

Bioacessibilidade dos polifenóis presentes no mesocarpo e na amêndoа do babaçu (*Orbignya phalerata Mart.*)

Bioaccessibility of polyphenols in the mesocarp and babaçu almond (*Orbignya phalerata Mart.*)

DOI:10.34117/bjdv6n4-188

Recebimento dos originais:23/03/2020

ACEITAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO:14/04/2020

Aline Cronemberger Holanda

Mestre em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Endereço: Avenida Mirtes Melão, Condomínio Dream Park nº 5877, Gurupi, Teresina- PI

E-mail: alinecholanda@gmail.com

Lailton da Silva Freire

Mestre em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Endereço: Quadra 27 nº- 41, Planalto Uruguai , Teresina- PI

E-mail: lailton.f@hotmail.com

Geórgia Rosa Reis de Alencar

Mestre em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Endereço: Quadra 5 Bloco 5, apartamento 302, Morada Nova, Teresina- Piauí

E-mail: georgia.alencar@gmail.com

Rayane Carvalho de Moura

Mestre em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Endereço: Quadra 1 Bloco 11, Apartamento 304, Tancredo Neves, Teresina-PI

E-mail: rayane_cm@hotmail.com

Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres

Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade de São Paulo

Instituição: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

Endereço: Avenida Dr. Arnaldo, nº- 715, São Paulo-SP, Faculdade de Saúde Pública da

Universidade de São Paulo

E-mail:eatorres@usp.br

Alessandro de Lima

Doutor em Ciência dos Alimentos pela Universidade de São Paulo

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI, Campus
Teresina Zona Sul

Endereço: Rua- Pedro Freitas, nº-1020, São Pedro, Teresina- PI, CEP: 64000-040, Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- IFPI

E-mail: alessandro@ifpi.edu.br

RESUMO

Os frutos e vegetais são ricos em compostos bioativos como compostos fenólicos, os quais possuem um elevado poder antioxidante, dessa forma oferecem grande contribuição para saúde devido ao seu efeito protetor em relação às doenças como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes mellitus. O conhecimento sobre os níveis de ingestão de polifenóis, juntamente com a sua bioacessibilidade/biodisponibilidade em todo o trato gastrointestinal, constituem fatores fundamentais para avaliar o seu significado biológico na saúde humana. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a bioacessibilidade dos polifenóis presentes no mesocarpo e amêndoas do babaçu (*Orbignya phalerata Mart.*). O efeito da digestão (bioacessibilidade) sob o conteúdo de fenólicos totais e na atividade antioxidante do babaçu foi por meio de protocolo *in vitro* e método adaptado. Dos compostos fenólicos presentes no extrato aquoso do mesocarpo do babaçu após digestão *in vitro*, os mais bioacessíveis foram o ácido elágico e epicatequina, os quais tiveram seus teores aumentados ao final da fase 2. Na amêndoas, a epicatequina foi o composto que mais se destacou. Pode-se concluir que o processo de digestão *in vitro* elevou o teor de fenólicos totais na fase 1 da digestão e diminuiu após a fase 2, e ambas a partes do babaçu (mesocarpo e amêndoas).

Palavras-chave: Digestão *in vitro*; compostos fenólicos; antioxidantes

ABSTRACT

Fruits and vegetables are rich in bioactive compounds such as phenolic compounds, which have a high antioxidant power, thus offering a great contribution to health due to their protective effect in relation to diseases such as cancer, cardiovascular diseases and diabetes mellitus. Knowledge about the levels of polyphenol intake, together with its bioaccessibility / bioavailability throughout the gastrointestinal tract, are fundamental factors to assess its biological significance in human health. The objective of this research was to evaluate the bioaccessibility of polyphenols present in the babassu mesocarp and almond (*Orbignya phalerata Mart.*). The effect of digestion (bioaccessibility) on the total phenolic content and on the babassu's antioxidant activity was through an *in vitro* protocol and adapted method. Of the phenolic compounds present in the aqueous extract of the babassu mesocarp after *in vitro* digestion, the most bioaccessible were ellagic acid and epicatechin, which had their levels increased at the end of phase 2. In almonds, epicatechin was the compound that stood out the most . It can be concluded that the *in vitro* digestion process increased the content of total phenolics in phase 1 of digestion and decreased after phase 2, and both parts of babassu (mesocarp and almond).

