

## Artigo

**Constituintes Fenólicos e *Screening* da Capacidade Antioxidante de Coprodutos Desidratados de *Theobroma grandiflorum*****Freitas, E. C.;\* Barros, H. E. A.; Santos, I. A.; Miranda, A. S.; Santana, R. F.; Silva, M. V.***Rev. Virtual Quim.*, 2017, 9 (6), 2193-2203. Data de publicação na Web: 25 de setembro de 2017<http://rvq.sbq.org.br>**Phenolic Compounds and Screening of the Antioxidant Capacity of *Theobroma grandiflorum* Dehydrated Coproducts**

**Abstract:** *Theobroma grandiflorum* is a fruit, belonging to the Esterculiaceae family, widely consumed in Brazil. Cupuaçu is distinguished by the characteristic flavor of its acidic pulp and intense aroma. Although, the remaining portion of pulp extraction from the bolter is neglected, although it has nutritional and functional potential due to its dietary fiber content, bioactive phytochemicals, minerals and vitamins. The aim of this study was to obtain flours from the remaining portion of the pulp extraction from the fruit pulp industry bolter of cupuaçu, to determine the phenolic compounds and the screening of the antioxidant capacity. The analytical protocols used were performed by spectrophotometric assays. The total phenolic compounds presented 403.00 mg AGE.100<sup>-1</sup> extract and antioxidant capacity screening showed 146.90% free radical sequestration by the DPPH method, 710.10 mg of the extracts by the ABTS assay and the Reducing Power 578.40 mg.100g<sup>-1</sup> extract compared to BHT. A strong correlation ( $R^2 \geq 0.93$ ) was found between the contents of total phenolic constituents and the antioxidant capacity expressed in EC<sub>50</sub>. It can be concluded that the analyzed matrix stands out with a source of bioactive phytochemicals and antioxidant capacity with potential of applying food industry as a functional ingredient, thus justifying the extension of the studies.


**Keywords:** Bioactive phytochemicals; DPPH; Cupuaçu, Nutrition; Sustainability.

**Resumo**

*Theobroma grandiflorum* é uma frutífera, pertencente à família das Esterculiáceas, de amplo consumo no Brasil. O cupuaçu destaca-se pelo sabor característico de sua polpa ácida e de aroma intenso. A fração remanescente da extração da polpa retida nas peneiras tem seu destino negligenciado, embora apresente potencial nutricional e funcional pelo seu teor de fibra alimentar, fitoquímicos bioativos, minerais e vitaminas. Objetivou-se com o presente estudo obter farinhas a partir da fração remanescente da extração da polpa retida nas peneiras da indústria de polpa de frutas do cupuaçu, determinar os constituintes fenólicos e o *screening* da capacidade antioxidante. Os protocolos analíticos utilizados foram realizados por ensaios espectrofotométricos. Os teores de fenólicos totais apresentaram 403,00 mg de EAG.100g<sup>-1</sup> de extrato e o *screening* da capacidade antioxidante exibiram 146,90% de sequestro de radicais livres pelo método do DPPH; 710,10 mg de equivalente de vitamina C.100 g<sup>-1</sup> de extrato pelo ensaio do ABTS e o Poder Redutor 578,40 mg.100g<sup>-1</sup> de extrato em relação ao BHT. Constatou-se uma forte correlação ( $R^2 \geq 0,93$ ) entre os teores de constituintes fenólicos totais e a capacidade antioxidante expressa em CE<sub>50</sub>. Conclui-se que a matriz analisada se destaca com uma fonte de fitoquímicos bioativos com capacidade antioxidante e potencial de aplicação na indústria alimentícia como ingrediente funcional, justificando assim, a ampliação dos estudos.

**Palavras-chave:** Fitoquímicos bioativos; DPPH; Cupuaçu; Nutrição; Sustentabilidade.

\* Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos, CEP 45700-000, Itapetinga-BA, Brasil.

