do mangostão amarelo foram maceradas e submetidas a três testes de extração, com água, acetona 80% e etanol 80%, a fim de verificar o melhor extrator, sendo observado também o melhor comprimento de onda no intervalo de 700 a 760nm (SINGLETON et al., 1999).

3.2.2 Compostos fenólicos totais e flavonoides nos frutos e folhas frescas

A determinação de compostos fenólicos totais foi feita pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1999). Foi

pesado 0,2 g de amostra e adicionado 5 mL de extrator acetona 80%, colocado 15 minutos no banho ultrassônico e, em seguida, centrifugado a 6000 rpm por 30 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi retirado e acondicionado em frascos pequenos tipo âmbar. Para leitura, uma alíquota de 0,5 mL da amostra foi transferida ao tubo e adicionado 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu diluído em água (1:10).

A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida foi adicionado 2 mL de carbonato de sódio a 4% e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida em espectrofotômetro UV-mini 1240 (Shimadzu-Co) em leitura de 750 nm. Uma amostra em branco foi conduzida nas mesmas condições e os resultados dos compostos fenólicos totais foram expressos em mg ácido gálico 100 g⁻¹. As análises foram feitas em triplicata.

A determinação de flavonoides foi realizada pelo método espectrofotométrico seguindo orientações de Santos e Blatt (1998) e Awad, Jager e Westing (2000), em três repetições. Foi pesada a amostra (0,1 g) e adicionado 4 mL do extrator (metanol acidificado - Metanol 70% + ácido acético 10%). Posteriormente foram levados em banho ultrassônico por 30 minutos, adicionado 1 mL de solução de cloreto de alumínio 5% (peso/volume) em metanol. Em seguida ficou encubada no escuro por 30 minutos e depois centrifugados por 20 minutos a 6000 rpm. O sobrenadante foi lido em espectrofotômetro a 425 nm.

Os resultados foram expressos em mg de rutina 100 g⁻¹ de amostra e em mg de quercetina 100 g⁻¹ de amostra.

3.2.3 Carotenoides e antocianinas dos frutos e folhas frescos

Os teores de carotenoides e antocianinas foram determinados segundo metodologia de Sims e Gamon (2000), a partir de 0,1 g de amostra adicionados de 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizados e centrifugados por 5 minutos a 2000 rpm. O sobrenadante foi retirado com auxílio de uma pipeta e as leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro, a 470 nm e 537 nm, respectivamente, para carotenoides e antocianinas. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de amostra.

3.2.4 Pigmentos clorofila A e B nos frutos e folhas frescos

Os pigmentos Clorofila A e B foram determinados por espectrofotometria, a partir de metodologia descrita por Sims e Gamon (2000), em três repetições, a partir de 50 mg de amostra adicionada a 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizados e centrifugados por 5 minutos a 2000 rpm. A leitura do sobrenadante foi realizada em espectrofotômetro UV/VIS na região do visível a 646 nm (clorofila A) e 663 nm (clorofila B).

3.2.5 Atividade antioxidante total dos frutos e folhas frescos

Para análise de atividade antioxidante total foi utilizado o método de sequestro do radical livre estável DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil), no qual baseia-se no princípio de que o DPPH que é um radical estável de coloração violeta, aceita um elétron ou um radical hidrogênio para tornar-se uma molécula estável, sendo reduzido na presença de um antioxidante e adquirindo coloração amarela. Na forma de radical, o DPPH possui absorção característica a 517 nm, que desaparece à medida que ele vai sendo reduzido pelo hidrogênio doado por um composto antioxidante (MENSOR, et al., 2001).

Para o extrato foi pesado 0,2 g da amostra e adicionado 5 mL de acetona 80%, submetido por 15 minutos no banho ultrassônico e, em seguida, centrifugado a 6000 rpm por 30 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi retirado e acondicionado em frascos pequenos tipo âmbar. Para leitura, uma alíquota de 500 µL do extrato foi adicionado a 3 mL de acetona 100% e 300 µL de solução DPPH (0,5 mM em acetona PA) e a reação foi encubada no escuro por 45 minutos (MENSOR et al., 2001). As absorbâncias das amostras foram lidas a 517 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem.

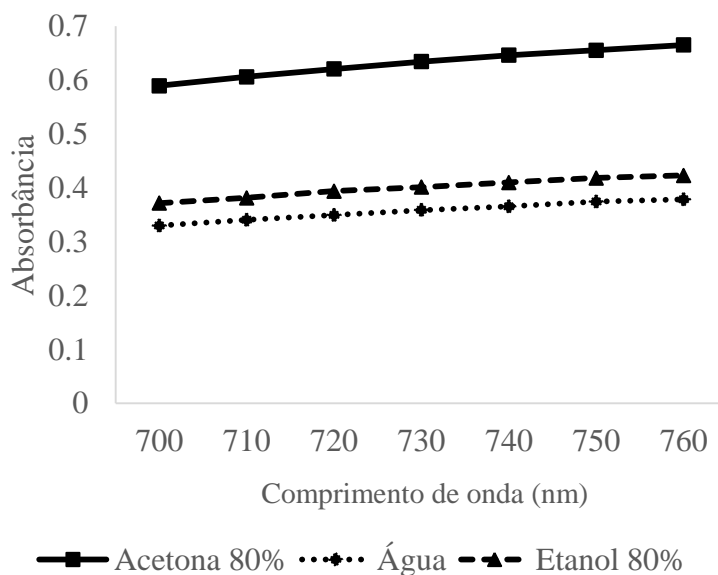
3.2.6 Delineamento estatístico

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os cálculos das médias e desvio padrão foram feitos utilizando o software Excel (Microsoft® Excel, SR-2, Redmond, WA, EUA), e os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste Tukey utilizando o programa SISVAR e ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

3.3 Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Figura 3 mostram que a acetona 80% foi considerada o melhor extrator para os compostos fitoquímicos da polpa do mangostão amarelo, no comprimento de onda 760 nm, demonstrando que os compostos deste fruto possuem moderada polaridade. Essa classificação foi utilizada por Vizzotto e Pereira (2011), que em busca de aperfeiçoarem o processo de extração de compostos fenólicos em amoreira-preta, também encontraram como melhor extrator a acetona. Os autores ainda citam que a água não obteve desempenho eficiente, quando comparado com acetona, etanol e metanol, assim como no presente trabalho.

Figura 3 - Comportamento dos extratores para compostos fenólicos do mangostão amarelo e comprimentos de onda (nm)



Segundo Naczki e Shahidi (2004) a solubilidade dos compostos fenólicos varia além da polaridade do solvente utilizado, do grau de polimerização dos fenólicos e de suas interações com outros constituintes dos alimentos. A presença de componentes tais como ceras, gorduras, terpenos e clorofilas, além do método de extração empregado, do tamanho da amostra, do tempo e das condições de estocagem também são considerados fatores interferentes (KING; YOUNG, 1999), os quais podem ter influenciado na determinação do extrator na polpa do mangostão amarelo.

Desta forma, diferente deste estudo, Al-Mansoub et al. (2014) observaram que os extratos metanólicos de diferentes partes da *G. atroviridis* apresentaram maiores concentrações de compostos fenólicos totais e flavonoides quando comparados aos extratos aquosos, e em estudo de Sivakumari et al. (2016), o rendimento do extratos do epicarpo de *G. mangostana* foi melhor em metanol (3,5%), seguido pelo clorofórmio (1,5%) e hexano (1%), mas, os extratos de endocarpo mostraram rendimento máximo em metanol (1,5%), seguido pelo acetato de etila (1,5%) e clorofórmio (1%).

Os resultados das análises de compostos fitoquímicos e atividade antioxidante por DPPH da polpa dos frutos e folhas do mangostão amarelo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico 100 g⁻¹), flavonoides (mg de rutina 100 g⁻¹; mg de quercetina 100 g⁻¹) e atividade antioxidante total (%) dos frutos e folhas do mangostão amarelo

Análises	Fruto	Folhas	p-valor
Compostos Fenólicos totais	469,6 ± 114,9 ^b	3739,7 ± 310,5 ^a	0,0013
Flavonoides**	89,6 ± 14,7 ^b	665,1 ± 122,9 ^a	0,0159
Flavonoides***	14,9 ± 2,43 ^b	104,6 ± 19,3 ^a	0,0163
Atividade antioxidante total	90,6 ± 2,52 ^a	64,4 ± 12,8 ^b	0,0498

Médias ± desvio padrão

^a Diferentes letras minúsculas dentro das linhas indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

** mg de rutina 100 g⁻¹

*** mg de quercetina 100 g⁻¹

Observam-se valores expressivos de compostos fenólicos totais na polpa e nas folhas da *G. cochinchinensis* Choisy, quando comparados à outras espécies de Garcinia, visto que Virgolin (2015) encontrou 140,09 ± 48,72 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ na polpa da *G. xanthochymus* em seu estudo, e em frutos de *G. pedunculata* e *G. morella* foram observados valores médios de 189,8 ± 65,0 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ e 183,0 ± 62,0 mg de ácido gálico 100 g⁻¹, respectivamente (GOGOI et al., 2012; ISLAM et al.; 2015).

Por outro lado, as polpas da *G. cambogia* e *G. gummi-gutta*, plantas do mesmo gênero, apresentaram valores superiores de compostos fenólicos totais (8.282 ± 764,0 mg e 1.836 ± 322,0 mg de ácido gálico 100 g⁻¹, respectivamente)

quando comparadas à *G. cochinchinensis* Choisy, em estudo conduzido por Sripradha et al. (2015) e Sulaiman e Balachandran (2017).

As folhas apresentaram concentrações significativamente maiores de compostos fenólicos em comparação a polpa dos frutos e, também superiores, em comparação às folhas de outras espécies do gênero descritas na literatura. Al Mansoub et al. (2014) observaram em *G. atroviridis* concentrações médias de 1,792 g ácido gálico 100 g⁻¹. O extrato metanólico das folhas da *G. lancifolia* apresentou concentrações médias de 828 mg de ácido gálico 100 g⁻¹, em estudo de Policegoudra et al. (2012), e em extratos de *G. brasiliensis* foram encontrados 34,39 ± 0,48 g ácido gálico 100 g⁻¹ em extrato aquoso, e 15,98 ± 0,79 g ácido gálico 100 g⁻¹ em extrato etanólico (NAVES, 2014).

As folhas do mangostão amarelo apresentaram teores significativamente superiores de flavonoides, quando comparados à polpa dos frutos. Farinazzi-Machado et al. (2016) observaram resultados positivos para a presença de flavonoides, flavanonas e flavanonois na polpa fresca de frutos da *Garcinia cochinchinensis* Choisy colhidos na mesma área, por meio de análises colorimétricas. Virgolin (2015) ao avaliar a presença de compostos bioativos em frutos da Amazônia identificou a presença de flavonoides amarelos nas polpas de *G. humilis* e *G. xanthochymus* (5,55 mg e 44,63 mg 100 g⁻¹, respectivamente). Valores de 0,060 g 100 g⁻¹ de quercetina, foram observados no estudo de Sharma et al. (2014), para a espécie *G. pedunculata*. Na polpa da *G. parvifolia* foram encontrados valores de 0,59 g 100 g⁻¹ de rutina em estudo de Ali Hassan et al. (2013).

Uma correlação positiva tem sido observada entre a temperatura e a intensidade de radiação solar no cultivo, e a produção de flavonoides, que são acumulados em tecidos superficiais e utilizados como filtros UV na proteção contra a fotodestruição dos vegetais (COHEN; KENNEDY, 2010; RODRIGUES DA SILVA et al., 2015). Isto explica, possivelmente, a maior concentração destes compostos nas folhas, representados pela quercetina e rutina, comparativamente à polpa dos frutos neste estudo, pelo fato das folhas se apresentarem como um órgão altamente exposto às condições de estresse oxidativo, secretora de concentrações significativas de metabólitos secundários.

Embora a concentração de compostos fenólicos e flavonoides tenha sido maior nas folhas do mangostão amarelo, os frutos apresentaram percentual de sequestro do radical DPPH estatisticamente maior à atividade antioxidante das folhas. Este dados corroboram com o estudo de Ibrahim et al. (2015) que observaram maior concentração de compostos fenólicos nas folhas quando comparadas aos frutos da *G. mangostana* (0,2501 mg g⁻¹ de ácido gálico e 0,0202 mg g⁻¹ de ácido gálico, respectivamente), e, no entanto, a atividade antioxidante dos frutos foi maior que das folhas (93,33% e 89,45%, respectivamente).

Segundo Barreiros; David; David (2006), a atividade antioxidante dos flavonoides está relacionada com sua estrutura e pode ser determinada por cinco fatores: estabilidade do radical flavonoil formado, reatividade como agente doador de hidrogênios e elétrons, capacidade de quelar metais de transição, solubilidade, e interação com as membranas. Desta forma, a concentração dos flavonoides encontrados nas plantas, não é o único fator limitante da sua capacidade antioxidante, mas sim, o tipo de estrutura deste composto químico, o que pode esclarecer as diferenças entre os teores de flavonoides e a atividade antioxidante entre as partes do mangostão amarelo neste estudo.

Ali Hassan et al. (2013) observaram atividade antioxidante entre 67,9% e 85,4% nos extratos aquoso e metanólico de frutos frescos da *G. parvifolia*, ambas inferiores às encontradas no mangostão amarelo. Por outro lado, estudo de Nursakinah et al. (2012) mostrou que as folhas maduras de *Garcinia atroviridis* apresentaram alta atividade antioxidante (92,34%), seguida de folhas mais jovens (80,70%) determinadas por DPPH. Outros autores também têm demonstrado que folhas maduras apresentam maior atividade antioxidante do que as mais jovens (LIN et al., 2003; HARMINDER et al., 2010) o que pode justificar os valores mais baixos encontrados nas folhas da *G. cochinchinensis*, comparados à literatura, visto que foram colhidas folhas mais jovens desta planta.

Diferenças significativas foram também observadas entre os frutos e as folhas para os teores de carotenoides, antocianinas e pigmentos clorofila A e B (Tabela 2). Os teores médios de carotenoides encontrados na polpa da *G. cochinchinensis* Choisy foram inferiores aos valores observados em extrato metanólico da polpa da *G. parvifolia* (3,0 ± 0,0 mg de equivalentes de β-caroteno 100 g⁻¹) em estudo de Ali Hassan et al. (2013). Pinto (2013) encontrou valores de

carotenoides entre 2,5 e 3,0 mg 100 g⁻¹ em bacuparis (*G. gardneriana*) em diferentes estádios de maturação.

Tabela 2 – Carotenoides (mg 100 g⁻¹), antocianinas (mg 100 g⁻¹) e pigmentos clorofila A e B (µg 100 g⁻¹) nos frutos e folhas do mangostão amarelo

Análises	Fruto	Folhas	p-valor
Carotenoides	0,116 ± 0,06 ^a	3.223,4 ± 655,9 ^b	0,0222*
Antocianina	0,331 ± 0,11 ^a	462,7 ± 88,9 ^b	0,0044*
Clorofila A	19,9 ± 11,6 ^a	10.802,3 ± 2250,8 ^b	0,0143*
Clorofila B	14,9 ± 12,2 ^a	2.298,3 ± 802,8 ^b	0,0387*

Médias ± desvio padrão

^aDiferentes letras minúsculas dentro das linhas indicam diferença significativa* (p ≤ 0,05).

