

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Tiago Faquineti de Aragão

Macaúba (*Acrocomia aculeata*): caracterização centesimal, potencial antioxidante e compostos fenólicos da polpa e amêndoa.

Trabalho de Conclusão de Curso

Campo Mourão

2014

Tiago Faquineti de Aragão

Macaúba (*Acrocomia aculeata*): caracterização centesimal, potencial antioxidante e compostos fenólicos da polpa e amêndoa.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado a disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ailey Aparecida Coelho Tanamati

Co-orientador: Prof. Dr. Augusto Tanamati

Campo Mourão

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

Macaúba (*Acrocomia aculeata*): caracterização centesimal, potencial antioxidante e compostos fenólicos da polpa e amêndoa.

por

Tiago Faquineti de Aragão

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 28 de Fevereiro de 2014 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi avaliado pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado**.

Membro 1 – Prof.^a Msc. Mirian Sousdaleff Laczkowski
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-CM
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos

Membro 2 – Prof.^a Dra. Fernanda Vitória Leimann
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-CM
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos

Orientadora – Prof.^a Dra. Ailey Aparecida Coelho Tanamati
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-CM
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos da UTFPR Campus Campo Mourão.

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pelo dom da sabedoria e a oportunidade de hoje estar concluindo um curso superior.

Em segundo dedico a minha família, em nome dos meus pais Edson e Lourdes, ainda meu irmão Vinicius que me apoiaram durante toda a jornada.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me ajudar a transpor todos os obstáculos desta jornada, também agradeço a minha família por todo o apoio a mim prestado e compreensão nos momentos difíceis.

A minha prima Maiara Faquineti que durante todo o tempo me apoiou aqui em Campo Mourão para as mais diversas atividades na qual precisei desenvolver.

Meus colegas Camila Carolina Veiga, Isabela de Souza Celloni, Thaynara Ferrari, Roberta Magalhães, Jéssica Vitória e Wallace José Maia que estiveram presentes durante toda a etapa universitária nos momentos de alegria, tristeza e dificuldades, além das ex-colegas de trabalho Fabiana Galvão Borges e Franciane de Paula Andrade, de onde sempre tive o apoio e ajuda.

Agradeço enormemente a ajuda da Técnica de Laboratório Luana Caroline que foi de essencial durante minha etapa de laboratório para execução deste trabalho. Também a até então estagiária Isabela que sempre que precisava estava pronta a me ajudar.

Agradeço a minha orientadora professora Dra. Ailey Tanamati pela orientação na execução deste trabalho e também ao professor Dr. Augusto Tanamati pela ajuda prestada na execução de alguns procedimentos analíticos.

Também agradeço a minha banca composta pelas professoras Msc. Mirian Sousedaleff Laczkowski e Dra. Fernanda Vitória Leimann, pela competência profissional individual e também pelos ensinamentos dados durante a convivência acadêmica que tive com cada uma.

Por fim, agradeço a todos os professores que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional, em especial as professoras Dra. Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini minha orientadora de estágio e a também professora Dra. Lívia Bracht pela participação na banca do mesmo.

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos”.

Charles Chaplin

Resumo

ARAGÃO, Tiago Faquineti de. Macaúba (*Acromia aculeata*): caracterização centesimal, potencial antioxidante e compostos fenólicos da polpa e amêndoa. 2014. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

O Brasil possui uma ampla área a ser explorada na fruticultura, devido suas características de solo e clima. Esta cultura é importante principalmente na fixação do homem no campo pela diversificação e geração de emprego e renda. A macaúba é apontada como uma boa fonte de renda e tem uma ampla aplicação na área de alimentos, biocombustíveis e cosméticos, sendo totalmente aproveitada para estes fins. Para o desenvolvimento deste trabalho as amostras de macaúba foram coletadas na cidade de Goioerê/PR e foram determinadas sua composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios totais e carboidratos), potencial antioxidante e compostos fenólicos da polpa e amêndoa, no laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Os resultados apresentados pela composição centesimal apontaram um comportamento já esperado como consultado na literatura, onde se indica que esta variação ocorre devido às características dos locais de origem das amostras. A absorvência obtida nos extratos etanoicos da amêndoa foram superiores caracterizando assim um maior potencial antioxidante quando comparado com os da polpa. O EC 50 apresentou resultados condizentes com a absorvência confirmando o potencial antioxidante maior para amêndoa, enquanto que, o valor dos compostos fenólicos totais apresentou-se com valores maiores para a polpa e menores para a amêndoa. Os resultados indicaram que a macaúba pode ser aplicada nos mais diversos setores da indústria.

Palavras-Chave: Atividade Antioxidante; Macaúba; Fruta; Coco baboso; Bocaiúva.

Abstract

ARAGÃO, Tiago Faquineti de. Macaúba (*Achromia aculeata*): physicochemical characterization, antioxidant potential and phenolic compounds in pulp and kernel. 2014. 47 f. Completion of course work (Food Technology) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2014.

Brazil has a wide area to be explored in the horticulture due its soil and climate characteristics. This culture is especially important in keeping people in the field through diversification and generation of employment and income. The macaúba is seen as a good source of income and has a wide application in food, cosmetics and biofuels industries, being fully exploited for these purposes. The samples collected in the city of Goioerê / PR were analyzed in order to determine their proximate composition (moisture, ash, protein, total fat and carbohydrate), phenolic compounds and antioxidant potential of pulp and kernel at the Federal Technological University of Paraná laboratory Campo Mourão. The results presented by the chemical composition pointed to an expected behavior as referred in the literature, which indicates that this variation is due to the characteristics of the places of origin of the samples. The absorbance obtained in ethanolic almond extracts were higher characterizing a higher antioxidant capacity compared with pulp. The EC 50 showed results consistent with the absorbance confirming the highest antioxidant potential for almond, while the value of total phenolic compounds with higher values for the pulp and smaller for the kernel. The results indicated that macaúba can be applied in various industry sectors.

Keywords: Antioxidant Activity; Macaúba; Fruit; Baboso Coco; Bocaiúva.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Estrutura interna do coco da macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>).	15
Figura 2 - Fórmula estrutural do fenol.	21
Figura 3 - Localização da cidade de Goioerê, no Estado do Paraná.	23
Figura 4 - Amostras dos frutos da Macaúba coletados em estágio “de vez” de maturação.	24
Figura 5 - Frutos da macaúba descascados.	24
Figura 6 - (A) – Amostra do fruto sendo despulpado. (B) Amostra da polpa extraída do fruto.	25
Figura 7 - Fruto quebrado com a amêndoa exposta.	25
Figura 8 - (A) Amêndoa dupla do fruto da macaúba. (B) Amêndoa inteira extraída do fruto.	26
Figura 9 - Curva calibração para ácido gálico.	49
Figura 10 - Curva calibração do EC 50 para a polpa da macaúba.	50
Figura 11 - Curva calibração EC 50 para a amêndoa da macaúba.	51

Lista de Siglas e Abreviaturas

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

BHA: butil hidroxianisol

BHT: Butil-hidroxi-tolueno.

DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazila

FAO: Food and Agriculture Organization

HCl: ácido Clorídrico

IAL: Instituto Adolfo Lutz.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

m/m: massa por massa.

MG: Estado de Minas Gerais.

MS: Estado do Mato Grosso do Sul.

PE: Estado do Pernambuco

PG: galato de propila.

PR: Estado do Paraná.

SP: Estado de São Paulo.

TBHQ: Terc-butil-hidroquinona.

UV/VIS: Ultravioleta/Visível.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A Palmeira	14
2.2	O Fruto	14
2.3	Utilização da Macaúba.....	16
2.4	Composição Centesimal	17
2.5	Antioxidantes	19
2.4	Compostos Fenólicos	20
3	OBJETIVOS.....	22
3.1	Objetivo Geral.....	22
3.2	Objetivos Específicos	22
4.1	Coleta, Amostragem e Higienização dos Frutos.....	23
4.2	Descascamento, Despolpamento, Retirada da Amêndoa e Armazenamento	24
4.3	Determinação do Teor de Umidade e Cinzas	26
4.4	Determinação de Lipídios Totais.....	28
4.5	Determinação de Proteína Bruta	28
4.6	Determinação de Carboidratos.....	29
4.7	Obtenção do Extrato da Polpa e da Amêndoa do Fruto da Macaúba	30
4.8	Determinação de Fenólicos Totais.....	30
4.9	Determinação da Atividade Antioxidante.....	30
4.10	Cálculo do EC 50.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1	Composição Centesimal	32
5.2	Compostos fenólicos.....	36
5.3	Atividade Antioxidante.....	37
6	CONCLUSÃO	39
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	ANEXOS	48

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade com grande capacidade de geração de emprego e renda, e por isso apresenta significativa importância social, em particular em regiões mais pobres, que não contam com muitas alternativas para dinamizar a economia local. É uma atividade intensiva em mão-de-obra nos diferentes elos da cadeia produtiva (BRASIL, 2007).

O cerrado é uma região produtora de dezenas de frutas nativas no Brasil, sendo que a espécie mais representativa desse ecossistema é o pequi, que se tornou árvore símbolo da resistência contra a destruição dos cerrados na cultura extensiva de grãos. A gabioba é fator de agregação entre as famílias que unidas, vão para os campos na época de safra, à procura de moitas de frutas doces e refrescantes. E os habitantes locais esperam, após as chuvas de verão, a chegada de outras delícias, como o araticum-do-cerrado, a mama-cadela, a fruta-de-lobo, o murici, a macaúba e o buriti (SILVA, 2006).