 [mviana@hotmail.com](mailto:mviana@hotmail.com)

DOI: [10.21577/1984-6835.20170129](https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170129)

## Constituintes Fenólicos e *Screening* da Capacidade Antioxidante de Coprodutos Desidratados de *Theobroma grandiflorum*

Erlania do C. Freitas,<sup>a</sup> Hanna Elisia de A. Barros,<sup>a</sup> Ingrid A. Santos,<sup>a</sup>  
Adriana da Silva,<sup>b</sup> Renata F. S. Miranda,<sup>b</sup> Marcondes V. da Silva<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Itapetinga, CEP 45700-000, Itapetinga-BA, Brasil.

<sup>b</sup> Faculdade de Tecnologia e Ciências, *Campus* de Vitória da Conquista, CEP 45020-510, Vitória da Conquista-BA, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, DCEN, *Campus* de Itapetinga, CEP 45700-000, Itapetinga-BA, Brasil.

\* [mviana@hotmail.com](mailto:mviana@hotmail.com)

*Recebido em 29 de julho de 2016. Aceito para publicação em 11 de setembro de 2017*

### 1. Introdução

### 2. Material e métodos

- 2.1. Obtenção e processamento da matéria prima
- 2.2. Obtenção dos extratos
- 2.3. Determinação de constituintes fenólicos totais
- 2.4. *Screening* da capacidade antioxidante

### 3. Resultados e discussão

- 3.1. Determinação de constituintes fenólicos
- 3.2. *Screening* da capacidade antioxidante

### 4. Conclusão

## 1. Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de espécies nativas do mundo, possuindo importantes centros de diversidade genética tanto de plantas nativas como de cultivadas destacando-se a produção de frutas. Mesmo diante da instabilidade econômica nacional e da diminuição dos recursos hídricos, o Brasil mantém-se como o terceiro maior produtor

mundial de frutas, superado apenas por China e Índia.<sup>1</sup>

Nesse contexto, observa-se crescente a produção frutícola ao tempo em que também é crescente a geração de resíduos oriundos das indústrias processadoras de polpas de frutas no Brasil. Assim sendo, a elevada geração de resíduos oriundos das indústrias processadoras de polpas de frutas no Brasil requer estudos multidisciplinares visando o reaproveitamento tecnológico e econômico

viável dessas matrizes ainda negligenciadas.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é uma frutífera, pertencente à família das Esterculiáceas, de amplo consumo no Brasil. Seus frutos apresentam sabor característico de sua polpa ácida e de aroma intenso. Na industrialização dos frutos, após a extração da polpa, as sementes podem ser utilizadas para extração de lipídeos destinados à indústria cosmética e alimentícia e as cascas para produção de energia e dentre outras.<sup>2</sup>

Entretanto, a fração remanescente da extração da polpa retida nas peneiras tem seu destino negligenciado, embora apresente potencial nutricional e funcional. Sendo esses geralmente utilizados para ração animal ou descartados no meio ambiente, resultando na poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, exigindo assim, elevados investimentos para o tratamento dos mesmos.<sup>3</sup>

De acordo com Wang et al., 2010 e Rockenbach et al., 2011<sup>4-5</sup> a importância do conhecimento da composição química dos resíduos da agroindústria, os quais são matrizes com potencial de aplicações na indústria alimentícia e farmacêutica com destaque para seus constituintes fenólicos. Além da sustentabilidade, agrega-se valor a essas matérias primas para obtenção de extratos ricos em antioxidantes ou para extração de antioxidantes naturais.

Objetivou-se com o presente estudo obter farinhas a partir da fração remanescente da extração da polpa retida nas peneiras da indústria de polpa de frutas do cupuaçu, determinar os constituintes fenólicos e correlacionar com o *screening* da capacidade antioxidante.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Obtenção e processamento da matéria prima

Os resíduos das frutas do cupuaçu foram doados por uma empresa processadora de polpas de frutas congeladas localizada na cidade de Vitória da Conquista, BA. A fração remanescente da extração da polpa retida nas peneiras da indústria de polpa de frutas do cupuaçu constituiu a matéria prima para condução do estudo. Após a despolpa, os resíduos eram imediatamente congelados. Os referidos resíduos foram oriundos da cidade de Ilhéus, BA e coletados em períodos distintos durante os meses de janeiro de fevereiro do ano de 2013. Posteriormente, os resíduos congelados foram conduzidos para o Núcleo de Estudos em Ciência de Alimentos (NECAL), na cidade de Itapetinga, BA. As farinhas foram armazenadas sob refrigeração em temperatura de -18°C até o momento das análises. Os lotes foram divididos como CP-1; CP-2; CP-3 sendo CP o cupuaçu. Todos os experimentos foram realizados em triplicata. O material foi seco em estufa com circulação de ar forçada a  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  por  $\pm 36$  h. Posteriormente foi triturado em moinho de facas e moinho de bolas e depois processado em peneira de 80 mesh.