Segundo Lanfer-Marquez (2003) durante o processo de amadurecimento, geralmente, os carotenoides e as antocianinas se acumulam nos frutos, enquanto que os pigmentos clorofila são rapidamente degradados. Os frutos do mangostão amarelo apresentaram concentrações baixas de antocianinas. Valores menores que 1g 100 g⁻¹ também foram encontrados em estudo de Virgolin (2015) na determinação de antocianinas na variedade *G. xanthochymus*. Duas antocianinas foram encontradas na polpa do kokum (*G. indica*): cianidina-3-glucosídeo e cianidina-3-sambubiosídeo (NAYAK et al., 2010).

As cascas de algumas espécies de *Garcinia* apresentam maiores concentrações de antocianinas, quando comparadas às espécies amarelas, como a *G. mangostana*, cuja concentração de antocianinas tem apresentado variações entre 179,49 mg e 4.742 mg Cin-3-Glu 100 g⁻¹ no pericarpo externo e nas cascas em pó do fruto (CHAOVANALIKIT et al., 2012; CHEOK et al., 2013).

O consumo dos frutos e folhas do mangostão amarelo, pela presença de carotenoides, antocianinas e demais compostos fitoquímicos encontrados, pode contribuir para a saúde da população, uma vez que diversos estudos têm associado positivamente o consumo de frutos fontes destes compostos na prevenção de distúrbios crônicos degenerativos, como câncer de pulmão, degeneração macular associada a idade, diabetes mellitus tipo II, progressão da placa aterosclerótica, além do controle de fatores pró-inflamatórios e pró-oxidantes no organismo (ROBARDS et al., 1999; GAMMONE et al., 2014; ABAR et al., 2016; MA et al., 2016; BOONPROM et al., 2017).

3.4 Conclusão

Nas condições em que foram realizadas este estudo, pode-se concluir que as folhas de *Garcinia cochinchinensis* Choisy apresentaram teores superiores de compostos bioativos quando comparadas aos frutos.

Os frutos e as folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy apresentaram expressivas concentrações de compostos fenólicos e flavonoides, além de alta atividade antioxidante total pelo método DPPH.

Referências

- ABAR, L.; VIEIRA, A. R.; AUNE, D.; STEVENS, C.; VINGELIENE, S.; NAVARRO ROSENBLATT, D. A.; CHAN, D.; GREENWOOD, D. C.; NORAT, T. Blood concentrations of carotenoids and retinol and lung cancer risk: an update of the WCRF-AICR systematic review of published prospective studies. **Cancer Medicine**, Malden, v. 5, n. 8, p. 2069–2083, Aug. 2016.
- AL-MANSOUB, M. A.; ASMAWI, M. Z.; MURUGAIYAH, V. Effect of extraction solvents and plant parts used on the antihyperlipidemic and antioxidant effects of *Garcinia atroviridis*. **Journal of Science Food Agricultural**, Medford, v. 94, n. 8, p. 1552–1558, Jun. 2014.
- ALI HASSAN, S. H.; FRY, J. R.; ABU BAKAR, M. F. Phytochemicals content, antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibition properties of indigenous *Garcinia parvifolia* fruit. **BioMed Research International**, New York, v. 2013, p. 1-7, Oct. 2013.
- AWAD, M. M.; JAGER, A.; WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, n. 3-4, p. 249-263, Mar. 2000.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, Ago. 2006.
- BOONPROM, P.; BOONLA, O.; CHAYABURAKUL, K.; WELBAT, J. U.; PANNANGPETCH, P.; KUKONGVIRIYAPAN, U.; KUKONGVIRIYAPAN, V.; PAKDEECHOTE, P.; PRACHANEY, P. *Garcinia mangostana* pericarp extract protects against oxidative stress and cardiovascular remodeling via suppression of p47phox and iNOS in nitric oxide deficient rats. **Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger**, Jena, v. 212, p. 27-36, Jul. 2017.
- CAPURSO, C.; VENDEMIALE, G. The Mediterranean diet reduces the risk and mortality of the prostate cancer: A Narrative Review. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 4, n. 38, p. 1-14, Aug. 2017.

CHAOVANALIKIT, A.; MINGMUANG, A.; KITBUNLUEWIT, T.; CHOLDUMRONGKOOL, N.; SONDEE, J.; CHUPRATUM, S. Anthocyanin and total phenolics content of mangosteen and effect of processing on the quality of mangosteen products. **International Food Research Journal**, Malaysia, v. 19, n. 3, p. 1047-1053, Jul./Sep. 2012.

CHEN, J.; CHIA-WEI, T., HWANG, T.; CHEN, I. Benzophenone derivatives from the fruits of *Garcinia multiflora* and their anti-inflammatory activity. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 72, n. 2, p. 253–258, Feb. 2009.

CHEOK, C. Y.; CHIN, N. L.; YUSOF, Y.A.; TALIB, R. A.; LAW, C. L. Technical paper Anthocyanin Recovery from Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Hull using Lime Juice Acidified Aqueous Methanol Solvent Extraction. **Food Science and Technology Research**, Ibaraki, v. 19, n. 6, p. 971-978, Jul. 2013.

COHEN, S. D, KENNEDY, J. A. Plant metabolism and the environment: implications for managing phenolics. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 50, n. 7, p. 620-643, Aug. 2010.

FARINAZZI-MACHADO, F. M. V.; BARBALHO, S.; GUIGUER, E. L.; MARINELLI, P. S.; ISHIDA, I. B.; VIEITES, R. L.; GROppo, M. Phytochemical Screening of the Fruit of *Garcinia cochinchinensis* Choisy. **International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology**, Kancheepuram, v. 3, n. 7, p. 81-89, Jul. 2016.

FERREIRA, R. O.; CARVALHO, M. G.; SILVA, T. M. S. Ocorrência de biflavonoides em Clusiaceae: aspectos químicos e farmacológicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 11, p. 2271-2277, Out. 2012.

FIGUEIREDO, S. A. **Avaliação in vivo e in vitro do potencial fotoprotetor e/ou fotoquimioprotetor do extrato etanólico do epicarpo de *Garcinia brasiliensis***. 2013. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. 2013.

GAMMONE, M. A.; GEMELLO, E.; RICCIONI, G.; D'ORAZIO, N. Marine bioactives and potential application in sports. **Marine Drugs**, Basel, v. 12, n. 5, p. 2357-82, Apr. 2014.

GOGOI, B. J., JAMBHEY, T., HUI, T., VIJAY, V. Antioxidant potential of garcinia species from Sonitpur District, Assam, north east India. **International Journal Pharmaceutical Sciences and Research Journal**, Panchkula, v. 3, n. 9, Sep. p. 3472-3475, 2012.

GOGOI, N.; GOGOI, A.; NEOG, B. Free radical scavenging activities of *Garcinia xanthochymus* Hook. F. and *Garcinia Lanceaefolia* Roxb using various in vitro assay models. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, Madhya Pradesh, v. 8, n. 3, p. 138-141, Mar. 2015.

HARMINDER, P. S.; SHALINDER, K.; SUNIL, M.; DAIZY R.B.; RAVINDER, K. K. In vitro screening of essential oil from young and mature leaves of *Artemisia scoparia*

compared to its major constituents for free radical scavenging activity. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 48, n. 4, p. 1040-1044, Apr. 2010.

IBRAHIM, U. K.; HUSIN, A. S. M.; SALLEH, RUZITAH M. Analysis of Antioxidant Activity and Total Phenolic Content in *Garcinia mangostana* using Response Surface Methodology. **Advanced Materials Research**, Zug, v. 1113, p. 217-222, 2015.

ISLAM, M. Z.; HOQUE, M. M.; ASIF-UL-ALAM, S. M.; MONALISA, K Chemical composition, Antioxidant capacities and storage stability of *Citrus macroptera* and *Garcinia pedunculata* fruits. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Al-Ain, v. 27, n. 3, p. 275-282, Mar. 2015.

JIANG, G.; DU, F.; FANG, G. Two new proanthocyanidins from the leaves of *Garcinia multiflora*, **Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters**, Oxfordshire, v. 28, n. 7, 449-453, Jan. 2014.

KAIKABO, A. A.; ELOFF, J. N. Antibacterial activity of two biflavonoids from *Garcinia livingstonei* leaves against *Mycobacterium smegmatis*. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 138, n. 1, p. 253–255, Oct. 2011.

KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal American Dietetic Association**, Chicago, v. 50, n. 2, p. 213-8, Feb. 1999.

LANFER-MARQUEZ, U. M. O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 227-242, Jul. 2003.

LIN, W-W. A.; HUANG, A-M. B.; YANG, S-C. A.; WENG, J-R. C.; HOUR, T-C. B.; PU, Y-S. D.; LIN, C-N. Cytotoxic and antioxidant constituents from *Garcinia subelliptica*. **Food Chemistry**, Barking v. 135, n. 2, p. 851–859, Nov. 2012.

LIN, Y. S., TSAI, Y. J., TSAY, J. S.; LIN, J. K. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 7, p. 1864–1873, Mar. 2003.

MA, L.; LIU, R.; DU, J. H.; LIU, T.; WU, S. S.; LIU, X. H. Lutein, Zeaxanthin and Meso-zeaxanthin Supplementation Associated with Macular Pigment Optical Density. **Nutrients**, Basel, v. 8, n. 7, p. 1-14, Jul. 2016.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2001.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, Oct. 2004.

NALDONI, F. J., CLAUDINO, A.L.R. CRUZ JR, J.W., CHAVASCO, J. K., FARIA E SILVA, P. M.; VELOSO, M. P., DOS SANTOS, M. H. Antimicrobial activity of benzophenones and extracts from the fruits of *Garcinia brasiliensis*. **Journal of Medicinal Food**, New York, v. 12, n. 2, p. 403-407, Apr. 2009.

- NAVES, V. M. L. **Caracterização química e biológica in vitro de extratos de *Garcinia brasiliensis* e avaliação do seu perfil de permeação cutânea em formulações dermatológicas.** 89f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, MG, 2014.
- NAYAK, C. A.; RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Bioactive constituents present in *Garcinia indica* Choisy and its potential food applications: A review. **International Journal of Food Properties**, Muscat, v. 13, n. 3, p. 441-453, May. 2010.
- NURSAKINAH, I.; ZULKHAIRI, H. A.; NORHAFIZAH, M.; HASNAH, B.; ZAMREE, M. S.; FARRAH, S.; RAZIF, D.; HAMZAH, F. H. Nutritional content and in vitro antioxidant potential of *Garcinia atroviridis* (Asam gelugor) leaves and fruits. **Malaysian Journal of Nutrition**, Kuala Lumpur, v. 18, n. 3, p. 363-71, 2012.
- OSÓRIO, E.; MONTOYA, G. P.; BASTIDA, J. Caracterización fitoquímica de una fracción de biflavonoides de *Garcinia madruno*: su inhibición de la oxidación de LDL humana y su mecanismo de estabilización de especies radicalarias. **Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, Medellín, v. 16, n. 3, p. 369-377, Sep. 2009.
- OTUKI, M. F., BERNARDI, C. A., PRUDENTE, A. S., LASKOSKI, K., GOMIG, F., HORINOUCHE, C. D. S., GUIMARÃES, C. L., FERREIRA, J., DELLE-MONACHE, F., CECHINEL-FILHO, V.; CABRINI, D. A. *Garcinia gardneriana* (Planchon & Triana) Zappi. (Clusiaceae) as a topical anti-inflammatory alternative for cutaneous Inflammation. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, Copenhagen, v. 109, p. 56–62, Jul. 2011.
- PANDA, V.; ASHAR, H.; SRINATH, S. Antioxidant and hepatoprotective effect of *Garcinia indica* fruit rind in ethanolinduced hepatic damage in rodents. **Interdisciplinary Toxicology**, Bratislava, v. 5, n. 4, p. 207–213, Dec. 2012.
- PANTHONG, K. A.; HUTADILOK-TOWATANA, N.; PANTHONG, C. Cowaxanthone F, a new tetraoxygenated xanthone, and other anti-inflammatory and antioxidant compounds from *Garcinia cowa*. **Canadian Journal of Chemistry**, Ottawa, v. 87, n. 11, p. 1636-1640, Oct. 2009.
- PEREIRA, I. O., MARQUES, M. J., PAVANB, A. L. R., CODONHO, B. S., BARBIÉRI, C. L.; A. BEIJO. L., DORIGUETTO, A. C., D'MARTINA, E. C., DOS SANTOS M. H. Leishmanicidal activity of benzophenones and extracts from *Garcinia brasiliensis* Mart. fruits. **Phytomedicine**, Stuttgart, v. 17, n. 5, p. 339–34, Apr. 2010.
- PINTO, P. M. **Pós-colheita de abiu, bacupari e camu-camu, nativos da Região Amazônica, cultivados no Estado de São Paulo.** 145p.Tese. (Doutorado em Ciências e Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. ESALQ. USP, 2013.
- POLICEGOUDRA, R. S.; SAIKIA,S.; CHATTOPADHYAY, J. D. P.; SINGH, L.; VEER, V. Phenolic Content, Antioxidant Activity, Antibacterial Activity and Phytochemical Composition of *Garcinia lancifolia*. **Indian Journal of Pharmaceutical Science**, Bombay v. 74, n. 3, p. 268-271, May-Jun, 2012.

- ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 66, n. 4, p. 401-436, Sep. 1999.
- RODRIGUES DA SILVA, L.; MARTINS, L. V.; BANTIM, F. C. I.; MEIRELES DE DEUS, M. S.; FERREIRA, P. M. P.; PERON, A. P. Flavonoides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta Toxicológica Argentina**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 23, n. 1, p. 36-43, May. 2015.
- SACRAMENTO, C. K. do, E.; COELHO JÚNIOR CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do mangostão no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p.195-203, Abr. 2007.
- SAELEE, A.; PHONGPAICHIT, S.; MAHABUSARAKAM, W. A new prenylated biflavonoid from the leaves of *Garcinia dulcis*. **Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters**, Oxfordshire, v. 29, n. 20, p. 1-5, 2015.
- SAKLANI, S.; MISHRA, A. P.; CHANDRA, H.; ATANASSOVA, M. S.; STANKOVIC, M.; SATI, B.; SHARIATI, M. A.; NIGAM, M.; KHAN, M. U.; PLYGUN, S.; ELMSELLEM, H.; SULERIA, H. A. R. Comparative Evaluation of Polyphenol Contents and Antioxidant Activities between Ethanol Extracts of *Vitex negundo* and *Vitex trifolia* L. Leaves by Different Methods. **Plants**, Basel, v. 6, n. 4, p. 1-11, Sep. 2017.
- SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonoides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135-140, Aug. 1998.
- SHARMA, A.; JOSEPH, G. S.; SINGH, R. P. Antioxidant and antiplatelet aggregation properties of bark extracts of *Garcinia pedunculata* and *Garcinia cowa*. **Journal of Food Science Technology**, Mysore, v. 51, n. 8, p. 1-6, Aug. 2014.
- SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.81, n.2, p.337-354, Aug. 2002.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. **Methods of Enzymology: Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent**, v. 299, p. 152-178, 1999.
- SIVAKUMARI, K.; MANIMEKALAI, I.; ASHOK, K.; RAJESH, T. Phytochemical profiling of mangosteen fruit, *Garcinia mangostana*. **World journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Bhopal, v. 5, n. 2, p. 221-252, Dec. 2016.
- SRIPRADHA, R.; SRIDHAR, M. G.; MAITHILIKARPAGASELVI, N. Antihyperlipidemic and antioxidant activities of the ethanolic extract of *Garcinia cambogia* on high fat diet-fed rats. **Journal of Complementary and Integrative Medicine**, Berkeley, v. 13, n. 1, p. 9-16, Mar. 2015.

