

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 09/12/2018.

GUSTAVO RAFGNIN MARTINS

Potencial antioxidante, fotoprotetor e antiglicante de frutos alimentícios não convencionais para utilização na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Química - Campus de Araraquara da Universidade Estadual Paulista - UNESP, como requisito para a obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Regildo Marcio Gonçalves da Silva

**ARARAQUARA
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

M379p Martins, Gustavo Rafagnin
Potencial antioxidante, fotoprotetor e antiglicante de frutos alimentícios não convencionais para utilização na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica / Gustavo Rafagnin Martins. – Araraquara : [s.n.], 2017
62 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química

Orientador: Regildo Marcio Gonçalvez da Silva

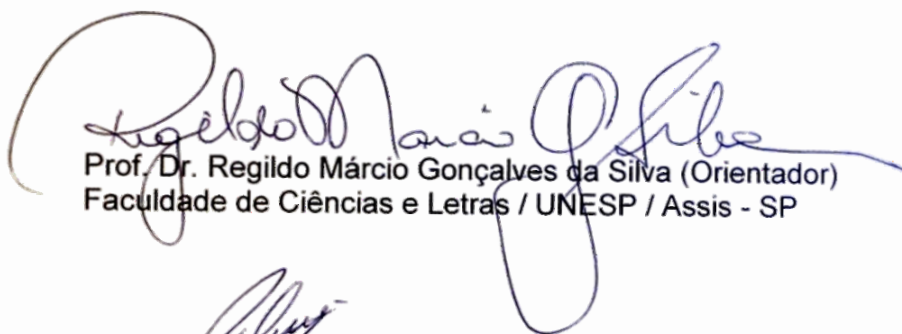
1. Stress oxidativo. 2. Antioxidantes. 3. Jabuticaba. 4. Mangaba. 5. Geleia. I. Título.

GUSTAVO RAFAGNIN MARTINS

Dissertação apresentada ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Araraquara, 09 de junho de 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Regildo Márcio Gonçalves da Silva (Orientador)
Faculdade de Ciências e Letras / UNESP / Assis - SP



Prof. Dr. Dário Abel Palmieri
Faculdade de Ciências e Letras / UNESP / Assis - SP



Prof. Dr. Valter Henrique Marinho dos Santos
Atina Ativos Naturais / Pouso Alegre - MG

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais José Claudio e Zeneide, pelo apoio incondicional, apesar das dificuldades sempre estiveram ao meu lado.

*Toda a nossa ciência, comparada
com a realidade, é primitiva e
infantil e, no entanto, é a coisa
mais preciosa que temos.*

Albert Einstein

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. Regildo Marcio Gonçalves da Silva, pela dedicação e empenho diante de minha orientação, ao longo desse trabalho e de outros, desde a iniciação científica, e além disso pela amizade, que levarei para toda minha vida.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório Pamela, Gustavo, Bianca, Rodrigo, Valter, Kamille, Amanda Gomes, Amanda Viel, Amábile, Celia, Anderson e Janine, pelas conversas, dividindo momentos de felicidade e dificuldade, compartilhando conhecimento, sempre de prontidão; e o mais importante pela amizade.

Aos funcionários da UNESP/Assis Gilberto e Alam.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

À Profa. Dra. Maysa Furlan, do Instituto de Química da UNESP de Araraquara pela liberação do seu laboratório para utilização.

Ao João, técnico de Laboratório do Instituto de Química da UNESP de Araraquara pela presteza durante o auxílio das análises fitoquímicas de meu projeto.

Ao Instituto de Química de Araraquara - UNESP pela grande oportunidade e ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia.

A todos os funcionários da seção técnica de pós-graduação do Instituto de Química de Araraquara sempre atenciosos, pela prontidão e entendimento em todas as solicitações durante esses 2 anos.

Aos meus amigos, que durante esses dois anos estiveram ao meu lado, sempre apoiando, apesar das dificuldades, até muitas vezes pela minha ausência, por exigência dos estudos e mesmo assim não me abandonaram.

E especialmente aos meus pais José Claudio e Zeneide, sempre ao meu lado em todos os momentos, até nos mais difíceis. Por isso tenho-lhes eterno carinho.