O interesse industrial pelas frutas nativas dos cerrados foi intensificado após os anos 40, sendo que a mangaba, por exemplo, foi intensivamente explorada durante a Segunda Guerra Mundial, para exploração de látex, o babaçu e a macaúba foram bastante estudados na década de 70, em decorrência da crise de petróleo, e mostraram grandes possibilidades para utilização em motores de combustão, em substituição ao óleo diesel (AVIDOS e FERREIRA, 2000).

A industrialização dos produtos agropecuários pode contribuir consideravelmente na melhoria da dieta de um país e no estado nutricional dos seus habitantes e a tecnologia alimentar é o vínculo entre a produção e o consumo dos alimentos e ocupa-se de sua adequada manipulação, elaboração, preservação, armazenamento e comercialização. Para que se possa alcançar um bom rendimento, a tecnologia de alimentos deve estar intimamente associada aos métodos e progressos da produção agrícola, de um lado, e aos princípios e práticas da nutrição humana, do outro lado (GAVA, 2008).

Atualmente, a tecnologia de alimentos orienta-se segundo duas direções, onde por um lado continuará a produção e incremento de alimentos mais sofisticados, nutritivos, convenientes e atrativos e por outro lado, o desenvolvimento dos processos tecnológicos se orienta para o aproveitamento de subprodutos e materiais descartáveis destinados à

produção de alimentos mais nutritivos que sejam oferecidos a baixo preço e possam ser utilizados por grande parte da população mundial (GAVA, 2008).

A importância da caracterização centesimal e avaliação do potencial antioxidante bem como o de compostos fenólicos dos produtos agrícolas pouco explorados permite assim um melhor aproveitamento industrial dos produtos subprodutos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Palmeira

A macaúba é uma palmeira encontrada em quase todo o Brasil, desde o Pará até São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná ocorrendo também na Argentina, Bolívia e Paraguai. Pertence a família Palmae e seu nome científico é *Acrocomia aculeata*. Sua etimologia refere-se a *acrocomia*, que significa "mecha na altura", e *aculeata*, espinhenta, pois em geral ela possui espinhos ou acúleos em seu caule (ARISTONE, 2006; SALIS e JURACY, 2005).

Por ser de tão grande dispersão geográfica no Brasil, esse coco acabou sendo conhecido por diferentes nomes regionalizados, sendo que algumas variações podem ter surgido devido à questão do sotaque da língua como, macaúba, macaiúba, macajuba e macaúva. Além desses nomes, o fruto da *Acrocomia aculeata* também é conhecido como bocaiúva, bacaiuveira, bacaiúva, coco-babão, coco-baboso, coco-de-catarro, coco-de-espinho, coco-de-espinha, coco-xodó, imbocaia, macaiqueira, macaiá, mocajá, macauqueira, macujá, macujazeiro, marcová, mucajá e umbocaiúva (ARISTONE, 2006; BRASIL, 2002).

Essa palmeira pode variar de 5 a 20 metros de altura, com caule provido de espinhos duros, escuros e compridos, já as folhas são grandes, alongadas e pinadas e o período de floração é de setembro a janeiro e seu fruto leva de 13 a 14 meses para amadurecer (GOMES, 2007; ARISTONE, 2006).

2.2 O Fruto

A palmeira possui grandes cachos (com até quinhentos frutos em cada). Os frutos são drupas globosas esféricas ou ligeiramente achatadas em seus polos, com diâmetro variando de 2,5 a 5,0 cm. O epicarpo (casca) rompe-se facilmente quando maduro. Ao retirar a casca encontra-se o mesocarpo (polpa), que é fibrosa e de cor variando de amarelo claro a laranja escuro, de sabor adocicado, rico em glicerídeos e carotenoides. Essa polpa está firmemente ligada à casca interna, essa muito mais dura que a casca externa. A casca

interna, chamada de tegumento, parece com madeira escura (AOQUI, 2012; ARISTONE, 2006). A Figura 1 apresenta a estrutura interna do coco da macaúba (*Acrocomia aculeata*).



Figura 1 - Estrutura interna do coco da macaúba (*Acrocomia aculeata*).

Os frutos maduros da macaúba podem ser coletados no chão, de maio a janeiro, nessa fase, exalam aroma característico e a casca se solta facilmente, porém quando verdes, a casca encontra-se muito aderida à polpa. A coloração da polpa varia de amarelo-alaranjada a amarelo esverdeada, possui um aspecto ceroso e aderente e contém entre 27 e 33% de óleo. A semente (amêndoa) é redonda e comestível, possui entre 53 e 66% de óleo incolor, transparente, perfumado, considerado um substituto do óleo de oliva (GOMES, 2007, BRASIL, 2002; AVIDOS e FERREIRA, 2000).

Há grande variação no tamanho do fruto, na coloração da casca e polpa. Essas diferenças podem estar relacionadas com fatores genéticos, visto que plantas de uma mesma região, onde clima e solo são os mesmos, apresentam grande diversidade (CICONINI, 2011).

Do fruto de macaúba são extraídos dois tipos de óleos: da polpa e da amêndoa, com características químicas diferentes e economicamente importantes. O óleo de polpa da macaúba concentra 21% ácidos graxos saturados (AGS) correspondendo 15,59% de palmítico e, 79% de ácidos graxos insaturados (AGI) sendo o majoritário o ácido oleico com 73,03%, também apresenta coloração alaranjada devido à presença de carotenoides, contendo uma proporção de ácido graxo monoinsaturado similar ao azeite de oliva. O óleo

da amêndoa apresenta coloração clara, com alto teor de ácido graxos saturados, predominando ácido láurico, do tipo láurico/oleico (NUNES, 2013; CICONINI, 2011; HIANE, PENTEADO e BADOLATO, 1990).

2.3 Utilização da Macaúba

No Brasil, os biomas Cerrado e Pantanal possuem inúmeras espécies nativas com alto potencial para exploração econômica nos setores alimentício, farmacêutico e oleoquímico. A macaúba, palmeira de ampla distribuição nesses dois biomas, pode ser considerada uma das espécies com maior potencial de exploração econômica imediata, devido à elevada produtividade de óleos e aproveitamento total dos coprodutos, além do sistema de cultivo considerado sustentável do ponto de vista ambiental, social e econômico (CICONINI, 2011).

Ainda segundo Ciconini (2011), esta palmeira pode ser utilizada para diferentes fins, como as folhas na nutrição animal, os frutos para produção de farinhas e óleos, o endocarpo e casca para biomassa e o endocarpo para carvão ativado. Dos frutos de macaúba pode-se extrair o óleo tanto da polpa quanto da amêndoa. Este perfil de ácido graxo está relacionado diretamente com a redução de doenças cardiovasculares e controle de dislipidemias.

O tegumento ou endocarpo pode ser utilizado na fabricação de carvão, em função dos altos teores de lignina, apresentaram maior resistência à decomposição térmica, necessitando de temperaturas mais elevadas para se transformar em carvão e concentrar o carbono em suas estruturas, ou mesmo queimado diretamente. Esse carvão tem um alto poder calórico, sendo ideal para assar carnes por exemplo. Transformar esse tegumento em carvão ativado surge como um processo de agregação de valor ao produto (ARISTONE, 2006; SILVA, BARRICHELO e BRITO, 1996).

Apesar de bastante promissora, a utilização da macaúba, na cadeia produtiva do biodiesel e das indústrias de óleos de uma maneira geral, requer, ainda, uma série de estudos com o objetivo de solucionar gargalos que atualmente inviabilizam o uso imediato dessa oleaginosa para a obtenção de óleos com qualidade adequada ao seu uso posterior (FARIAS, 2010).

Seus frutos são ricos em cálcio e potássio, a polpa e sua farinha da bocaiúva são valorizadas no mercado econômico mato-grossense e também em outros estados brasileiros. A polpa fresca é consumida ao natural ou usada em vitaminas, doces, cremes, geleias, fabricação de sorvete, bolos e pães, já a amêndoa pode ser consumida *in natura* ou na forma de paçocas, ainda apresenta usos como planta melífera, ornamental, medicinal e industrial (ALVES, 2013; BRASIL, 2002; AVIDOS e FERREIRA, 2000).

Existe um potencial de exploração da macaúba através do extrativismo que é muito grande. Outras aplicações bastante interessantes para os óleos derivados tanto da polpa quanto da castanha na fabricação de biodiesel tem motivado os pesquisadores a desenvolverem pesquisas sobre o assunto e a utilização mais nobre delas na alimentação humana além da área cosmética (ARISTONE, 2006; SALIS e JURACY, 2005).

Estudos acerca das características de frutos do cerrado são escassos na literatura, sendo necessárias mais pesquisas que determinem a composição em macronutrientes, vitaminas e minerais, compostos bioativos, a biodisponibilidade destes nutrientes e a utilização dos frutos no processamento de alimentos com elevado valor agregado (SILVA *et al.*, 2008).

2.4 Composição Centesimal

A composição centesimal dos frutos nativos das regiões brasileiras, há tempos, vem sendo pesquisada e ainda não se conseguiu analisar todos os frutos que estão disponíveis, restando ainda uma vasta variedade de frutos nativos para serem estudados (ROCHA *et al.*, 2013).

Na composição da maioria dos alimentos, a água é encontrada como componente fundamental. Ela é essencial para o processo vital, influencia na textura, na aparência, e no sabor. O conteúdo de água de um alimento é determinado pelo valor total de água que ele contém. Para frutas, vegetais, carnes, peixes, leites e ovos o conteúdo de água varia entre 70% e 95%. Este conteúdo de água é determinado experimentalmente pelo método de estufa (CELESTINO, 2010; DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010; ARAÚJO, 2009).