SULAIMAN, C. T.; BALACHANDRAN, I. LC/MS characterization of phenolic antioxidants of Brindle berry (*Garcinia gummi-gutta* (L.) Robson). **Natural Product Research**, Oxfordshire, v. 31, n. 10, p. 1191-1194, Sep. 2017.

VIRGOLIN, L. B. **Caracterização Físico-Química de Polpas de Frutas do Bioma Amazônia**. 2015. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2015.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1209-1214, Dec. 2011.

XIONG, L.; YANG, J.; JIANG, Y.; LU, B.; HU, Y.; ZHOU, F.; MAO, S.; SHEN, C.; Phenolic compounds and antioxidant capacities of 10 common edible flowers from China. **Journal of Food Science**, Medford, v. 79, n. 4, p. 517-25, Marc. 2014.

4. CAPÍTULO 3

Perfil bioquímico, antropométrico e comportamental de ratos Wistar tratados com frutos e folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy

Resumo

Estudos têm demonstrado que o controle dos fatores de risco modificáveis, especialmente o peso corporal, a glicemia e os níveis de lipídios plasmáticos têm efetivamente resultado em menor incidência de doenças crônicas não transmissíveis na população. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do consumo de frutas e folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy sobre o perfil bioquímico, antropométrico e comportamental de ratos Wistar. Foram utilizados 40 ratos Wistar machos, divididos em grupo controle (G1), que receberam água *ad libitum*, G2 e G3, tratados com suco da polpa, em concentrações de 20% e 40%, e grupos G4 e G5, tratados com suco das folhas, em concentrações de 20% e 40%, respectivamente. Após 40 dias de experimento, os animais foram submetidos a testes de comportamento, em modelos de ansiedade, e foram realizadas análises antropométricas, para peso corporal, Índice de Lee e gordura visceral. O sangue dos animais foi coletado para análises bioquímicas de glicose, enzimas hepáticas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), colesterol total, lipoproteínas plasmáticas (VLDL-c, LDL-c, HDL-c), triglicerídeos e proteína C reativa ultrasensível. As variáveis lipídicas foram utilizadas para o cálculo de índices aterogênicos. A análise dos dados foi realizada através da Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey, e o nível de significância de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Os resultados evidenciaram redução significativa nos valores de triglicerídeos (TG) e na gordura visceral nos grupos tratados com a polpa e as folhas do mangostão amarelo comparados ao grupo controle. A razão TG/HDL-c, considerada um índice aterogênico, reduziu significativamente no grupo tratado com 40% das folhas do mangostão. Por outro lado, não houve variações significativas no ganho de peso corporal, no Índice de Lee e nos demais atributos bioquímicos avaliados, entre os animais submetidos ao consumo de sucos da polpa e das folhas do mangostão amarelo. Os sucos do mangostão amarelo não surtiram efeitos sobre o comportamento dos animais em modelos experimentais de ansiedade. Os

resultados podem ser usados como referências para futuros trabalhos sobre este fruto exótico.

Palavras-chave: Mangostão amarelo. Gordura visceral. Colesterol. Glicemia

Abstract

Studies have shown that the control of modifiable risk factors such as levels of plasma lipids, glucose and visceral fat, have effectively result in decreased incidence of non-communicable chronic diseases in the population. The aim of this study was to evaluate the effects of the consumption of fruits and leaves of *Garcinia cochinchinensis* Choisy on the biochemical, anthropometric and behavioral profile of Wistar rats. Forty male Wistar rats were divided into control group (G1), which received water *ad libitum*, G2 and G3, treated with the juice pulp, at concentrations of 20% and 40%, and groups G4 and G5, treated with juice from the leaves, at concentrations of 20% and 40%, respectively. After 40 days of experiment, anxiety behavior analyses were performed, and the anthropometric profile, being calculated body-weight gain (%), Lee index and visceral fat, and also performed biochemical analysis of glucose, (AST) aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase (ALT) liver enzymes, total cholesterol, (plasmatic lipoproteins) VLDL-c, LDL-c, HDL-c, triglicerídeos and C-reactive protein ultra-sensible, as well as atherogenic indexes. Data analysis was carried out through the analysis of variance (ANOVA) and Tukey test, using SISVAR program and the level of significance of 5% probability ($p < 0.05$). The results showed a significant reduction in the values of triglycerides (TG) and visceral fat in the groups treated with the pulp and the leaves mangosteen yellow compared to the control group. The TG/HDL-c ratio, considered atherogenic index, significantly reduced in the treated group with 40% of the leaves of the mangosteen. On the other hand, there were no significant changes in body weight gain, in Lee index and other biochemical parameters evaluated, among the animals submitted to consumption of pulp and leaves juices of the yellow mangosteen. The juices had no effects on the behavior of animals in experimental models of anxiety. The results can be used as a reference in future work on this exotic fruit.

Key-words: Yellow mangosteen. Visceral fat. Cholesterol. Blood glucose.

4.1 Introdução

Estudos científicos têm demonstrado que o controle dos fatores de risco para as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) têm efetivamente resultado em menor incidência dessas doenças na população. Tais fatores podem ser considerados como não modificáveis representados pela idade, gênero e história familiar, e os fatores relacionados ao estilo de vida, sendo, portanto, modificáveis (AKIN; NIENABER, 2015; WING et al., 2017).

Os fatores modificáveis constituem o foco de intervenções, visto que são fatores ambientais e comportamentais que acarretam alterações metabólicas nos indivíduos. Portanto, o sobrepeso e a obesidade, especialmente o acúmulo de gordura visceral, a dislipidemia, caracterizada por alterações nas concentrações de triglicerídeos, colesterol, e lipoproteínas de alta (HDL-c) e baixa densidade (LDL-c), além da pressão arterial elevada, da hiperglicemia, do tabagismo e do estresse emocional constituem a maior carga de fatores de risco modificáveis para as DCNT (BERNARDES et al., 2015; LEON; MADDOX, 2015; SIERRA et al., 2015; HAN et al., 2016).

Nos últimos 40 anos, um grande número de evidências epidemiológicas demonstrou, de forma conclusiva, que a hipercolesterolemia, em particular o aumento dos níveis séricos de LDL-c (lipoproteína de baixa densidade) é preditora direta do processo de desenvolvimento da aterosclerose e por isso é considerado o principal alvo de intervenção. Similarmente, outros grandes estudos epidemiológicos identificaram que níveis elevados de triglicerídeos (TG) e baixos de HDL-c (lipoproteínas de alta densidade) são preditores de doença arterial coronariana, sendo que os triglicerídeos representam um fator de risco independente. Ainda, indivíduos com valores plasmáticos altos de TG apresentam risco expressivo de Doença Arterial Coronariana mesmo com níveis normais de LDL-c (CULLEN, 2000; LEMIEUX et al., 2000; TANI et al., 2014; LAWLER et al., 2017).

Desta forma, inúmeros estudos têm sugerido a utilização de um índice aterogênico que demonstra expressiva correlação com risco cardiovascular, denominado razão Triglicerídeo/HDL-c. Esta razão prediz tamanhos e concentrações de partículas de lipoproteínas, estando fortemente associada com um

perfil lipídico mais aterogênico que quando avaliamos os TG e HDL-c de forma isolada, pois correlaciona-se diretamente com níveis de partículas de LDL-c tipo B no plasma (MERLIN et al., 2015; CAI et al., 2017; CAO et al., 2017).

Indivíduos que apresentam maior concentração de frações pequenas e densas de LDL-c (potencialmente aterogênicas) são classificados como portadores de fenótipo B, e aqueles que possuem predomínio das partículas grandes e flutuantes de LDL-c (menos aterogênicas) são descritos como portadores de fenótipo A (McNAMARA et al., 1987; REAVEN et al., 1993). Desta forma, pessoas com fenótipo B possuem, com maior frequência, níveis elevados de triglicerídeos plasmáticos e níveis de HDL-C reduzidos, além de intolerância à glicose ou resistência à insulina, e risco expressivo de Doença Arterial Coronariana. As subfrações pequenas e densas são mais facilmente oxidáveis, mais lentamente degradáveis, tem menor afinidade pelos receptores hepáticos, e se relacionam com a obesidade abdominal e com um perfil aterotrombótico (DREON et al., 1997; ALBERS et al., 2008; LUZ et al., 2008). Este índice, associado a outras razões aterogênicas, tem sido proposto como marcadores de risco mais práticos, baratos e de fácil utilização (GAZIANO et al., 1997; ANDRADE et al., 2012; REIS et al., 2015).

Diversas pesquisas têm evidenciado a ação benéfica anti-inflamatória e antioxidante de compostos fenólicos e demais fitoquímicos presentes em frutos no controle de lipídios plasmáticos, bem como glicemia e gordura visceral, considerados fatores de risco para os distúrbios crônico-degenerativos (MAIA et al., 2015; GOMES et al., 2016; EL-NEWARY et al., 2016).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do consumo de frutas e folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy sobre o perfil bioquímico, antropométrico e comportamental de ratos Wistar.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Modelos experimentais

A pesquisa com modelos experimentais foi conduzida após a aprovação pela Comissão de Ética em Uso de Animais - CEUA, da Fatec Marília, sob número 002/2016, e os animais foram tratados de acordo com o “*Guide to the*

care and use of experimental animals”, que descreve os princípios do Conselho Canadense para o cuidado com animais de laboratório. Para o experimento, foram utilizados 40 ratos machos saudáveis da linhagem Wistar, pesando aproximadamente 250 g.

Os animais foram adquiridos no Biotério Central da Unesp, campus Botucatu/SP, transportados em caixas de polipropileno, e mantidos pelo Biotério da Fatec – Faculdade de Tecnologia de Marília/SP, com ciclo claro/escuro 12/12 horas, temperatura ambiente de 22 ± 2 °C e umidade relativa de $60 \pm 5\%$.

Os animais foram tratados com sucos elaborados com a polpa e com as folhas do mangostão amarelo.

4.2.2 Matéria prima

Os frutos e as folhas do mangostão amarelo (*Garcinia cochinchinensis* Choisy) foram obtidos do pomar da Fatec (Faculdade de Tecnologia) de Pompéia/SP. A planta foi identificada, através dos frutos, flores e folhas, depositada e registrada no Herbário do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP), sob Coletor e número M. Groppo 2307, e registrada no herbário sob nº SPFR 16037.

Os frutos e as folhas foram manipulados no Laboratório de Processamento de Alimentos da Fatec Marília/SP, selecionados quanto à sanidade, higienizados em água corrente e com solução de hipoclorito de sódio da marca Pury Vitta, nas concentrações de 200 mg L^{-1} de água por 15 minutos, em imersão e posteriormente enxaguadas.

Os frutos foram cortados manualmente, sendo as sementes retiradas com auxílio de uma faca, envoltos em papel alumínio e submetidos a congelamento ultra-rápido (-80 °C) em freezer vertical. As folhas intactas foram também envoltas em papel alumínio e congeladas da mesma forma.

4.2.3 Preparo dos sucos

Os sucos foram preparados diariamente no Laboratório de Processamento de Alimentos da Fatec Marília/SP, em concentrações de 20% e 40% da fruta, sendo a polpa congelada triturada com água filtrada em liquidificador

doméstico. O suco foi filtrado em peneira de malha fina (Figura 1), acondicionado em garrafas plásticas de 500 mL diariamente e administrado em bebedouros de garrafas PET (Polietileno tereftalato) opacas.

Para o preparo do suco das folhas seguiu-se o mesmo procedimento (Figura 2) e as mesmas concentrações, 20% e 40%.

Figura 1 - Suco da polpa do mangostão amarelo (*G. cochinchinensis* Choisy)



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

Figura 2 – Suco das folhas do mangostão amarelo (*G. cochinchinensis* Choisy)

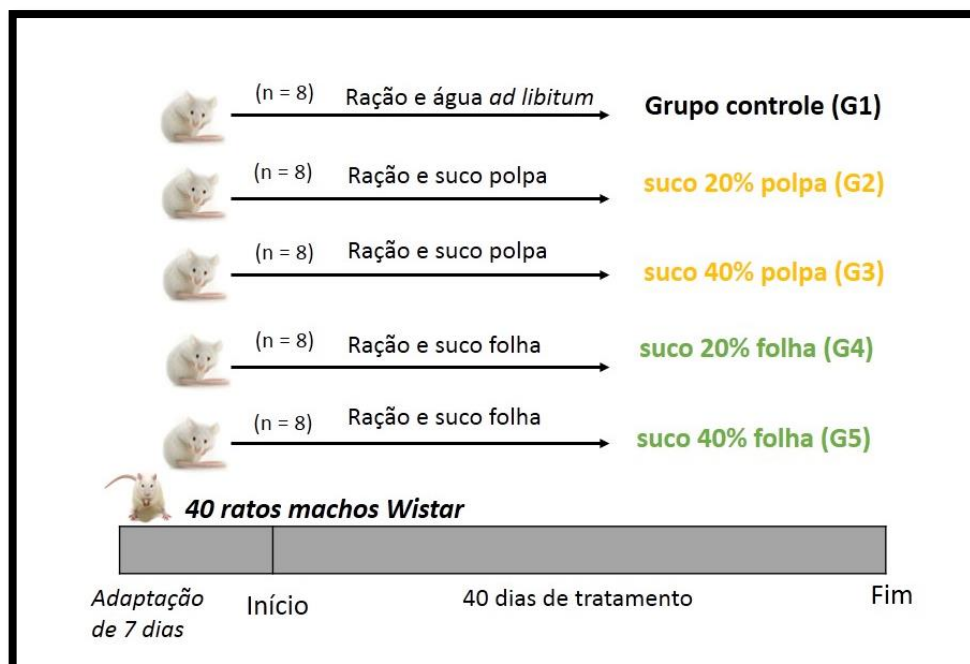


Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

4.2.4 Tratamento dos animais

Após o período de sete dias de adaptação ao biotério, os animais foram randomizados aleatoriamente em dez grupos de quatro, onde oito animais constituíram o grupo controle (G1), os quais receberam água *ad libitum*, oito animais foram tratados com o suco da polpa - 20% e oito com o suco da polpa - 40% do mangostão amarelo, *ad libitum*, sendo identificados como grupos G2 e G3, respectivamente. Outros oito animais foram tratados com o suco das folhas da fruta, em 20%, e oito com o suco das folhas, 40%, *ad libitum*, correspondendo aos grupos G4 e G5, respectivamente (Figura 3). Todos os animais receberam ração comercial marca Purina *ad libitum* durante o tratamento.

Figura 3 – Descrição do tratamento dos modelos animais com os sucos da polpa e das folhas do mangostão amarelo (*G. cochinchinensis* Choisy)



Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

Os animais foram alimentados diariamente sendo o consumo (de ração e água/sucos) registrado a partir das sobras verificadas em cada dia seguinte. Os animais foram tratados por um período ininterrupto de 40 dias (Figura 4).