RESUMO

O estresse oxidativo está correlacionado ao aparecimento de doenças, e pode ser intensificado devido à exposição a fatores ambientais, como estresse, abuso de drogas, radiação solar, poluição entre outros. Estudos com vegetais têm demonstrado que os mesmos podem conter compostos antioxidantes passíveis de remediar ou prevenir tais complicações. Nesse contexto o presente trabalho avaliou a atividade antioxidante, antiglicante, fotoprotetora e verificou-se a presença de compostos polifenólicos dos extratos aquoso, etanólico e hidroalcoólico de frutos de *Chrysophyllum cainito* L, *Hancornia speciosa* Gomes. e *P. glomerata* Berg., além disso foram produzidas e analisadas geleias desses frutos. Compostos fenólicos foram determinados por técnicas espectrofotométrica e HPLC (*High performance liquid chromatography*). Foi verificada a presença de compostos fenólicos, incluindo flavonoides, para todos os de frutos avaliados, com destaque para os extratos de *C. cainito* (casca), que apresentou os maiores valores com o extrato hidroetanólico dessa espécie. Quanto a atividade antioxidante, novamente a espécie de *C. cainito* obteve os mais valores entre os resultados para os diferentes testes realizados, sequestro do radical livre DPPH, potencial redutor de ferro (FRAP - *ferric reducing antioxidant power*), inibição da peroxidação lipídica (TBARS - *thiobarbituric acid reactive substances*), e sequestro do NO, entretanto os demais extratos avaliados para as outras espécies, *H. speciosa* e *P. glomerata* também obtiveram resultados significativos. Indicando potencial antioxidante para os frutos dessas espécies testadas e que estão possivelmente relacionados a presença de compostos fenólicos. Apenas o extrato hidroetanólico (70%) de *P. glomerata* indicou atividade antiglicante na concentração de 10mg.mL⁻¹. Já para as geleias produzidas, as do fruto de *C. cainito* também obtiveram resultados proeminentes tanto para os constituintes nutricionais como funcionais, porém as de *P. glomerata* apresentaram maior teor de fenóis totais e resultados mais elevados de atividade antioxidante em baixas concentrações. Diante dos resultados obtidos com o presente estudo é possível constatar que os frutos avaliados neste estudo possuem compostos com potencial antioxidante, antiglicante (*P. glomerata*) e são passíveis de processamento industrial na forma de geleia mantendo atividade antioxidante.

Palavras-chave: Stress oxidativo. Antioxidantes. Jabuticaba. Mangaba. Geleia.

ABSTRACT

Oxidative stress is correlated with the onset of disease, and can be intensified due to exposure to environmental factors such as stress, drug abuse, solar radiation, pollution, among others. Studies with vegetables have shown that they may contain antioxidant compounds likely to remedy or prevent such complications. In this context, the present work evaluated antioxidant, antiglycemic and photoprotective activity and verified the presence of polyphenolic compounds of the aqueous, ethanolic and hydroalcoholic extracts of fruits of *Chrysophyllum cainito* L., *Hancornia speciosa* Gomes. and *P. glomerata* Berg. in addition, jellies of these fruits were produced and analyzed. Phenolic compounds were determined by spectrophotometric techniques and HPLC (High performance liquid chromatography). It was verified the presence of phenolic compounds, including flavonoids, for all evaluated fruits, especially the extracts of *C. cainito* (peel), which presented the highest values with the hydroethanolic extract of this species. As for the antioxidant activity, again the *C. cainito* species obtained the highest values among the results for the different tests performed, DPPH free radical sequestration, ferric reducing antioxidant power (FRAP), inhibition of lipid peroxidation (TBARS - thiobarbituric acid reactive substances), and NO scavenging. However, the other extracts evaluated for the other fruit species, *H. speciosa* and *P. glomerata* also obtained significant results. These results indicate antioxidant potential for the fruits of these species tested and that are possibly related to the presence of phenolic compounds. Only the hydroethanolic (70%) extract of *P. glomerata* indicated antiglycemic activity at the concentration of 10mg.mL⁻¹. As for the jellies produced, the *C. cainito* jelly also obtained prominent results for both nutritional and functional constituents, but the *P. glomerata* one presented higher total phenol content and higher antioxidant activity at low concentrations tested. In view of the results obtained with the present study, it is possible to verify that the fruits evaluated in this study have antioxidant potential compounds, antiglycemic (*P. glomerata*) and are suitable for industrial processing in the form of jelly maintaining antioxidant activity.