O teor de cinzas corresponde a fração mineral que é constituída por micro e macros

nutrientes, os quais possuem relação direta com o solo que foi cultivado. As cinzas contêm, em geral, cálcio, magnésio, ferro, fósforo, chumbo, sódio e outros componentes minerais. Em produtos vegetais a determinação de cinzas tem relativamente pouco valor, pois o teor de cinzas nesses produtos oferece pouca informação sobre sua composição, uma vez que seus componentes minerais são muito variáveis e tal determinação fornece, em geral, apenas uma indicação da riqueza da amostra nesses componentes. Porém, nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento (IAL, 2008; SILVA, 1990; ANGELUCCI *et al.*, 1987).

O teor de lipídios totais relaciona-se com os óleos e gorduras que são substâncias de origem vegetal, animal terrestre ou marinho, que consistem predominantemente de ésteres de glicerol com ácidos graxos chamados triglicérides. A maioria dos óleos vegetais é obtida de frutos e sementes, que geralmente fornecem dois produtos – o óleo e uma torta rica em proteínas (SILVA, 2010).

Ainda segundo Silva (2010), os óleos vegetais têm uma diversificação de uso muito grande nos vários setores industriais, a saber: matérias-primas básicas para a elaboração de produtos oleoquímicos; preparações farmacêuticas, medicamentos e cosméticos; em aplicações técnicas como ceras, lubrificantes e borrachas, ainda na alimentação na forma de óleos de cozinha, maionese e ingredientes de formulação de diversos alimentos industrializados e por fim como especialidades químicas numa larga gama de produtos e processos industriais.

As proteínas se caracterizam por ser o grupo mais abundante de macromoléculas, encontradas dentro e fora das células, e de importância vital aos seres vivos. Suas funções vão desde catálise de reações químicas (enzimas), transporte de outras moléculas, transmissão de impulsos nervosos, proteção imunitária e até mesmo função hormonal entre outras. É sabido que as de origem animal têm maior valor biológico em comparação com as proteínas vegetais. No entanto, populações de baixo poder aquisitivo têm acesso limitado a proteínas animais. Assim, a identificação de espécies vegetais ricas em proteínas e incentivos de cultivo e consumo destas espécies podem contribuir para diminuir as deficiências nutricionais para a população em geral, especialmente àquelas com hábitos e dietas alimentares diferenciadas (ALMEIDA *et al.*, 2013; KINUPP; BARROS, 2008).

2.5 Antioxidantes

Os vegetais, em particular as frutas, apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante, os quais incluem o ácido ascórbico, carotenóides e polifenóis (MELO *et al.*, 2008).

O estresse oxidativo ocorre em todos os organismos expostos a ambientes oxigenados. Logo, os sistemas biológicos desenvolveram defesas antioxidantes a fim de se proteger da oxidação. Não existe ainda uma definição uniforme para antioxidante, pois existem diversos mecanismos químicos pelos quais a oxidação pode ser inibida. Em geral, os tecidos biológicos a partir dos quais os alimentos são obtidos contém muitos sistemas antioxidantes (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

Na indústria de alimentos a função específica do antioxidante é retardar ou impedir a deterioração dos alimentos, notadamente óleos e gorduras, evitando a formação de "ranço" por processo de oxidação. Existem dois tipos principais de ranço, o oxidativo e o hidrolítico. Onde no ranço hidrolítico ocasionado por lipases, teremos a liberação de ácidos graxos responsáveis pelo odor desagradável, já no ranço oxidativo, as cadeias insaturadas dos ácidos graxos poderão, com oxigênio, formar peróxidos que, posteriormente, poderão romper-se originando diversos carbonilados de peso molecular mais baixo e responsáveis pelo odor desagradável dos produtos rançosos (GAVA, 2008; GAVA, 1984).

A oxidação ocorre quando elétrons são removidos de um átomo ou de um grupo de átomos. Ao mesmo tempo, há uma reação de redução correspondente que envolve adição de elétrons a um átomo ou a um grupo de átomos diferentes. As reações de oxidação podem ou não envolver a adição de átomos de oxigênio ou remoção de átomos de hidrogênio da substância que está sendo oxidada (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os radicais livres são átomos ou grupos de átomos que contém um ou mais elétrons não-pareados, ou seja, que não pertençam a um par de elétrons, sendo que em geral são extremamente instáveis, tendo um período de vida de fração de segundos. A ação dos antioxidantes pode se dar, teoricamente, de várias formas, ligando-se competitivamente ao oxigênio, retardando a etapa de iniciação ou interrompendo a etapa de propagação pela destruição. Do ponto de vista químico, os antioxidantes são compostos aromáticos que contém pelo menos um grupo hidroxila podendo ser sintéticos como o butilhidroxianisol

(BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT), largamente empregados pela indústria de alimentos, ou naturais, em substâncias bioativas tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos, que fazem parte da constituição de diversos alimentos (MELO *et al.*, 2011; OETTERER, 2006; AMARAL, 1995).

Os antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos são o BHA (butil hidroxianisol), BHT (butil-hidroxi-tolueno), PG (galato de propila) e TBHQ (terc-butil-hidroquinona). A estrutura fenólica destes compostos permite a doação de um próton a um radical livre, regenerando, assim, a molécula do acilglicerol e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres. Esse mecanismo de ação retarda a rancificação oxidativa em alimentos. O TBHQ, por exemplo, não é permitido no Canadá e na Comunidade Europeia. No Brasil, o uso de antioxidantes sintéticos é controlado pelo Ministério da Saúde que limita 100 mg/kg para BHA, BHT e PG e 200 mg/kg para TBHQ como concentrações máximas permitidas. Entre os antioxidantes naturais mais utilizados na indústria alimentícia podem ser citados tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia (OLIVEIRA, 2012; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009; RAMALHO, JORGE, 2006; BRASIL, 1998).

O uso de antioxidantes naturais como conservantes de alimentos vem crescendo nos últimos anos e a justificativa vem da corrente naturalista e a segurança alimentar contribuem para esse aumento.

2.6 Compostos Fenólicos

Estes compostos englobam a maior variedade de compostos presentes em alimentos. São classificados em pouco e largamente distribuídos na natureza. No grupo dos poucos distribuídos na natureza, estão um número reduzido de compostos. Já no grupo dos que são largamente distribuídos na natureza, estão os fenólicos encontrados geralmente em todo o reino vegetal. Esses compreendem os chamados flavonoides e derivados e os ácidos fenólicos (ácidos benzoico, cinâmico e seus derivados e cumarinas) (TERRA *et al.*, 2011; SOARES, 2002).

Os compostos fenólicos dos alimentos vegetais incluem diversos compostos e um amplo espectro de atividades funcionais. Tradicionalmente estes compostos são

considerados importantes em alimentos vegetais, devido a seu impacto sobre o sabor e a cor, mais hoje em dia, existe um grande interesse em seus potenciais efeitos benéficos à saúde, atividade antioxidante, efeitos antimicrobianos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A fórmula estrutural desses compostos inclui um anel aromático hidroxilado como fenol (Figura 2), p-cresol e 3-etil-fenol, que além de se apresentarem sob sua forma natural, podem também se ligar entre si ou com outros compostos (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010; SOARES, 2002).

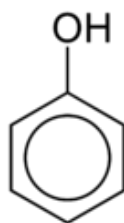


Figura 2 - Fórmula estrutural do fenol.

Quase todas as frutas (e poucos outros tipos de vegetais) possuem algum tipo de composto fenólico que se relacionam com ações benéficas em inúmeros sentidos, como capacidade antioxidante, prevenção do câncer, de doença cardiovascular, doenças neurodegenerativas entre outros dependendo do composto fenólico existente (TERRA *et al.*, 2011).

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos são interessantes desde o ponto de vista tecnológico, até nutricional. O comportamento antioxidante dos compostos fenólicos parece estar relacionado com sua capacidade de quelar metais, inibir a ação da enzima lipoxigenase e captar radicais livres, ainda que em outras ocasiões possam promover reações de oxidação “*in vitro*” (MARTÍNEZ-VALVERDE, PERIAGO, ROS, 2000).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a composição centesimal, os compostos fenólicos totais e o potencial antioxidante dos extratos etanoicos da polpa e da amêndoa do fruto da Macaúba.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a composição centesimal quanto ao índice de umidade, cinzas, proteína bruta, carboidratos, lipídios totais da polpa e da amêndoa do fruto.
- Obter os extratos etanoicos da polpa e amêndoa do fruto da macaúba.
- Avaliar o potencial antioxidante e os compostos fenólicos totais nos extratos etanoicos da polpa e amêndoa do fruto.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Coleta, Amostragem e Higienização dos Frutos

A coleta dos frutos ocorreu na zona rural da cidade de Goioerê/PR, a cidade possui como base de sua economia a agricultura e comércio, e segundo o IBGE (2010), possui cerca de 29.018 habitantes e uma área de 564,163 km², tendo seu bioma pertencente à mata Atlântica. A Figura 3 apresenta a localização da cidade de Goioerê/PR.



Figura 3 - Localização da cidade de Goioerê, no Estado do Paraná.
Fonte: UEM-CRG, 2010.

Os frutos foram coletados diretamente do pé em estágio de maturação “de vez”. A explicação para coleta dos frutos neste estágio de maturação se dá, pois o mesmo encontra-se com a casca menos aderida à polpa facilitando sua retirada. As amostras após coletadas permaneceram armazenadas em local fresco e com ventilação até o momento da seleção, limpeza e higienização. A Figura 4 apresenta os frutos coletados para as análises.



Figura 4 - Amostras dos frutos da Macaúba coletados em estágio “de vez” de maturação.

A seleção dos frutos consistiu na eliminação dos que aparentemente estavam estragados. Na sequência foi realizada uma limpeza prévia com água e detergente neutro para retirada das sujidades mais grosseiras e aparados os pedúnculos quando necessário, posteriormente as amostras foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 10 ppm deixando-as imersas por 15 minutos. Finalmente foram armazenadas novamente em local fresco e ventilado para evitar o apodrecimento dos frutos.