Figura 4 - Ratos Wistar do grupo controle (G1) alimentados com ração comercial e água *ad libitum*



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

O acompanhamento de ganho de peso foi feito semanalmente nos 1°, 8°, 15°, 23°, 31° e 39° dias experimentais, sendo os animais pesados sempre no mesmo horário, em balança semi-analítica (Figura 5).

Figura 5 – Retirada dos animais das caixas para aferição do peso corporal e troca de maravalha



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

As trocas de maravalha autoclavada das caixas de polipropileno, nas quais os animais ficaram acondicionados durante o experimento, foram realizadas a cada dois dias.

4.2.5 Análises de comportamento

Os modelos animais de ansiedade procuram reproduzir uma situação ambiental de provável ocorrência de diferentes formas de aversão ou desconforto. Essa condição pode ser conseguida através da exposição dos animais a ambientes novos ou potencialmente perigosos, estímulos ou contextos associados a estímulos nociceptivos moderados, situações sinalizadoras da presença de um predador natural ou confrontos iminentes com animais da mesma espécie (VIANNA, 2000).

Considerando que a literatura científica aponta resultados mais expressivos de efeitos ansiolíticos quando se utilizam maiores doses de plantas medicinais em análises de comportamento (SOUZA et al., 2008; BATISTA et al., 2016), após o período de 40 dias de tratamento, os animais que receberam as dosagens mais altas (40%) de sucos da polpa e da folha, ou seja, grupos G3 e G5, respectivamente, foram submetidos aos modelos de Campo aberto e Labirinto em cruz elevada, além do grupo controle (G1).

4.2.5.1 Modelo de Campo Aberto (*Open-field Task*)

Este tipo de aparato, inicialmente proposto por Hall em 1941, é utilizado para avaliar o estado emocional de ratos em ambientes não familiares, utilizando como parâmetros o tempo de locomoção, taxas de ambulação, defecação e número de “reanings”. Na taxa de ambulação são contadas quantas vezes o animal cruza a linha preta e coloca as quatro patas no quadrado seguinte chamados “crossings”, e o número de “reanings” corresponde à atividade em que o animal procura levantar-se com as patas traseiras (VIANNA, 2000; BARBOSA, 2006).

Para o modelo de campo neste estudo, foi utilizada uma caixa de madeira (1 m x 1 m x 20 cm), com o fundo branco dividido em quadriláteros (10 cm x 10 cm) (Figura 6). O comportamento exploratório de cada animal dos grupos G1, G3 e G5, foi observado, individualmente, por um período de 5 minutos, avaliando-se o tempo (em segundos) de locomoção do animal no aparato e o número de “reanings”. O tempo de locomoção foi considerado a partir do momento em que o animal movimentava as patas traseiras.

Figura 6 – Caixa de madeira para o Teste de Campo Aberto com os grupos G1, G3 e G5



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

4.2.5.2 Modelo do Labirinto em Cruz Elevada (*Pluz-maze*)

O modelo Labirinto em Cruz Elevada (LCE) é um método validado para explorar as bases neurobiológicas da ansiedade. O aparato consiste em dois braços abertos e dois fechados em forma de cruz grega, sendo estes conectados por uma área central. O aparelho deve estar a uma altura de 45 cm do chão (Figura 7). O teste apresenta ao animal o conflito entre sua tendência natural de explorar um novo ambiente e sua relutância em se expor em território aberto no qual o risco de quedas e predadores é maior. Como consequência, os menos ansiosos exploram mais os braços abertos (BARBOSA, 2006; MAHMUD et al., 2016).

Figura 7 – Modelo Labirinto em Cruz Elevada para o teste de comportamento



Foto: Flavia M. V. Farinazzi Machado - 2016

Os animais dos grupos G1, G3 e G5 foram colocados na área central voltados para um dos braços fechados, sendo mensurado o número de entradas (frequência) e o tempo de permanência em cada um dos braços (aberto/fechado) e na área central. Cada animal foi submetido a uma única sessão de cinco minutos no aparato.

4.2.6 Determinação de parâmetros antropométricos

No 41º dia de tratamento, os animais do grupo controle e dos grupos tratados com a polpa e as folhas do mangostão amarelo foram anestesiados, via intraperitoneal, com sobre dose de Hypnol (pentobarbital sódico) até completa sedação (200 mg Kg^{-1}), antes de medir seu comprimento do corpo focinho-ânus (F-A). O peso do corpo e o comprimento foram usados para determinar os parâmetros antropométricos: Ganho de peso corporal (%) e Índice de obesidade.

O ganho de peso corporal, denominado % delta (Δ) foi calculado pela equação: $[(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \text{Peso inicial}] \times 100$. O cálculo do Índice de obesidade, também denominado Índice de Lee, se deu pela equação: $\sqrt[3]{\Delta \text{g.cm.}10}$, ou seja, a raiz cúbica ($\sqrt[3]{}$) do delta (\neq do peso final e inicial) de peso corporal (gramas) dividido pelo comprimento F- A (cm) $\times 10$ (STEPHENS, 1980). A gordura visceral foi retirada por excisão do abdômen por meio de pinça e tesoura, e pesada em balança analítica.

4.2.7 Determinação do perfil bioquímico

Após constatação de óbito, imediatamente a cavidade abdominal foi aberta, e o sangue (1 mL) foi coletado por punção venosa para delineamento do perfil bioquímico. Foram realizadas análises de glicemia, enzimas hepáticas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), colesterol total, HDL-c, triglicerídeos, VLDL-c, LDL-c e proteína C reativa ultrasensível. Os níveis de glicose e lipídeos foram mensurados em mg dL^{-1} , AST e ALT em U L^{-1} .

A partir das variáveis bioquímicas, foram calculadas as seguintes razões, descritas como índices aterogênicos: TG/HDL-c, CT- (HDL-c)/HDL-c, CT/HDL-c e LDL-c/HDL-c, sendo estas duas últimas descritas como Índices de Castelli I e II, respectivamente (CASTELLI et al., 1983).

A razão TG/HDL-c, inicialmente proposta por Gaziano et al. (1997), é um índice aterogênico que tem provado ser um significativo preditor independente de infarto agudo do miocárdio (IAM), ainda mais forte do que os índices de Castelli, pelo fato desta razão ser indicativa do perfil de subclasses de lipoproteínas e da presença do fenótipo B, ou, seja de partículas de LDL-c pequenas e densas. De acordo com Maruyama et al. (2003), uma razão acima de 2,0 mg dL⁻¹ indica a presença de partículas de LDL-c $\leq 25,5$ nm, o que caracteriza o fenótipo B.

Os resultados das razões foram interpretados segundo Castelli (1983) e Maruyama et al. (2003).

4.2.8 Análise Estatística

As variáveis foram apresentadas como médias e desvios padrão. Aplicou-se Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey, utilizando programa SISVAR e ao nível de significância de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) (FERREIRA, 2010), no tratamento com os animais.

Para a análise dos dados do labirinto em cruz o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (tratamento x localização). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Consumo de ração e água/sucos

O consumo diário de ração por cada animal variou entre 11,48 g a 12,48 g, não havendo diferença estatística significativa entre os grupos tratados e o grupo controle (Tabela 1). A ingestão dos sucos da polpa e folhas também não diferiu entre os animais do experimento durante os 40 dias de tratamento.

Similarmente, em estudo de Sripradha et al. (2015) não foi observada diferença significativa quanto ao consumo de ração pelos animais entre os grupos tratados com extrato etanólico de *Garcinia cambogia* e o grupo controle durante o tratamento.

Tabela 1 – Consumo médio diário de ração e água/suco por animal dos diferentes grupos (médias \pm desvio padrão)

Grupos	Água/Suco (mL dia ⁻¹)	Ração (g dia ⁻¹)
Controle	17,37 \pm 6,75*	12,48 \pm 3,44
Polpa 20%	18,96 \pm 7,23	11,48 \pm 3,50
Polpa 40%	18,92 \pm 7,04	11,37 \pm 3,50
Folha 20%	21,89 \pm 7,20	12,32 \pm 3,72
Folha 40%	20,63 \pm 7,20	11,84 \pm 3,51
p-valor	0,3552	0,5323

* Valores expressos como média \pm DP; $p \leq 0,05$ é significativo.

4.3.2 Perfil antropométrico

Os resultados das análises antropométricas dos animais dos grupos controle e tratados com os sucos da polpa e das folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy estão descritos na Tabela 2. Os resultados evidenciaram que não houve variações significativas no ganho de peso corporal e no Índice de Lee entre os animais submetidos ao consumo de sucos da polpa e das folhas do mangostão amarelo, comparados entre si e ao grupo controle.

Tabela 2 – Parâmetros antropométricos dos animais do grupo controle e grupos tratados com o mangostão amarelo (médias \pm desvio padrão)

Tratamentos	Antropometria	
	G.P.C.	Índice de Lee
Controle	142,9 \pm 17,6*	2,97 \pm 0,09
Polpa 20%	116,5 \pm 20,9	2,91 \pm 0,04
Polpa 40%	115,3 \pm 31,2	2,94 \pm 0,08
Folha 20%	127,3 \pm 21,5	2,93 \pm 0,08
Folha 40%	115,2 \pm 14,4	2,97 \pm 0,10
p-valor	0,0678	0,5446

G.P.C.: ganho de peso corporal (%)

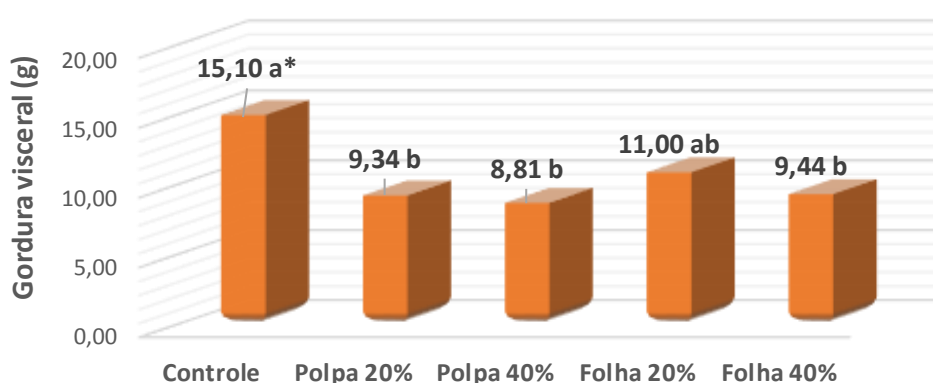
* Valores expressos como média \pm DP; $p \leq 0,05$ é significativo.

A literatura exhibe diferentes resultados dos efeitos dos extratos das garcinias sobre o peso corporal. Paul et al. (2017) não evidenciaram alterações no peso de ratos tratados com diferentes dosagens de extratos do fruto *G. pedunculata*. Em estudo de Taher et al. (2016) os extratos da *G. mangostana* em doses de 50, 100, e 200 mg kg⁻¹ aumentaram significativamente o peso corporal de ratos Wistar

em comparação com o grupo controle diabético induzido por estreptozotocina. Por outro lado, entre as garcinias, o extrato da *G. cambogia* é comercializado livremente na forma de medicamento fitoterápico, visando ao tratamento da obesidade. O extrato é obtido do pericarpo de seus frutos, e está relacionado à redução significativa da lipogênese e perda de peso, observada em alguns estudos (SANTOS et al., 2007; SEMWAL et al., 2015).

O peso da gordura visceral reduziu significativamente nos animais tratados com os sucos da polpa e com o suco de folhas na concentração de 40%, comparados ao grupo controle (Figura 8). Similarmente, em estudo de Kim et al. (2008), o consumo do extrato da *G. cambogia* reduziu efetivamente a gordura visceral em modelos animais induzidos à obesidade por um período de 12 semanas. O mesmo fruto mostrou redução efetiva na gordura total, subcutânea e visceral de homens e mulheres, com idades entre 20 e 65 anos, que receberam seu extrato em estudo de Hayamizu et al. (2003).

Figura 8 – Peso médio da gordura visceral (g) nos animais do grupo controle e grupos tratados



*Médias seguidas da mesma letra no eixo horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Estes resultados são relevantes uma vez que a gordura visceral, também chamada de gordura abdominal, está diretamente relacionada à anormalidades metabólicas significativas no organismo. O tecido adiposo visceral é capaz de sintetizar e secretar substâncias chamadas adipocinas, de caráter pró-inflamatório, tais como interleucinas (IL-1, IL-6, IL-8), fator de necrose tumoral alfa

(TNF- α), leptina e resistina, envolvidas na fisiopatogênese da resistência à insulina (RI) e aterogênese (HOLCOMB et al., 2000; OUCHI et al., 2011).

A redução da gordura visceral está, portanto, relacionada com respostas positivas à saúde, pois contribui para a redução do processo inflamatório, relacionado à obesidade e, em consequência, à prevenção de doenças crônicas como distúrbios cardiovasculares e mortalidade em sujeitos obesos (XU et al., 2003; SIRONI et al., 2012).

4.3.3 Análises de comportamento

A administração dos sucos da polpa e das folhas do mangostão amarelo, nas concentrações de 40%, não interferiu significativamente no tempo gasto pelos animais nos diferentes locais do modelo labirinto em cruz elevada (LCE) ($p > 0,05$). Entretanto, o tempo de permanência dos animais do estudo foi influenciado significativamente pela localização no modelo ($p < 0,01$) (Tabela 3), visto que o maior tempo de permanência dos ratos foi no ambiente fechado (165,1 segundos), diferenciando estatisticamente do ambiente aberto (79,2 segundos) e central (58,8 segundos), e esses não diferenciaram entre si.

Em modelos LCE os animais preferem, normalmente, ficar mais tempo nos braços fechados, em função da aversão e medo por espaços abertos. As drogas que induzem os animais ao aumento da exploração dos ambientes abertos, são consideradas ansiolíticas (KING e JONES, 2001). Desta forma, os sucos de polpa e folha, em concentrações de 40%, durante o período de 40 dias, não apresentaram efeito ansiolítico sobre os animais do estudo, fazendo com que eles não saíssem do ambiente protegido.

Tabela 3 - Tempo (seg) e frequência (nº) dos ratos no labirinto em cruz elevada (médias e desvio padrão)

Atributo	Localização	Tratamento			Média
		Controle	Suco polpa (40%)	Suco folha (40%)	
Tempo (seg)	Aberto	90,3 \pm 47,2*	76,3 \pm 32,3	70,7 \pm 28,9	79,2 b
	Centro	59,6 \pm 23,2	59,9 \pm 23,4	56,8 \pm 26,7	58,8 b
	Fechado	150,1 \pm 56,7	172,8 \pm 55,5	172,5 \pm 44,2	165,1 a
Frequência (nº)	Aberto	6,75 \pm 3,6	5,87 \pm 4,0	5,50 \pm 1,9	6,04 b
	Centro	12,75 \pm 5,3	14,87 \pm 5,7	12,50 \pm 4,3	13,37 a
	Fechado	9,37 \pm 1,4	9,62 \pm 3,7	7,25 \pm 3,5	8,75 b

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Não houve diferença estatística significativa quanto a frequência de entrada dos animais nos diferentes espaços do modelo considerando os tratamentos ($p > 0,05$). No entanto, observou-se que a frequência foi influenciada significativamente pela localização ($p < 0,01$). A frequência da visitação dos ratos foi maior na área central do labirinto em cruz, em média 13,37 vezes, diferenciando estatisticamente da frequência do ambiente aberto (6,04) e fechado (8,75), e esses não diferenciando entre si.

