

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE
EXTRATOS DE CASCA, FOLHA E FRUTO DO
MURICIZEIRO

Autor: Lamonier Antônio Nery Rodrigues
Orientador: DSc. Celso Martin Belisário
Coorientadora: DSc. Mariana Buranelo Egea

Rio Verde GO
Maio – 2017

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE
EXTRATOS DE CASCA, FOLHA E FRUTO DO
MURICIZEIRO

Autor: Lamonier Antônio Nery Rodrigues
Orientador: DSc. Celso Martins Belisário
Coorientadora: DSc. Mariana Buranelo Egea

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde – Área de concentração desenvolvimento de produtos de origem vegetal.

Rio Verde – GO
Maio - 2017

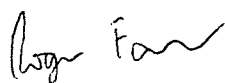
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE
EM EXTRATOS DE CASCA, FOLHA E FRUTO DO
MURICIZEIRO**

Autor: Lamonier Antônio Nery Rodrigues
Orientador: Celso Martins Belisário

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração
em Tecnologia e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 26 de maio de 2017.



Prof. Dr. Rogério Favareto
Avaliador externo
IF Goiano/Rio Verde



Prof. Dr. Carlos Frederico de Souza Castro
Avaliador externo
IF Goiano/Rio Verde



Prof. Dr. Celso Martins Belisário
Presidente da banca
IF Goiano/Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que participaram direta ou indiretamente para que esse projeto saísse do papel, àqueles professores que não mediram esforços em transmitir vosso conhecimento, aos caros colegas que me estimularam a seguir em frente e me ajudaram a crescer tanto como aluno quanto como pessoa. Gostaria também de agradecer à minha esposa e filhos por terem se privado de aproveitar certos momentos em nossa vida para que esse sonho se tornasse realidade, e gostaria de fazer um agradecimento em especial ao meu orientador pela paciência de ter que me tolerar por quase dois anos e me ensinar muito durante esse tempo. Gostaria de agradecer ao apoio recebido pelo Instituto Federal Goiano – CAMPUS RIO VERDE, por ter disponibilizado seus equipamentos de laboratório e espaço físico para realização desse projeto.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Lamonier Antonio Nery Rodrigues, filho de Zenaldo Teles Rodrigues e Sandra Nery de Oliveira, nascido na cidade de Rio Verde – Goiás, no ano de 1983, Técnico em Alimentos, graduado em Licenciatura Plena em Química, ambos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio verde.

ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO I – FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE FRUTOS, FOLHAS E CASCA DO MURICIZEIRO DO CERRADO	
RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Classes dos compostos fenólicos de acordo com o esqueleto básico	4
Tabela 2 - Atividade antioxidante de extratos da folha, casca do caule e fruto do muricizeiro.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Visão geral do muricizeiro.....	2
Figura 2 - Estrutura Química de flavon-3-ol e flavon 3-4-diol.....	5
Figura 3 - Estrutura comum de um composto fenólico.	5
Figura 4 - Representação da estabilização do radical DPPH.....	6
Figura 5 - Quebra oxidativa do β -caroteno dando origem à vitamina A..	7
Figura 6 - Teor de fenólicos totais.	18

QUADROS DO APÊNDICE

	Página
Apêndice 1 - Quadros de Análises de Variância e testes de média	23

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro inclui os estados de Goiás e Tocantins, quase todo o Mato Grosso do Sul, oeste de Minas Gerais e da Bahia, leste e sul do Mato Grosso e sul dos estados do Maranhão e Piauí. As variedades vegetais contidas nesse meio se apresentam de forma crescente entre os temas de estudos e avaliações da área alimentícia, por produzirem em seu metabolismo, várias substâncias com ações benéficas à saúde. Diversas formas de aproveitamento dessas espécies fazem parte de costumes e atividades culturais de algumas comunidades, entretanto, se limitam a produção de conservas, extratos para curativos, doces, sorvetes e alguns petiscos (SILVA et al., 2001).

Malpighiaceae é uma família de árvores, arbustos, subarbustos com cerca de 70 gêneros e aproximadamente 1250 espécies, que estão distribuídas nas florestas tropicais e subtropicais, onde estão localizadas 85% das espécies. Várias espécies dessa família são utilizadas com fins medicinais pela população de países americanos (GUILHON-SIMPLICIO & PEREIRA, 2011). Um dos maiores gêneros da família Malpighiaceae é o *Byrsonima*, possuindo 150 espécies com distribuição marcadamente neotropical (MABBERLEY, 1993). O Brasil concentra cerca de 50% das espécies nas regiões Norte, Nordeste e Central, podendo também ser encontradas na região Sudeste do país, em áreas do cerrado. Essas espécies são conhecidas popularmente no Brasil como “muricis” (murici da várzea, murici da mata, murici-amarelo, dentre outros) (Figura 1), sendo diferenciadas pela cor de suas flores e frutos, ou pelo local de ocorrência (GUILHON-SIMPLICIO & PEREIRA, 2011) e são comumente empregadas na medicina popular (SANNOMIYA et al., 2005).



Figura 1- Visão geral do muricizeiro (Ouroana, 2016. Foto: Celso M. Belisario).

Esta espécie possui tricomas variados nas folhas, mas sempre unicelulares, em geral aderidos em forma de T, V ou Y. O pedúnculo frequentemente curto e os braços retos a curvos. As folhas, geralmente podem ser opostas, simples, em geral inteiras, ocasionalmente lobadas, com venação geralmente penínérvea, com duas ou mais glândulas no pecíolo ou na face abaxial; estípulas geralmente estão presentes (JUDD et al., 2008).

As inflorescências geralmente são determinadas, terminais ou axilares. As flores geralmente são bissexuais, em geral bilaterais. Possui cinco sépalas livres a basalmente conatadas, com duas conspícuas glândulas secretoras de óleo na face abaxial. Tem cinco pétalas livres, geralmente unguiculadas, frequentemente com margens onduladas ou dentadas, uma delas ligeiramente maior ou menor do que as outras e às vezes também com coloração diferente. Geralmente a flor possui dez estames, ovário súpero, possui três carpelos com placentação axial. Um óvulo por lóculo, megagametófito geralmente 16-nucleado (BARROSO et al., 1999).

O fruto é do tipo drupa provida de caroço contendo três sementes, ou nucoide; embrião reto a curvado; com ou sem endosperma. O muricizeiro estudado é da espécie *B. verbascifolia*, seu fruto é carnosos, do tipo drupoide, com formato globoso ou oblongo, oriundo de ovário tricarpelado, onde cada carpelo contém um óvulo. O

diâmetro dos frutos pode variar de 0,7 a 2,2 cm, e o peso de 1 a 6 g (BARROSO et al., 1999).