Keywords: Oxidative stress. Antioxidants. Jabuticaba. Mangaba. Jelly.

LISTA DE FIGURAS

Obs.: As figuras de 3 a 5 e 7 a 13 são de autoria do candidato e elaboradas ao longo do desenvolvimento deste trabalho

Figura 1 - Reação de Maillard (glicação), entre glicose e proteína.....	19
Figura 2 - Estrutura básica de um flavonoide, representada pela catequina.....	20
Figura 3 - O abiu roxo (<i>C. cainito</i>) planta adulta, e seu correspondente fruto.....	22
Figura 4 - A mangabeira (<i>H. speciosa</i>), arvore, e seu correspondente fruto.....	22
Figura 5 - A Cabeludinha (<i>P. glomerata</i>) planta adulta, e seu correspondente fruto.....	23
Figura 6 - Fluxograma apresentando as concentrações de pectina que foram testadas e o pH ideal a ser atingido para a produção de geleia.....	32
Figura 7 - Resultado de MRE para os extratos etanólicos (70%) dos frutos de <i>C. cainito</i> (casca), <i>H. speciosa</i> , <i>P. glomerata</i> e na concentração 10mg.mL ⁻¹	45
Figura 8 - Resultado da varredura do extrato etanólico dos frutos de <i>H. speciosa</i> , <i>P. glomerata</i> e <i>C. cainito</i> nas concentrações de 500 e 1000µg.mL ⁻¹ entre os comprimentos de onda de 260 a 400nm.....	46
Figura 9 - Resultado da varredura dos extratos hidroetanólico (70%) dos frutos de <i>H. speciosa</i> , <i>P. glomerata</i> e <i>C. cainito</i> nas concentrações de 500 e 1000µg.mL ⁻¹ entre os comprimentos de onda de 260 a 400nm.....	46
Figura 10 - Perfil cromatográfico de extratos hidroetanólicos dos frutos obtidos por HPLC-PAD.....	49
Figura 11 - Geleias de <i>C. cainito</i>	54
Figura 12 - Geleias de <i>H. speciosa</i>	54
Figura 13 - Geleias de <i>P. glomerata</i>	54

LISTA DE TABELAS

Obs.: As tabelas de 1 a 14 são de autoria do candidato e elaboradas ao longo do desenvolvimento deste trabalho

- Tabela 1** - Dosagem de açúcares redutores e totais dos extratos etanólico, hidroetanólico de *H. speciosa*, *P. glomerata* e *C. cainito* pelo método DNS.....34
- Tabela 2** - Dosagem de fenóis e flavonoides totais dos extratos etanólico, hidroetanólico e aquoso de *H. speciosa*, *P. glomerata* e *C. cainito*.....35
- Tabela 3** - Atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical DPPH (%) dos extratos aquosos de *P. glomerata*, *H. speciosa*, *C. cainito* e ácido ascórbico.....37
- Tabela 4** - Atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical DPPH (%) dos extratos etanólico e hidroetanólico (70%) dos frutos de *P. glomerata*, *C. cainito* e ácido ascórbico.....37
- Tabela 5** - Inibição da formação de TBARS (%) *in vitro* pelos extratos etanólico, hidroetanólico dos frutos de *H. speciosa*, *P. glomerata*, *C. cainito* e Trolox.....39
- Tabela 6** - Inibição da formação de TBARS (%) *in vitro* pelos extratos aquosos dos frutos de *H. speciosa*, *P. glomerata* e *C. cainito*, e Trolox.....39
- Tabela 7** - Resultados do teste FRAP expressos em μM de Trolox equivalentes dos extratos etanólico e hidroetanólico de *H. speciosa*, *P. glomerata*, *C. cainito* e ácido ascórbico.....41
- Tabela 8** - Resultados do teste FRAP expressos em μM de Trolox equivalentes do extrato aquoso de *H. speciosa*, *P. glomerata*, *C. cainito* e ácido ascórbico.....41
- Tabela 9** - Atividade antioxidante pelo método de sequestro do Oxido Nítrico (%) dos extratos etanólico e hidroetanólico dos frutos de *H. speciosa*, *P. glomerata*, *C. cainito* e rutina.....43
- Tabela 10** - Resultados das absorbâncias máximas e os respectivos comprimentos de onda (λ) dos extratos etanólico e hidroetanólico (70%) dos frutos de *H. speciosa*, *P. glomerata* e *C. cainito*.....47
- Tabela 11** - Análises físico-químicas das geleias extra e comum de *C. cainito*.....50