De acordo com Barbosa (2006) a frequência de entrada dos animais na área central do aparelho evidencia uma medida do poder de tomada de decisão e as entradas nos braços abertos e fechados demonstram efeito ansiolítico e atividade motora, respectivamente.

Apesar da aparente simplicidade da situação de teste, muitos fatores influenciam a aversão aos braços abertos. Alguns estão relacionados ao procedimento experimental, como uma única ou múltiplas exposições ao labirinto, a hora do dia em que o teste é feito, assim como os níveis de luminosidade da sala experimental (GRIEBEL et al., 1993; TREIT, MENARD, ROYAN, 1993; KING e JONES, 2001). A literatura relata aumento da esquivas aos braços abertos quando a sala do teste é muito iluminada, e ao contrário, observa-se aumento na porcentagem de entradas e no tempo gasto nos braços abertos quando os animais são testados no escuro (MARTINEZ et al., 2002; MARTINEZ et al., 2005). Desta forma, a luminosidade no teste pode ter influenciado o comportamento dos animais neste estudo, visto que o teste em LCE foi realizado apenas em ambiente claro.

Na tabela 4, pode ser observado que não houve diferença estatística significativa quanto a ambulação dos animais no teste campo aberto, embora os animais alimentados com o suco da folha do mangostão amarelo, na concentração de 40% movimentaram-se 63,17% a menos que o grupo controle.

Tabela 4 - Taxas de movimentação (seg) e elevação (nº) dos ratos em modelo campo aberto.

Tratamentos	Campo aberto	
	Movimentação (seg)	Elevação (nº)
Controle	140,4 ± 46,4	21,4 ± 5,4
Suco da polpa	120,4 ± 39,9	14,6 ± 4,3
Suco da folha	88,7 ± 39,8	13,9 ± 4,5
p-valor	0,0688	0,0086

* Valores expressos como média ± DP; $p \leq 0,05$ é significativo.

Alguns autores consideram que um aumento na ambulação do animal indica redução de fatores estressantes (CHOLERIS et al., 2001).

Muitas plantas têm sido estudadas quanto ao seu potencial comportamental e ansiolítico em modelos animais. Camundongos tratados com o extrato hidro-etanólico do burrito (*Aloysia polystachya* Griseb.), não modificaram o ritmo e a coordenação motora, mas o consumo da planta resultou em aumento de entradas e no tempo gasto nos braços abertos no teste do labirinto em cruz elevada (HELLIÓN-IBARROLA et al., 2006). Em trabalho de Rabbani et al. (2003) o uso do extrato hidroalcoólico de *S. lavandulifolia* em modelos experimentais resultou em aumento do número de entradas e maior permanência nos braços abertos, além de diminuir a entrada e o tempo de permanência nos braços fechados do LCE.

Algumas espécies da *Garcinia* também têm sido utilizadas em testes de comportamento, descritos na literatura. Em estudo realizado por George et al. (2016), os extratos das cascas e raízes da *Garcinia gummi guta*, administrados em doses altas (400 mg Kg⁻¹ peso) apresentaram efeito ansiolítico nos animais, uma vez que, aumentaram significativamente o tempo de permanência e o número de entradas destes nos braços abertos em modelos LCE. As cascas da *G. indica* também apresentaram efeitos ansiolítico e antidepressivo, em estudo de Dhamija et al. (2017), visto que os animais utilizados no experimento apresentaram maior frequência de entrada e maior permanência nos braços abertos em modelo LCE, diferente dos efeitos da *G. cochinchinensis* Choisy neste estudo.

A *G. cambogia* tem sido utilizada por influenciar o comportamento alimentar de modelos experimentais, visto que seu principal constituinte químico, o ácido hidroxicítrico apresenta efeito anorexígeno e aumenta a liberação de serotonina e sua disponibilidade no córtex cerebral (OHIA et al., 2002; SANTOS et al., 2007). As folhas do bacupari, *G. brasiliensis*, foram utilizadas em estudo de Santa-Cecília et al. (2011) apresentando efeito antinociceptivo em ratos machos Wistar e camundongos.

Outras espécies de *garcinia* também tem sido testadas em estudos de comportamento, como os efeitos das sementes da *G. kola* sobre o desenvolvimento cognitivo (ISHOLA et al., 2017) e comportamento sexual (YAKUBU e QUADRI, 2012; SEWANI-RUSIKE et al., 2016), efeitos da *G. cambogia* sobre a

saciedade em humanos (MAYER et al., 2014), efeitos da *G. indica* sobre a locomoção e equilíbrio postural em modelos animais com doença de Parkinson (ANTALA et al., 2012) e efeitos de proteção da *G. kola* sobre a atividade exploratória de animais submetidos a estresse oxidativo no córtex pré-frontal (OLAJIDE et al., 2016). Porém, não há dados na literatura científica sobre os efeitos da *G. cochinchinensis* sobre o comportamento de animais em modelos de ansiedade.

4.3.4. Perfil bioquímico

Na tabela 5 estão descritos os resultados do perfil lipídico dos animais dos grupos controle e tratados com os sucos da polpa e das folhas da *Garcinia cochinchinensis* Choisy. Os resultados do estudo revelaram que houve redução significativa nos valores de triglicerídeos (TG) nos grupos tratados com as folhas do mangostão amarelo comparados ao grupo controle, sendo a redução mais expressiva nos animais que receberam as folhas da planta.

Tabela 5 - Valores de triglicerídeos (TG), colesterol total (COL), VLDL-c, LDL-c e HDL-c (médias \pm desvio padrão)

Tratamentos	Análises bioquímicas				
	TG (mg dL ⁻¹)	COL (mg dL ⁻¹)	VLDL-c (mg dL ⁻¹)	LDL-c (mg dL ⁻¹)	HDL-c (mg dL ⁻¹)
Controle	141,1 \pm 47,69 a*	67,7 \pm 8,20 a	12,1 \pm 3,04 a	16,5 \pm 4,11 a	52,4 \pm 4,50 a
Suco 20%	119,2 \pm 49,62 ab	62,1 \pm 8,87 a	14,0 \pm 4,14 a	21,9 \pm 3,80 a	47,5 \pm 8,70 a
Suco 40%	98,5 \pm 20,75 ab	59,5 \pm 4,57 a	17,1 \pm 2,29 a	23,5 \pm 2,88 a	46,4 \pm 4,80 a
Folha 20%	80,7 \pm 30,19 b	66,7 \pm 8,53 a	14,5 \pm 3,29 a	22,5 \pm 7,11 a	52,1 \pm 6,79 a
Folha 40%	72,9 \pm 42,84 b	63,9 \pm 9,96 a	12,5 \pm 4,24 a	21,1 \pm 7,32 a	52,4 \pm 8,70 a
p-valor	0,0093	0,2748	0,0524	0,1131	0,2365

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Estes dados corroboram com estudos de Al-Mansoub et al. (2014) que identificaram que os extratos aquoso e metanólico dos frutos da *G. atroviridis* demonstraram efeitos hipolipidêmicos em animais submetidos à indução medicamentosa de dislipidemia aguda. O estudo revelou diminuição significativa dos níveis plasmáticos de colesterol total e triglicerídeos, a partir de 34 horas da indução. Em estudo de Wihastuti et al. (2015) o extrato etanólico da *G. mangostana* (800 mg kg⁻¹) melhorou o perfil lipídico de ratos hipercolesterolêmicos após dois meses de administração.

Os dados deste estudo são relevantes, pois, segundo a literatura, vários são os eventos negativos associados a elevação plasmática dos triglicerídeos, como disfunção endotelial e aumento da expressão de moléculas de adesão ao endotélio, aumento de ácidos graxos livres circulantes no plasma sanguíneo potencialmente aterogênicos, aumento da expressão de citocinas e interleucinas pró-inflamatórias, de fibrinogênio e de outros fatores de coagulação sanguínea, além de redução dos níveis de HDL-c e elevação de partículas LDL-c pequenas e densas e de VLDL-c aterogênicas, evidenciando que os níveis elevados de triglicerídeos constituem fator de risco isolado para doenças coronarianas (GREENE et al., 2001; POZZAN et al., 2004; LIMA e COUTO; 2006; KAJIKAWA et al., 2016; REINER, 2017).

Considerando os níveis de colesterol total, houve tendência a diminuição dos valores nos grupos tratados com a polpa e as folhas, comparativamente ao grupo controle, porém a redução não foi estatisticamente significativa (p-valor 0,2748).

Estudos conduzidos com plantas do mesmo gênero da *G. cochinchinensis* Choisy tem revelado efeitos diversos sobre os lipídios plasmáticos. Os extratos da *G. mangostana* reduziram os níveis séricos de triglicerídeos (TG) e colesterol total (CT) em modelos experimentais, quando comparados ao grupo controle em estudo de Taher et al. (2016). Em estudo conduzido por Sarma et al (2016) ratos obesos tratados oralmente com extratos da *G. pedunculata* e submetidos a dietas com alto teor de gordura, apresentaram redução do colesterol total (33%), de triglicerídeos (32%) e LDL-c (38%) após 60 dias de tratamento.

Por outro lado, Martins et al. (2006) observaram aumento dos níveis de colesterol total nos animais tratados com extrato comercial da *Garcinia cambogia* durante 20 dias, diferente do presente estudo.

Os níveis plasmáticos de LDL-c, VLDL e HDL-c não diferiram estatisticamente entre os tratamentos com os sucos da polpa e folhas do mangostão amarelo. No entanto, houve alteração nos valores dos Índices aterogênicos, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Índices aterogênicos calculados a partir das variáveis bioquímicas (médias \pm desvio padrão)

Tratamentos	Índices Aterogênicos			
	TG/HDL-c	CT- (HDL)/HDL	Índice Castelli I	Índice Castelli II
Controle	2,65 \pm 0,760 a*	0,29 \pm 0,101 a	1,29 \pm 0,054 a	0,31 \pm 0,068 b
Polpa 20%	2,63 \pm 1,153 a	0,32 \pm 0,079 a	1,32 \pm 0,106 a	0,47 \pm 0,113 ab
Polpa 40%	2,16 \pm 0,611 ab	0,29 \pm 0,091 a	1,29 \pm 0,121 a	0,51 \pm 0,108 a
Folha 20%	1,54 \pm 0,521 ab	0,28 \pm 0,050 a	1,28 \pm 0,129 a	0,44 \pm 0,149 ab
Folha 40%	1,42 \pm 0,811 b	0,22 \pm 0,084 a	1,22 \pm 0,132 a	0,41 \pm 0,169 ab

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A razão TG/HDL-c reduziu significativamente no grupo tratado com o suco das folhas do mangostão amarelo na concentração de 40%, comparado ao grupo controle. Houve tendência à redução desta razão nos grupos que receberam o suco da polpa em concentração de 40% e o da folha, em 20%, porém não significativo.

Estudos têm demonstrado que quanto maior a razão TG/HDL-c, maior a presença de partículas pequenas e aterogênicas de LDL-c (MARUYAMA et al., 2003; ALBERS et al., 2008). Precisamente, de acordo com Maruyama et al. (2003), uma razão acima de 2,0 mg dL⁻¹ indica a presença de partículas de LDL-c \leq 25,5 nm, caracterizando o fenótipo B.

Desta forma, o consumo dos sucos das folhas do mangostão amarelo mostrou-se eficiente na redução do índice aterogênico e na diminuição de partículas densas de LDL-c nos modelos experimentais, vistos que os grupos que receberam os sucos das folhas apresentaram valores menores que 2,0 mg dL⁻¹ para este índice, indicando seu papel benéfico na aterosclerose e doença arterial coronariana.

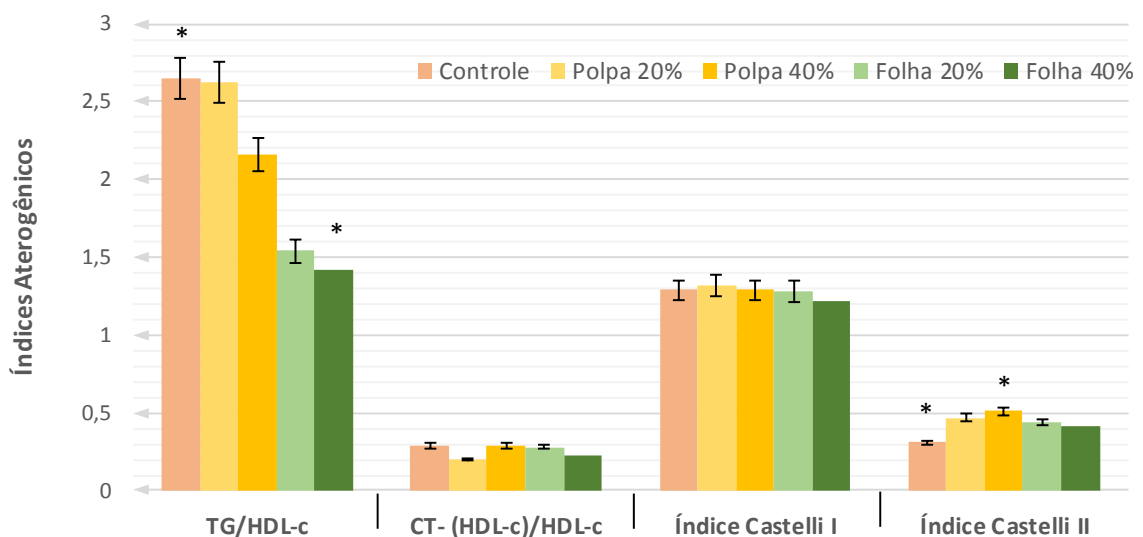
Os mecanismos que explicam a maior aterogenicidade dessas partículas de LDL-c sugerem que estas penetram mais facilmente na parede arterial, são degradadas mais lentamente, tem menor afinidade pelos receptores de LDL-c, e mais expressiva interação com os proteoglicanos da parede arterial (NIGON et al., 1991; GALEANO et al., 1998).

Os dados deste estudo corroboram com o estudo de Paul et al. (2017) que evidenciaram redução significativa na razão TG/HDL-c de ratos tratados

com diferentes dosagens de extrato etanólico do fruto *G. pedunculata*, e com estudo de Al-Kuraishyal e Al-Gareeb (2016) no qual homens obesos tratados com extratos encapsulados de *G. cambogia* apresentaram redução significativa dos valores deste índice aterogênico, da pressão arterial, e da gordura visceral, após três meses de tratamento.

Por outro lado, as razões CT- (HDL-c)/HDL-c e o Índice de Castelli I (CT/HDL-c) também considerados índices aterogênicos, não foram influenciados pelos tratamentos com a polpa ou folhas do mangostão amarelo neste estudo e o Índice de Castelli II (LDL-c/HDL-c) aumentou significativamente no grupo tratado com 40% da polpa do fruto (Figura 9).

Figura 9 – Razões TG/HDL-c, CT- (HDL-c)/HDL-c, Índice de Castelli I (CT/HDL-c) e Índice de Castelli II (LDL-c/HDL-c) dos animais do grupo controle e tratados com a planta.



