



## **Avaliação *in vitro* da Atividade Fotoprotetora de Resíduos de Frutas Amazônicas<sup>1</sup>**

Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi<sup>2</sup>, Lorena dos Santos Santarém<sup>3</sup>, Carlos Victor Lamarão<sup>4</sup>, Emerson Silva Lima<sup>5</sup>, Valdir Florêncio da Veiga-Junior<sup>6</sup>

Submetido 27/08/2015 – Aceito 05/10/2015 – Publicado on-line 01/05/2016

### **Resumo**

A busca por proteção solar vem sendo intensificada nas últimas décadas e a procura por fotoprotetores, especialmente produtos naturais que tenham utilização sustentável, tem crescido de forma contínua. Paralelamente, o aumento no consumo de frutos eleva a quantidade de resíduos e subprodutos da indústria de polpas, e pesquisas científicas vêm comprovando uma elevada quantidade de substâncias bioativas nas sementes e cascas de frutas. Nesse trabalho propôs-se a avaliação da capacidade fotoprotetora de partes (cascas e sementes) de 16 frutos amazônicos não aproveitadas pela agroindústria. A absorvância dos extratos etanólicos e hidroalcoólicos (6:4 v/v) foi medida nos comprimentos de onda entre 200 a 500 nm, correspondentes às regiões do ultravioleta UVA, UVB e UVC. Os extratos apresentaram elevada capacidade de absorção, destacando-se as cascas de *Caryocar villosum* (piquiá), *Garcinia madruno* (bacurizinho) e *Bertholletia excelsa* (castanha do Brasil) com picos de absorção na região de UVA e UVB; e sementes de piquiá, bacurizinho e açaí (*Euterpe oleracea* e *E. precatoria*), com absorção na região do UVB. Com estes resultados evidencia-se o potencial de uso dos resíduos dessas frutas amazônicas por apresentarem capacidade fotoprotetora, estimulando estudos para utilização sustentável dessas matérias primas.

**Palavras-chave:** Amazônia; resíduos de frutas; fotoproteção; sustentabilidade.

***In vitro* evaluation of photoprotective activity from Amazonian Fruit Waste.** The search for new sunscreens has been stepped up in recent decades and the demand for sunscreens, especially natural products that have sustainable use, has continuously grown. In parallel, the increase of fruit consumption has increased the amount of waste and byproducts of the pulp industry, and scientific researches have provided a high amount of bioactive substances in seeds and fruit peels. This work aimed to evaluate the photoprotective capacity of 16 amazonian fruit parts (skins and seeds) not exploited by agribusiness. The absorbance of ethanol, and hydroalcoholic extracts (6:4 v / v) was measured at a wavelength between 200 and 500 nm, corresponding to UVA, UVB and UVC regions of the ultraviolet radioation. The extracts showed high absorption capacity, highlighting the shells of *Caryocar villosum* (piquiá), *Garcinia madruno* (Bacurizinho) and *Bertholletia excels* (Brazil nuts), with absorption peaks in the UVA and UVB region; and seed piquiá, bacurizinho and açaí (*Euterpe oleracea* and *E. precatoria*), with absorption in the UVB region. These results highlight the potential use of residues of these Amazonian fruits for presenting sunscreen capacity, stimulating studies for sustainable use of these raw materials.

**Keywords:** Amazon; Fruit waste; fotoprotection; sustainability

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado no Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ/UFAM) da primeira autora

<sup>2</sup> Doutoranda PPGQ/UFAM Av. Gal. Rodrigo Octávio, 3.000, Manaus, Amazonas. Email: klenicy@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas

<sup>4</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Amazonas – Faculdade de Ciências Agrárias. Av. Gal. Rodrigo Octávio, 3.000, Coroado II, Manaus, Amazonas. E-mail: victorlamarao@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Professor Associado da Universidade Federal do Amazonas – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Av. Gal. Rodrigo Octávio, 3.000, Coroado II, Manaus, Amazonas. E-mail: eslima@ufam.edu.br