### 2.2. Obtenção dos extratos

Os extratos hidroetanólicos (etanol: água, 80:20 v.v<sup>-1</sup>) foram obtidos de acordo com o procedimento proposto por Zhao e Hall<sup>6</sup>, com adaptações. As amostras foram homogeneizadas em solução hidroetanólica, sendo posteriormente transferidas para um béquer, permanecendo imersa em banho ultrassom durante 25 minutos à temperatura ambiente. A parte sólida foi submetida a mais duas extrações sucessivas, sendo em seguida centrifugada e submetida à concentração em rotaevaporador a 45°C. O extrato hidroetanólico foi armazenado em frasco de vidro âmbar ao abrigo da luz e mantido sob-refrigeração a  $-4 \pm 2^\circ\text{C}$  até o momento das análises.

### 2.3. Determinação de constituintes fenólicos totais - CFT

As análises de compostos fenólicos totais dos extratos foram realizadas conforme o método espectrofotométrico descrito por Wettasinghe e Shahidi<sup>7</sup>, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu e o ácido gálico como padrão de referência.

Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados a 760 nm em espectrofotômetro, e logo após os valores foram calculados utilizando a curva analítica da solução de ácido gálico na concentração de 1 mg.mL<sup>-1</sup>. O teor dos constituintes fenólicos obtidos foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico EAG.100g<sup>-1</sup> de extrato.

## 2.4. Screening da capacidade antioxidante

### 2.4.1. Determinação da capacidade antioxidante pelo método do DPPH

A capacidade antioxidante dos extratos foi determinada utilizando-se o método proposto por Brand-Williams et al.<sup>8</sup> com adaptações. O ensaio fundamenta-se na redução do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes presentes no extrato, provocando, conseqüentemente, decréscimo da absorvância da mistura reacional medida a 515 nm.

Para o cálculo da concentração eficiente CE<sub>50</sub>, (concentração do extrato que produz 50% do seu efeito máximo) soluções hidroetanólicas das amostras foram preparadas nas concentrações de (0,003; 0,005; 0,008; 0,01; 0,012 µg.mL<sup>-1</sup>). Com os valores obtidos construiu-se um gráfico de % capacidade antioxidante x concentração em µg.mL<sup>-1</sup>. Desta forma, leva-se em conta o branco, realizado nas mesmas condições, sendo constituído de 1 mL de etanol e 4 mL da solução de DPPH.

Os valores de CE<sub>50</sub> foram calculados por regressão linear gerada a partir de gráficos

onde o eixo das abscissas (x) representa a concentração em µg.mL<sup>-1</sup> e o eixo das ordenadas (y), a porcentagem média da atividade antioxidante das triplicatas de acordo com a Equação 1.

$$CE_{50}(\text{ g.mL}^{-1}) = a \frac{A_{\text{DPPH } 60 \text{ M}}}{2} + b \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: CE<sub>50</sub>: é a concentração que sequestra 50% do radical DPPH; a: coeficiente angular da reta decrescente construída a partir de cinco soluções com concentrações conhecidas de cada extrato; A<sub>DPPH 60µM</sub>: Metade da absorvância da solução de DPPH 60 µM; b: coeficiente linear da reta decrescente construída a partir de cinco soluções com concentrações conhecidas de cada extrato.

### 2.4.2. Capacidade antioxidante pelo método do radical ABTS

Determinou-se a atividade antioxidante pelo método do radical ABTS [2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolona-6-ácido sulfônico)] conforme procedimento proposto por RE et al.<sup>9</sup> O ensaio baseia-se na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS, com conseqüente decréscimo na absorvância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante. O cátion ABTS foi produzido a partir da mistura de partes iguais (v:v<sup>-1</sup>) da solução aquosa de ABTS (7 mM) com uma solução aquosa de persulfato de potássio Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>(VI) 2,45 mM.