* p-valor $\leq 0,05$ - diferença estatística significativa

A literatura científica mostra resultados conflitantes quanto aos efeitos das garcinias sobre os índices aterogênicos. Em estudo de Zainalabidin et al. (2005) a administração de extratos da *G. atroviridis* resultou em aumento significativo da razão CT/HDL-c nos animais do estudo, após 12 semanas de tratamento. E em estudo de Kim et al. (2008) o tratamento com o extrato da *G. cambogia* em indivíduos com sobrepeso, não alterou a razão CT-(HDL-c)/HDL-c após dez semanas de administração. Por outro lado, esta razão diminuiu

significativamente em modelos experimentais tratados com o extrato aquoso e metanólico dos frutos da *G. atroviridis* em estudo de Al-Mansoub et al. (2014).

Os efeitos hipolipidêmicos e, por consequência, de redução dos índices aterogênicos têm sido atribuídos a presença de compostos fenólicos totais nas garcinias, especialmente aos flavonoides e taninos (ZAINALABIDIN et al., 2005; AI-KURASHYAL; AL-GAREEB, 2016; TAHER et al., 2016). Desta forma, diferentes resultados apontam para a presença de diversos compostos fenólicos existentes nestas plantas, assim como outros fatores como estágio de amadurecimento dos frutos, solubilidade dos compostos fenólicos e natureza dos extratores utilizados, bem como interação com outros constituintes presentes nos frutos (KING; YOUNG, 1999).

Os resultados dos níveis de glicemia, Proteína C reativa Ultrassensível (PCR-us) e enzimas hepáticas estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de glicemia, enzimas ALT e AST e PCR-us dos animais do grupo controle e tratados com a planta

Tratamentos	Análises bioquímicas			
	GLI (mg dL ⁻¹)	ALT (U L ⁻¹)	AST (U L ⁻¹)	PCR-us (mg dL ⁻¹)
Controle	140,6 ± 19,84*	50,5 ± 8,77	137,3 ± 24,51	0,0227 ± 0,008
Polpa 20%	134,4 ± 9,41	58,0 ± 6,05	120,5 ± 18,40	0,0154 ± 0,006
Polpa 40%	139,2 ± 13,41	57,7 ± 6,25	123,0 ± 7,27	0,0122 ± 0,009
Folha 20%	139,9 ± 14,11	56,0 ± 5,34	113,6 ± 10,54	0,0193 ± 0,009
Folha 40%	136,9 ± 12,30	51,2 ± 9,73	128,9 ± 18,34	0,0260 ± 0,016
p-valor	0,9025	0,1387	0,0865	0,0768

* Valores expressos como média ± DP. ALT: alanina aminotransferase; AST: aspartato aminotransferase; PCR-us: proteína C reativa ultrassensível.
p-valor ≤ 0,05 - diferença estatística significativa

Os resultados mostraram que não houve alterações significativas nos níveis plasmáticos de glicemia dos animais do estudo. Kirana e Srinivasan (2010) observaram que doses de 100 mg kg⁻¹ e 200 mg kg⁻¹ de extrato aquoso da *G. indica* administradas por quatro semanas em ratos diabéticos tipo II, induzidos por estreptozotocina, resultaram em redução significativa dos níveis de glicose em jejum e glicose pós-prandial no final do experimento.

Não houve alteração significativa nos valores das enzimas hepáticas entre os tratamentos, comparativamente ao grupo controle, demonstrando que os sucos de polpa e folha não apresentaram efeitos de toxicidade hepática nas doses utilizadas. Os extratos metanólicos da *G. dulcis* e da *G. hombroniana* demonstraram

atividade hepatoprotetora em modelos experimentais, em estudo de Gogoy et al. (2017) e Jamila et al. (2017), respectivamente, porém não há dados na literatura sobre os efeitos hepatoprotetores ou de toxicidade da *G. cochinchinensis* Choisy.

Comparados ao grupo controle, foi observada tendência para redução dos níveis de Proteína C Reativa Ultrassensível (PCR-us) nos grupos tratados com a polpa do fruto e com as folhas na concentração de 20%, porém não significativo. Udani et al. (2009) observaram em seu estudo que indivíduos com sobrepeso tratados com o suco da *G. mangostana* apresentam redução significativa dos níveis plasmáticos de PCR após um período de oito semanas de tratamento.

Estudos têm evidenciado que a PCR pode ser utilizada como um marcador inflamatório para detecção inicial de doenças ateroscleróticas, visto que pode exercer importantes efeitos pró-inflamatórios, e quando se liga a moléculas resultantes de inflamação ou infecção pode desencadear lesão tecidual (BLAUTH et al., 2008; STANCEL et al., 2016; MARSHE et al., 2017). Desta forma, o consumo do suco com a polpa do mangostão amarelo pode ser um coadjuvante na prevenção de distúrbios ateroscleróticos na população.

4.4 Conclusão

Nas condições em que foram realizadas este trabalho, pode-se concluir que:

- Os sucos da polpa e das folhas do mangostão amarelo reduziram significativamente o peso da gordura visceral dos animais, exceto os tratados com o suco das folhas na concentração de 20%.
- Os níveis plasmáticos de triglicerídeos reduziram significativamente nos grupos tratados com as folhas do fruto, e a razão TG/HDL, considerada um índice aterogênico mostrou redução significativa no grupo tratado com o suco das folhas do mangostão na concentração de 40%, comparado ao grupo controle.
- Os sucos do mangostão amarelo não surtiram efeitos sobre o comportamento dos animais em modelos experimentais de ansiedade.

Referências

- AKIN, I.; NIENABER, C. A. Obesity paradox in coronary artery disease. **World Journal of Cardiology**, Pleasanton, v. 7, n. 10, p. 603–608, Oct. 2015.
- ALBERS, J. J.; MARCOVINA, S. M.; IMPERATORE, G.; SNIVELY, B. M.; STAFFORD, J.; FUJIMOTO, W.; MAYER-DAVIS, E. J.; PETITTI, D. B.; PIHOKER, C.; DOLAN, L. Prevalence and Determinants of Elevated Apolipoprotein B and Dense Low-Density Lipoprotein in Youths with Type 1 and Type 2 Diabetes. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, New York, v. 93, n. 3, p. 735-742, Mar. 2008.
- AL-KURAI SHYAL, H. M.; AL-GAREEB, A. I. Effect of Orlistat Alone or in Combination with Garcinia Cambogia on Visceral Adiposity Index in Obese Patients. *Journal of Intercultural*. **Ethnopharmacology**, Yenişehir, v. 5, n. 4, p. 408–414, Sep./Dec. 2016.
- AL-MANSOUB, M. A.; ASMAWI, M. Z.; MURUGAIYAH, V. Effect of extraction solvents and plant parts used on the antihyperlipidemic and antioxidant effects of *Garcinia atroviridis*: a comparative study. **Journal of the Science and Food of Agriculture**, London, v. 94, n. 8, p. 1552-1558, Jun. 2014.
- ANDRADE, M. I. S.; DOURADO, K. F.; DE LIMA, C. R.; DE ORANGE, L. G., BENTO, R. A.; RODRIGUES, D. A. S. Razão Triglicérido/HDL-C como Indicador de Risco Cardiovascular em Alcoolistas Crônicos. **Revista Brasileira de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 267-275, Jul./Ago. 2012.
- ANTALA, B. V.; PATEL, M. S.; BHUVA, S. V.; GUPTA, S.; RABADIYA, S.; LAHKAR, M. Protective effect of methanolic extract of *Garcinia indica* fruits in 6-OHDA rat model of Parkinson's disease. **Indian Journal Pharmacology**, Mumbai, v. 44, n. 6, p. 683-87. Nov./Dec. 2012.
- BARBOSA, P. R. **Estudo da ação psicofarmacológica de extratos de *Passiflora alata* Dryander e *Passiflora edulis* Sims**. 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – Criciúma, SC, Brazil. 2006.
- BATISTA, E. K. F.; TRINDADE, H. I.; LIRA, S. R. S.; MULLER, J. B. B. S., SILVA, L. L. B.; BATISTA, M. C. S. Atividades antinociceptiva e antiinflamatória do extrato etanólico de *Luehea divaricata*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 433-441, Jun. 2016.
- BERNARDES, A. E.; VIEIRA, E. E. S.; LIMA, L. H. O.; CARVALHO, G. C. N.; SILVA, A. R. V. Fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis em universitários. **Ciência, Cuidado e Saúde**, Maringá, v. 14, n. 2, p. 1122-1128, Abr./Jun. 2015.
- BLAUTH, F.; LARA, G. M.; WAGNER, S. C.; CÉSAR, L. R. Association between cardiovascular risk factors and C reactive protein in aged women. **Jornal Brasileiro**

de Patologia e Medicina Laboratorial, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 83-88, Abr. 2008.

CAI, G.; SHI, G.; XUE, S.; LU, W. The atherogenic index of plasma is a strong and independent predictor for coronary artery disease in the Chinese Han population. **Medicine**, Baltimore, v. 96, n. 37, p. 1-16, Sep. 2017.

CAO, X.; WANG, D.; ZHOU, J.; CHEN, Z. Comparison of lipoprotein derived indices for evaluating cardio-metabolic risk factors and subclinical organ damage in middle-aged Chinese adults. **International journal of clinical chemistry**, Amsterdam, v. 457, n. 2017, p. 22-27, Sep. 2017.

CASTELLI, W. P.; ABBOT, W. D.; MC NAMARA, P. M. Summary estimates of cholesterol used to predict Coronary Heart disease. **Circulation**, Dallas, v. 67, n. 4, p. 730-734, Apr. 1983.

CHOLERIS, E., THOMAS, A.W., KAVALIERS, M., PRATO, F.S. A detailed ethological analysis of the mouse open field test: effects of diazepam, chlordiazepoxide and an extremely low frequency pulsed magnetic field. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, New York, v. 25, n. 3, p. 235-260, May. 2001.

CULLEN, P. Evidence that triglycerides are an independent coronary heart disease risk factor. **The American Journal of Cardiology**, New York, v. 86, n. 9, p. 943-949, Nov. 2000.

DHAMIJA, I.; PARLE, M.; KUMAR, S. Antidepressant and anxiolytic effects of *Garcinia indica* fruit rind via monoaminergic pathway. **Biotechnology**, Berlin, v. 7, n. 131, p. 1-12, Jun. 2017.

DREON, D. M.; FERNSTROM, H. A.; WILLIAMS, P. T.; KRAUSS, R. M. LDL subclass patterns and lipoprotein response to a low-fat, high-carbohydrate diet in women. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, Dallas, 17, n. 4, p. 707-14, Apr. 1997.

EL-NEWARY, S. A.; SULIEMAN, A. M.; EL-ATTAR, S. R.; SITOHY, M. Z. Hypolipidemic and antioxidant activity of the aqueous extract from the uneaten pulp of the fruit from *Cordia dichotoma* in healthy and hyperlipidemic Wistar albino rats. **Journal of Natural Medicine**, Tokyo, v. 70, n. 3, p. 539-53, Jul. 2016.

FERREIRA, D. F. SISVAR – **Sistema de Análise de Variância. Versão 5.3**. Lavras - MG: UFLA, 2010.

GALEANO, N. F.; AL-HAIDERI, M.; KEYSERMAN, F. Small dense low density lipoprotein has increased affinity for LDL receptor-independent cell surface binding sites: a potential mechanism for increased atherogenicity. **Journal of Lipid Research**, Memphis, v. 39, n. 6, p.1263-73, Jun. 1998.

GAZIANO, J. M.; HENNEKENS, C. H.; O'DONNELL, C. J.; BRESLOW, J. L.; BURING, J. E. Fasting triglycerides, high-density lipoprotein, and risk of myocardial infarction. **Circulation**, Dallas, v. 96, n. 8, p. 2520–2525, Oct. 1997.

GEORGE, M.; LINCY, J.; ASHITHA, K. S. Evaluation of anxiolytic activity of bark and root extracts of *Garcinia gummi guta* (L.) N. Robson. **World journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Bhopal, v. 5, n. 2, p. 642-650, 2016.

GOGOI, N.; GOGOI, A.; NEOG, B.; BARUAH, D.; SINGH, K. D. Evaluation of Antioxidant and Hepatoprotective Activity of Fruit Rind Extract of *Garcinia dulcis* (Roxburgh) Kurz. **Pharmacognosy Research**, Mumbai, v. 9, n. 3, p. 266-272, Jul./Sep. 2017.

GOMES, N. D. I.; CASTRO, M. M. E.; SOARES, M. M.; ANJOS, B. L.; SOUZA, D. M. I.; MACHADO, R. R. S.; STAMPINI, D. M. H. Uba mango juices intake decreases adiposity and inflammation in high-fat diet-induced obese Wistar rats. **Nutrition**, New York, v. 32, n. 9, p. 1011-8, Jan. 2016.

GREENE, D. J., SKEGGS, J. W.; MORTON, R. E. Elevated triglyceride content diminishes the capacity of high density lipoprotein to deliver cholesteryl esters via the scavenger receptor class B type I (SR-BI). **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.276, n. 7, p. 4804–4811, Oct. 2001.

GRIEBEL, G., MOREAU, J-L., JENCK, F., MARTIN, J. R., MISLIN, R. Some critical determinants of the behavior of rats in the elevated plus-maze. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 29, n. 1-2, p. 37-47, Apr. 1993.

HAN, S. H.; NICHOLLS, S. J.; SAKUMA, I.; ZHAO, D.; KOH, K. K. Hypertriglyceridemia and Cardiovascular Diseases: Revisited. **Korean Circulation Journal**, Seoul, v. 46, n. 2, p. 135-44, Mar. 2016.

HAYAMIZU, K.; ISHII, Y.; KANEKO, I.; SHEN, M.; OKUHARA, Y.; SHIGEMATSU, N.; TOMI, H.; FURUSE, M.; YOSHINO, G.; SHIMASAKI, H.; Effects of *Garcinia cambogia* (Hydroxycitric Acid) on visceral fat accumulation: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. **Current Therapeutic Research, Clinical and Experimental**, New York, v. 64, n. 8, p. 551-67, Sep. 2003.

HELLIÓN-IBARROLA, M.C.; IBARROLA, D.A; MONTALBETTI, Y.; KENNEDY, M. L.; HEINICHEN, O.; CAMPUZANO, M.; TORTORIELLO, J.; FERNÁNDEZ, S.; WASOWSKI, C.; MARDER, M.; DE LIMA, T. C.; MORA, S. The anxiolytic-like effects of *Aloysia polystachya* (Griseb.) Moldenke (Verbenaceae) in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 105, n. 3, p. 400-408, May. 2006.

HOLCOMB, I. N.; KABAKOFF, R. C.; CHAN, B.; BAKER, T. W.; GURNEY, A.; HENZEL, W.; et al. FIZZ1, a novel cysteine-rich secreted protein associated with pulmonary inflammation, defines a new gene family. **The EMBO Journal**, Oxford, v.19, n. 15, p. 4046- 55, Aug. 2000.

ISHOLA, I. O.; ADAMSON, F. M.; ADEYEMI, O. O. Ameliorative effect of kolaviron, a biflavonoid complex from *Garcinia kola* seeds against scopolamine-induced memory

impairment in rats: role of antioxidant defense system. **Metabolic brain disease**, New York, v. 32, n. 1, p. 235-245, Feb. 2017.

JAMILA, N.; KHAN, N.; KHAN, A. A.; KHAN, I.; KHAN, S. N.; ZAKARIA, Z. A.; KHAIRUDDEAN, M.; OSMAN, H.; KIM, K. S. In vivo carbon tetrachloride-induced hepatoprotective and in vitro cytotoxic activities of *Garcinia hombroniana* (seashore mangosteen). **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicine**, Nigeria, v. 14, n. 2, p. 374-382, Jan. 2017.