<sup>6</sup> Professor Associado da UFAM– Departamento de Química, ICE, Av. Gal. Rodrigo Octávio, 3.000, Coroado II, Manaus, Amazonas. E-mail: valdirveiga@ufam.edu.br



## **1. Introdução**

A tendência de envelhecimento da população e a busca por uma vida melhor e mais saudável reforçam a valorização do uso de produtos naturais como uma das grandes alternativas de consumo. Uma das áreas em franco desenvolvimento é a área de Ciência Cosmética, em busca da associação de produtos sustentáveis que apresentem eficiência e segurança na utilização. Uma das maiores demandas relaciona-se aos produtos fotoprotetores, uma vez que a exposição solar crônica leva a uma variedade de efeitos adversos que contribuem para formação de espécies reativas de oxigênio e alterações histoquímicas, incluindo fotoenvelhecimento (enrugamento, elastose e irregularidade da pigmentação), fotocarcinogênese (carcinoma de células basais e escamosas e melanoma maligno) e a diminuição da imunidade (GONZÁLEZ *et al.*, 2008; WANG *et al.*, 2010; BALOGH *et al.*, 2011).

A luz solar é composta por um espectro contínuo de radiação eletromagnética que apresenta divisão e denominação em concordância com o intervalo de comprimento de onda ( $\lambda$ ). Os raios UV subdividem-se em: ultravioleta A (UVA) entre 320 e 400 nm, ultravioleta B (UVB) entre 290 e 320 nm e ultravioleta C (UVC) entre 100 e 290 nm. Os males causados pela radiação UV podem ser amenizados com o uso de substâncias denominadas filtros solares, que são moléculas ou complexos moleculares que podem absorver, refletir ou dispersar a radiação UV (BALOGH *et al.*, 2011; MANSUR *et al.*, 1986).

Alguns nutrientes e substâncias aromáticas, como fenólicos e flavonoides, são considerados fatores importantes de proteção para os vegetais contra a radiação ultravioleta, por meio da estabilização dos efeitos deletérios de radicais livres e pela dissipação da energia UV absorvida de uma maneira inofensiva (MARKHAN *et al.*, 1998). Diversos estudos vêm demonstrando que esse grupo de substâncias se concentram majoritariamente nas cascas e nas sementes dos frutos, que são os principais subprodutos gerados no processamento e

despolpamento de frutas (MELO *et al.*, 2008; YAMAGUCHI *et al.*, 2014; BERTO *et al.*, 2015)

Pesquisas relacionadas ao aproveitamento destes subprodutos da fruticultura estão sendo conduzidas com o intuito de investigar a sua composição química, valorizando-os e sugerindo novas alternativas de utilização, minimizando o desperdício e possibilitando a geração de produtos biotecnológicos (SOUSA *et al.*, 2011). Propõe-se assim a avaliação da propriedade fotoprotetora dos extratos polares de 16 frutas (cascas e/ou sementes), por meio das medidas de absorção nos comprimentos de onda correspondentes às absorções nas regiões do UVA, UVB e UVC.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Material vegetal**

As amostras de resíduos de polpas de fruta foram doadas por uma Cooperativa Agrícola (CAECI), localizada na cidade de Coari – Amazonas. Foram coletadas cerca de 500 g de cada matéria prima. As matérias foram limpas, secas em estufa de ar circulante a 40 °C e trituradas em moinho de quatro facas.

### **2.2. Obtenção dos extratos**

Cada material vegetal (100 g) foi macerado por 48 h, na proporção de massa/solvente de 10%, utilizando etanol e etanol/água (7:3 v/v) como solventes extratores. Para concentração dos extratos foi utilizado evaporador rotatório para a solução em etanol e “*spray dryer*” para a hidroalcoólica. Após a obtenção dos extratos, os mesmos foram reservados em frascos ambarados e armazenados em geladeira para a realização da avaliação da atividade fotoprotetora.