A capacidade antioxidante total das amostras foi calculada a partir de curva analítica do ácido ascórbico nas concentrações 0,43; 0,30; 0,21; 0,10; 0,04 mg.mL<sup>-1</sup> e adicionados 1 mL da solução do ABTS sendo a absorvância medida, após 6 minutos, em espectrofotômetro (Shimadzu UVmini-1240, Japão). Os resultados foram expressos em capacidade antioxidante equivalente a vitamina C (mg de CAEVC.g<sup>-1</sup> de fenólicos totais do extrato).

### 2.4.3. Poder redutor

O poder redutor foi avaliado conforme o procedimento descrito por Oyaizu<sup>10</sup>, com adaptações. A partir do extrato hidroetanólico, foram preparadas soluções etanólicas em diferentes concentrações (0,003; 0,005; 0,008; 0,010; 0,012 mg.mL<sup>-1</sup>). Os resultados foram expressos em mg de equivalente de BHT.100 g<sup>-1</sup> de amostra desidratada.

Na condução do experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições, e os resultados foram expressos em média ± desvio padrão (DP). A análise de variância (ANOVA) e as

comparações múltiplas do Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) foram realizadas com a utilização do programa Assistência Estatísticas (ASSISTAT) versão 7.7 beta.<sup>11</sup>

## 3. Resultados e discussão

### 3.1. Determinação dos constituintes fenólicos totais

Os teores de constituintes fenólicos observados para os resíduos de cupuaçu estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Teores de constituintes fenólicos totais (CFT) em resíduos do cupuaçu.

Resíduos	CFT (mg de EAG.100 <sup>-1</sup> g de extrato)
CP-1	153,60±4,50 <sup>b</sup>
CP-2	188,00±3,10 <sup>b</sup>
CP-3	403,00±15,30 <sup>a</sup>

CP- Cupuaçu. EAG - ácido gálico equivalente. Média de 3 repetições de cada lote seguidos de ± Desvio padrão.

Os valores de constituintes fenólicos encontrados variaram entre 153,60 e 403,31 mg de EAG.100 g<sup>-1</sup> para a farinha do cupuaçu. Sousa et al.,<sup>2</sup> estudaram os resíduos úmido do cupuaçu e encontraram quantidade menores de constituintes fenólicos de 7,38 mg de EAG.100 g<sup>-1</sup>. Santos et al.<sup>12</sup> analisam teores de compostos fenólicos em polpas congeladas do cupuaçu e usou o ácido tânico para determinação e também obteve valores menores, sendo 63,13 mg. de ácido tânico.100g<sup>-1</sup>. Genovese e Lannes<sup>13</sup> estudaram teores de compostos fenólicos no chocolate feito com o pó da semente do cupuaçu e encontraram também valores menores sendo 284 mg de EAG.100 g<sup>-1</sup>. Neste contexto, observa-se que o resíduo das farinhas do cupuaçu possui mais constituintes fenólicos que os dos estudos comparados.

### 3.2. Screening da capacidade antioxidante

Constatou-se que nas bases de dados consultadas que ainda não existe uma metodologia padrão para determinação da capacidade antioxidante em matrizes biológicas. Assim sendo, optou-se utilizar os ensaios do ABTS, DPPH e poder redutor, por serem os mais frequentemente utilizados para avaliar essa determinação.

Diante disto, as análises do cupuaçu, foram feitas seguindo as metodologias já citadas, com adaptações, conforme a composição química do cupuaçu. Para a determinação da atividade antioxidante através do ABTS, DPPH e Poder Redutor utilizou-se apenas os lotes dos resíduos do cupuaçu que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos.

Em todas as análises foram utilizados extratos hidroetanólicos com álcool etílico a 80%, com adaptações de acordo com as amostras e reagentes, conforme citados na metodologia deste trabalho.