A propagação da planta é feita através do pirênio, que é constituído pelo endocarpo e pelas sementes. Esses apresentam formato arredondado ou ovalado, são rígidos e possuem a superfície externa reticulada. Cada pirênio pode conter de uma a três sementes, sendo mais comum conter três localizadas em lóculos individuais. As sementes estão envolvidas por tegumento delgado, de cor creme e apresenta embrião espiralado ocupando quase todo o volume da semente (BARROSO et al., 1999).

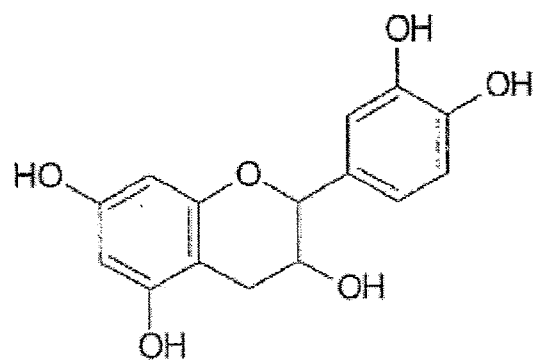
O cultivo do muricizeiro, de acordo com estudos realizados até o momento, pode ser dificultado pela presença de alguns insetos e de nematoides no solo e a dificuldade de germinação das sementes (FERREIRA, 2005).

Incluindo o muricizeiro, a maioria dos vegetais possui compostos fenólicos (Tabela 1) que constituem substâncias antioxidantes (EVERETTE et al., 2010). Em função da elevada atividade antioxidante que possuem, uma variedade de compostos fenólicos desempenha um papel importante nos processos de inibição do risco das doenças cardiovasculares e podem atuar sobre o estresse oxidativo, relacionado com diversas patologias crônico-degenerativas, como o diabetes, o câncer e processos inflamatórios (IMEH & KHOKHAR 2002). Entretanto, quando em concentração muito elevada ou em composição inadequada, estes compostos podem conferir características indesejáveis, como o escurecimento enzimático de frutas e a interação com proteínas, carboidratos e minerais (IMEH & KHOKHAR 2002).

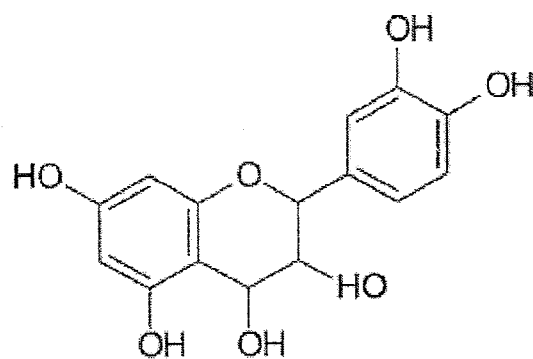
Tabela 1 - Classes dos compostos fenólicos de acordo com o esqueleto básico (CARVALHO et al.,2001).

Esqueleto básico	Classe de Compostos Fenólicos
C_6	Fenóis simples, benzoquinonas
$C_6 - C_1$	Ácidos Fenólicos
$C_6 - C_2$	Acetofenonas e ácidos fenilacéticos
$C_6 - C_3$	Fenilpropanoides, ácidos cinâmicos e compostos análogos, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas e cromonas
$C_6 - C_4$	Naftoquinonas
$C_6 - C_1 - C_6$	Xantonas
$C_6 - C_2 - C_6$	Estilbenos, antraquinonas
$C_6 - C_3 - C_6$	Flavonoides e isoflavonoides
$(C_6 - C_3 - C_6)_2$	Lignananas
$(C_6 - C_3)_2$	Diflavonoides
$(C_6)_n$	Melaninas vegetais
$(C_6 - C_3)_n$	Ligninas
$(C_6 - C_1)_n$	Taninos hidrolisáveis
$(C_6 - C_3 - C_6)_n$	Taninos condensados

Os compostos fenólicos (Figura 2) são definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Estão amplamente distribuídos no reino vegetal, englobando desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização (SOARES et al., 2008). Além de moléculas mais simples como os ácidos fenólicos e os flavonoides (Figura 3), os taninos são encontrados em muitas frutas, sendo caracterizados como compostos fenólicos de alto peso molecular, que precipitam proteínas, incluindo proteínas salivares da cavidade oral.



Flavan-3-ol



Flavan-3,4-diol

Figura 2 - Estrutura Química de flavon-3-ol e flavon 3-4-diol. (HASLAM. E. 1989) - Plant polyphenols. Cambridge University Press, Cambridge, UK).

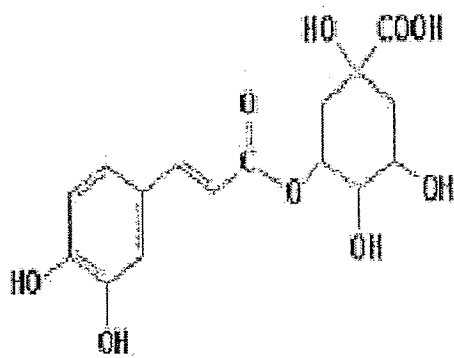


Figura 3 - Estrutura comum de um composto fenólico. (IMeN – INSTITUTO DE METABOLISMO e NUTRIÇÃO. www.nutricaoclinica.com.br).

Essas propriedades são fundamentais para explicar o papel dos taninos na proteção vegetal contra patógenos e na detenção de herbívoros que se alimentam destas plantas. Esses compostos são divididos em dois grupos, de acordo com seu tipo estrutural: taninos hidrolisáveis e taninos condensados ou proantocianidinas (EFRAIM et al., 2006).

Considerando a grande diversidade química de compostos fenólicos distribuídos na natureza, diferentes solventes são empregados no processo de extração e diferentes metodologias analíticas são empregadas no processo de triagem e quantificação destes compostos (EFRAIM et al., 2006). Pesquisa realizada por Rezende & Fraga (2003), utilizando cromatografia gasosa e olfatométrica acoplada ao espectrômetro de massas, estudou a composição química e identificou as substâncias aromáticas da polpa e da semente de murici. Os principais responsáveis pelo aroma são: butanoato de etila (frutal, doce), hexanoato de etila (frutal), 1-octeno-3-ol (odor semelhante a cogumelo), ácido butírico (queijo rançoso), ácido hexanoico (pungente, queijo) e 2-feniletanol (floral). A polpa do fruto apresentou-se composta por ésteres etílicos, feniletílicos e metílicos, juntamente com ácidos carboxílicos, terpenos, α -lactonas e algumas substâncias sulfuradas. Nas sementes, os maiores responsáveis pelo aroma semelhante ao óleo rançoso são: ácido linoleico, ácido oleico, ácido esteárico e ácido palmítico. Moraes et al. (2013) avaliaram a atividade antioxidante da polpa de *Byrsonima verbascifolia* sobre diversos sistemas modelo para atividade antioxidante (DPPH, ABTS, FARP e β caroteno/Ácido linoleico), e verificaram atividade antioxidante relativamente reduzida e dependente do sistema modelo usado. Nas (figuras 4 e 5), estão descritos alguns mecanismos de reação.