4.2 Descascamento, Despolpamento, Retirada da Amêndoa e Armazenamento

O descascamento procedeu-se manualmente com a retirada da casca do fruto, deixando a polpa. A retirada da polpa e da amêndoa também foi realizada manualmente por meio da utilização de facas para a polpa e martelo para a amêndoa, na qual era necessário quebrar o tegumento para sua retirada. A Figura 5 apresenta o fruto descascado.



Figura 5 - Frutos da macaúba descascados.

A polpa retirada apresentou-se bem amarela e com aspecto pegajoso característico do fruto. A Figura 6 apresenta o fruto sendo despulpado (A) e a polpa (B) já retirada.

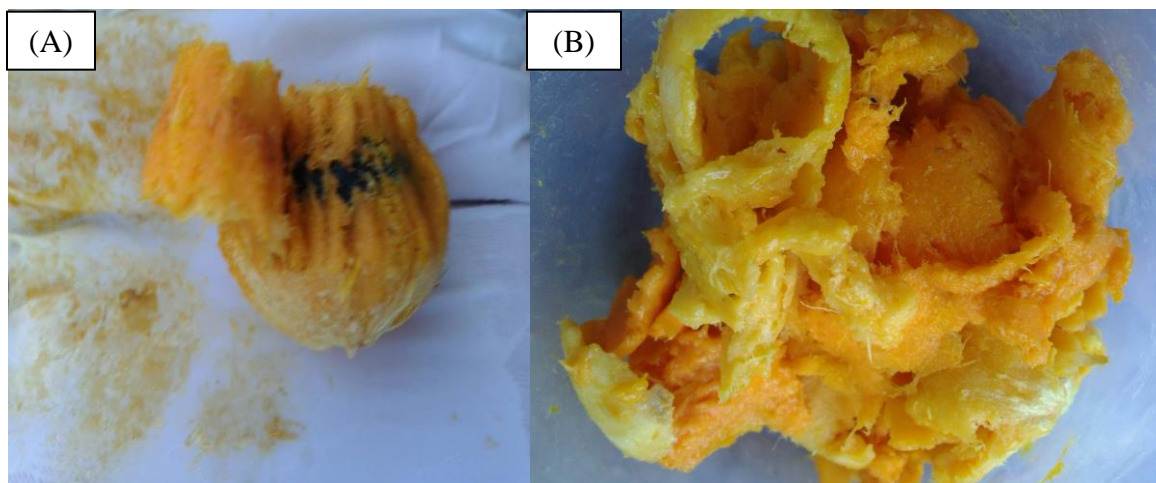


Figura 6 - (A) – Amostra do fruto sendo despulpado. (B) Amostra da polpa extraída do fruto.

A retirada da amêndoa foi realizada com a quebra do tegumento (castanha), que é grossa e resistente. Para alguns frutos houve o desprendimento da mesma no momento da quebra. A Figura 7 apresenta a castanha quebrada expondo a amêndoa, que possui como característica ser branca e muito parecida com coco.



Figura 7 - Fruto quebrado com a amêndoa exposta.

A Figura 8 apresenta a amêndoa extraída em formatos diferenciados, na primeira (A) um fruto que possuía duas amêndoas dentro da castanha estando elas com aparência achatada e na segunda imagem (B) a amêndoa arredondada envolta por uma fina camada marrom.

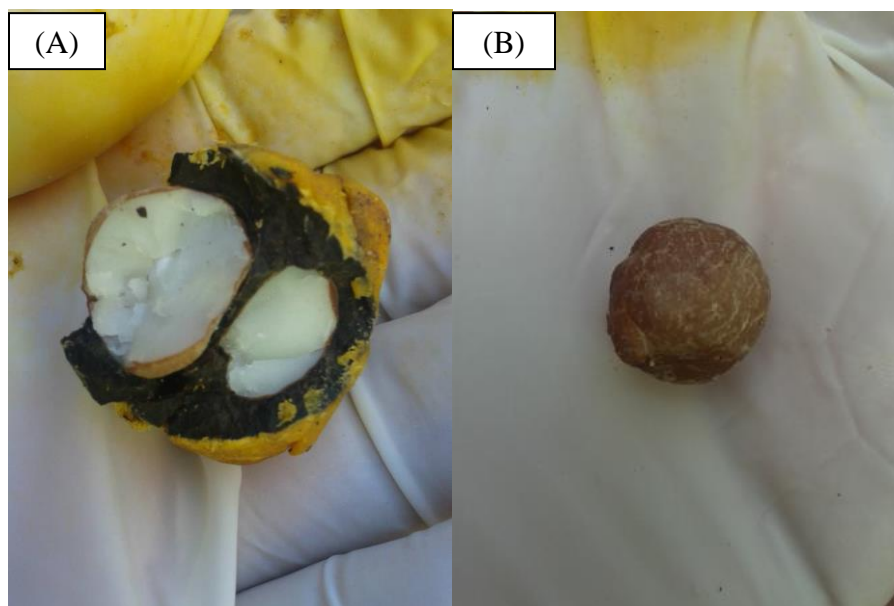


Figura 8 - (A) Amêndoa dupla do fruto da macaúba. (B) Amêndoa inteira extraída do fruto.

A polpa e a amêndoa extraída do fruto da macaúba foram armazenadas em embalagens plásticas com identificação e levadas ao laboratório de Pesquisa, no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Essas amostras foram submetidas às análises do teor de umidade, cinzas, proteína bruta e lipídios totais. Parte das amostras de polpa e amêndoa foram secas em estufa de circulação forçada de ar Cienlab por 72 horas a temperatura de 45°C. Para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante as amostras da polpa e amêndoa foram armazenadas em erlenmeyers recobertos com papel alumínio, em freezer a -18°C até o momento das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como média \pm desvio padrão.

4.3 Determinação do Teor de Umidade e Cinzas

A metodologia de determinação do teor de umidade e de cinzas de polpa e amêndoa seguiu os procedimentos adotados pelo Manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Aproximadamente 5 gramas de amostra foram adicionadas em capsula de porcelana, previamente calcinada em mufla Jung J200 a 600°C e tarada. Em seguida foram colocadas em estufa de secagem Bromatic a 105°C durante 3 horas. Em seguida foram retiradas, acondicionadas em dessecador até atingir a temperatura ambiente sendo submetidas à pesagem. Repetiu-se a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante. Para a determinação do percentual de umidade nas amostras foi utilizada a Equação (1) e os resultados expressos em porcentagem.

$$X = \frac{100 \times N}{P} \quad (1)$$

Onde:

N = massa de água (perda de massa em g)

P = massa da amostra (g)

O resíduo obtido do teor de umidade foi utilizado para a determinação do teor de cinzas. As amostras foram colocadas em mufla Jung J200 a 600°C por, aproximadamente 6 horas até apresentarem coloração esbranquiçada. Em seguida foram acondicionadas em dessecador em temperatura ambiente e submetidas a pesagem em temperatura ambiente. O Para o cálculo do percentual de cinzas na amostra utilizou-se a Equação (2).

$$x = \frac{100 \times N}{P} \quad (2)$$

Onde:

N = massa de cinzas (g)

P = massa de amostra (g)

4.4 Determinação de Lipídios Totais

A determinação do percentual dos lipídios totais foi realizada pela extração com n-hexano, no aparelho de Soxhlet Marconi MA 0441/5/50, seguida da evaporação do solvente em estufa e a determinação gravimétrica de lipídios, expresso em porcentagem, segundo metodologia proposta pelo Manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Inicialmente foi pesado aproximadamente 5 gramas das amostras da polpa e amêndoa da macaúba e colocadas em cartuchos elaborados de papel filtro e, posteriormente transferidos para o equipamento. Utilizou-se um volume aproximado de 120 mL de solvente n-hexano em cada tubo de extração, limpos, secos (em estufa de secagem a 105°C por 2 horas) e tarados. Em seguida, o solvente foi aquecido à ebulição e permaneceu em refluxo e em contato com amostra por 6 horas.

Após passado este tempo, procedeu-se a recuperação do n-hexano e a retirada dos tubos de extração, que foram colocados em estufa a 105°C por aproximadamente 2 horas, para terminar de evaporar os resíduos de solvente. Passado este tempo foram retirados da estufa e transferidos para o dessecador onde permaneceram em temperatura ambiente até o momento da pesagem. Os resultados foram expressos segundo a Equação (3) e o teor dos lipídios totais expresso em porcentagem.

$$x = \frac{100 \times N}{P} \quad (3)$$

Onde:

N = massa de lipídios (g)

P = massa de amostra (g)

4.5 Determinação de Proteína Bruta

O teor de proteína bruta foi obtido pelo método de Kjeldahl, utilizando o equipamento Tecnal TE 0363, de acordo com o Manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram pesados aproximadamente 0,2 gramas das amostras,

separadamente, de polpa e amêndoa em cartuchos de papel manteiga. Os mesmos foram transferidos para os tubos de determinação de proteínas, onde foram adicionados 10 mL de ácido sulfúrico concentrado e 10 g de mistura catalítica . Os tubos foram transferidos para o digestor de proteínas onde permaneceram até alcançar a temperatura de 400°C e no momento em que o líquido apresentou coloração verde. Após a digestão os tubos foram resfriados e seguiram para o destilador de nitrogênio. Inicialmente a amostra foi diluída com água destilada, o excesso de ácido sulfúrico neutralizado com hidróxido de sódio a 40% e o nitrogênio total destilado na forma amônia foi recolhido num erlenmeyer contendo 10 mL de solução de ácido bórico a 3% com indicador misto verde de bromocresol e vermelho de metila.