KAJIKAWA, M.; KAJIKAWA, M.; MARUHASHI, T.; MATSUMOTO, T.; IWAMOTO, Y.; IWAMOTO, A.; ODA, N.; KISHIMOTO, S.; MATSUI, S.; AIBARA, Y.; HIDAKA, T.; KIHARA, Y.; CHAYAMA, K.; GOTO, C.; NOMA, K.; NAKASHIMA, A.; TOMIYAMA, H.; TAKASE, B.; YAMASHINA, A.; HIGASHI, Y. Relationship between serum triglyceride levels and endothelial function in a large community-based study. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 249, n. 2016, p. 70–75, Jun. 2016.

KIM, K. Y.; LEE, H. N.; KIM, Y. J.; PARK, T. *Garcinia cambogia* extract ameliorates visceral adiposity in C57BL/6J mice fed on a high-fat diet. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 72, n. 7, p. 1772-80, Jul. 2008.

KING, S. M., JONES, N. Influence of circadian phase and test illumination on pre-clinical models of anxiety. **Physiology & Behavior**, New York, 72, 99-106, Jan. 2001.

KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 50, n. 2, p. 213-8, Feb. 1999.

KIRANA, H.; SRINIVASAN, B. P. Aqueous Extract of *Garcinia indica* Choisy Restores Glutathione in Type 2 Diabetic Rats. **Journal Young Pharmacology**, Mumbai, v. 2, n. 3, p. 265-268, Jul. 2010.

LAWLER, P. R.; AKINKUOLIE, A. O.; CHU, A. Y.; SHAH, S. H.; KRAUS, W. E.; CRAIG, D.; PADMANABHAN, L.; GLYNN, R. J.; RIDKER, P. M.; CHASMAN, D. I.; MORA, S. Atherogenic Lipoprotein Determinants of Cardiovascular Disease and Residual Risk Among Individuals With Low Low-Density Lipoprotein Cholesterol. **Journal of the American Heart Association**, Oxford, v. 6, n. 7, p. 1-23, Jul. 2017.

LEMIEUX, I.; PASCOT, A.; COUILLARD, C.; LAMARCHE, B.; TCHERNOF, A.; ALMÉRAS, N.; BERGERON, J.; GAUDET, D.; TREMBLAY, G.; PRUD'HOMME, D.; NADEAU, A.; DESPRÉS, J. P. Hypertriglyceridemic waist: A marker of the atherogenic metabolic triad (hyperinsulinemia; hyperapolipoprotein B; small, dense LDL) in men? **Circulation**, Dallas, v. 102, n. 2, p. 179-84, Jul. 2000.

LEON, B. M.; MADDOX, T. M. Diabetes and cardiovascular disease: Epidemiology, biological mechanisms, treatment recommendations and future research. **World Journal Diabetes**, Pleasanton, v. 6, n. 13, p. 1246-58, Oct. 2015.

LIMA, E. S.; COUTO, R. D. Structure, metabolism and physiologic functions of high-density lipoproteins. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro v. 42, n. 3, p. 169-78, Jun. 2006.

LUZ, P. L.; FAVARATO, D.; FARIA NETO, J.; LEMOS, P.; CHAGAS, A. C. P. High Ratio of triglycerides to HDL cholesterol predicts extensive coronary disease. **Clinics**, São Paulo, v. 63, n. 4, p. 427-32, Aug. 2008.

MAHMUD, A.; GALLANT, S.; SEDKI, F.; D'CUNHA, T.; SHALEV, U. Effects of an acute cannabidiol treatment on cocaine self-administration and cue-induced cocaine seeking in male rats. **Journal of Psychopharmacology**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 96-104, Jan. 2016.

MAIA, J. R. P.; SCHWERTZ, M. C.; SOUSA, R. F. S.; AGUIAR, J. P. L.; LIMA, E. S. Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.17, n.1, p.112-119, 2015.

MARSHE, V. S.; PIRA, S.; MANTERE, O.; BOSCHE, B.; LOOPER, K. J.; HERRMANN, N.; MÜLLER, D. J.; REJ, S. C-reactive protein and cardiovascular risk in bipolar disorder patients: A systematic review. **Progress in Neuro-psychopharmacology & Biological Psychiatry**, Oxford, v. 79, n. Pt B, 442-451, Oct. 2017.

MARTINEZ, J. C.; CARDENAS, F.; LAMPREA, M.; MORATO, S. The role of vision and proprioception in the aversion of rats to the open arms of an elevated plus maze. **Behavioral Processes**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 15-26, Oct. 2002.

MARTINEZ, R., GARCIA, A. M. B.; MORATO, S. Papel da luminosidade do biotério no comportamento do rato no labirinto em cruz elevado. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 239-245, 2005.

MARTINS, N. H.; MONTEIRO, D. A.; PINTO, F. G. Efeitos da administração da *Garcinia cambogia* sobre parâmetros bioquímicos de sangue e ganho de peso em ratos saudáveis. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 137-143, 2006.

MARUYAMA, C.; IMAMURA, K.; TERAMOTO, T. Assessment of LDL-c particle size by triglycerides/HDL-cholesterol ratio in non-diabetic, health subject without prominent hyperlipidemia. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, Tokyo, v. 10, n. 3, p. 186-191, 2003.

MAYER, M. A.; FINLAYSON, G.; FISCHMAN, D.; DE PAZ, C.; TELLERARTE, M. R.; FERRERO, A. J.; BOBILLO, C.; FERNÁNDEZ, B. E. Evaluation of the satiating properties of a nutraceutical product containing *Garcinia cambogia* and *Ascophyllum nodosum* extracts in healthy volunteers. **Food & Function**, Cambridge, v. 5, n. 4, p. 773-9, Apr. 2014.

MCNAMARA, J. R., CAMPOS, H.; ORDOVAS, J. M.; PETERSON, J.; WILSON, P. W.; SCHAEFER, E. J. Effect of gender, age, and lipid status on low density

lipoprotein subfraction distribution. Results from the Framingham Offspring Study. **Arteriosclerosis**, Dallas, v. 7, n. 5, p. 483-90, Sep./Oct. 1987.

MERLIN, A. C.; GIROLDO, M.; ISOLANIC, A. P.; BIAZOND, A. C. B. Marcadores de Aterosclerose em Adolescentes: Comparação dos Valores de APO B, LDL-Colesterol e Não-HDL-Colesterol. **Journal of Health Sciences**, Londrina, v. 17, n. 3, p. 189-93, Jul./Set. 2015.

NIGON, F.; LESNIK, P.; ROUIS, M. Discrete subspecies of human low density lipoproteins are heterogeneous in their interaction with the cellular LDL receptor. **Journal of Lipid Research**, Memphis, v. 32, n. 11, p. 1741-53, Nov. 1991.

OHIA, S. E.; OPERE, C. A, LEDAY AM, BAGCHI M, BAGCHI D, STOHS SJ. Safety and mechanism of appetite suppression by a novel hydroxycitric acid extract (HCA-SX). **Molecular and Cellular Biochemistry**, Hague, v. 238, n. 1-2, p. 89-103, Sep. 2002.

OLAJIDE, O. J.; ENAIBE, B. U.; BANKOLE, O. O.; AKINOLA, O. B.; LAOYE, B. J.; OGUNDELE, O. M. Kolaviron was protective against sodium azide (NaN₃) induced oxidative stress in the prefrontal cortex. **Metabolic Brain Disease**, New York, v. 31, n. 1, p. 25-35, Fev. 2016.

OUCHI, N.; PARKER, J. L.; LUGUS, J. J.; WALSH, K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. **Nature Reviews Immunology**, London, v. 11, n. 2, p. 85-97, Feb. 2011.

PAUL, S.; ALI, M. Y.; RUMPA, N. E.; TANVIR, E. M., HOSSEN, M. S.; SAHA, M.; BHOUMIK, N. C.; GAN, S. H.; KHALIL, M. I. Assessment of Toxicity and Beneficiary Effects of *Garcinia pedunculata* on the Hematological, Biochemical, and Histological Homeostasis in Rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 2017, n. 4686104, p. 1-17, Jan. 2017.

POZZAN, R.; POZZAN, R.; MAGALHÃES, M.E.C.; BRANDÃO, A. A.; BRANDÃO, A. P. Dislipidemia, Síndrome Metabólica e Risco cardiovascular elevado. **Revista da SOCERJ**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 97-104, Abr./Maio./Jun, 2004.

RABBANI, M.; SAJJADI, S. E.; ZAREI, H. R. Anxiolytic effects of *Stachys lavandulifolia* Vahl on the elevated plus-maze model of anxiety in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 89, n. 2-3, p. 271- 76, Dec. 2003.

REAVEN, G. M.; CHEN, Y. D.; JEPPESEN, J.; MAHEUX, P.; KRAUSS, R. M. Insulin resistance and hyperinsulinemia in individuals with small, dense low density lipoprotein particles. **The Journal of Clinical Investigation**, New Haven, v. 92, n. 1, p. 141-46, Jul. 1993.

REINER, Ž. Hypertriglyceridaemia and risk of coronary artery disease. **Nature Reviews Cardiology**, London, v. 14, n. 7, p. 401-411, Jul. 2017.

REIS, N. S. C.; ALENCAR, J. D.; HORTEGAL, E.; DIAS, R. S. C.; CALADO, I. L. Risco cardiovascular em pacientes em tratamento hemodialítico: parâmetros

antropométricos e razão triglicérido/HDL-colesterol. **Revista de Pesquisa em Saúde**, Maranhão, v. 16, n. 3, p. 170-174, Set./Dez. 2015.

SANTA-CECÍLIA, F. V.; VILELA, F. C.; DA ROCHA, C. Q.; DIAS, D. F.; CAVALCANTE, G. P.; FREITAS, L. A.; DOS SANTOS, M. H.; GIUSTI-PAIVA, A. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of *Garcinia brasiliensis*. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 133, n. 2, p. 467-73, Jan. 2011.

SANTOS, A. C. S.; ALVAREZ, M. S.; BRANDÃO, P. B.; SILVA, A. G. *Garcinia cambogia* – uma espécie vegetal como recurso terapêutico contra a obesidade? **Natureza on line**, Santa Tereza, v. 5, n. 1, p. 37-43, 2007.

SARMA, R.; KUMARI, S.; ELANCHERAN, R.; DEORI, M.; DEVI, R. Polyphenol rich extract of *Garcinia pedunculata* fruit attenuates the hyperlipidemia induced by high fat diet. **Frontiers in Pharmacology**, Lausanne, v. 7, n. 294, p. 1-11, Aug. 2016.

SEMWAL, R. B.; SEMWAL, D. K.; VERMAAK, I.; VILJOEN, A. A comprehensive scientific overview of *Garcinia cambogia*. **Fitoterapia**, Milano, v. 102, p. 134-148, Fev. 2015.

SEWANI-RUSIKE, C. R.; RALEBONA, N., NKEH-CHUNGAG, B. N. Dose and time-dependent effects of *Garcinia kola* seed extract on sexual behaviour and reproductive parameters in male Wistar rats. **Andrologia**, Berlin, v. 48, n. 3, p. 300-7, Apr. 2016

SIERRA, A.; PINTÓ, X.; GUIJARRO, C.; MIRANDA, J. L.; CALLEJO, D.; CUERVO, J.; SUBIRÀ, R.; RUBIO, M. Prevalence, Treatment, and Control of Hypercholesterolemia in High Cardiovascular Risk Patients: Evidences from a Systematic Literature Review in Spain. **Advances in Therapy**, New York, v. 32, n. 10, p. 944-61, Oct. 2015.

SIRONI, A.M; PETZ, R; DE MARCHI, D; BUZZIGOLI, E. C. D.; POSITANO, V.; LOMBARDI, M.; FERRANNINI, E.; GASTALDELLI, A. Impact of increased visceral and cardiac fat on cardiometabolic risk and disease. **Diabetic Medicine**, Oxford, v. 29, n. 5, p. 622– 627, May. 2012.

SOUZA, F. C. F. S.; MELO, C. T. V.; CITÓ, M. C. O.; FÉLIX, F. H. C.; VASCONCELOS, S. M. M.; FONTENELES, M. M. F.; BARBOSA FILHO, J. M.; VIANA, G. S. B. Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 642-654, Out./Dez. 2008.

SRIPRADHA, R.; SRIDHAR, M. G.; MAITHILIKARPAGASELVI, N. Antihyperlipidemic and antioxidant activities of the ethanolic extract of *Garcinia cambogia* on high fat diet-fed rats. **Journal of Complementary and Integrative Medicine**, Berkeley, v. 13, n. 1, p. 9-16, Mar. 2015.

STANCEL, N.; CHEN, C. C.; KE, L. Y.; CHU, C. S.; LU, J.; SAWAMURA, T.; CHEN, C. H. Interplay between CRP, Atherogenic LDL, and LOX-1 and Its Potential Role in

the Pathogenesis of Atherosclerosis. **Clinical Chemistry**, Baltimore, v. 62, n. 2, p. 320-27, Feb. 2016.

STEPHENS, D. N. Does the Lee obesity index measure general obesity ? **Physiology & Behavior**, New York, v. 25, n. 2, p. 313-5, Aug. 1980.

TAHER, M.; T. G.; ZAKARIA, T. M.; SUSANTI, D.; ZAKARIA, Z. A. Hypoglycaemic activity of ethanolic extract of *Garcinia mangostana* Linn. in normoglycaemic and streptozotocin-induced diabetic rats. **BMC complementary and alternative medicine**, London, v. 16, n. 135, p. 1-12, May. 2016.

TANI, S.; MATSUMOTO M.; NAGAO, K.; HIRAYAMA, A. Association of triglyceride-rich lipoproteins-related markers and low-density lipoprotein heterogeneity with cardiovascular risk: effectiveness of polyacrylamide-gel electrophoresis as a method of determining low-density lipoprotein particle size, **Journal of Cardiology**, Tokyo, v. 63, n. 1, p. 60–68, Jan. 2014.

TREIT, D., MENARD, J., ROYAN, C. Anxiogenic stimuli in the elevated plus-maze. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, Phoenix v. 44, n. 2, p. 463-469, Feb. 1993.

UDANI, J. K.; SINGH, B. B.; BARRETT, M. L.; SINGH, V. J. Evaluation of Mangosteen juice blend on biomarkers of inflammation in obese subjects: a pilot, dose finding study. **Nutrition Journal**, London, v. 8, n. 48, p. 1-18, Oct. 2009.

VIANNA, M. R.; ALONSO, M.; VIOLA, H.; QUEVEDO, J.; DE PARIS, F.; FURMAN, M.; DE STEIN, M. L.; MEDINA, J. H.; IZQUIERDO, I. Role of hippocampal signaling pathways in long-term memory formation of nonassociative learning task in the rat. **Learning & Memory**, New York, v. 7, n. 5, p. 333-40, Sep./Oct. 2000.

WIHASTUTI, T. A.; WIDODO, M. A.; HERIANSYAH, T.; SARI, N. A. K. Study of the inhibition effect of ethanolic extract of mangosteen pericarp on atherogenesis in hypercholesterolemic rat. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, Singapore, v. 5, n. 10, p. 830–834, Oct. 2015.