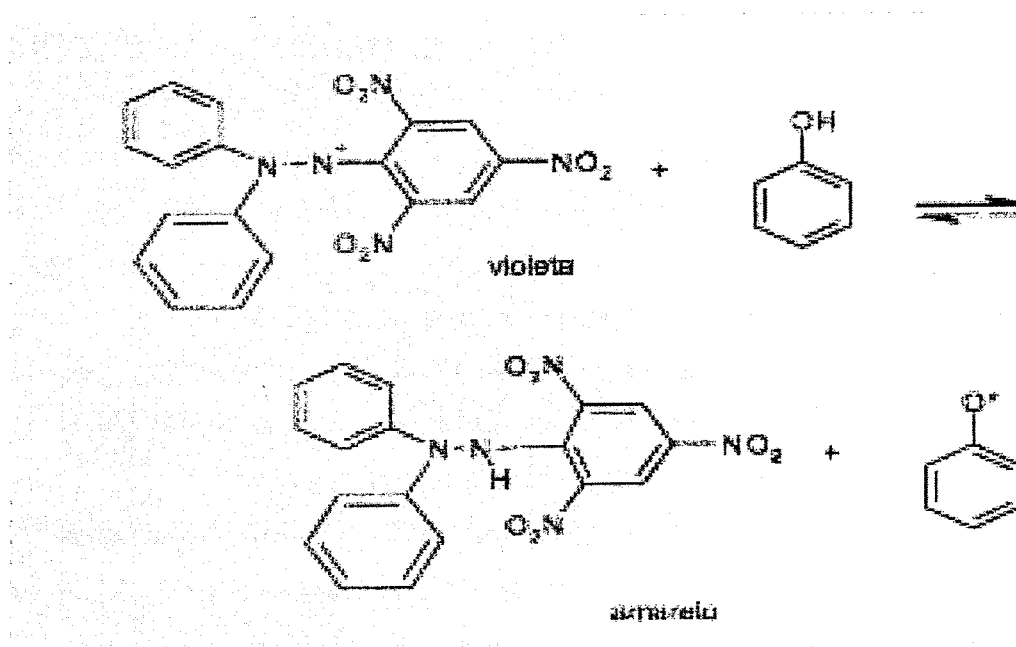


Figura 4 - Representação da estabilização do radical DPPH. (CHENG et al., 2003).

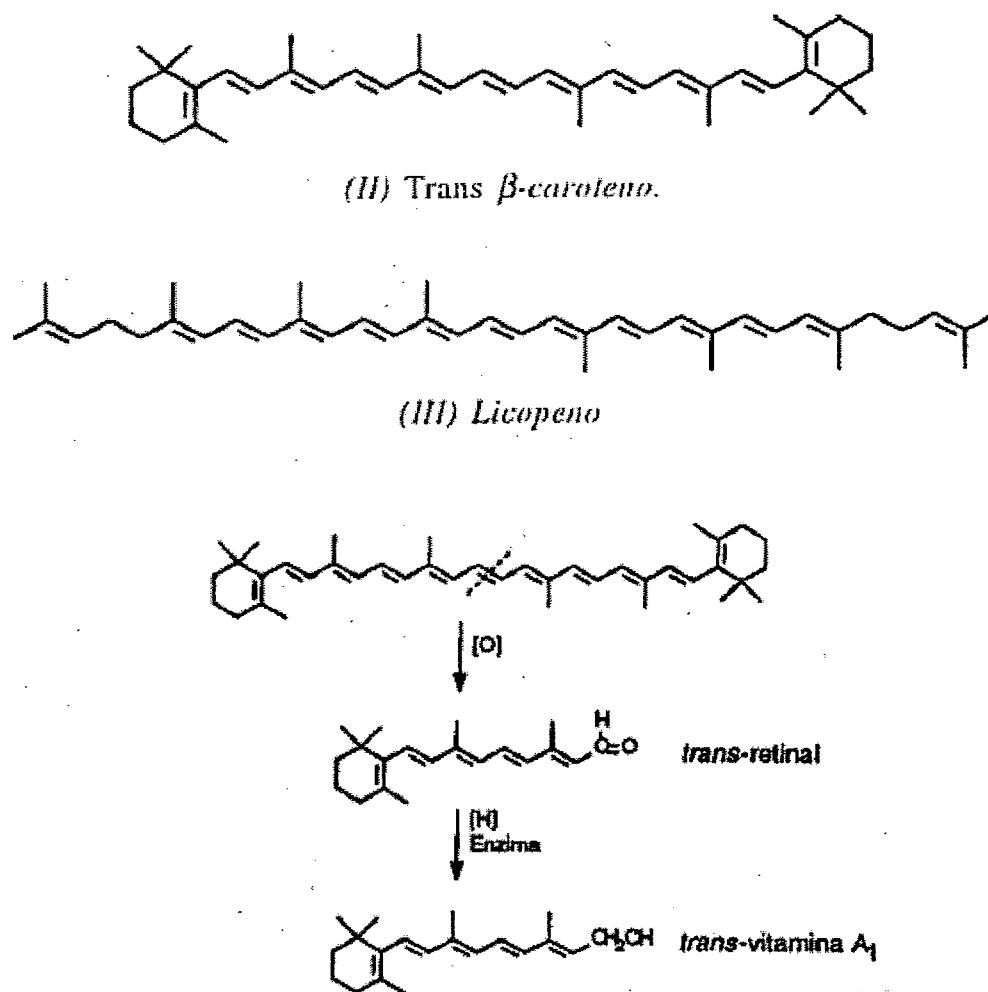


Figura 5 - Quebra oxidativa do β -caroteno dando origem à vitamina A. (CARDOSO, 1997).

Há evidências científicas que atividades antioxidantes de alimentos contribuem para a redução de doenças crônicas (SHAHIDI, 1996). As atividades fenólicas estão associadas, principalmente, com o potencial antioxidante, de acordo com pesquisa realizada por Roesler et al. (2007), e foram avaliados os potenciais antioxidantes de cinco frutos nativos do Cerrado. Seus extratos etanólicos apresentaram alta capacidade de sequestrar o radical DPPH. Dentre os trabalhos que envolvem estudos sobre os compostos fenólicos do murici, destaca-se o estudo de Pizza et al. (2011).