Na sequência a solução obtida foi titulada com solução de HCl a 0,1 mol/L com fator de correção 0,9836 até atingir o ponto de viragem identificado pela passagem da coloração azul para a rosada. A equação utilizada para determinação do percentual de proteína bruta está descrita abaixo na Equação (4). Sendo utilizado o fator de conversão para determinação dos resultados de 6,25 tanto para a polpa quanto para a amêndoa e o resultado foi expresso em percentual de proteínas em massa (% p/p).

$$x = \frac{V \times 0,0014 \times C \times F}{P} \quad (4)$$

Onde:

V: HCl 0,1 Mol/L (mL)

C: fator de conversão para determinação de proteínas

F: fator de correção do HCl 0,1 Mol/L

P: massa de amostra (g)

4.6 Determinação de Carboidratos

O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença, onde calculou-se a média da porcentagem de água, proteínas, lipídios e cinzas e o restante foi considerado carboidrato (AOAC, 1997).

4.7 Obtenção do Extrato da Polpa e da Amêndoa do Fruto da Macaúba

Os extratos etanoicos das amêndoas e polpa do fruto da Macaúba (*Acromia aculeata*) foram obtidos utilizando uma proporção 1:3 (amostra : etanol 70%), de acordo com o método descrito por Tavares e Ramos (2008). A mistura foi mantida sob agitação magnética por 20 minutos, na ausência da luz, sendo o béquer coberto com papel alumínio e depois filtrada em funil de Büchner. Os sobrenadantes foram reservados e os resíduos submetidos a mais duas extrações da mesma maneira descrita anteriormente. Os sobrenadantes das três extrações foram unificados e utilizados nas determinações dos teores de fenólicos totais e atividade antioxidante.

4.8 Determinação de Fenólicos Totais

Para a determinação dos compostos fenólicos foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu conforme Singleton e Rossi (1965), onde foram adicionados em tubos de ensaio, protegidos da luz, 0,1 mL do extrato etanoico, 5 mL de água e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 3 min foram acrescentados 2,0 mL de carbonato de sódio 15% e mais 2,4 mL de água. Após 2 horas em repouso foi realizada a determinação da absorbância, utilizando um espectrofotômetro UV/VIS T80, da PG Instruments, a 765 nm e uma cubeta de quartzo com 1 cm de caminho óptico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por litro (mgEAG/L), utilizando uma curva de calibração com as concentrações 50; 100; 200; 300; 400; 500 mg/L de ácido gálico (Anexo I). Os resultados foram expressos em mg de fenólicos totais em equivalente de ácido gálico por litro (mgEAG/L).

4.9 Determinação da Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelo método do sequestro do radical livre DPPH, de acordo com Vieira e Santos (2010) com alterações. As concentrações dos extratos utilizadas foram de 5; 10; 20 mg EAG/mL. Paralelamente, foram realizados os testes em branco e de controle negativo. A leitura foi realizada, num espectrofotômetro UV/VIS, no comprimento de onda 515 nm, 45 minutos após a preparação das amostras.

Para determinar a atividade antioxidante foi empregada a Equação (5). A capacidade antioxidante nos extratos foi expressa pela porcentagem de sequestro de radicais livres DPPH (%SRL).

$$AA\% = \frac{100 - [(Aa - Ab) \times 100]}{Ac} \quad (5)$$

Onde:

Aa = absorvância da amostra;

Ab = absorvância do branco;

Ac = absorvância do controle.

4.10 Cálculo do EC 50

Fez-se o cálculo do EC 50 para padronizar a leitura do potencial antioxidante. Este resultado demonstra a concentração mínima de antioxidante necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH (SANTOS, 2011).

Para a determinação do EC 50 foram utilizados os volumes de extrato etanoico de 0,5; 1,0; e 2,5 mL, sendo estes para a polpa e para a amêndoa (Anexos II e III) separadamente. Em seguida foram colocados em tubos de ensaio e protegidos da luz e adicionados 2,0 mL da solução do radical DPPH 0,02 mol/L. A absorvância foi medida em 515,0 nm após incubação de 30 minutos no escuro.

O cálculo de EC 50 foi feito obtendo-se o valor da % de inibição do DPPH, para cada concentração medida, através da Equação (6).

$$\% \text{ inibição} = \frac{(\text{Abs.DPPH} - \text{Abs.do DPPH remanescente}) \times 100}{(\text{Abs.DPPH})} \quad (6)$$

Com estes valores plotou-se o gráfico de % de inibição do radical DPPH pelo volume dos extratos, e através da equação da reta feita com os dados calculou-se EC 50.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram observadas algumas características físicas dos frutos utilizados na determinação da composição centesimal, potencial antioxidante e compostos fenólicos, onde a polpa encontrava-se no momento da extração pouco aderida a casca e com uma coloração amarelo-alaranjado intenso, bem como possuía um cheiro característico do fruto, sendo ainda pegajosa.

Já a amêndoa apresentou características como ser esbranquiçada em seu interior, formato arredondado na maioria dos casos e possuir uma fina camada marrom que a envolve.

5.1 Composição Centesimal

A composição centesimal de um alimento expressa de forma básica o valor nutritivo, bem como a proporção de componentes em que aparecem os grupos homogêneos de substâncias do alimento (MORETTO, 2008). Os resultados da avaliação da composição centesimal da polpa e amêndoa do fruto da macaúba (*Acrocomia aculeata*) estão apresentados abaixo. A Tabela 1 apresenta os resultados da composição centesimal proximal da polpa e amêndoa da macaúba.

Tabela 1. Composição centesimal da polpa e amêndoa da macaúba

Amostras	Porcentual				
	Umidade	Cinzas	Lipídios totais	Proteína bruta	Carboidrato
Polpa	44,27± 3,42	2,45± 0,03	14,96± 2,00	6,81±1,41	31,51± 4,94
Amêndoa	18,89± 0,71	0,99± 0,19	14,76± 2,42	12,81± 1,86	52,55± 2,81

Média±desvio padrão das repetições em triplicata

O teor de umidade influi no fruto da macaúba tornando a polpa pouco fluida e os níveis dos demais componentes mais elevados. Esta característica favorece a conservação desta polpa, mas pode dificultar os processos industriais de extração (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Fatos confirmados por Ciconini (2011) que relata que a elevada umidade na polpa e

na amêndoa dos frutos de macaúba dificulta o processo de extração do óleo, tornando o processo mais oneroso. Baixos teores de água são fundamentais para uma boa conservação da matéria-prima, pois reduz a possibilidade de crescimento microbiano e desenvolvimento de reações físico-químicas deterioradoras. O rápido processamento ou a secagem de frutos para posterior armazenamento provavelmente terão que ser adotados no processamento industrial de extração do óleo.

A umidade encontrada na polpa da macaúba ($44,27 \pm 3,42\%$) apresentou-se próximo aos valores encontrados por Farias (2010), em suas pesquisas realizadas com amostras obtidas no norte de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG e sul do Ceará, onde apresentaram 46,4%, 46,6% e 49,1% respectivamente. Silva (2009), Ciconini (2011) e Hiane *et al.* (1992) também encontraram valores próximos ao obtido onde os teores de umidade apresentaram-se com valores de 48,97%, 49,06% e 49,14% respectivamente, a primeira obtida em São Gonçalo/MG e as últimas em Campo Grande/MS. Encontram-se valores que vão de 63% em amostras obtidas em Corumbá/MS por Ciconini (2011), 52,08% em amostras de Presidente Epitácio (ARGANDOÑA-SANJINEZ; CHUBA, 2011), 51,55% em São Gabriel do Oeste/MS (CICONINI, 2011), 51,13% em Dourados/MS (ARGANDOÑA-SANJINEZ; CHUBA, 2011) e 50,74% em amostras de Aquidauana/MS (CICONINI, 2011).

Para a amêndoa o resultado obtido ($18,89 \pm 0,71\%$) foi próximo ao encontrado na literatura onde se encontram valores que vão de 6,5% (HIANE, *et al.*, 2006) a 20,19% em São Gabriel do Oeste/MS (CICONINI, 2011). Farias (2010) encontrou valores de 16,8% em amostras do norte de Minas Gerais, 15,6% em amostras de Belo Horizonte/MG, 10,5% em amostras do sul do Ceará. Ciconini (2011), utilizou amostras de Campo Grande/MS, Corumbá/MS e Aquidauana/MS, obtendo resultados de 17,58%, 15,53%, 17,19% respectivamente, já Dessimoni-Pinto *et al.* (2010) encontrou 12,08% em amostras de Conceição do Mato Dentro/MG e Hiane *et al.* (1992) obteve 18,50% em amostras obtidas em Campo Grande/MS, resultado este muito próximo ao encontrado por Ciconini (2011).

O conteúdo em cinzas em uma amostra alimentícia representa o conteúdo total de minerais podendo, portanto, ser utilizado como medida geral da qualidade, e frequentemente é utilizado como critério na identificação de alimentos. O conteúdo em cinzas se torna importante para os alimentos ricos em certos minerais, o que implica em seu valor nutricional (ZAMBIAZI, 2010).

Os resultados obtidos para a determinação de cinzas na polpa do fruto da Macaúba ($2,45 \pm 0,03$) encontrou-se intermediário aos obtidos pela literatura, onde podemos observar percentuais de 3,22% (LIRA *et al.*, 2013) em amostras de Contagem/MG, 2,22% (ARGANDOÑA-SANJINES; CHUBA, 2011) em amostras obtidas em Presidente Epitácio/SP, 2,03% (LIRA *et al.*, 2013) em amostras analisadas de Paranavaí/PR, 1,71% em Campo Grande/MS (HIANE *et al.*, 1992), 1,57% (ARGANDOÑA-SANJINES; CHUBA, 2011) em amostras de Dourados/MS, 1,37% (São Gonçalo/MG) segundo Silva (2009) e o menor valor encontrado de 1,09% por Oliveira *et al.* (2009) em amostras obtidas em Petrolina/PE.