### 3.2.1. Determinação da capacidade antioxidante pelo ensaio do 2,2-difenil-1-picril-hidrazil – DPPH

A capacidade de sequestrar o radical DPPH foi expressa no percentual de sequestro com que os compostos ativos presentes nos extratos atuam como doador de hidrogênio ao radical, conforme Tabela 2. Entretanto, quanto mais captura de DPPH houver, melhor será a capacidade antioxidante da amostra.

**Tabela 2.** Capacidade antioxidante utilizando o ensaio do DPPH em diferentes concentrações dos extratos hidroetanólicos de resíduos de cupuaçu

Concentração (mg.100g <sup>-1</sup> )	Capacidade Antioxidante (%)
0,003	146,9±6,30
0,005	113,2±1,40
0,008	55,49±1,80
0,010	47,07±0,70
0,012	20,70±1,80

Média ± desvio padrão, n = 3.

Melo et al.<sup>14</sup> ao estudarem a atividade antioxidante de várias frutas tropicais in natura, sendo elas o abacaxi, a acerola, o caju, a goiaba, a laranja, o mamão, a pinha, o caju, entre outras, referem-se à capacidade de sequestrar o radical DPPH expressa em percentual de sequestro, classificando a capacidade antioxidante de frutas in natura pelo método de captura de radicais DPPH como: forte poder antioxidante quando exibiam percentual de sequestro acima de 70% dos radicais, moderado poder antioxidante quando degradavam entre 50% e 70% dos radicais e de fraca atividade antioxidante, quando degradavam menos de 50% dos radicais DPPH.

Contudo, evidencia-se que os resíduos do cupuaçu na concentração dos extratos de 0,003g, apresentaram alta capacidade antioxidante, sendo 146,90% com o maior poder antioxidante. Genovese e Lannes<sup>13</sup> estudaram a capacidade de sequestro do DPPH no chocolate feito com o pó das sementes do cacau e encontraram valores menores 120% também considerada como alta capacidade antioxidante. Dentre as

frutas estudadas por Melo et al.<sup>14</sup> as que entram em destaque pela alta capacidade de sequestrar o radical DPPH são: a acerola, o caju, a pinha e a goiaba que exibiram uma forte capacidade, superior a 70%.

Contudo, é notável que, os resíduos das frutas do cupuaçu possuem alto potencial de sequestrar os radicais DPPH, com alta capacidade antioxidante nas baixas concentrações dos extratos hidroetanólicos, atuando de forma decrescente. Não foi encontrado nas bases de dados para elaboração do presente artigo, trabalhos publicados sobre o potencial de antioxidantes dos resíduos do cupuaçu seco para comparação.

### 3.2.2. Capacidade antioxidante expressos em CE<sub>50</sub>

Os resultados da capacidade antioxidante expressos em CE<sub>50</sub> (concentração efetiva de extrato em µg.mL<sup>-1</sup> capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH) para os extratos hidroetanólicos dos resíduos do



cupuaçu estão apresentados na Tabela 3. Portanto, quanto menor o valor do  $CE_{50}$ , maior será a atividade antioxidante do extrato analisado.

**Tabela 3.** Capacidade antioxidante expressa em  $CE_{50}$  para os extratos hidroetanólicos dos resíduos de cupuaçu em diferentes concentrações

Concentração (mg.100g <sup>-1</sup> )	$CE_{50}$ ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ extrato)
0,003	2,44 $\pm$ 0,02
0,005	2,12 $\pm$ 0,03
0,008	1,09 $\pm$ 0,02
0,010	0,72 $\pm$ 0,02
0,012	0,47 $\pm$ 0,01

Média  $\pm$  desvio padrão, n = 3.

Observa-se que todas as concentrações dos resíduos apresentaram a atividade de sequestro do radical livre DPPH. Foram observados valores decrescentes com  $CE_{50}$  de 2,44 a 0,47  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  nos resíduos do cupuaçu.

Nas bases de dados consultadas não foram encontrados trabalhos utilizando a matriz analisada neste estudo para comparações. Souza et al.<sup>2</sup> estudaram resíduos (polpa, casca e bagaço) de frutas tropicais, para o cupuaçu estes autores obtiveram valores de  $CE_{50}$  de (325,21 a 554,87 mg.mL<sup>-1</sup> de extrato).