Tabela 12 - Análises físico-químicas das geleias extra e comum de <i>P. glomerata</i> ...	51
Tabela 13 - Análises físico-químicas das geleias extra e comum de <i>H. speciosa</i>	51
Tabela 14 - Avaliação da atividade antioxidante pelo teste Dpph (%) das geleias extra e comum dos frutos de <i>C. cainito</i> , <i>H. speciosa</i> e <i>P. glomerata</i>	56

LISTA DE ABREVIATURAS

λ_{max}	Comprimento de onda máxima
A _{max}	Absorbância máxima
AGE	Produtos de glicação avançada
AAPH	2,2'-Azobis (2- amidinopropano) dicloridrato
AlCl ₃	Cloreto de alumínio
ANVISA	Agência brasileira de vigilância sanitária Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CNNPA	
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
DNS	Ácido 3 5-dinitrosalicílico
ERN	Espécies reativas de nitrogênio
FRAP	Poder antioxidante de redução férrica
HCl	Ácido clorídrico
FeCl ₃	Cloreto de ferro
K	Potássio
Na	Sódio
NaNO ₂	Nitrato de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
NO	Oxido nítrico
PBS	Tampão fosfato salino
P/v	Peso por volume
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RL	Radicais livres
ROS	Espécies reativas de oxigênio
SNP	Nitruprussiato de sódio
TBARS	Substâncias reativas a ácido tiobarbitúrico
UV	Ultravioleta
UV-Vis	Ultravioleta-visível

LISTA DE SIMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
cm	Centímetro
Σ	Somatória
mL	Mililitro
μL	Microlitro
mM	Milimolar
M	Molar
μg	Micrograma
pH	Potencial hidrogeniônico
x	Veze

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	Estresse oxidativo	16
2.1.1	Danos oxidativos no organismo	16
2.1.2	Espécies reativas	16
2.1.3	Glicação proteica	17
2.2	Antioxidantes de origem vegetal	18
2.2.1	Compostos fenólicos	19
2.2.3	Espécies com potencial para aplicação na área antioxidante	20
2.2.3	<i>Chrysophyllum cainito</i> (Abiu Roxo)	20
2.2.3	<i>Hancornia speciosa</i> (Mangaba)	21
2.2.4	<i>Plinia glomerata</i> (Cabeludinha)	22
3	OBJETIVOS	23
3.1	Geral	23
3.2	Específicos	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.2	Preparo dos extratos brutos	24
4.2.1	Extrato hidroetanólico	24
4.2.2	Extrato etanólico	24
4.2.3	Extrato aquoso	25
4.3	Quantificação dos constituintes das polpas dos frutos	25
4.3.1	Dosagem de açúcares redutores e totais pelo método DNS	25
4.3.2	Dosagem de fenóis totais	26
4.3.3	Dosagem de flavonoides por método espectrofotométrico	26
4.4	Atividade Antioxidante	26
4.4.1	Sequestro do radical DPPH	26
4.4.2	Potencial redutor de ferro (<i>Ferric Reducing Antioxidant power</i> - FRAP)	27
4.4.3	Teste da inibição da formação de TBARS	27
4.4.4	Atividade sequestradora de óxido nítrico (NO)	28
4.4.5	Determinação da atividade antiglicante por MRE (Mobilidade Relativa em Eletroforese)	29
4.5	Atividade Fotoprotetora dos extratos: Determinação do comprimento de onda para a absorbância máxima dos extratos dos frutos e FPS <i>in vitro</i>	29