Keywords: *In vitro* digestion; phenolic compounds; antioxidants

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, muitas pesquisas têm sido conduzidas a partir dos benefícios de vários fitoquímicos presentes em frutos, sementes e demais vegetais, e os impactos significativos destes compostos sobre a saúde humana. Estudos clínicos e epidemiológicos têm demonstrado evidências de que antioxidantes de cereais, frutas e demais vegetais são os principais fatores que contribuem para a significativa redução da incidência de doenças crônicas não transmissíveis encontradas em populações cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos (Research et al., 2007; Yang et al., 2008; Hannineva, 2010). Nas frutas, além de vitaminas, carotenóides, destacam-se os compostos fenólicos, os quais têm se demonstrado que reduzem o risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, assim como alguns tipos de cancro (Aboul- Enein et al., 2013).

Os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilo como grupos funcionais. Alguns compostos são solúveis apenas em solventes orgânicos, outros, como é o caso das formas glicosiladas são solúveis em água, e existem ainda os grandes polímeros, que são totalmente insolúveis (Tiveron, 2010). Esses compostos, apesar de atualmente não serem considerados nutrientes, têm recebido muita atenção devido a sua atividade biológica, uma vez que estudos sugerem que os alimentos vegetais contenham compostos metabólicos secundários, que quando ingeridos, frequentemente através da dieta, apresentam efeitos benéficos à saúde, entre os quais os de antioxidante, anti- inflamatório, antimicrobiano, analgésico e vasodilatador (Haminiuk et al., 2012; Quinones, 2013).

O Brasil apresenta uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo em função de sua vasta extensão territorial e ampla variação climática (Ibraf, 2010). A fruticultura no nordeste brasileiro constitui-se em uma atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma exótico de suas frutas e à sua enorme diversificação (Silva et al., 2014). Essas espécies são de grande interesse para as agroindústrias e representam uma possível fonte de renda para a população local. Além disso, a presença de compostos bioativos em produtos alimentícios com potenciais benefícios é de interesse dos consumidores (Rufino et al., 2010).

Nesse contexto, pode-se mencionar que segundo Carrazza (2012), A cadeia produtiva do babaçu é uma das mais representativas do extrativismo vegetal no Brasil, em razão da área de abrangência (13 a 18 milhões de hectares), concentrando-se principalmente nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, merecendo maior destaque os estados do Maranhão, Tocantins e Piauí, na região conhecida como Mata dos Cocais- transição entre Caatinga,

Cerrado e Amazônia. Em relação à composição química das partes comestíveis (amêndoas e mesocarpo) do babaçu de acordo com dados obtidos por Vieira (2011), pode-se mencionar que a amêndoas possui a seguinte composição em g/100g: umidade (19,47); cinzas (1,18); proteínas (5,4); lipídeos (49,81); carboidratos (23,6) e o mesocarpo: umidade (0,79); cinzas (1,11); proteínas (3,16); lipídeos (0,067) e carboidratos (94,87). Além de ambas as partes serem ricas em polifenóis com elevada capacidade antioxidante.

Considerando a importância dos polifenóis já mencionada anteriormente e demonstrada em diversos estudos, faz-se necessário definir a sua biodisponibilidade e bioacessibilidade, para que sua atividade biológica possa ser melhor avaliada. Para avaliar o real valor biológico dos polifenóis sobre a saúde humana é necessário conhecer não só os níveis de ingestão, mas também a biodisponibilidade (Gião et al., 2011). Somente os polifenóis liberados da matriz alimentar pela ação de enzimas digestivas (intestino delgado) e microbiota bacteriana (intestino grosso) são bioacessíveis e, portanto, potencialmente biodisponíveis. A quantidade de polifenóis alimentares bioacessíveis pode diferir quantitativa e qualitativamente, dependendo da composição do próprio material alimentar e dos tratamentos de processamento que sofreu (Hithamani & Srinivasan, 2014).