### 3.2.3. Determinação da capacidade antioxidante pelo ensaio do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico –ABTS

Os resultados foram expressos em mg de CAEVC.g<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> (capacidade antioxidante de equivalente de vitamina C-CAEVC.g<sup>-1</sup>). Quanto maior for esse valor (CAEVC.g<sup>-1</sup>) mais forte é o potencial antioxidante. Os valores são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Capacidade antioxidante pelo método do ABTS expressa em porcentagem para os extratos hidroetanólicos dos resíduos de cupuaçu em diferentes concentrações

Concentração (mg.100g <sup>-1</sup> )	Capacidade Antioxidante (%)
0,001	710,10 $\pm$ 4,93
0,004	542,50 $\pm$ 5,66
0,008	396,30 $\pm$ 5,66
0,011	267,80 $\pm$ 6,45
0,015	176,00 $\pm$ 5,66

Média  $\pm$  desvio padrão, n = 3.

O resíduo do cupuaçu, na concentração de 0,001 do extrato hidroetanólico, apresentou elevada capacidade antioxidante com 710,10 mg de CAEVC.g<sup>-1</sup>.100 g<sup>-1</sup> frente ao radical ABTS.

Canuto et al.<sup>15</sup> estudaram a atividade antioxidante do cupuaçu no estágio de vez,

através do CAEVC e TEAC, obtendo valores menores sendo respectivamente, 330 mg.100 g<sup>-1</sup> e 60 mg.100g<sup>-1</sup>. Observa-se que as análises utilizando o ácido ascórbico como padrão apresentam maior capacidade antioxidante que com o trolox.

Sousa et al.<sup>2</sup> estudaram a capacidade antioxidante do resíduo úmido do cupuaçu pelo ensaio de ABTS, utilizando a Capacidade Antioxidante Total Equivalente ao Trolox-TEAC, e observaram valores menores em extratos hidroalcoólicos, sendo a capacidade antioxidante do cupuaçu de 240,00 mg de TEAC.100g<sup>-1</sup>.

Sousa et al.<sup>2</sup> também estudaram outras frutas, encontrando no resíduo úmido do bacuri menor atividade antioxidante com 7,35 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>, na goiaba 42,10 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>, na acerola 74,3 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>, no abacaxi 9,0 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup> e na graviola 13,6 mg de TEAC.100 g<sup>-1</sup>.

Para os autores Floegel et al.<sup>16</sup> que analisaram 18 frutas, 13 legumes e 19 bebidas mais comuns consumidas nos Estados Unidos, a capacidade antioxidante detectada pelo ABTS foi maior para as frutas, legumes e bebidas comparadas aos ensaios

do DPPH. Eles justificam que a alta pigmentação desses alimentos e os antioxidantes hidrofílicos avaliados pelo ensaio do ABTS sendo este mais eficiente do que o DPPH para análise da capacidade antioxidante em alimentos.

Assim sendo, observou-se que as farinhas dos resíduos do cupuaçu possuem capacidade antioxidante pelo ensaio do ABTS nas concentrações mg de CAEVC.g<sup>-1</sup>, altamente expressivas.

#### 3.2.4. Determinação do poder redutor

Para as análises do poder redutor, considera-se que quanto maior o resultado do resíduo, maior será o poder redutor da amostra. O poder redutor dos extratos dos resíduos do cupuaçu foram expressos em mg de equivalente de BHT conforme Tabela 5.

**Tabela 5.** Capacidade antioxidante pelo método do poder redutor (PR) expressa em porcentagem para os extratos hidroetanólicos dos resíduos de cupuaçu em diferentes concentrações

Concentração (mg.100g <sup>-1</sup> )	Capacidade Antioxidante PR (%)
0,003	335,80±4,97
0,005	411,10±6,37
0,008	461,20±4,97
0,010	518,40±6,57
0,012	578,40±5,60

Média ± desvio padrão, n = 3.

O poder redutor dos extratos do cupuaçu apresentou variações de acordo com as concentrações dos extratos, variando entre 335,80 a 578,40 mg.100 g<sup>-1</sup> de BHT. Observa-se que na concentração 0,012, os resíduos tiveram boa atividade antioxidante pelo BHT. Todavia, quanto maior a concentração de extratos, maior será o poder redutor.