O presente trabalho teve como principal objetivo quantificar os compostos fenólicos totais, avaliar a atividade antioxidante em sistema aquoso e lipídico dos grupos reativos hidrossolúveis e lipossolúveis, por DPPH e β caroteno/Ácido linoleico, de diferentes concentrações de extratos aquosos, etanólico e hidroetanólico de frutos, folha e casca do caule do muricizeiro do Cerrado (*Byrsonima verbascifolia*, Malpighiaceae).

Tais estudos buscaram a correlação entre o uso dos extratos feitos de acordo com a sabedoria popular, principalmente para fins terapêuticos, e a identificação dos componentes químicos potencialmente responsáveis pelas ações esperadas pelo conhecimento empírico das comunidades. Associa-se que tais extratos só têm essas ações graças aos compostos fenólicos presentes nas diferentes partes da planta, e estão relacionados, principalmente, com a proteção, conferindo alta resistência a microrganismos e pragas. Nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV. 1999. 443p.
- CARDOSO, S. L. Fotofísica dos carotenoides e o papel antioxidante do β -Caroteno. *Química Nova*, v. 20, n. 05, p. 535-540, 1997.
- CARVALHO, J.C.T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E.P. Compostos fenólicos simples e heterocíclicos. In: SIMÕES, M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.de.; MENTZ, L.A.; PETROVIK, P.R.; *Farmacognosia : da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/ UFRGS/Ed. da UFSC, 2001.
- CHENG, Z.; REN, J.; YAN, G.; LI, Y.; CHANG, W.; CHEN, Z. Quantitative elucidation of the molecular mechanisms of hydroxyl radical quenching reactivity of phenolic compounds. *Bioorg. Chem.*, v.31, n.2, p.149-162, 2003.
- EVERETTE, J. D.; BRYANT, Q. M.; GREEN, A. M.; ABBEY, Y. A.; WANGILA, G. W.; WALKER, R. B. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 58, p. 8.139-8.144, 2010.
- EFRAIM, P.; TUCCI, M. L.; GARCÍA, N. H. P.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. Teores de compostos fenólicos de sementes de cacauzeiro de diferentes genótipos. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 9, n. 4, p. 229-236, 2006.
- FERREIRA, M. Das G. R. Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.). Informação Técnica. Embrapa Rondônia. Porto Velho-RO, agosto de 2005. Tiragem: 100 exemplares.
- GUILHON-SIMPLICIO, F.; PEREIRA, M.M. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae) *Quím. Nova* vol.34, n. 6. São Paulo, p. 1032-1041, 2011.
- IMEH. U.; KHOKHAR. S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 50, p. 6.301- 6.306, 2002.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. An overview of green plant phylogeny. In: JUDD W. S. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sunderland, UK: Sinauer Associates, Inc., 153–184, 2008.
- MABBERLEY, D. J. *The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants*. Cambridge University Press. 4^o ed. New York, 1993.

MORAIS, M. L.; SILVA, A.C.R.; ARAÚJO, C.R.R.; ESTEVES, E.A.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do Cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 2, p. 355-360, 2013.

PIZZA, C.; MALDINI, M. & MONTORO, P. Phenolic compounds from *Byrsonima crassifolia* L. bark: Phytochemical investigation and quantitative analysis by LC-ESI MS/MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v. 56, p. 1 – 6, 2011.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.) *Journal Brazilian Chemistry Society*. São Paulo, v. 14, n. 3, p. 425-428, 2003.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S. e PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SANNOMIYA M, Fonseca VB, Da Silva MA, Rocha LRM, Dos Santos LC, Hiruma-Lima CA, Souza-Brito ARM, Vilegas W. Flavonoids and antiulcerogenic activity from *Byrsonima crassa* leaves extracts. *Journal Ethnopharmacol.* v. 9, p. 1 – 6, 2005.

SHAHIDI, F. Natural Antioxidants: An Overview “in” Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications. AOCS Press: Champaign, Illinois, p. 318. 1996.

SILVA, D.B.; SILVA, J.A.da.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M.de. Frutos do cerrado. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 179, 2001.

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

CAPÍTULO I – FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE FRUTOS, FOLHAS E CASCA DO MURICIZEIRO DO CERRADO

TOTAL PHENOLICS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF BARK, LEAF AND FRUIT EXTRACTS FROM THE MURICIZEIRO

RESUMO

Este trabalho objetivou quantificar os compostos fenólicos totais, e verificar a atividade antioxidante, em diferentes concentrações de extratos aquosos, etanólico e hidroetanólico de frutos, folha e casca do caule do muricizeiro do Cerrado (*Byrsonima verbassifolia*, Malpighiaceae). As amostras foram coletadas no Distrito de Ouroana-GO e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçado. As extrações foram realizadas com etanol 92,8%, água e uma mistura de água/etanol (65/35%) em banho-maria a 60 °C. Os extratos etanólicos foram secos em evaporador rotativo a 45 °C e os outros foram liofilizados. A determinação do teor de fenólicos totais nos diferentes extratos foi feita por meio de espectroscopia. A atividade antioxidante foi verificada pelos métodos de captura do radical estável DPPH e pelo método β -Caroteno/Ácido linoleico. No tratamento estatístico foi empregada análise de variância e as médias tratadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Os teores de fenólicos totais apresentaram diferença significativa entre as partes da planta, sendo o maior valor encontrado no extrato da casca do caule, seguido pelo do fruto e da folha. A atividade antioxidante pelo DPPH apresentou diferenças apenas no extrato etanólico da folha e no extrato aquoso do fruto do muricizeiro, sendo as maiores atividades dos extratos hidroetanólicos. A porcentagem de inibição antioxidante pelo método aquoso-lipídico apresentou diferenças entre as partes da planta, e a maior inibição se deu com o extrato da casca do caule. Os resultados indicaram elevado potencial antioxidante dos extratos de casca do caule e frutos do muricizeiro, principalmente nos extratos aquoso e hidroetanólico. A partir das avaliações dos resultados, a planta estudada adquire destaque como promissora em pesquisas sobre alimentos funcionais, visto que pode ser um importante inibidor de radicais livres.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade antioxidante; murici; compostos fenólicos; extratos hidroetanólicos.