Sendo assim, diante da relevância acima referida do papel dos polifenóis, esse trabalho teve como objetivo avaliar a bioacessibilidade dos polifenóis presentes nas partes comestíveis (mesocarpo e amêndoas) do babaçu (*Orbignya phalerata Mart.*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O mesocarpo do babaçu (01Kg) foi adquirido em lojas especializadas localizadas em Teresina-PI e as amêndoas (01 kg) foram adquiridas em um mercado varejista de Teresina os quais foram transportados em recipientes isotérmicos ao Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal do Piauí (IFPI), campus Teresina Zona Sul e para o Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP) onde foram realizados os ensaios analíticos.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Obtenção dos extratos

Foram obtidos a partir do mesocarpo e amêndoas do babaçu os extratos, aquoso, etanólico e acetônico (Costa et al., 2013), utilizando-se água destilada, álcool etílico absoluto (PA) e acetona (PA). Foram pesados 5g de cada amostra e adicionados 50 mL de cada solvente,

onde foram homogeneizados em turrax por 1 minuto. Em seguida, as amostras foram submetidas ao ultrassom em banho-maria, Marca: ELMA, Modelo: Elmasonic P 60 H, Extração: 60 min., frequência: 37 KHz, Temperatura: 25°C. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos a 20°C. O sobrenadante de cada solvente foi coletado e armazenado em vidro âmbar sob refrigeração a ± 4 °C até o momento das análises.

2.2.2 Determinação dos Fenólicos Totais

A determinação dos fenólicos totais seguiu a metodologia descrita por Swain & Hills (1959). Dos extratos e das frações de ácidos fenólicos de cada amostra, tomou-se 0,5 mL em tubo de ensaio e adicionaram-se 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin Ciocalteau*. A solução foi homogeneizada e, após 3 minutos, foi acrescentado 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3). Decorrida 1 hora de repouso, foram medidas as absorbâncias das soluções a 720nm. O ácido gálico foi utilizado como padrão, nas concentrações de 5, 10, 20, 40, 60 e 80mg/L e metanol, para construir uma curva de calibração. A partir da reta obtida foi feito o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em mg de ácido gálico/ 100 g de amostra.

2.2.3 Efeito da digestão (bioacessibilidade) sob o conteúdo de fenólicos totais do babaçu

Para a análise da bioacessibilidade do babaçu, foi desenvolvido protocolo *in vitro*, adaptado de Mendes (2013) simulando a digestão gástrica e no intestino delgado (Fase 1), seguida de uma etapa de digestão mimetizando a hidrólise por enzimas bacterianas presentes no intestino grosso (Fase 2).

Fase 1: a simulação da digestão gástrica e no intestino delgado foi adaptada a partir do método publicado por Yonekura et al. (2009). Foram pesados 0,3g de amostra seca e adicionados 2 ml de água Mili-q e 4 ml de solução de pepsina dissolvida em tampão fosfato (7,5 mg/mL) e o pH foi ajustado para 2,0 com HCl 2M. Os tubos foram tampados e incubados a 37°C por 30 minutos, com agitação (120 rotações/minuto). Após o período de incubação o pH foi ajustado para 5,0 utilizando 100 μL de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) a 1M, e em seguida foram adicionados 4mL da solução de NaHCO_3 (1M) com 8mg/mL de pancreatina e 11,2 mg/mL de bile suína. O pH foi ajustado para 7,5 e os tubos foram fechados com N₂ e incubados a 37°C por 2 horas, com agitação. A solução foi novamente incubada a 37°C por 2 horas em estufa com agitação. Posteriormente foi realizado um novo ajuste de pH para 7,5, utilizando

50 µL de hidróxido de sódio (NaOH) e as amostras foram centrifugadas a 3.220 g por 15 min sendo após esse período coletado o volume do sobrenadante.

Fase 2: Para simular a biotransformação bacteriana no intestino grosso foi seguido modelo de Fogliano et al. (2011), com modificações. Após as amostras passarem pela fase 1, elas foram submetidas ao processo digestivo com enzimas bacterianas: 20 µL de Viscozyme L (pH 4,0) e incubação a 37 °C por 1 hora. Ao final do processo, a amostra foi diluída para 5 mL com solução tampão acetato de sódio (pH4,5) e a fração bioacessível foi separada por centrifugação a 3220 g a 4 °C por 15 minutos e foram armazenadas em freezer a temperatura de – 20 °c até a realização das análises.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Efeito da digestão *in vitro* no teor de fenólicos totais, do extrato aquoso do mesocarpo e amêndoas do babaçu.