Oliveira et al.<sup>17</sup> estudaram a capacidade antioxidante pelo poder redutor das frutas: goiaba, mamão e manga in natura, e obteve valores inferiores sendo 41,0; 21,0 e 12,0 g.100 g<sup>-1</sup> respectivamente. Não há,

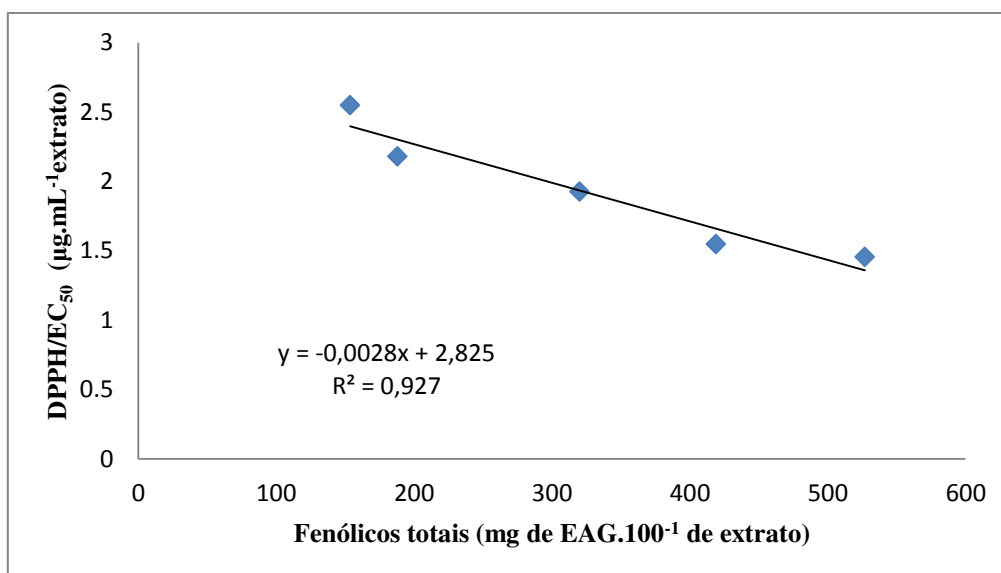
entretanto, estudos publicados, até o momento, com atividade antioxidante em farinhas de resíduos seco do cupuaçu. Estudos com frutas brasileiras, nas mesmas condições de análise, são necessários para que haja comparações futuras, para aumentar seu grau de confiabilidade.

#### 3.2.5. Correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante



Alguns autores afirmam que existe relação positiva entre teores de fenólicos totais e a capacidade antioxidante de frutas.<sup>2-15-17</sup> No presente estudo foi estabelecido o coeficiente de correlação entre as variáveis,

fenólicos totais e atividade antioxidante utilizando o  $CE_{50}$  para os extratos hidroetanólicos das farinhas dos resíduos do cupuaçu, apresentados na Figura 1.



**Figura 1.** Correlação entre os teores de fenólicos totais versus capacidade antioxidante expressa em  $CE_{50}$  dos extratos hidroetanólicos de resíduos do cupuaçu

Os compostos fenólicos apresentaram correlação forte com atividade antioxidante nos extratos dos resíduos do cupuaçu com ( $R^2 \geq 0,927$ ). Thaipunget al.<sup>18</sup> analisaram a atividade antioxidante da goiaba por variáveis ABTS e DPPH e encontraram menor correlação ( $R^2 \geq 0,859$ ). Santos et al.<sup>19</sup> estudaram a atividade antioxidante do açaí congelado com os compostos fenólicos e obtiveram ( $R^2 \geq 0,598$ ).

Os extratos hidroetanólicos do cupuaçu possui boa correlação entre os teores de fenóis totais e a atividade antioxidante através do  $CE_{50}$ . Esta correlação sugere que existe algum constituinte que contribui efetivamente para a ação sequestradora de radicais livres nos extratos do cupuaçu apresentando, assim, forte potencial antioxidante, o que sugere o uso destas farinhas tanto na indústria alimentícia como farmacêutica.