ABSTRACT

The objective of this work was to quantify the total phenolic compounds and verify the antioxidant activity in different concentrations of aqueous, ethanolic and hydroethanolic extracts of fruits, leaves and bark of the Cerrado muricizeiro (*Byrsonima verbassifolia*, Malpighiaceae). The samples were collected in the District of Ouroana-GO and submitted to drying in a greenhouse with forced air circulation. The extractions were performed with 92.8% of ethanol, water and a mixture of water and ethanol (65/35%) in a water bath at 60 °C. The ethanolic extracts were dried on a rotary evaporator at 45 °C and the others were lyophilized. The determination of total phenolic content in the different extracts was done by spectroscopy. The antioxidant activity was verified by the methods of capture of the stable radical DPPH and by the β -Carotene / linoleic acid method. Statistical analysis were performed using analysis of variance and the means treated by the Tukey test at 5% of probability ($p < 0.05$). The total phenolic contents showed a significant difference between the parts of the plant, being the highest value found in the stem bark extract stem, followed by the fruit and leaf. The antioxidant activity by DPPH showed differences only in the ethanolic extract of the leaf and in the aqueous extract of the fruit of the muricizeiro, being the major activities of the hydroethanolic extracts. The percentage of antioxidant inhibition by the aqueous-lipid method showed differences between the parts of the plant, and the greatest inhibition occurred with the stem bark extract. The results indicated a high antioxidant potential of extracts of stem bark and fruits of the muricizeiro, mainly in aqueous and hydroethanolic extracts. From the evaluations of the results, the studied plant acquires prominence as promising in research on functional foods, since it can be an important inhibitor of free radicals.

KEY WORDS: antioxidant activity; murici; phenolic compounds; hydroethanolic extracts.

INTRODUÇÃO

A maioria dos vegetais possui compostos fenólicos que reagem como antioxidantes (EVERETTE et al., 2010). Em função da elevada atividade antioxidante que possuem, uma variedade de compostos fenólicos desempenha um papel importante nos processos de inibição do risco das doenças cardiovasculares e podem atuar sobre o estresse oxidativo, relacionado com diversas patologias crônico-degenerativas, como o diabetes, o câncer e processos inflamatórios (IMEH & KHOKHAR 2002). Entretanto, quando em concentração muito elevada ou em composição inadequada, estes compostos podem conferir características indesejáveis, como o escurecimento enzimático de frutas e a interação com proteínas, carboidratos e minerais (IMEH & KHOKHAR 2002).

Os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Estão amplamente distribuídos no reino vegetal, englobando desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização (SOARES et al., 2008). Além de moléculas mais simples como os ácidos fenólicos e os flavonoides, os taninos são encontrados em muitas frutas, sendo caracterizados como compostos fenólicos de alto peso molecular, que precipitam proteínas, incluindo proteínas salivares da cavidade oral. Essas propriedades são fundamentais para explicar o papel dos taninos na proteção vegetal contra patógenos e na detenção de herbívoros que se alimentam destas plantas. Esses compostos são divididos em dois grupos, de acordo com seu tipo estrutural: taninos hidrolisáveis e taninos condensados ou proantocianidinas (EFRAIM et al., 2006).

Assim como os compostos fenólicos, os carotenoides, em especial o β -caroteno são largamente utilizados em terapias. Este composto é pouco solúvel em água, mas facilmente solúvel em ambientes hidrofóbicos e solventes pouco polares. Tem sido reportado nos últimos 30 anos que o β -caroteno exibe alta reatividade com eletrófilos e oxidantes. Muitos estudos têm demonstrado que ele inibe a auto-oxidação de lipídios em tecidos biológicos e produtos alimentícios, porém poucos detalhes da cinética e mecanismo destas reações têm sido revelados (LARSON et al., 1997)

Diversas técnicas têm sido utilizadas para determinar a atividade antioxidante *in vitro*, de formas a permitir rápida seleção de substâncias e/ou misturas, potencialmente interessantes na prevenção de doenças crônico-degenerativas. Dentre estes métodos destaca-se o sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoleico, originalmente descrito por Marco (1968) e modificado por Miller (1971). Este método permite avaliar

a capacidade de uma determinada substância prevenir a oxidação do β -caroteno, protegendo-o dos radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoleico.

Considerando a grande diversidade química de compostos fenólicos distribuídos na natureza, diferentes solventes são empregados no processo de extração e diferentes metodologias analíticas são empregadas no processo de quantificação destes compostos (EFRAIM et al., 2006; SILVA & ROGEZ, 2013). Em alguns estudos (SOUSA & VIEIRA, 2011; SANTOS et al., 2016), além das tentativas de validar métodos de extração com diferentes solventes, afim de se obter melhores resultados, há também o objetivo de reaproveitamento dos resíduos de materiais vegetais, incluindo frutos, folhas e cascas, como fontes desses compostos com atividade antioxidante.

Várias espécies da família Malpighiaceae são utilizadas com fins medicinais pela população de países americanos (GUILHON-SIMPLICIO & PEREIRA, 2011; DARLY et al., 2012). Um dos maiores gêneros da família Malpighiaceae é o *Byrsonima*, possuindo cerca de 150 espécies, com distribuição marcadamente neotropical (MABBERLEY, 1993). O Brasil concentra cerca de 50% das espécies nas regiões Norte, Nordeste e Central, podendo também ser encontradas na região Sudeste do país, em áreas do cerrado. Essas espécies são conhecidas popularmente no Brasil como “muricis” (murici da várzea, murici da mata, murici-amarelo, dentre outros), sendo diferenciadas pela cor de suas flores e frutos, ou pelo local de ocorrência (GUILHON-SIMPLICIO & PEREIRA, 2011) e são comumente empregadas na medicina popular (SANNOMIYA et al., 2005).

Os extratos brutos de acetato de etila de frutos de murici-pequeno (*Byrsonia intermedia*) apresentaram atividade antioxidante elevada em comparação com outros frutos do cerrado. Como foram determinados baixos níveis dos flavonoides, quercetina e rutina, a atividade antioxidante elevada foi atribuída a outros compostos fenólicos presentes (PERES et al., 2013).

Há diversas substâncias presentes em todas as partes dessa frutífera. Esses compostos são responsáveis pelas características de aroma e sabor, sendo também considerados como índice de qualidade. Além disso, essas substâncias participam de reações químicas que promovem o sequestro de espécies reativas de oxigênio resultantes dos processos oxidativos naturais que ocorrem para que os organismos vivos obtenham energia para ser utilizada em diversas atividades celulares. Além disso, tais espécies reativas, comumente chamadas de radicais livres, estão associadas a diversas doenças crônicas, inclusive o câncer (PIZZA et al., 2011).

Morais et al. (2013) avaliaram a atividade antioxidante da polpa de *Byrsonima verbascifolia* sobre diversos sistemas modelo para atividade antioxidante (DPPH, ABTS, FARP e β caroteno/Ácido linoleico), e verificaram atividade antioxidante relativamente reduzida e dependente do sistema modelo usado.