Amostra	Fenólicos Totais (mg/100g)
Mesocarpo de babaçu	Antes da digestão
	1360±21,70 ^b
	633,04± 6,6 ^a
Amêndoas de babaçu	Antes da digestão
	1175±8,48 ^c
	157,89 ±1,7 ^a

a,b,c,dMédias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% ($p<0,05$). Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

Em relação ao teor de fenólicos totais do mesocarpo, os teores indicam que antes da digestão ($632\pm5,29$ mg.100g) e na fase 1($1360\pm21,70$ mg.100g) houve diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$), com aumento expressivo dos mesmos na referida fase, resultado este semelhante ao verificado por Mendes (2013) ao avaliar a bioacessibilidade de diferentes extratos de guaraná em pó, na qual obteve um relevante aumento na bioacessibilidade dos compostos fenólicos na fase 1, assim como Souza (2014) ao avaliar a bioacessibilidade dos polifenóis presentes no cálice e folhas de vinagreira, verificou aumento no teor dos mesmos na fase 1, Rocha (2015) ao avaliar a bioacessibilidade de polifenóis naturalmente presentes no juá obteve resultado semelhante e estudo realizado por Chandrasekara & Shanildi (2012) detectou aumento dos polifenóis no fruto e folhas do caqui, devido às condições bioquímicas da fase intestinal.

O aumento significativo do teor de polifenóis do babaçu (mesocarpo e amêndoas) na fase 1 sugere que o processo de digestão por meio de enzimas digestivas (pepsina e

pancreatina) foi capaz de afetar beneficamente o teor de polifenóis, indicando que os compostos fenólicos foram bioacessíveis nessa fase. Além disso, os resultados mostram que os compostos fenólicos presentes no referido fruto resistiram ao processo de digestão, ou seja, não houve redução e sim aumento considerável destes ao final dessa fase, os polifenóis se encontravam associados a parede celular do vegetal e a ação dos sucos e enzimas digestivas, possivelmente rompeu essa barreira natural e liberou esses compostos (Mendes, 2013).

Quanto à fase 2, observa-se por meio dos resultados mostrados na Tabela 01 que no mesocarpo (antes da digestão e após a fase 2 não houve diferença estatisticamente significativa, já que o teor de polifenóis nessa fase diminuiu, assemelhando-se ao valor inicial, anterior à digestão. Na amêndoia percebe-se que antes da digestão e ao final da fase 2 houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), pois ao final dessa fase o teor de polifenóis diminuiu consideravelmente, num valor bem abaixo do anterior à digestão.

Tabela 2. Identificação e quantificação dos compostos fenólicos presentes no extrato aquoso após digestão *in vitro* (bioacessibilidade) do mesocarpo do babaçu, resultados expressos em µg/g de amostra fresca.

Compostos identificados	Compostos fenólicos (µg/g)		
	Aquoso	Digerido I	Digerido II
Ácido elágico	1,26 ± 0,2 ^{b,A}	13,13 ± 0,5 ^{b,B}	3,24 ± 0,2 ^{a,C}
Catequina	0,28 ± 0,01 ^{a,A}	6,54 ± 0,0 ^{a,b,C}	0,88 ± 0,1 ^{a,B}
Ácido vanílico	0,19 ± 0,01 ^{a,B}	0,10 ± 0,0 ^{a,A}	0,1 ± 0,0 ^{a,A}
Quercetina	0,4 ± 0,02 ^a	nd	nd
Ácido p-cumarico	Nd	14,03 ± 1,1 ^{b,B}	3,19 ± 0,2 ^{a,A}
Epicatequina	Nd	40,2 ± 3,8 ^{c,A}	29,61 ± 2,3 ^{b,A}

Valores expressos como média ± desvio padrão, n = 2, nd não detectado. a, b,c,d Médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% ($p < 0,05$).

A,B,C,D Médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% ($p < 0,05$). Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

O ácido elágico e a catequina foram liberadas pelos sucos e enzimas digestivas aumentando sua concentração nas fases 1 e 2, principalmente na fase 1, onde o ácido elágico aumentou de $1,26 \pm 0,2$ µg/g (antes da digestão) para $13,13 \pm 0,5$ µg/g (fase 1). O ácido elágico é um bifenol pertencente à classe dos taninos hidrolisáveis com elevada capacidade antioxidante, formado por duas moléculas de ácido gálico e nos alimentos normalmente se encontram presos na parede celular, os sucos digestíveis possivelmente liberaram esse ácido

fenólico da matriz do babaçu o que refletiu em seu aumento na fase 1.

Comportamento inverso foi visto para a catequina que foi degradada completamente e pelo ácido vanílico que foi degrado parcialmente pela ação das enzimas digestivas. Já o ácido p-cumárico e a epicatequina que não foram identificados no extrato aquoso antes da digestão e foram detectados após a fase 1 e 2, demonstrando que o processo digestivo pode liberar compostos polifenóis presos a parede celular do vegetal ou conjugados a outros compostos.