4.6	Perfil cromatografico dos Extratos por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-PAD).....	30
4.7	Produção Geleias dos diferentes frutos e avaliação da atividade antioxidante.....	30
4.7.1	Produção das geleias.....	30
4.7.2	Avaliação das características físico-químicas e antioxidante.....	31
4.8	Análises estatísticas.....	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1	Quantificação dos constituintes das polpas dos frutos.....	33
5.1.1	Açúcares redutores e totais pelo método DNS.....	33
5.1.2	Fenóis e flavonoides totais.....	33
5.2	Atividades antioxidante.....	35
5.2.1	Sequestro do radical livre estável DPPH.....	35
5.2.2	Potencial redutor de ferro (FRAP).....	37
5.2.3	Inibição da peroxidação lipídica (TBARS).....	39
5.2.4	Sequestro do íon óxido nítrico (NO).....	41
5.2.5	Determinação da atividade antiglicante por MRE (Mobilidade Relativa em Eletroforese).....	42
5.3	Atividade fotoprotetora.....	44
5.4	Perfil cromatografico dos extratos por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-PAD).....	47
5.5	Produção de Geleia das polpas dos frutos.....	49
5.5.1	Análises físico-químicas das geleias.....	49
5.5.2	Atividade antioxidante das geleias.....	53
6	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Reações oxidativas são essenciais a vida, pois estão envolvidas em uma série de processos essenciais, como na geração de energia, pela oxidação de carboidratos e β -oxidação de lipídeos, algumas reações tem até a finalidade da produção de radicais livres (RL), como as de defesa (CONNER; GRISHAM, 1996). Em infecções, que são frequentes no organismo, células do sistema imune como os macrófagos e neutrófilos são capazes de liberar espécies reativas de oxigênio que auxiliam na contenção da infecção e fazem parte do processo inflamatório, porém há situações em que a presença de RL é excessiva, sendo uma condição biológica em que ocorre desequilíbrio, o stress oxidativo, relacionado a uma série de desordens no organismo (CONNER e GRISHAM, 1996, BETTERIDGE, 2000; BIRBEN et al., 2012).

Esse quadro se caracteriza pelo aumento significativo do potencial de redução no organismo, devido a um aumento na produção de compostos químicos oriundos de fontes exógenas, como a poluição, abuso de drogas, radiação (solar principalmente, dieta pobre, estresse entre outros fatores (BETTERIDGE, 2000). Esses compostos com elevado grau de reatividade em altas concentrações são apenas parcialmente contidos através de sistemas biológicos, neutralizando-os ou reparando danos por eles gerados como indicado por Roesler et al. (2007). Nesse contexto pesquisas vêm demonstrando que antioxidantes de origem vegetal têm muita importância, com destaque para compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, reduzindo ou até mesmo eliminando os efeitos deletérios dos processos oxidativos, podendo assim ser intensivamente empregados na forma in natura ou na indústria na forma de diversos produtos na área de alimentos, cosméticos e farmacológica (ROESLER et al., 2007).

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo são promissores na avaliação da atividade antioxidante e antiglicante, além de contribuir para a identificação dos compostos ativos dos frutos não convencionais dos frutos das espécies vegetais avaliados, somado a isso tais frutos possuem potencial para processamento industrial, na forma de geleia, mantendo compostos bioativos e dessa forma atividade antioxidante. Desse modo estes frutos apresentam várias opções de uso de alimentos, mas são subutilizados ou totalmente desconhecidos. Espera-se que esses dados sejam subsídios básicos para pesquisas em áreas relacionadas, por exemplo, Nutrição, Engenharia de Alimentos, Fitoquímica, Agronomia e Ecologia. A partir desta informação, novas pesquisas devem ser conduzidas selecionando-se as espécies mais promissoras para os altos níveis de compostos ativos com potencial antioxidante e antiglicantes de interesse nutricional, farmacêutico e cosmético.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - CNNPA n° 12, de 1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC n° 237, de 2002. Aprova regulamento técnico de protetores solares em cosméticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: <<http://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/fotos/assets/uploads/regulatorios/606fc-RDC-237.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- ANGERHOFER, C. K.; MAES, D.; GIACOMONI, P. U. **Skin aging handbook: the use of natural compounds and botanicals in the development of anti-aging skin care products**. New York: William Andrew, 2008. 481 p.
- ASSUMPÇÃO, C. F.; BACHIEGA, P.; MORZELLE, M. C.; NELSON, D. L.; NDIAYE, E. A.; RIOS, A. D. O., SOUZA, É. C. D. Characterization, antioxidant potential and cytotoxic study of mangaba fruits. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1297-1303, 2014.
- BAGATTOLI, P. C. D.; CIPRIANI, D. C.; MARIANO, L. N. B.; CORREA, M., WAGNER, T. M.; NOLDIN, V. F.; NIERO, R. Phytochemical, antioxidant and anticancer activities of extracts of seven fruits found in the Southern Brazilian flora. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 78, n. 1, p. 34-40, 2016.
- BENZIE, I. F.; STRAIN, J. J. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 15-27, 1999.
- BETTERIDGE, D. J. What is oxidative stress? **Metabolism**, v. 49, n. 2, p. 3-8, 2000.
- BIRBEN, E.; SAHINER, U. M.; SACKESEN, C.; ERZURUM, S.; KALAYCI, O. Oxidative stress and antioxidant defense. **World Allergy Organization Journal**, v. 5, n. 1, p. 9-19, 2012.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1989. 231 p.
- BOBIN, M. F.; RAYMOND, M.; MARTINI, M. C. UVA/UVB absorption properties of natural products. **Cosmetics and Toiletries**, v. 109, n. 11, p. 63-70, 1994.
- BONING, C. R. **Florida's best fruit plants: native and exotic trees, shrubs, and vines**. Sarasota: Pineapple Press. 2006. 232 p.
- BORGES, L. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. **Food Chemistry**, v. 153, p. 224-233, 2014.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