### **Avaliação do potencial fotoprotetor**

Para a determinação do espectro de absorção dos extratos etanólicos e hidroalcoólicos dos resíduos, alíquotas de 100  $\mu\text{L}$  de cada extrato na concentração de 10  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  foram diluídas em 900  $\mu\text{L}$  de DMSO, resultando em uma concentração de 1,00  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Algumas amostras apresentaram maior capacidade de absorção e a diluição para concentrações menores foi necessária. O espectro de absorção das

amostras na região do UV foi determinado na faixa de comprimento de onda entre 200 a 500 nm

(UV *scanning*) utilizando espectrofotômetro Beckman DU-70.

Tabela 1- Resíduos dos frutos utilizados nas análises.

Nome científico	Nome popular	Parte da planta
<i>Pouteria caimito</i>	Abiu	Casca
<i>Euterpe precatoria</i>	Açaí do AM	Semente
<i>Euterpe oleracea</i>	Açaí do Pará	Semente
<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	Semente
<i>Garcinia madruno</i>	Bacurizinho	Casca e semente
<i>Rollinia mucosa</i>	Biribá	Casca
<i>Mauritia flexuosa</i>	Buriti	Casca da semente e semente
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	Semente
<i>Bertholletia excelsa</i>	Castanha do Brasil	Casca
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Cupuaçu	Casca e semente
<i>Theobroma subincanum</i>	Cupuí	Casca e semente
<i>Annona muricata</i>	Graviola	Casca
<i>Paullinia cupana</i>	Guaraná	Casca
<i>Inga edulis var. edulis</i>	Ingá	Casca e semente
<i>Caryocar villosum</i>	Piquiá	Casca
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	Tucumã	Casca

### 3. Resultados e discussão

A utilização de protetores solares é a principal abordagem cosmética contra efeitos nocivos da radiação UV, reduzindo o número de patologias ocasionadas pela exposição prolongada e como medida preventiva para o envelhecimento da pele (WANG *et al.*, 2010; BALOGH *et al.*, 2011). Nesse trabalho foi estudado o perfil de fotoproteção dos extratos por meio da determinação da absorbância no espectro de ultravioleta, determinando o comprimento de onda máximo ( $\lambda_{\text{máx}}$ ) e a absorbância máxima ( $A_{\text{máx}}$ ) numa varredura entre os comprimentos de onda de 200 a 400 nm (regiões correspondentes a UVA, UVB e UVC). Os resultados das absorções nesses comprimentos de onda e a absorção máxima dos extratos pode ser visualizado na tabela 2.

Dentre os extratos dos subprodutos de frutos avaliados, os maiores valores de  $\lambda_{\text{máx}}$  foram detectados nos extratos etanólico e hidroalcoólico de piquiá (casca), com picos de absorção de 298nm (2,822) e 308 (3,702), respectivamente. O

extrato de casca da semente de Castanha-do-Brasil apresentou  $\lambda_{\text{máx}}$  de 297 (5,347), enquanto o extrato de semente de bacurizinho mostrou  $\lambda_{\text{máx}}$  de 325 (1,250) e o de açaí do AM mostraram  $\lambda_{\text{máx}}$  de 286 (3,048). Os espectros de absorção dessas amostras podem ser visualizados na figura 1.

Verificou-se picos regulares e contínuos nas regiões correspondentes a UVA e UVB para as amostras de cascas de bacurizinho, castanha-do-Brasil e piquiá. As características desses extratos recebem destaque, devido ao amplo espectro de absorção, levando-se em consideração que os filtros solares geralmente absorvem apenas em uma parte da região do ultravioleta (UVA ou UVB), sendo necessária uma combinação entre os filtros para uma proteção completa. Verificou-se que a presença de uma matéria prima que possua absorção contínua nas regiões do UV pode minimizar o alto grau de irritabilidade consequente da combinação de fotoprotetores aplicados à pele (PALM e O'DONOGHUE, 2007).