A partir desse contexto, o presente trabalho objetivou a quantificação dos fenólicos totais e a determinação da atividade antioxidante da folha, casca do caule e fruto do muricizeiro, pelo método do sequestro do radical DPPH por extratos com diferentes solventes e pelo método do sistema β -Caroteno/Ácido linoleico. Sabendo que o potencial antioxidante pode ser associado à redução de diversas reações maléficas à saúde humana, esta pesquisa também foi pautada pela valorização de costumes populares de aproveitamento de nativas do Cerrado, buscando maior valorização, principalmente quanto ao incentivo da preservação do Cerrado e aumento das possibilidades de ganho dos pequenos produtores rurais.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas no Distrito de Ouroana-GO em uma área localizada nas coordenadas S18°07'53'' e W50°51'23''. No local escolhido para a coleta foram identificadas plantas de muricizeiro com maior juvenilidade, com aproximadamente 2,5 m de altura e aparência saudável. O ponto de colheita dos frutos foi determinado visualmente, quando os mesmos se encontravam numa coloração verde e completamente desenvolvidos sob o ponto de vista da maturidade fisiológica. A exsicata está depositada sob o registro 515, no Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal/Herbário, do Campus Rio Verde do IF Goiano. Cerca de 1000 g de folha, 1000 g de casca do caule e 2000 g de frutos foram coletados e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçado, com temperaturas em torno de 38 °C por 72 horas, e posteriormente trituradas em moinho de facas.

As extrações foram feitas de acordo com Barbosa (2004). 40 g das amostras trituradas foram suspensas separadamente em 200 mL de etanol 92,8%, 200 mL de H₂O e 200 mL de água/etanol (65/35%), em banho-maria a 60 °C, com frequente agitação durante 15 minutos e filtrado a quente em papel filtro qualitativo. Os extratos etanólicos foram secos em evaporador rotativo a 45 °C e os outros foram liofilizados. Os extratos secos foram armazenados em frascos âmbar a -10 °C até o dia das análises.

A determinação do teor de fenólicos totais nos diferentes extratos foi feita por meio de espectroscopia na região do visível utilizando o método de Folin-Ciocalteu com modificações, de acordo com a metodologia de Singleton & Rossi (1965) e Daves (2003). O comprimento de onda selecionado foi de 765 nm e os cálculos a partir de uma curva de calibração feita com diferentes concentrações de ácido gálico.

A capacidade sequestrante de radicais DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazila) foi realizada de acordo com Mensor et al. (2001). As absorvâncias foram lidas em 515 nm e convertidas em atividade antioxidante total (%) pela equação 1.

Equação 1 - Atividade antioxidante em DPPH

$$AA\% = 100 - \left[\frac{(Abs_{amostra} - Abs_{branco})}{Abs_{controle\ negativo}} \cdot 100 \right]$$

Em que $Abs_{amostra}$, Abs_{branco} e $Abs_{controle\ negativo}$ correspondem às absorvâncias da amostra, branco e controle negativo, respectivamente.

A porcentagem de proteção antioxidante pelo sistema β -Caroteno/Ácido linoleico foi calculada de acordo com (MATTOS et al., 2009). Foram preparadas soluções de álcool etílico a 70%, acetona 50% em água, beta caroteno 1 mg.mL^{-1} e a emulsão beta caroteno/ácido linoleico. Cerca de 3 g de cada amostra vegetal foram submetidos à extração com a solução álcool e acetona. A leitura feita em 470 nm e a porcentagem de proteção calculada pela equação 2.

Equação 2 - Porcentagem de proteção antioxidante pelo sistema β -Caroteno/Ácido linoleico

$$I(\%) = \frac{Ac - Aam}{Ac} * 100$$

Em que $I(\%)$ =porcentagem de inibição; Ac =Abs inicial-Abs final do controle e Aam =Abs inicial-Abs final da amostra.

No tratamento estatístico foi empregada análise de variância e as médias tratadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da equação gerada na curva de calibração do ácido gálico, calcularam-se os teores de fenólicos totais das amostras das diferentes partes da planta.

Os teores de fenólicos totais (Figura 6) apresentaram diferença significativa entre as partes da planta, sendo o maior valor encontrado no extrato da casca do caule, seguido pelo do fruto e da folha. O valor elevado desses compostos no extrato do fruto pode ser atribuído à presença do ácido galoilquínico, como composto fenólico majoritário e com grandes concentrações (PIZZA et al.,2011). Já nos extratos da casca do caule, estão presentes taninos condensados e taninos hidrolisáveis em altas concentrações (EFRAIM et al.,2006). Apesar de serem caracterizados em extratos de folhas do muricizeiro, compostos como ácido gálico, quercetina-3-O- α -L-glicosídeo e epigallocatequina galato (SILVA & ROGEZ, 2013), os baixos teores apresentados no

presente trabalho, pode ser pelas variações de métodos para preparo dos extratos, principalmente nas concentrações das soluções das amostras.

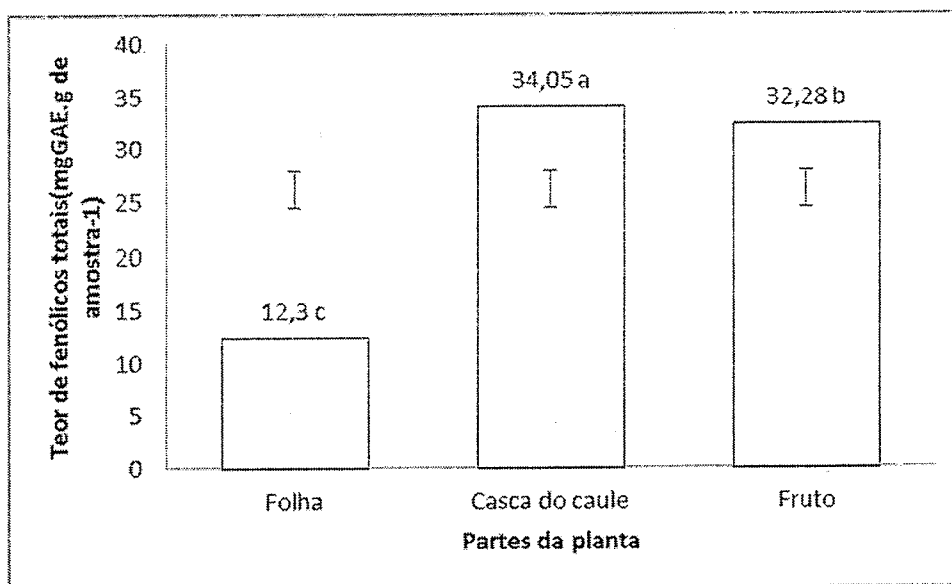


Figura 6 - Teor de fenólicos totais (mgGAE.g de amostra-1) nos extratos das diferentes partes da planta. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). (C.V.=0,94% e Erro padrão=0,14).