A literatura traz referências sobre o teor de cinzas na amêndoa da macaúba em suas mais diversas proporções, Dessimoni-Pinto *et al.* (2010) obteve 1,93% e Noronha, Vieira e Viroli (2012) obteve 1,94% em suas pesquisas. Logo $0,99 \pm 0,19\%$, obtido neste experimento, foi em média metade do encontrado por estes autores. Porém, também se encontra valores de 1,29% (Paranavaí/PR) e 1,54% em amostras de Contagem/MG (LIRA *et al.*, 2013) além de 1,68% em amostras analisadas em Campo Grande/MS por Hiane *et al.* (1992).

Os resultados expressos para lipídios na polpa ($14,96 \pm 2,00\%$) estão abaixo da maioria dos valores encontrados na literatura, como 48,70% (FARIAS, 2010), 47,20% (FARIAS, 2010), 32,76% (LIRA *et al.*, 2013) e 21,4% (FARIAS, 2010) estas amostras foram obtidas no norte de Minas Gerais, em Belo Horizonte/MG, Contagem/MG, sul do Ceará respectivamente. Alguns autores em suas análises obtiveram resultados aproximados ao obtido pelo trabalho sendo estes de 18,81% (SILVA, 2009) em amostras analisadas em São Gonçalo/MG, 16,50% avaliados por Hiane *et al.* (1992) em Campo Grande/MS e 8,14% segundo Ramos (2007) em amostras analisadas em Campo Grande/MS.

Para a amêndoa ($14,76 \pm 2,42\%$) a diferença foi ainda maior, pois não se obteve um resultado expressivo diante da literatura analisada onde Farias (2010) obteve um valor de 63,2% (sul do Ceará). Outros valores foram encontrados como 55,42% em Contagem/MG (LIRA *et al.*, 2013), 54,8% (FARIAS, 2010) no norte de Minas Gerais, 47,76% (LIRA *et al.*, 2013) em Paranavaí/PR, 47,3% (FARIAS, 2010) em Belo Horizonte/MG e 42,1% obtido em amostras analisadas em Campo Grande/MS por Hiane *et al.* (1992).

Uma explicação para o baixo teor de lipídios pode vir da maturação irregular que

reduz o teor de óleo no cacho, pois uma colheita única incluiria frutos maduros, semi maduros e imaturos, e resulta em muito menos óleo (CLEMENT, PÉREZ, VAN LEEUWEN, 2005), fato também citado por Novaes (1952).

Essa variabilidade na quantidade de óleo obtido nos frutos de macaúba, mostra a importância de estudos que trabalhem com indivíduos separadamente, a fim de identificar plantas que forneçam matérias-primas de maior qualidade e quantidade (CICONINI, 2010).

A literatura aponta resultados aproximados de proteína bruta ao obtido neste estudo para a amêndoa ($12,81 \pm 1,86\%$), como $12,77\%$ obtidos por Hiane *et al.* (1992) em amostras de Campo Grande/MS, $11,59\%$ e $12,28\%$ (NORONHA; VIEIRA; VIROLI, 2012; DESSIMONI-PINTO *et al.*, 2010). Porém, observou-se valores abaixo como o encontrado por Lira *et al.* (2013) em seus estudos utilizando amostras de Paranavaí/PR e Contagem/MG, obtendo $5,66\%$ e $6,70\%$, respectivamente e valores superiores como os obtidos por Hiane *et al.* (2006) de $17,57\%$. Para a polpa o valor encontrado $6,81 \pm 1,41\%$ de proteína foi superior a todos os valores encontrados na literatura $1,20\%$ (Contagem/MG), $1,15\%$ (Paranavaí/PR), $1,96\%$ (São Gonçalo/MG), $1,50\%$, $1,97\%$ (Campo Grande/MS) (LIRA *et al.*, 2013; SILVA, 2009; RAMOS, 2007; HIANE *et al.*, 1992).

Um estudo feito por Hiane *et al.* (2006), sobre a qualidade biológica das proteínas da amêndoa de macaúba mostrou que ela pode ser utilizada como fonte alternativa de proteínas para atender a merenda escolar e populações sem acesso a proteínas de origem animal. Salienta-se, assim, a importância de se pesquisar diferentes formas de preparo desta amêndoa a fim de se obter o melhoramento da biodisponibilidade dos seus aminoácidos.

A amêndoa mostrou-se, potencialmente, boa fonte de valina, metionina+cisteína, isoleucina, fenilalanina, tirosina e lisina para crianças de 2 a 5 anos de idade, cujos teores foram mais altos do que os valores recomendados para ingestão pela FAO segundo pesquisa realizada por Hiane *et al.* (2006).

O teor de carboidratos na polpa ($31,56 \pm 4,94\%$) foi intermediário aos valores obtidos na literatura, estando abaixo apenas do resultado obtido por Rocha (2011) de $36,4\%$ em amostras oriundas de Teresina/PI. Lira *et al.* (2013) encontraram percentuais de $18,19\%$ para amostras de Contagem/MG e $18,10\%$ para as amostras de Paranavaí/PR, enquanto que Hiane *et al.* (1992) obtiveram $24,66\%$ para amostras obtidas em Campo Grande/MS.

O valor obtido para a amêndoa de $52,23 \pm 2,81\%$ foi superior ao obtido por Dessimoni-Pinto *et al.* (2010) obtiveram o maior valor entre a literatura consultada com um percentual de 51,65% aproximando-se do valor obtido pelo trabalho. Hiane *et al.* (1992) e Lira *et al.* (2013) obtiveram 10,92%, 33,40% e 40,61% respectivamente, sendo a primeira amostra oriunda de Campo Grande/MS e as duas últimas obtidas em Paranavaí/PR e Contagem/MG.

Machado (2013) aponta que a quantidade de nutrientes encontrados na amêndoa e polpa varia muito para cada subespécie e a região onde é encontrado, sendo que as condições edafoclimáticas também influenciam na sua composição.

A diferença também nestes resultados pode advir da diferença de estágios de maturação entre as amostras, mesmo que utilizado um cacho o mesmo apresentou frutos com diversas características, sendo alguns mais maduros, já outros menos maduros. Estas características podem influenciar negativamente na determinação da composição centesimal do fruto da macaúba.

Outros fatores são descritos por Ciconini (2011) onde as variações observadas nestes frutos podem ser decorrentes de fatores genéticos e condições ambientais. A disponibilidade de água, temperatura, períodos de secas e alagamentos podem influenciar no desenvolvimento do fruto.

5.2 Compostos fenólicos

O conteúdo dos fenólicos totais obtidos nos extratos etanoicos da polpa e amêndoa de macaúba foi 101,09 mgEAG/L e 30,80 mgEAG/L de extrato, respectivamente. Os valores obtidos apontam que a polpa possui um maior teor de compostos fenólicos quando comparados com a amêndoa, condição também indicada por Lima *et al.* (2007) quando comparou o teor de compostos fenólicos presentes na polpa e amêndoa do pequi.

Estes resultados quando comparados com valores obtidos em produtos com alto valor de compostos fenólicos apresentam-se baixos como os obtidos por Silva (2010) em 1135,00 mgEAG/L, 1030,00 mgEAG/L e 604,40 mgEAG/L em sucos integrais, sucos reprocessados e néctares de uva, respectivamente.

Dias e Mengom (2012) obtiveram em seus estudos valores de compostos fenólicos

para suco e vinho de 1525,10 mgEAG/L 1804,10 mgEAG/L respectivamente, confirmando os valores obtidos por Silva (2010) e também quando comparados aos obtidos pelo trabalho se mostram superiores.

O conteúdo de compostos fenólicos costuma ser maior em frutas que em hortaliças e, maior em frutas imaturas que em maduras. As frutas tipicamente mostram diminuição de compostos fenólicos durante seu amadurecimento, e aumento na resposta a estressores, como contusões e infecções por fungos (FENNEMA; PARKIN; DAMODARAN, 2010).

A capacidade antioxidante parece não estar relacionada a composição de fenólicos totais, obtidos pelos extratos etanoicos da polpa e amêndoa da macaúba.

5.3 Atividade Antioxidante

Os resultados obtidos a partir da determinação da atividade antioxidante nas concentrações de 5, 10 e 20 mgEAG/L com base na absorbância da amostra em 515 nm, estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Atividade antioxidante dos extratos etanoicos da amêndoa e polpa da macaúba.

Concentração	Atividade antioxidante (%)	
	Polpa	Amêndoa
5,00	26,79±1,73	80,05±2,94
10,00	51,84±0,80	94,56±1,74
20,00	89,71±0,38	98,03±0,24

Média±desvio padrão das repetições em triplicata

Pode-se observar que a atividade antioxidante obtida na polpa nas concentrações de 5; 10; 20 mgEAG/L aumentaram, isto se deve em decorrência do aumento da concentração do extrato etanoico da polpa. Já para a amêndoa o valor de atividade antioxidante se apresenta superior ao obtido pela polpa, porém, quando se relaciona o aumento da concentração do extrato o intervalo de aumento é menor, variando de 80,05 a 98,03%, enquanto o aumento para a polpa apresentou-se de 26,79 a 89,71 para 5 e 20 mgEAG/L respectivamente.

Segundo Brizola (2010) a porcentagem de atividade antioxidante (AA%) corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante, ainda define que quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, maior será sua atividade antioxidante, logo, a amêndoa apresentou uma capacidade antioxidante maior.