Em relação aos resultados apresentados, sugere-se que no mesocarpo do babaçu após o processo de digestão, o extrato aquoso aumentou o seu teor de polifenóis na fase 1 e reduziu na fase 2, fato este que sugere uma diminuição da bioacessibilidade desses compostos identificados após a segunda etapa da digestão, o que pode ser devido às diferenças entre os compostos, pois uns são mais bioacessíveis na fase gástrica e outros na fase intestinal, por diferenças enzimáticas, já que a quantidade de polifenóis alimentares bioacessíveis pode diferir quantitativa e qualitativamente, dependendo da composição do próprio material alimentar e dos tratamentos de processamento que sofreu (Hithanani & Srinivasan, 2014).

Pelos resultados mostrados na Tabela 02, percebe-se que os teores de ácido elágico no mesocarpo mostraram-se mais expressivos após a fase 1 da digestão, fato este que valoriza essa parte do babaçu por apresentar tal composto, o qual tem sido demonstrado em vários estudos ações benéficas como antioxidante, antimutagênica e anti-inflamatória (Wood et al., 1982; Kaur et al., 1997; Loarca-Pina et al., 1998; Khanduja et al., 1999).

Tabela 3. Identificação e quantificação dos compostos fenólicos presentes no extrato aquoso após digestão *in vitro* (bioacessibilidade) da amêndoia do babaçu, resultados expressos em µg/g de amostra fresca.

Compostos identificados	Compostos fenólicos (µg/g)		
	Aquoso	Digerido I	Digerido II
Ácido elágico	1,35 ± 0,2 ^{a,A}	3,60 ± 0,1 ^{a,C}	2,30 ± 0,1 ^{a,B}
Ácido gálico	Nd	4,21 ± 0,02 ^{a,B}	1,64 ± 0,1 ^{a,A}
Catequina	2,52 ± 0,2 ^{b,A}	13,34 ± 1,3 ^{a,B}	1,89 ± 0,1 ^{a,A}
Epicatequina	4,38 ± 0,3 ^{c,A}	61,67 ± 4,5 ^{b,C}	20,38 ± 2,1 ^{b,B}

Valores expressos como média ± desvio padrão, n =2, nd não detectado a, b,c,d Médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% ($p<0,05$). ^{A,B,C,D} Médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% ($p<0,05$).
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

Sobre os resultados mostrados tabela acima para a amêndoia do babaçu, pode-se afirmar que no extrato aquoso houve aumento significativo ($P<0,05$) da concentração dos polifenóis

com a digestão para os seguintes compostos: ácido elágico, catequina e epicatequina, com destaque para a catequina que antes da digestão foi quantificado $4,38 \pm 0,3 \mu\text{g/g}$ e após a fase 1, aumentou para $61,67 \pm 4,5 \mu\text{g/g}$.

Já o ácido gálico que não foi identificado no extrato aquoso antes da digestão, foi quantificado nas fases 1 e 2, com destaque para a fase 1 com $4,21 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$. O ácido gálico, nesse caso, possivelmente se originou da quebra do ácido elágico pelas enzimas digestivas.

A epicatequina, mesmo tendo seu teor reduzido na fase 2 da digestão (diminuição da bioacessibilidade), foi o composto que mais se destacou na amêndoia do babaçu, a qual atua como antioxidante direto (degradando os radicais livres) e indireto (aumentando a expressão de enzimas antioxidantes), bem como pode ser considerada agente antitumorigênio e imunomodulatório (Crespy & Williamson, 2004).

De acordo os resultados mostrados na Tabela 03, observa-se que os polifenóis catequina e epicatequina aumentaram seus teores após a fase 1 da digestão, sugerindo-se que o processo digestivo liberou esses compostos da matriz alimentar principalmente no extrato aquoso, fato este que engrandece o produto em estudo, mais precisamente a amêndoia, pois estes compostos como já mencionados, estão relacionados com redução do colesterol e degradação dos radicais livres.