- CAETANO, P. K. **Processo tecnológico e avaliação energética de geleia de acerola**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- CARDOSO, L. S. Fotofísica de carotenoides e o papel antioxidante de β -caroteno. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 535-540, 1997.
- CARVALHO, V. S.; DAMIANI, C.; ASQUIERI, E. R.; ORSI, D. C.; NISHI, A. C. F. Development and antioxidant capacity of sapota pulp jelly (*Quararibea cordata* Vischer). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 3, p. 341-347, 2012.
- CHANDRA, K. S.; GOGOI, D.; GAUTAM, K. H.; HANDIQUE, A. K. Nutritive values of some non-conventional leafy vegetables and scarcity food plants of north east India. **African Journal of Food Science**, v. 10, n. 11, p. 340-343, 2016.
- CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, v. 81, p. 249-255, 2003.
- CONNER, M.; GRISHAM, M. B. Inflammation, free radicals, and antioxidants. **Nutrition**, v. 12, n. 4, p. 274-277, 1996.
- CONRAD, O. A.; DIKE, I. P.; AGBARA, U. In vivo antioxidant assessment of two antimalarial plants – *A. cathartica* and *B. orellana*. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 3, n. 5, p. 388-394, 2013.
- COSTA, D. A.; OLIVEIRA, G. A. L. D.; SOUSA, D. P. D.; FREITAS, R. M. Avaliação do potencial antioxidante in vitro do composto ciano-carvona. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 33, n. 4, p. 567-575, 2013.
- DOGRA, N. K. Phytochemical analysis and in vitro antioxidant studies of *P. obtusa* L. Leaves. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 78, n. 1, p. 169-171, 2016.
- FALCÃO, A. P.; CHAVES, E. S.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geleia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 637-642, 2007.
- FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; PINTO, N. A. V. D.; NERY, M. C.; PÁDUA, F. R. M. D. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*C. arabica* L.) e conilon (*C. canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1077-1081, 2003.
- FERREIRA, H. C.; SERRA, C. P.; ENDRINGER, D. C.; LEMOS, V. S.; BRAGA, F. C.; CÔRTEZ, S. D. F.; HERICK, C. Endothelium-dependent vasodilation induced by *H. speciosa* in rat superior mesenteric artery. **Phytomedicine**, v. 14, n. 7, p. 473-478, 2007.
- FINOT, P. A. Historical perspective of the maillard reaction in food science. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1043, n. 1, p. 1-8, 2005.

FISCHER, L. G.; SANTOS, D.; SERAFIN, C.; MALHEIROS, A.; MONACHE, F. D.; MONACHE, G. D.; SOUZA, M. M. de. Further antinociceptive properties of extracts and phenolic compounds from *P. glomerata* (Myrtaceae) leaves. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 31, n. 2, p. 235-239, 2008.

FUJITA, A.; SARKAR, D.; WU, S.; KENNELLY, E.; SHETTY, K.; GENOVESE, M. I. Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. **Food Research International**, v. 77, p. 194-203, 2015.