Os valores de EC 50 para a os extratos de amêndoa e polpa de macaúba foram de 4,05 mgEAG/L e 9,16 mgEAG/L respectivamente. Ressalta-se que, quanto menor o valor de EC50, maior a atividade antioxidante do composto analisado (LUZIA, JORGE, 2010). Com os valores de EC 50 calculados pode-se observar também o que já havia sido indicado a maior atividade antioxidante na amêndoa da macaúba.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a pesquisa atingiu o objetivo proposto, pois quanto a composição centesimal os resultados obtidos foram variáveis a literatura consultada, ora acima, ora abaixo dos valores. Este comportamento já era esperado, pois na própria literatura constam citações que indicam a variabilidade da composição do fruto em regiões diferentes devido a característica de cada local, sendo estas climáticas ou de solo.

Quanto à determinação da atividade antioxidante a amêndoa se mostrou mais rica quando comparada a polpa e quanto aos compostos fenólicos pode-se concluir que os resultados foram inexpressivos quando comparados a fontes potenciais como derivados de uva. Estes resultados são escassos na literatura consultada, sendo assim os parâmetros comparativos são poucos quando comparados com outros produtos.

Ainda devem-se ser estudadas novas formas de colheita e processamento do fruto, pois os métodos utilizados são dificultados pelo instrumental e também podem gerar perdas durante o processo com desperdício de polpa e amêndoa.

A aplicação da macaúba nos mais diversos setores da indústria ainda deve ser estudada com maior profundidade, pois o processamento pode intervir da biodisponibilidade dos nutrientes da fruta. Logo este trabalho teve como intuito a iniciação da pesquisa sobre o fruto abrindo um campo para estudo e aplicações para outros autores, já que se trata de uma fruta com uso potencial nos mais diversos setores industriais e no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, fármacos e cosmecêuticos, sempre observando os processos industriais visando o melhor aproveitamento das características do fruto e extração com o mínimo de perdas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. V.; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. **Revista Química Nova na Escola**. v.35, n.1. fev., 2013.

ALVES, V. Bocaiúva: fruta pode ser utilizada até em suplementos para animais. **Agro Olhar**. jun. 2013.

AMARAL, L. **A química**. São Paulo: Edições Loyola, 1995.

ANGELUCCI, E.; CARVALHO, L. R.; CARVALHO, N. R. P.; FIGUEIREDO, B. I.; MANTOVANI, B. M. D.; MORAES, M. R. **Análise química de alimento**: manual técnico. Campinas: ITAL, 1987.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16 ed., 3 rev. Gaithersburg: AOAC International, 1997. v.2, cap. 32, p.1-43.

AOQUI, M. **Caracterização do óleo da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex. Mart.) e azeite de oliva (*Olea europea L.*) virgem extra e seus efeitos sobre a dislipidemia e outros parâmetros sanguíneos, tecido hepático e mutagênese em ratos *Wistar***. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, 2012.

ARAÚJO, W. M. C. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: SENAC/DF, 2009.

ARGANDOÑA-SANJINEZ, E. J.; CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva (*Acrocomia aculeata Jacq. Lodd.*). **Rev. Bras. Frutic.** v.33, n.3, Jaboticabal, set., 2011.

ARISTONE, F (Ed.). **Como fazer farinha de bocaiúva**: guia completo e livro de receitas.

Manual didático. 2006.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. a.3, n.15, jul./ago., 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n.1.004**, de onze de dezembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico: Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. 1 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA/MAPA/SPA, 2007.

BRIZOLA, V. R. Avaliação da composição e da atividade antioxidante de extratos de *Piper Regnellii*. In: Mostra Acadêmica Unimep. 8. **Anais**. Universidade Metodista de Piraciba. Piraciba, 2010.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010.

CICONINI, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2011.

CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; SOUZA, C. F. T. S.; MIYAHIRA, M. A. M.; CORRÊA, A.; PLEIN, G. S.; SOUZA, J. L. C.; SANTOS, G. P. Óleo de polpa da macaúba: variabilidade das características físico-químicas em plantas do Mato Grosso do Sul. In:

Congresso Brasileiro de Mamona. 4. **Anais**. João Pessoa, 2010.

CLEMENT, C. R.; PÉREZ, L. E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acerto e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, n.9. Montevideu, 2005.

UEM-CRG, Universidade Estadual de Maringá. Campus Regional de Goioerê. **Localização**. 2010. Disponível em: <
http://www.crg.uem.br/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=69>. Acesso em: 01 mar. 2014.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DESSIMONI-PINTO, N. A. V.; SILVA, V. M.; BATISTA, A. G.; VIEIRA, G.; SOUZA, C. R.; DUMONT, P. V.; SANTOS, G. K. M. Características físico-químicas da amêndoa de macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. **Rev. Alim. Nutr.** v.21, n.1, Araraquara, jan./mar., 2010.

FARIAS, T. M. **Biometria e processamento dos frutos da macaúba (*Acromia sp*) para a produção de óleos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GAVA, A. J. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

_____. **Princípios da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 13 ed. São Paulo: Nobel, 2007.

HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; FILHO, M. M. R.; PEREIRA, J. G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim CEPPA**. Curitiba, v.10, n.1, p. 35-42, jan./jun. 1992.

HIANE, P. A.; PENTEADO, M. V. C.; BADOLATO, E. Teores de ácidos graxos e composição centesimal do fruto e da farinha da bocaiúva (*Acrocomia makayáya Barb. Rodr.*). **Alim. Nutr.**, v.2, 1990.

HIANE, P. A.; BALSASSO, P. A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. **Ciência e Tecnologia Alimentos**. Campinas. n.26, jul./set., 2006.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Goioerê**: dados gerais do município. 2010. Disponível em: <
[http://www.ibge.com.br/cidadesat/painel/painel.php?lang=&codmun=410860&search=para na|goioere|infograficos:-dados-gerais-do-municipio](http://www.ibge.com.br/cidadesat/painel/painel.php?lang=&codmun=410860&search=para%7Cna%7Cgoioere%7Cinfograficos:-dados-gerais-do-municipio)>. Acesso em: 16 nov. 2013.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, n.38, Campinas, out./dez., 2008.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camn.). **Rev. Bras. Frutic.** v.29, n.3. Jaboticabal, 2007.

LIRA, F. F.; MACHADO, W.; SANTOS, J. V. D.; TAKAHASHI, S. A.; GUIMARÃES, M. F.; LEAL, A. C. Avaliação da composição centesimal de frutos de macaúba. In: Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. 3. **Anais**. Londrina, 2013.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Potencial antioxidante de extratos de sementes de limão (*Citrus limon*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, n.30. Campinas, abr./jun., 2010.

MACHADO, W.; LIRA, F. F.; SANTOS, J. V. F.; TAKAHASHI, L. C. A.; GUIMARÃES,

M. F.; LEAL, A. C. Avaliação da composição mineral de frutos de macaúba. In: Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. 3. **Anais**. Biochemistry and Biotechnology Reports. v.2, n.3, p. 10-13, Londrina, 2013.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. Caracas, v.51 n.1, p.5-18, 2000.

MELO, C. M. T.; COSTA, L. A.; BONNAS, D. S.; CHANG, R. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de pimentas. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.7, n.12, 2011.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.44, n.2, abr./jun., 2008.

MORETTO, E. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998.

_____. **Introdução à ciência de alimentos**. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2008.

NORONHA, L. S.; VIEIRA, J. T. F.; VIROLI, S. L. M. Elaboração de uma barra de cereais contendo amêndoa de macaúba: uma alternativa para a agricultura familiar. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 64. **Anais**. São Luís, jul., 2012.

NOVAES, R. J. **Contribuição para o estudo do coco macaúba**. 1952. 86 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1952.

NUNES, Â. A. **Óleo da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart.) com alta qualidade: processo de refino e termoestabilidade**. 2013. 126f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, 2013.

OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006.

OLIVEIRA, R. R. **Utilização do ácido fítico como antioxidante natural em produtos cárneos**. Seminário. Escola de Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2012.

OLIVEIRA, A. L. S.; TORRES, M. A.; FREIRE, S. J.; PEREIR, T. B.; SANTOS T. F.; SILVA, V. O.; AZEVÊDO, L. C. Caracterização físico-química da macaúba (*Acrocomia aculeata Jacq. Lodd.*) cultivada no sertão do Pernambuco. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. 4. **Anais**. Belém, 2009.

Os antioxidantes. **Revista Food Ingredients Brasil**. n.6, 2009.

RAMOS, M. I. L. **Polpa de bocaiúva (*Acrocommia aculeata (Jacq.) Lodd.*):** composição química e biodisponibilidade de carotenóides. 2007. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília/Universidade Federal de Goiás/Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Brasília, 2007.

ROCHA, M. S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense**. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

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

SALIS, S. M.; JURACY, A. R. M. **A utilização da bocaiúva no Pantanal**. Corumbá, n. 81, p.1-2, Embrapa Pantanal, jun. 2005.

SANTOS, S. N.; CASTANHA, R. F.; HABER, L. L.; MARQUES, M. O. M.; SCRAMIM,

S.; MELO, I. S. **Determinação quantitativa da atividade antioxidante de extratos brutos de microrganismos pelo método de captura de radical livre DPPH.** Comunicado técnico 50. Jaguariúna, jul. 2011.

SILVA, A. D. F. **Análise de compostos fenólicos e potencial antioxidante de amostras comerciais de sucos de uva e produtos derivados de uvas vinícolas.** 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2010.

SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados à madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. **IPEF**, n.34, dez. 1986.

SILVA, I. C. C. **Uso de processos combinados para o aumento do rendimento da extração e da qualidade do óleo de macaúba.** 2009. 99f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Revista Ciência Rural.** v.38, n.6. Santa Maria, set. 2008.

SILVA, S. **Maravilhas do Brasil: frutas.** São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 2 ed. Viçosa, Viçosa: UFV, 1990.