WING, R. R.; TATE, D. F.; GARCIA, K. R.; BAHNSON, J.; LEWIS, C. E.; ESPELAND, M. A. Improvements in Cardiovascular Risk Factors in Young Adults in a Randomized Trial of Approaches to Weight Gain Prevention. **Obesity**, Silver Spring, v. 25, n. 10, p. 1660-66, Aug. 2017.

XU, H., BARNES, G. T., YANG, Q., TAN, G., YANG, D., CHOU, C. J., SOLE, J., NICHOLS, A., ROSS, J. S., TARTAGLIA, L. A., CHEN, H. Chronic inflammation in fat plays a crucial role in the development of obesity-related insulin resistance. **The Journal of clinical investigation**, New Haven, v. 112, n. 12, p. 1821-30, Dec. 2003.

YAKUBU, M. T.; QUADRI, A. L. *Garcinia kola* seeds: is the aqueous extract a true aphrodisiac in male Wistar rats? **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, Nigeria, v. 9, n. 4, p. 530-35, Jul. 2012.

ZAINALABIDIN, S.; LATIP, J.; MUDA, E. N.; MORAT, P. The effect of *Garcinia atroviridis* extrates on lipid composition of normal. In: ITB-UKM JOIN SEMINAR ON CHEMISTRY, 6. 2005, Bali. **Perkembangan Terkini Ilmu Kimia yang Berlandaskan Kajian Sumber Alam**. Bali: Institut Teknologi Bandung, 2005, p. 854-858.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores médios para pH, sólidos solúveis, acidez titulável e *ratio* encontrados na polpa do fruto fresco do mangostão amarelo mostraram-se inferiores ou semelhantes quando comparados a outras variedades da *Garcinia* observados na literatura.

Os resultados das análises colorimétricas indicaram a presença de classes de metabólitos secundários no extrato seco da polpa do mangostão amarelo, especialmente flavonoides, tais como flavanonas, flavonas, flavonóis e flavanonóis.

Nas análises quantitativas para fitoquímicos foram encontradas concentrações expressivas de compostos fenólicos na polpa e nas folhas dos frutos, sendo que os teores foram mais significativos nas folhas, embora a atividade antioxidante foi mais expressiva nos frutos.

Os resultados da administração dos sucos nos modelos experimentais evidenciaram que não houve variações significativas no ganho de peso corporal e no Índice de Lee, porém os sucos da polpa e das folhas (40%) do mangostão amarelo reduziram significativamente o peso da gordura visceral dos animais.

Os níveis plasmáticos de LDL-c, VLDL e HDL-c, além da glicemia, proteína C-reativa (PCR) e enzimas hepáticas não diferiram estatisticamente entre os diversos tratamentos e o grupo controle, porém os níveis de triglicerídeos reduziram significativamente nos grupos tratados com as folhas do fruto, e a razão TG/HDL mostrou redução significativa no grupo tratado com o suco das folhas do mangostão na concentração de 40%, comparados ao grupo controle.

Os sucos da polpa e das folhas sofreram processo de escurecimento visual, porém não quantificado, durante o tratamento dos animais. Sugere-se que tal escurecimento pode ter favorecido a degradação de compostos fenólicos que seriam favoráveis as alterações nos demais parâmetros bioquímicos e antropométricos dos animais deste estudo, visto que as análises de fitoquímicos evidenciaram a presença de concentrações expressivas de compostos fenólicos e flavonoides nos frutos e folhas da planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHA Statistical Update. Heart Disease and Stroke Statistics - 2015 Update A Report From the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 133, p. 38-360, 2015.

ALI HASSAN, S. H.; FRY, J. R.; ABU BAKAR, M. F. Phytochemicals content, antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibition properties of indigenous *Garcinia parvifolia* fruit. **BioMed Research International**, New York, v. 2013, p. 1-18, Oct. 2013.

BAGATTOLI, P. C.; CIPRIANI, D. C.; MARIANO, L. N.; CORREA, M.; WAGNER, T. M.; NOLDIN, V. F.; FILHO, V. C.; NIERO, R. Phytochemical, Antioxidant and Anticancer Activities of Extracts of Seven Fruits Found in the Southern Brazilian Flora. **Indian Journal Pharmaceutical Sciences**, Bombay, v. 78, n. 1, p. 34-40, Jan./Fev. 2016.

BATISTA, Â. G.; FERRARI, A. S.; DA CUNHA, D. C.; DA SILVA, J. K.; CAZARIN, C. B.; CORREA, L. C.; PRADO, M. A.; CARVALHO-SILVA, L. B.; ESTEVES, E. A.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Polyphenols, antioxidants, and antimutagenic effects of *Copaifera langsdorffii* fruit. **Food Chemistry**, Barking, v. 197, p. 1153–1159, Apr. 2016.

BOCHI, V. C.; BARCIA, M. T.; RODRIGUES, D.; GODOY, H. T. Biochemical Characterization of *Dovyalis hebecarpa* fruits: a source of anthocyanins with high antioxidant capacity. **Journal Food Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 2127-33, Oct. 2015.

CHEN, J.; TING, C.; HWANG, T.; CHEN, I. Benzophenone Derivatives from the Fruits of *Garcinia multiflora* and Their Anti-inflammatory Activity. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 72, n. 2, p. 253–258, Fev. 2009.

CHEN, Y.; WANG, G.; WANG, H.; CHENG, C.; ZANG, G.; GUO, X.; LIU, R. H. Phytochemical profiles and antioxidant activities in six species of ramie leaves. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n. 9, p. 1-9, Sep. 2014.

DANAEI, G.; LU, Y.; SINGH, G. M.; CARNAHAN, E.; STEVENS, G. A.; COWAN, M. J. et al. Cardiovascular disease, chronic kidney disease, and diabetes mortality burden of cardiometabolic risk factors from 1980 to 2010: a comparative risk assessment. **Diabetes & Endocrinology**, London, v. 2, n. 8, p. 634–647, Aug. 2014.

DUNCAN, B. B.; DORA, C.; AQUINO, E. M. L.; BENSEÑOR, I. J. M.; MILL, J. G.; SCHMIDT, M. I.; LOTUFO, P. A.; VIGO, A.; BARRETO, S. M. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: prioridade para enfrentamento e investigação. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, n. 5, p. 126-34, Dez. 2012.

FERREIRA, R. O.; CARVALHO, M. G.; SILVA, T. M. S. Ocorrência de biflavonoides em Clusiaceae: aspectos químicos e farmacológicos. **Química Nova**, v. 35, n. 11, p. 2271-2277, Out. 2012.

FIGUEIREDO, S. A. **Avaliação in vivo e in vitro do potencial fotoprotetor e/ou fotoquimioprotetor do extrato etanólico do epicarpo de *Garcinia brasiliensis***. 2013. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. 2013.

GOGOI, N.; GOGOI, A.; NEOG, B. Free radical scavenging activities of *Garcinia xanthochymus* Hook. F. and *Garcinia Lanceaefolia* Roxb. using various in vitro assay models. **Asian Journal of Pharmaceutical Clinical Research**, Madhya Pradesh, v. 8, n. 3, p. 138-141, Jan./Feb. 2015.

KANG, E. S.; HWANG, J. S.; KIM, M-H.; KIM, H. J.; LEE, C-K.; SEO, H. G. Effect of *Garcinia cambogia* extract-containing dip-sauce for meat on lipid accumulation and body weight reduction in rats fed high-fat diet. **Korean Journal of Food Science of Animal Resources**, Seoul, v. 33, n. 2, p.276-280, Apr. 2013.

LIN, K. W.; HUANG A. M.; YANG, S. C.; WENG, J. R.; HOUR, T. C.; PU, Y. S.; LIN, C. N. Cytotoxic and antioxidant constituents from *Garcinia subelliptica*. **Food Chemistry**, Barking, v. 135, n. 2, p. 851–859, Nov. 2012.

LIU, C.; HO, P. C.; WONG, F. C.; SETHI, G.; WANG, L. Z.; GOH, B. C. Garcinol: Current status of its anti-oxidative, anti-inflammatory and anti-cancer effects. **Cancer Letters**, Amsterdam, v. 362, n. 1, p. 8-14, Jun. 2015.

MACKEEN, M. M.; ALI, A. M.; LAJIS, N. H.; KAWAZU, K.; KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Antifungal *Garcinia* acid esters from the fruits of *Garcinia atroviridis*. **Zeitschrift Fur Naturforschung. C**, Tubingen, v. 57, n. 3, p. 291–295, Mar./Apr. 2002.

MAHENDRAN, P.; DEVI, C. S. S. Effect of *Garcinia cambogia* extract on lipids and lipoprotein composition in dexamethasone administered rats. **Indian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 45, n. 3, p. 345-50, Jul. 2001.

MASULLO, M.; MENEGAZZI, M.; DI MICCO, S.; BEFFY, P.; BIFULCO, G.; DAL BOSCO M. Direct interaction of garcinol and related polyisoprenylated benzophenones of *Garcinia cambogia* fruits with the transcription factor STAT-1 as a likely mechanism of their inhibitory effect on cytokine signaling pathways. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 77, p. 543-49, Mar. 2014.

MELO, M. S.; QUINTANS, J. D. E. S.; ARAÚJO, A. A.; DUARTE, M. C.; BONJARDIM, L. R.; NOGUEIRA, P. C.; MORAES, V. R.; DE ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; RIBEIRO, E. A.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J. A systematic review for anti-inflammatory property of clusiaceae family: a preclinical approach. **Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM**, v. 2014, p. 1-10, May. 2014.

NAICKER, A.; VENTER, C. S.; MACINTYRE, U. E.; ELLIS, S. Prevalence of Selected Intermediate Risk Factors for Non-communicable Diseases in an Apparently Healthy Indian Community in KwaZulu-Natal, South Africa. **Journal of Community Health**, New York, v. 42, n. 1, p. 122-128, Feb. 2016.

NALDONI, F. J., CLAUDINO, A. L. R., CRUZ, J. W., CHAVASCO JR, J. K., FARIA SILVA, P.M., VELOSO, M. P., DOS SANTOS, M. H. Antimicrobial Activity of Benzophenones and Extracts from the Fruits of *Garcinia brasiliensis*. **Journal of Medicinal Food**, New York, v. 12, n. 2, p. 403-407, Apr. 2009.

NANGIA, R.; SINGH, H.; KAUR, K. Prevalence of cardiovascular disease (CVD) risk factors. **Medical Journal - Armed Forces India**, New Delhi, v. 72, n. 4, p. 315-319, Oct. 2016.

OLIVEIRA, L. A. R.; MACHADO, R. D.; RODRIGUES, A. J. L. Levantamento sobre o uso de plantas medicinais com a terapêutica anticâncer por pacientes da Unidade Oncológica de Anápolis. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 32-40, Jan./Mar. 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World health statistics 2012**. 45p. Geneva: World Health Organization, 2012. [acesso em 08 dez 2016]. Disponível em http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2012_Full.pdf.

OSÓRIO, E.; MONTOYA, G. P.; BASTIDA, J. Caracterización fitoquímica de una fracción de biflavonoides de *Garcinia madruno*: su inhibición de la oxidación de LDL humana y su mecanismo de estabilización de especies radicalarias. **Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, Medellín, v. 16, n. 3, p. 369-377, Oct. 2009.

OTUKI, M. F.; BERNARDI, C. A.; PRUDENTE, A. S.; LASKOSKI, K.; GOMIG, F.; HORINOUCI, C. D. S.; GUIMARÃES, C. L.; FERREIRA, J.; DELLE-MONACHE, F.; CECHINEL-FILHO, V.; CABRINI, D. A. *Garcinia gardneriana* (Planchon & Triana) Zappi. (Clusiaceae) as a Topical Anti-inflammatory Alternative for Cutaneous Inflammation. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, Oxford, v. 109, p. 56–62, Jul. 2011.

OYAGBEMI, A. A.; OMOBOWALE, T. O.; ADEDAPO, A. A.; YAKUBU, M. A. Kolaviron, Biflavonoid Complex from the Seed of *Garcinia kola* Attenuated Angiotensin II- and Lypopolysaccharide-induced Vascular Smooth Muscle Cell Proliferation and Nitric Oxide Production. **Pharmacognosy Research**, Mumbai, v. 8, n. 1, p. 50-5, Mar. 2016.

PANTHONG, K.; HUTADILOK-TOWATANA, N.; PANTHONG A. Cowaxanthone F, a new tetraoxygenated xanthone, and other anti-inflammatory and antioxidant compounds from *Garcinia cowa*. **Canadian Journal of Chemistry**, Ottawa, v. 87, n. 11, p. 1636-1640, Oct. 2009.

PEREIRA, I. O., MARQUES, M. J., PAVANB, A. L. R., CODONHO, B. S., BARBIÉRI, C. L., BEIJO, L. A., DORIGUETTO, A. C., D'MARTINA, E. C., DOS

- SANTOS, M. H. Leishmanicidal activity of benzophenones and extracts from *Garcinia brasiliensis* Mart. Fruits. **Phytomedicine**, New York, v. 17, n. 5, p. 339–34, Apr. 2010.
- PETERMANN, X. B.; MACHADO, I. S.; PIMENTEL, B. N.; MIOLO, S. B.; MARTINS, L. R.; FEDOSSE, E. Epidemiologia e cuidado à Diabetes Mellitus praticado na Atenção Primária à Saúde: uma revisão narrativa. **Saúde**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 49-56, Jan./Jul. 2015.
- REIS, S. B. D.; DE OLIVEIRA, C. C.; ACEDO, S. C.; MIRANDA, D. D. D. C.; RIBEIRÓ, M. L.; PEDRAZZOLI JR, J. Attenuation of colitis injury in rats using *Garcinia cambogia* extract. **Phytotherapy Research**, London, v. 23, p. 324-9, Mar. 2009.
- SACRAMENTO, C. K. do, E.; COELHO JÚNIOR CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do mangostão no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p.195-203, Abr. 2007.
- SHARMA, A.; JOSEPH, G. S.; SINGH, R. P. Antioxidant and antiplatelet aggregation properties of bark extracts of *Garcinia pedunculata* and *Garcinia cowa*. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 51, n. 1626, p. 1-6, Aug. 2014.
- SHIVAKUMAR, S.; SANDHIYA, S.; SUBHASREE, N.; AGRAWAL, A.; DUBEY, G. P. In vitro assessment of antibacterial and antioxidant activities of fruit rind extracts of *Garcinia cambogia* L. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science**, Sagar, v. 5, p. 254-7, Abr./Jun. 2013.
- SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 134, n. 1, p. 381–386, Set. 2012.
- STAHL, C. H.; NOVAK, M.; LAPPAS, G.; WILHELMSSEN, L.; BJÖRCK, L.; HANSSON, P. O.; ROSENGREN, A. High-normal blood pressure and long-term risk of type 2 diabetes: 35-year prospective population based cohort study of men. **BMC Cardiovascular Disorders**, London, v. 12, v. 89, p.2261, Oct. 2012.
- THAKUR, J. S.; JEET, G.; PAL, A.; SINGH, S.; SINGH, A.; DEEPTI, S. S. ; LAL, M.; GUPTA, S.; PRASAD, R.; JAIN, S.; SARAN, R. Profile of Risk Factors for Non-Communicable Diseases in Punjab, Northern India: Results of a State-Wide STEPS Survey. **PLoS One**, San Francisco, v. 11, n. 7, p. 1-25, Jul. 2016.