De acordo com a Tabela 2, a atividade antioxidante avaliada pelo percentual de sequestro do radical DPPH apresentou diferenças apenas no extrato etanólico da folha e no extrato aquoso do fruto do muricizeiro, sendo as maiores atividades dos extratos hidroetanólicos. A porcentagem de inibição antioxidante pelo método aquoso-lipídico apresentou diferenças entre as partes da planta e a maior inibição se deu com o extrato da casca do caule.

Tabela 2 - Atividade antioxidante de extratos da folha, casca do caule e fruto do muricizeiro, pelos métodos do DPPH e sistema β -Caroteno/Ácido Linoleico.

Parte da planta/Extrator	Atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical DPPH (%)	Inibição antioxidante pelo método do β-Caroteno/Ácido linoleico (%)
Folha		43,02b
Etanólico	20,91d	
Hidroetanólico	94,14a	
Aquoso	93,11a	
Casca do caule		93,48a
Etanólico	91,85a	
Hidroetanólico	94,11a	
Aquoso	95,52a	
Fruto		34,90c
Etanólico	89,18b	
Hidroetanólico	96,08a	
Aquoso	27,32c	
Erro padrão	4,45	2,65

Médias na mesma coluna, com letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Certos grupos presentes nos extratos são responsáveis pela atividade antioxidante. Rolim et al. (2013) identificaram correlação positiva entre a atividade sequestradora do radical DPPH e o teor de compostos fenólicos. Os valores encontrados no presente trabalho foram elevados, de acordo com Peres et al. (2013), que identificaram atividade antioxidante elevada em outra espécie de murici. As baixas atividades antioxidantes do extrato aquoso do fruto e do sistema aquoso-lipídico da casca e do fruto podem ser pela relação da capacidade dos solventes em extrair os compostos fenólicos. Resultado dependente do sistema utilizado (MORAIS et al., 2013).

Outro resultado de grande interesse é a elevada capacidade antioxidante de extratos aquosos e hidroetanólicos da casca do caule e do fruto. É um fato promissor, já que a tendência é trabalhar com solventes menos poluentes. Além disso, corrobora com os costumes populares, de produtores familiares ou pequenas comunidades, de preparar extratos com bebidas de teores alcoólicos próximos ao teor de álcool utilizado no solvente hidroalcoólico do presente trabalho.

CONCLUSÃO

Os resultados indicaram elevado potencial antioxidante dos extratos de casca do caule e frutos do muricizeiro, principalmente nos extratos aquoso e hidroetanólico. O grande potencial antioxidante está associado com a presença de diversas substâncias presentes nas diversas partes dessa espécie vegetal, calculadas como compostos fenólicos totais. A partir das avaliações dos resultados, a planta estudada adquire destaque como promissora em pesquisas sobre alimentos funcionais, visto que pode ser um importante inibidor de radicais livres. Investindo-se nesse valor agregado, os esforços para a preservação desta e outras espécies nativas tornam-se cada vez maiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa WLR. Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais. 2ª edição revisada. Revista Científica da UFPA, 2004.

BARBOSA, R.I.; MOURÃO Jr, M.; SILVA, S.J.R. Fenologia do murici [*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Malpighiaceae)] em áreas de savana aberta do estado de Roraima. Comunicação técnica nº14. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Boa Vista, Roraima, p. 6, 2005.

DAVES, J. W. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. Copyright by John Wiley & Sons Inc, p. 1073-1080. California, 2003.

DA SILVA, J. J. M.; ROGEZ, H. Avaliação da estabilidade oxidativa do óleo bruto de açaí (*Euterpe oleracea*) na presença de compostos fenólicos puros ou de extratos vegetais amazônicos. *Química Nova*, v.36, n.3, pp. 400-406, 2013.

EFRAIM, P.; TUCCI, M. L.; GARCÍA, N. H. P.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. Teores de compostos fenólicos de sementes de cacaueteiro de diferentes genótipos. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 9, n. 4, p. 229-236, 2006.

EVERETTE, J. D.; BRYANT, Q. M.; GREEN, A. M.; ABBEY, Y. A.; WANGILA, G. W.; WALKER, R. B. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 58, p. 8.139-8.144, 2010.

GUILHON-SIMPLICIO, F.; PEREIRA, M.M. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae) *Química Nova*, v. 34, n. 6 São Paulo 2011.

IMEH. U.; KHOKHAR. S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 50, p. 6.301- 6.306, 2002.

LARSON, R. A.; *Naturally Occurring Antioxidants*, Lewis Publishers: New York, p. 1, 1997.

MABBERLEY, D. J. *The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants.* Cambridge University Press. 4ª ed. New York. 1993.

MARCO, G. J. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v. 45, p. 594, 1968.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L.; MUNIZ, L. D. e SILVA, E. Y. Y. da. Protocolo de análise para a determinação de atividade antioxidante total em hortaliças no sistema Beta Caroteno /Ácido Linoleico. Comunicado Técnico n. 68. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2009. 3p.

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. London, v.15, n.2, p.127-130, 2001.

MILLER, H. E.; Journal of the American Oil Chemists Society, v. 48, p. 91, 1971.

MORAIS, M. L.; SILVA, A.C.R.; ARAÚJO, C.R.R.; ESTEVES, E.A.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do Cerrado brasileiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n. 2, p. 355-360, 2013.

PERES, M.T.L.P.; LOPES, J.R.R.; DA SILVA, C.B.; CÂNDIDO, A.C.S.; SIMIONATTO, E.; CABRAL, M.R.P.; OLIVEIRA, R.M.; FACCO, J.T.; CARDOSO, C.A.L.; SIMAS, P.H. Phytotoxic and antioxidant activity of seven native fruits of Brazil. Acta Botanica Brasilica, v. 27, n. 4, p. 836-846, 2013.

PIZZA, C.; MALDINI, M. & MONTORO, P. Phenolic compounds from *Byrsonima crassifolia* L. bark: Phytochemical investigation and quantitative analysis by LC-ESI MS/MS. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, v. 56, p. 1 – 6, 2011.

POMPEU, Darly R. et al. Capacidade antioxidante e triagem farmacológica de extratos brutos de folhas de *Byrsonima crassifolia* e de *Inga edulis*. *Acta Amazonica*. [online]. v. 42, n.1, p.165-172, 2012.

ROLIM, T. L.; WANDERLEY, F.T.S.; DA CUNHA, E.V.L.; TAVARES, J.F.; DE OLIVEIRA, A.M.F.; DE ASSIS, T.S. Constituintes químicos e atividade antioxidante de *Byrsonima gardneriana* (Malpighiaceae). Química Nova, v. 36, n. 4, p. 524-527, 2013.