Os estudos mais recentes têm apontado que os polifenóis presentes no alimento nem sempre apresentam capacidade para suportar as diversas etapas da digestão e absorção, portanto chegam intactos aos tecidos alvos onde devem atuar como antioxidantes. Assim são importantes os trabalhos que visam quantificar a bioacessibilidade e biodisponibilidade desses polifenóis nos diversos alimentos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem inferir que:

O processo de digestão *in vitro* elevou o teor de fenólicos totais na fase 1 da digestão e diminuiu após a fase 2 em ambas as partes do babaçu (mesocarpo e amêndoia);

Dos compostos fenólicos presentes no extrato aquoso do mesocarpo do babaçu após digestão *in vitro*, os mais bioacessíveis foram o ácido elágico e epicatequina, os quais tiveram seus teores aumentados ao final da fase 2. Na amêndoia, a epicatequina foi o composto que mais se destacou, mesmo tendo seu teor diminuído após a fase 2, tornando-se menos bioacessível após essa fase.

REFERÊNCIAS

- Aboul- Enein, H.Y.; Berczynski, D.X.; Kruk, I. (2013). Phenolic compounds: the role of redox regulation in neurodegenerative disease and câncer. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 13 (3),385-398.
- Carrazza, L.R; Silva, M.L; Ávila, J.C.C. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Babaçu. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.
- Chandrasekara, N.; Shahidi, F. (2012).Antioxidativ potential of cashew phenolicsin food and biological model sydtems as affected by roasting. *Food Chemistry*, 129(1), 1388-1396.
- Costa, A. B.; Campos, A. M.; Silva, A. M. O.; Mancini, J.F.; Lima, A. (2013). Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morind acitrifoliaLinn*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(1), 345-354.
- Crespy, V; Williamson, G.A. (2004). Review of the Health Effects of Green Tea Catechins in In Vivo Animal Models. *Journal of Nutrition*, 134 (1), 3431-3440.
- Fogliano, V; Corollaro, M.L; Viatglione, P; Napolitano, A; Ferracane, R; Travaglia, F; Arlorio, M.(2011). In vitro bioaccessibility and gut biotransformation of polyphenols present in the water-insoluble cocoa fraction. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55 (1), 1-12.
- Gião, M.S., Gomes, S., Madureira, A., R., Faria, A., Pestana, D., Calhau, C; Pintado, M.E., Azevedo, I., Malcata, X. (2011). Effect of in vitro digestion upon the antioxidant capacity of aqueous extracts of *Agrimonia eupatoria*, *Rubusidaeus*, *Salvia* sp. and *Satureja montana*. *Food Chemistry*, 131(1), 761–767.
- Haminiuk, C. W. I. (2012) Phenolic compounds in fruits – an overview. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 2023– 2044.
- Hanhineva, K; Tõrronen, R; Bondia-Pons, I; Pekkinen, J; Kolehmainnen, M; Mykkänen, H. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4), 1365- 1402.
- Hithamani, G; Srinivasan, K. (2014). Effect of domestic processing on the polyphenol content and bioaccessibility in finger millet (*Eleusine coracana*) and pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Food Chemistry*, 1-30.
- Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 28 jul 2010.

Brazilian Journal of Development

- Kaur, C., Kapoor, H. C. (1997). Review: Antioxidants in fruits and vegetables ± the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(1), 703- 725
- Khanduja, K.L., Gandhi, R.K., Pathania, V; Syal, N. (1999). Prevention of Nitroso diethy lamine-induced lung tumorigenesis by ellagic acid and quercetin in mice. *Food Chemistry Toxicology*, 37(1), 313– 318.
- Loarca-Pina,G; Kuzmicky, P.A; Mejía,E.G; Kadon,Y. (1998) Inhibitory effects ofellagic acid on the directacting mutagenicity of aflatoxin B1 in the *Salmonella* microsuspension assay. *Mutatio Research.*, 398(1), 183–187.
- Mendes, T. M. N. (2013). Bioacessibilidade dos compostos fenólicos e efeito dos nutrientes da dieta na capacidade antioxidante do guaraná (*Paullinia cupana*), sob condições in vitro (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Quiñones, M; MigueL, M; Aleixandre, A. (2013). Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease. *Pharmacological Research*, 68(1), 125-131.
- Research, W. C. R. F. A. I. F. C. (2007).*Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*. Washington DC: AICR.
- Rocha, T.S. (2015). Bioacessibilidade e atividade antioxidante dos polifenóis naturalmente presentes no juá (*Ziziphus joazeiro* M.). (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- Rufino, M. S. M.; Fernandes, F. A. N.; Alves, R. E.; Brito, E. (2010). Free radical-scavenging behaviour of some north- east Brazilian fruits in a DPPH system. *Food Chemistry*, 114 (1), 693-695.