GOLDIN, A.; BECKMAN, J. A.; SCHMIDT, A. M.; CREAGER M. A. Advanced glycation end products. **Circulation**, v. 114, p. 597-605, 2006.

HODGE, J. E. Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 1, p. 928-943, 1953.

JAGETIA, G. C.; BALIGA, M. S. The evaluation of NO scavenging activity of certain Indian medicinal plants in vitro: a preliminary study. **Journal of Medicinal Food**, v. 7, n. 3, p. 343-348, 2004.

KAŃSKA, U.; BORATYŃSKI, J. Thermal glycation of proteins by D-glucose and D-fructose. **Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis**, v. 50, n. 1, p. 61-66, 2001.

KIKUCHI, S.; SHINPO, K.; TAKEUCHI, M.; YAMAGISHI, S.; MAKITA, Z.; SASAKI, N.; TASHIRO, K. Glycation—a sweet tempter for neuronal death. **Brain Research Reviews**, v. 41, n. 2, p. 306-323, 2003.

KIM, D. O.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Jam processing effect on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: cherry, plum, and raspberry. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 9, p. S395-S400, 2004.

KLIEMANN, E. Optimization of pectin acid extraction from passion fruit peel (*P. edulis* flavicarpa) using response surface methodology. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, n. 3, p. 476-483, 2009.

LEÃO, K. M. M. Formulação e avaliação físico-química de geleia de mamão (*C. papaya* L.). **Scientia Plena**, v. 8, n. 3, p. 1-3, 2012.

LEDESMA-OSUNA, A. I.; RAMOS-CLAMONT, G.; VÁZQUEZ-MORENO, L. Characterization of bovine serum albumin glycated with glucose, galactose and lactose. **Acta Biochimica Polonica**, v. 55, n. 3, p. 491-497, 2008.

LUO, X. D.; BASILE, M., J.; KENNELLY, E. J. Polyphenolic antioxidants from the fruits of *Chrysophyllum cainito* L. (star apple). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 6, p. 1379-1382, 2002.

MA, J.; YANG, H.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Analysis of polyphenolic antioxidants from the fruits of three *Pouteria* species by selected ion monitoring liquid chromatography-mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 5873-5878, 2004.

- MANSUR, J. D. S.; BREDER, M. N. R.; MANSUR, M. C. D. A.; AZULAY, R. D. Correlação entre a determinação do fator de proteção solar em seres humanos e por espectrofotometria. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 61, n. 4, p. 167-172, 1986.
- MARCOCCI, L.; MAGUIRE, J. J.; DROYLEFAIX, M. T.; PACKER, L. The nitric oxide-scavenging properties of *Ginkgo biloba* extract EGb 761. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 201, n. 2, p. 748-755, 1994.
- MORAES, T. M.; RODRIGUES, C. M.; KUSHIMA, H.; BAUAB, T. M.; VILLEGAS, W.; PELLIZZON, C. H.; BRITO, A. R.; HIRUMA-LIMA, C. A. *H. speciosa*: indications of gastroprotective, healing and anti-*H. pylori* actions. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 161-168, 2008.
- NINGSIH, I. Y.; ZULAIKHAH, S.; HIDAYAT, M. A.; KUSWANDI, B. Antioxidant activity of various kenitu (*Chrysophyllum cainito* L.) leaves extracts from Jember, Indonesia. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 9, p. 378-385, 2016.
- NURSTEN, H. E. **The Maillard reaction**: chemistry, biochemistry, and implications. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2005. 226 p.
- OGUNTOYINBO, O. O.; ABDUS-SALAAM, R. B.; BELLO, W. A.; IFESAN, B. O. T. Evaluation of the phytochemical, antioxidant and antimicrobial properties of extracts from *Chrysophyllum albidum* (African Star apple) leaf. **Journal of Food Technology Research**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2015.
- PACHECO-SILVA, N. V.; DONATO, A. M. Morpho-anatomy of the leaf of *Myrciaria glomerata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 3, p. 275-280, 2016.
- PARTAP, S.; PANDEY, S. A review on herbal antioxidants. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 1, n. 4, p. 26-37, 2012.
- PHILIPPE, B. A.; KARINE, N.; BARTHÉLEMY, A. K.; NOÉL, Z. G.; JOSEPH, D. A.; HOSTTETMANN, K. Bio-guided isolation of antioxidant compounds from *C. perpulchrum*, a plant used in the Ivory Coast pharmacopeia. **Molecules**, v. 15, n. 9, p. 6386-6398, 2010.
- POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do pantanal**. Planaltina: Embrapa, 1994. 320 p.
- RAUCH, G. H. **Jam manufacture**. 2nd ed. London: L. Hill Books, 1965. 191 p.
- RICE-EVANS, C.; MILLER, N.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in Plant Science**, v. 2, n. 4, p. 152-159, 1997.
- ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROSA, M. B.; OLIVEIRA, T. G.; CARVALHO, C. A.; SILVA, F. D.; CARVALHO, L. M.; NASCIMENTO, P. C.; PERES, R. L. Estudo espectrofotométrico da atividade fotoprotetora de extratos aquosos de *Achillea millefolium*, *Brassica oleracea* var. *capitata*, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale* (jacq.). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, n. 1, p. 101-110, 2008.