SILVA, G. C. R. **Processo industrial de extração dos óleos do fruto da macaúba: proposição de rota, simulação e análise de viabilidade econômica.** 2010. 217f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Amer. J. Enol. Viticult.** v.16, p. 144-158, 1965.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição.** Campinas, v.15, n.1, 2002.

TAVARES; M. S. S.; RAMOS, M. I. L. **Atividade antioxidante de frutos do cerrado e do pantanal, do estado de Mato Grosso do Sul:** padronização de metodologias (2008).

TERRA, N. L.; EL-KIK, R. M.; WATTE, M.; VIEIRA, J. M. S.; MARCHI, D. S. M.; DAVID, C. N.; SOUZA, C. G.; TEIXEIRA, A. S. (org.) **A nutrição e as doenças geriátricas.** Porto Alegre: EDUPUCRS, 2011.

VIEIRA, D. A.; SANTOS, P. S. **Avaliação da atividade antioxidante das folhas de acerola, araçá-roxo, goiabada, guabiroba, jaboticaba, ora-pro-nobis e pitanga.** 2010. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Processamento de Alimentos Vegetais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2010.

ZAMBIAZI, R. C. **Análise físico-química de alimentos.** Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2010.

ANEXOS

ANEXO I

Curva de calibração do Ácido gálico (Figura 9).

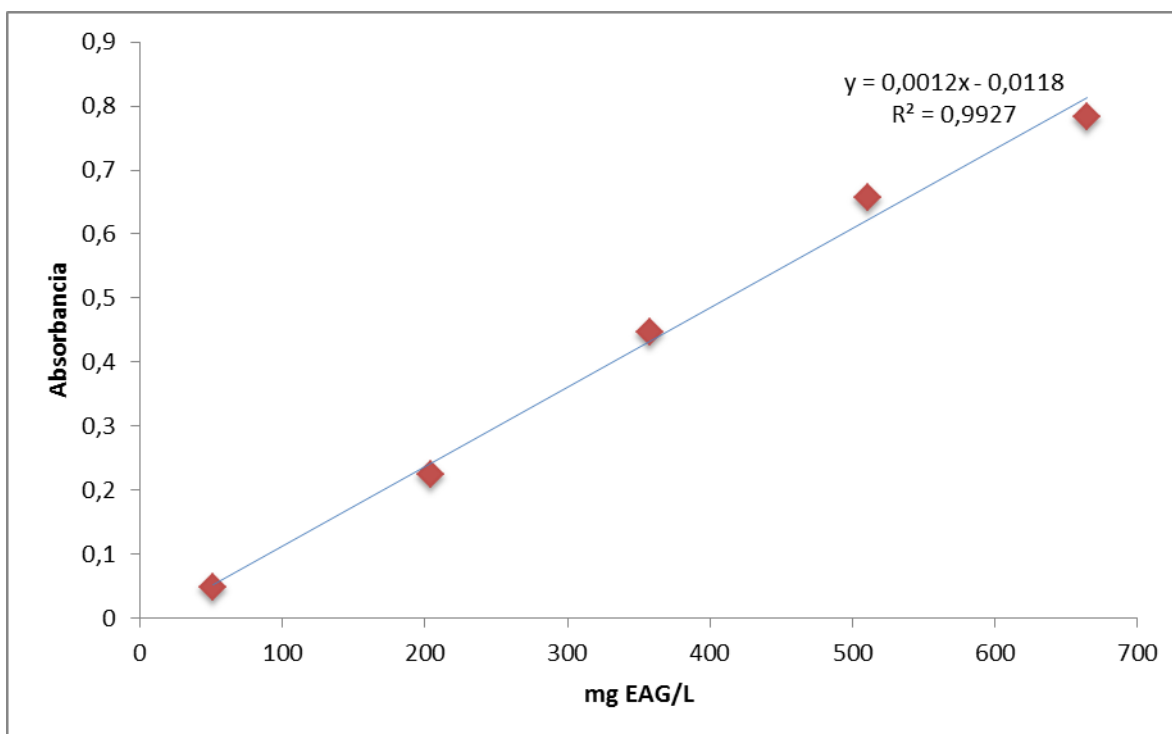


Figura 9 - Curva calibração para ácido gálico.

ANEXO II

Curva do EC 50 para a polpa da macaúba (Figura 10).

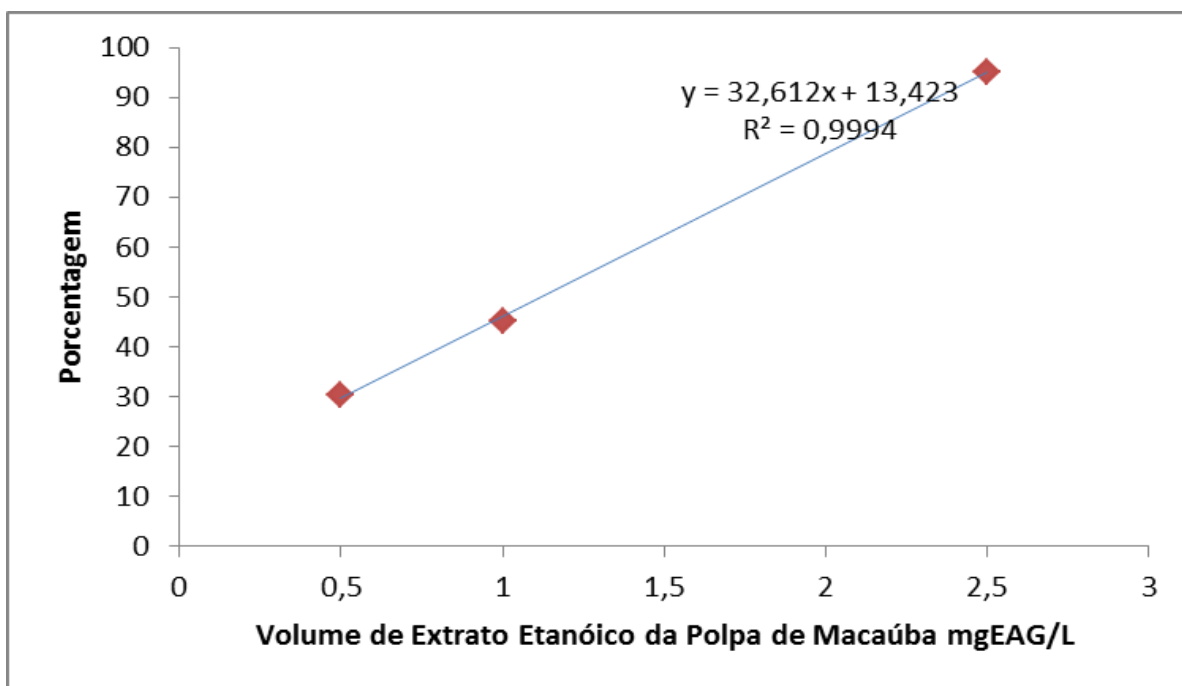


Figura 10 - Curva calibração do EC 50 para a polpa da macaúba.

ANEXO III

Curva do EC 50 para a amêndoa da macaúba (Figura 11).

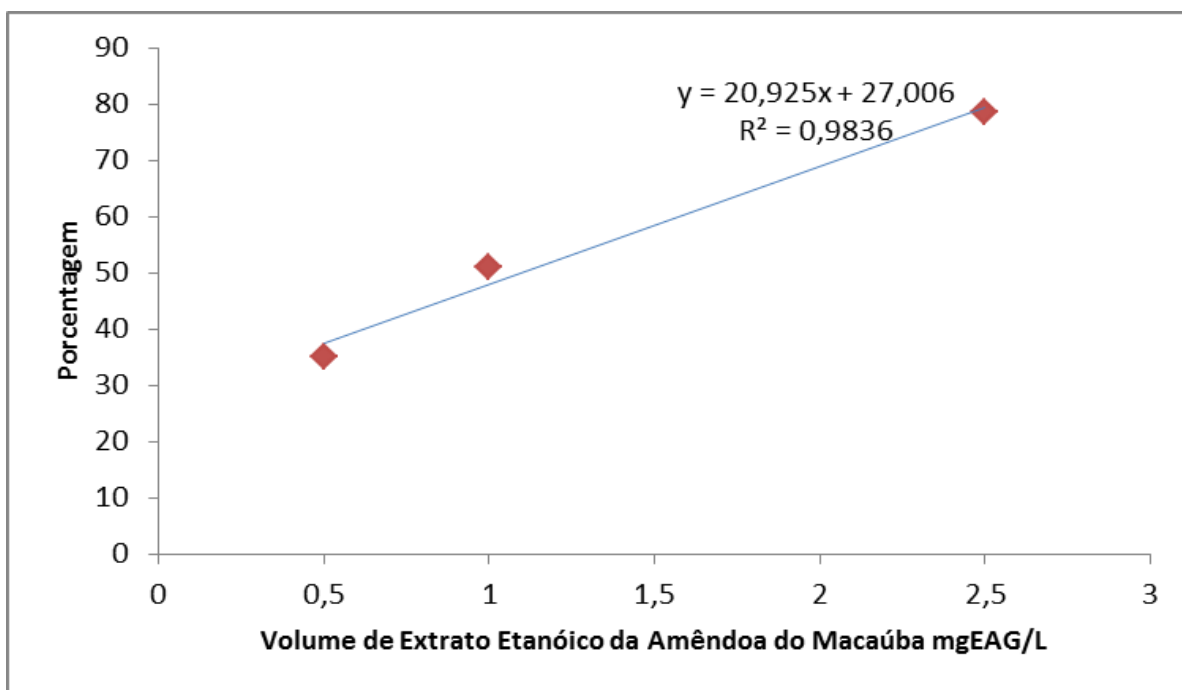


Figura 11 - Curva calibração EC 50 para a amêndoa da macaúba.