SANNOMIYA, M.; FONSECA, V. B; DA SILVA, M. A.; ROCHA, L. R. M.; DOS SANTOS, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A.; SOUZA-BRITO, A. R. M.; VILEGAS, W. Flavonoids and antiulcerogenic activity from *Byrsonima crassa* leaves extracts. Journal Ethnopharmacol, v. 97, n. 1, p. 1-6, 2005.

SANTOS, M. A. I.; SIMÃO, A.A; MARQUES, T.R.; SACKZ, A. A.; CORRÊA, A. D. Efeito de diferentes métodos de extração sobre a atividade antioxidante e o perfil de compostos fenólicos da folha de mandioca. Brazilian Journal Food Technology, v. 19, e2015067, 2016.

SINGLETON V L & ROSSI J A Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal Enol. Viticult. v.16, p. 144-58, 1965.

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, Jaboticabal, v, 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M., LIMA, A. Caracterização Nutricional e Compostos Antioxidantes em Resíduos de Polpas de Frutas Tropicais. Ciência e Agrotecnologia, v.35,n.3,p.554-559,2011.

Apêndice 1 - Quadros de Análises de Variância e testes de média

Arquivo analisado:

C:\Users\belisario\Desktop\PPGTA\Fenois totais

Variável analisada: Teor de Fenólicos totais

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Amostra	2	875.431267	437.715633	7244.282	0.0000
erro	6	0.362533	0.060422		
Total corrigido	8	875.793800			
CV (%) =	0.94				
Média geral:	26.2133333	Número de observações:		9	

Teste Tukey para a FV:Amostra

DMS: 0,615574466748872 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 0,141918077568508

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
folha	12.303333	a1
fruto	32.280000	a2
casca	34.056667	a3

Arquivo analisado:

C:\Users\belisario\Desktop\PPGTA\betacarot.DB

Variável analisada: proteção antioxidante Beta caroteno/ácido linoleico

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

parte	2	4416.440867	2208.220433	104.486 0.0000
conc	8	20432.603267	2554.075408	120.851 0.0000
parte*conc	-2	-4.416440867E+0003	2208.220433	104.486 0.0000
erro	18	380.412800	21.134044	

Total corrigido 26 20813.016067

CV (%) = 10.01
Média geral: 45.9455556 Número de observações: 27

Teste Tukey para a FV parte

DMS: 5,53361073226891 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 9
Erro padrão: 1,53239262608962

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
fruto	31.940000	a1
folha	43.036667	a2
caule	62.860000	a3

Teste Tukey para a FV conc

DMS: 13,1548015823547 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 2,65418188553111

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0,02092	4.600000	a1
0,04948	22.666667	a2
0,09897	34.900000	a2 a3
0,05034	37.660000	a3
0,02474	38.253333	a3
0,1006	40.026667	a3 a4
0,02515	51.423333	a4
0,00523	90.496667	a5
0,01046	93.483333	a5

Arquivo analisado:

C:\Users\belisario\Desktop\PPGTA\DPPH.DB

Variável analisada: Atividade antioxidante pelo método de captura do radical DPPH

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
parte da planta	2	17128.189751	8564.094875	15.951	0.0000
solvente	2	7232.062410	3616.031205	6.735	0.0022
conc extrato	2	6703.740862	3351.870431	6.243	0.0033
parte da planta*solv	8	4042.081121	505.260140	0.941	0.4893
erro	66	35435.288141	536.898305		
Total corrigido	80	70541.362284			
CV (%) =	33.94				
Média geral:	68.2780247	Número de observações:	81		

Obs. Codificações usadas para as FV do quadro de ANAVA

- 1: parte da planta
- 2: solvente
- 3: conc extrato
- 4: parte da planta*solvente*conc extrato
- 5: Fim

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 15,1250205658931 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 27

Erro padrão: 4,45927375403605

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
folha	54.628519	a1
fruto	61.781481	a1
casca	88.424074	a2

Teste Tukey para a FV solvente

DMS: 15,1250205658931 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 27

Erro padrão: 4,45927375403605

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
etanol	60.431852	a1
água	62.833333	a1
hidroetanólico	81.568889	a2

Teste Tukey para a FV conc extrato

DMS: 15,1250205658931 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 27
 Erro padrão: 4,45927375403605

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
0,25	56.132593	a1
0,5	70.675185	a1 a2
1	78.026296	a2

Análise do desdobramento de parte da planta dentro de cada nível de:

solvente conc extrato

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
parte da planta /1	2	8035.358689	4017.679344	7.483	0.0011
parte da planta /2	2	10744.609067	5372.304533	10.006	0.0002
parte da planta /3	2	9699.477356	4849.738678	9.033	0.0003
parte da planta /4	2	2078.971667	1039.485833	1.936	0.1496
parte da planta /5	2	700.639400	350.319700	0.652	0.5207
parte da planta /6	2	7.644867	3.822433	0.007	0.9936
parte da planta /7	2	8154.058400	4077.029200	7.594	0.0010
parte da planta /8	2	7350.216022	3675.108011	6.845	0.0019
parte da planta /9	2	8984.478956	4492.239478	8.367	0.0006
Erro	66	35435.288141	536.898305		

Codificação usada para o desdobramento

cod. solvente conc extrato

1 = etanol 0,25

2 = etanol 0,5

3 = etanol 1

4 = hidroetanólico 0,25

5 = hidroetanólico 0,5

6 = hidroetanólico 1

7 = água 0,25

8 = água 0,5

9 = água 1

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
folha	11.326667	a1
casca	52.940000	a1 a2
fruto	84.276667	a2

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

2
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
folha	15.653333	a1
fruto	86.946667	a2
casca	90.800000	a2

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

3
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
folha	20.913333	a1
fruto	89.180000	a2
casca	91.850000	a2

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

4
 Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
fruto	50.173333	a1
folha	57.840000	a1
casca	85.556667	a1

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

5

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
fruto	73.620000	a1
folha	87.740000	a1
casca	94.850000	a1

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

6

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
casca	94.116667	a1
folha	94.140000	a1
fruto	96.083333	a1

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

7

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
fruto	22.906667	a1
folha	45.246667	a1
casca	94.926667	a2

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

8

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
fruto	25.523333	a1
folha	65.686667	a1 a2
casca	95.256667	a2

Teste de Tukey para o desdobramento de parte da planta dentro da codificação:

9

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV parte da planta

DMS: 45,3750616976794 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 13,3778212621081

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
fruto	27.323333	a1
folha	93.110000	a2
casca	95.520000	a2