RUDD, P. M.; ELLIOTT, T.; CRESSWELL, P.; WILSON, I. A.; DWEK, R. A. Glycosylation and the immune system. **Science**, v. 291, n. 5512, p. 2370-2376, 2001.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SACCHET, C.; MOCELIN, R.; SACHETT, A.; BEVILAQUA, F.; CHITOLINA, R.; KUHN, F.; DAL MAGRO, J. Antidepressant-like and antioxidant effects of *Plinia trunciflora* in mice. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, 2015. doi:10.1155/2015/601503.

SERAFIN, C.; NART, V.; MALHEIROS, A.; SOUZA, M. M. de.; FISCHER, L.; MONACHE, G. D.; MONACHE, F. D. Bioactive phenolic compounds from aerial parts of *Plinia glomerata*. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 62, p. 196-200, 2007.

SHAHIDI, F. **Natural antioxidants**: chemistry, health effects, and applications. Champaign: AOCS Press, 1996. 421 p.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 895-904, 2011.

SNYDER, S. H.; BREDDT, D. S. Biological roles of NO. **Scientific American**, v. 266, n. 5, p. 68-71, 1992.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUBIHE SOBRINHO, J.; PELEGRINO, D.; GURGEL, J. T. A.; LEME JÚNIOR, J.; MALAVOLTA, E. Vitamin C content in fruits of *Myrciaria glomerata*. **Bragantia**, v. 14, p. 193-201, 1955.

SOSA, V.; MOLINÉ, T.; SOMOZA, R.; PACIUCCI, R.; KONDOH, H.; LLEONART, M. E. Oxidative stress and cancer: an overview. **Ageing Research Reviews**, v. 12, n. 1, p. 376-390, 2013.

SOUTO-MAIOR, J. F. A.; REIS, A. V.; PEDREIRO, L. N.; CAVALCANTI, O. A. Avaliação da pectina fosfatada aplicada na formação de filmes isolados. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, p. 203-213, 2008.

SROKA, Z.; CISOWSKI, W. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids. **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, n. 6, p. 753-758, 2003.

STAHL, W.; SIES, H. Antioxidant activity of carotenoids. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 24, n. 6, p. 345-351, 2003.

TORREZAN, R. **Manual para a produção de geleias de frutas em escala industrial**. Rio de Janeiro: Embrapa/CTAA, 1998. 27 p.

VALE, V. V.; VILHENA, T. C.; TRINDADE, R. C. S.; FERREIRA, M. R. C.; PERCÁRIO, S.; SOARES, L. F.; VASCONCELOS, F. de. Anti-malarial activity and toxicity assessment of *H. articulatus*, a plant used to treat malaria in the Brazilian Amazon. **Malaria Journal**, 2015. doi:10.1186/s12936-015-0643-1.

VIOLANTE, I. M.; SOUZA I. M.; VENTURINI, C. L.; RAMALHO, A. F.; SANTOS, R. A.; FERRARI, M. Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do Cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 19, p. 452-457, 2009.

WILLIAMS, C. A.; GREENHAM, J.; HARBORNE, J. B. The role of lipophilic and polar flavonoids in the classification of temperate members of the Anthemideae. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, n. 9, p. 929-945, 2001.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.