#### 4. Conclusão

As farinhas produzidas a partir dos coprodutos da indústria de polpas de frutas congeladas do cupuaçu apresentam consideráveis teores de constituintes fenólicos e expressiva capacidade antioxidante. Portanto, os coprodutos do cupuaçu apresentam potencial funcional tecnológico, podendo ser considerado como possíveis matérias primas para obtenção de extratos ricos em antioxidantes ou para extração de antioxidantes naturais nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Por essas qualidades da matriz analisada, justifica-se, assim, a ampliação dos estudos.

## Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Anuário Brasileiro da Fruticultura. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz 2017, 88. [Link]
- <sup>2</sup> Sousa, M. S. B.; Vieira, L. M.; Lima, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. *Brazilian Journal of Food Technology* **2011**, *14*, 202. [CrossRef]
- <sup>3</sup> Lousada Junior, J. E.; Neiva, J. N. N.; Rodriguez, N. M.; Pimentel, J. C. M. P.; Lôbo, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia* **2005**, *34*, 659. [CrossRef]
- <sup>4</sup> Wang, X.; Tong, H.; Cheng, F.; Gangemi, J. D. Chemical characterization and antioxidant evaluation of muscadine grape pomace extract. *Food Chemistry* **2010**, *123*, 1156. [CrossRef]
- <sup>5</sup> Rockenbach, I. I.; Rodrigues, E.; Gonzaga, L. V.; Cariali, V.; Genovese, M. I.; Gonçalves, A. E. D. S. S.; Fett, R. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitisvinifera* L. and *Vitislabrusca* L.) widely produced in Brazil. *Food Chemistry* **2011**, *127*, 179. [CrossRef]
- <sup>6</sup> Zhao, B.; Hall, C. A. Composition and antioxidant activity of rais in extracts obtained from various solvents. *Food Chemistry* **2008**, *108*, 511. [CrossRef]
- <sup>7</sup> Wettasinghe, M.; Shahidi, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. *Journal of Agricultura land Food Chemistry* **1999**, *47*, 1801. [CrossRef]
- <sup>8</sup> Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology* **1995**, *28*, 25. [CrossRef]
- <sup>9</sup> Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Riceevans, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation de colorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* **1999**, *26*, 1231. [CrossRef]
- <sup>10</sup> Oyaizu, M. Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition* **1986**, *44*, 307. [Link]
- <sup>11</sup> Assistência estatística, ASSISTAT. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 12 julho 2016.
- <sup>12</sup> Santos, G. M.; Maia, G. A.; Sousa, P. H. M.; Figueiredo, R. W.; Costa, J. M. C.; Fonseca, A. V. V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. *Ciência Rural* **2010**, *40*, 7. [CrossRef]
- <sup>13</sup> Genovese, M. I., Lannes, S. C. S. Comparison of total phenolic content and antiradical capacity of powders and" chocolates" from cocoa and cupuassu. *Food Science and Technology* **2009**, *29*, 810. [CrossRef]
- <sup>14</sup> Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. L. A. G.; Nascimento, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* **2008**, *44*, 193. [CrossRef]
- <sup>15</sup> Canuto, G. A. B.; Xavier, A. A. O.; Neves, L. C.; Benassi, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura* **2010**, *32*, 1196. [CrossRef]
- <sup>16</sup> Floegel, A.; Kim, D. O.; Chung, S. J.; Koo, S. I.; Chun, O. K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis* **2011**, *24*, 1043. [CrossRef]
- <sup>17</sup> Oliveira, D. S.; Aquino, P. P.; Ribeiro, S. M. R.; Proença, R. P. C.; Pinheiro, M, H. S. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum: Health Sciences* **2011**, *33*, 89. [CrossRef]
- <sup>18</sup> Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby, K.; Cisneroszevallos, L.; Byrne, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition*

*and Analysis, Netherlands* **2006**, *19*, 669. [\[CrossRef\]](#)

<sup>19</sup> Santos, G. M., Maia, G. A., de Sousa, P. H. M., da Costa, J. M. C., de Figueiredo, R. W., & do Prado, G. M. Correlação entre atividade

antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). *Archivos Latino Americanos de Nutricion* **2008**, *58*, 187. [\[Link\]](#)