Os extratos apresentaram picos máximos semelhantes ao encontrados em substâncias isoladas que atualmente são utilizadas nas formulações de fotoproteção, como o ácido *p*-aminobenzóico (PABA) com  $\lambda_{\text{máx}}$  de 283 nm (região UVC e UVB), octildimetil-PABA, com  $\lambda_{\text{máx}}$  de 311 nm (região UVB), e butil metóxi-dibenzoil-metano, com o  $\lambda_{\text{máx}}$  em 358 nm (região UVA) (FLOR *et al.*, 2007). As maiores intensidades nos comprimentos de onda equivalentes a UVB e UVC foram encontrados nos extratos de piquiá (casca), com valores de UVB (3,899) e UVC (0,952), e nas cascas de bacurizinho UVB (2,639) e UVC (1,913).

As amostras que apresentaram as maiores absorções (piquiá, açaí do Amazonas e Castanha do Brasil) foram diluídas para concentrações de 0,50 e 0,25 mg.mL<sup>-1</sup>. Ao ser diluída, a amostra de piquiá continuou apresentando uma considerada capacidade de absorção no UV, maior que a encontrada em outros trabalhos reportados na literatura (SOOUZA *et al.*, 2005; VIOLANTE *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2013). Os gráficos com as diluições podem ser verificados na figura 2. A absorvância encontrada na faixa de fotoproteção foi alta, sendo necessária apenas uma baixa concentração do extrato para absorver as radiações.

Tabela 2-Perfil de absorção de extratos hidroalcoólicos e etanólicos na concentração 1,00mg/mL

Amostra	Extratos Hidroalcoólicos				Extratos Etanólicos			
	$\lambda_{\text{máx}}$	(C) 240 nm	(B) 300 nm	(A) 360 nm	$\lambda_{\text{máx}}$	(C) 240 nm	(B) 300 nm	(A) 360 nm
Abiu (casca)	367 (0,015)	0,063	0,131	0,018	nd	nd	Nd	nd
Açaí do AM (semente)	286 (2,091)	0,01	1,57	0,485	286 (3,048)	0,024	1,582	0,434
Açaí do Pará (semente)	276 (1,479)	0,018	0,985	0,462	283 (2,121)	0,024	1,21	0,479
Acerola (semente)	274 (0,981)	0,086	0,777	0,395	282 (1,177)	0,052	0,693	0,176
Bacurizinho (casca)	285 (0,832)	0,24	0,687	0,356	297 (2,678)	0,024	2,639	1,913
Bacurizinho (semente)	325 (1,250)	0,102	1,075	0,637	nd	nd	Nd	nd
Biribá (casca)	274 (1,290)	0,012	0,44	0,181	367 (0,110)	0,001	0,204	0,097
Buriti (casca da semente)	245 (1,846)	0,089	0,76	0,659	367 (0,030)	0,049	0,147	0,035
Buriti (semente)	281 (0,321)	0,049	1,267	1,092	nd	nd	Nd	nd
Carambola (semente)	280 (0,840)	0,069	0,423	0,102	282 (1,632)	0,063	0,626	0,069
Castanha do Brasil (casca)	367 (0,662)	0,204	0,777	0,659	297 (3,347)	0,114	3,241	1,199
Cupuaçu (casca)	274 (0,073)	0,012	0,001	0,042	281 (1,379)	0,029	0,451	0,136
Cupuí (casca)	275 (0,531)	0,241	0,034	0,047	281 (0,235)	0,001	0,176	0,097
Cupui (semente)	282 (0,341)	0,014	0,022	0,056	279 (0,863)	0,035	0,372	0,181
Graviola (casca)	275 (0,485)	0,091	0,299	0,035	271 (0,570)	0,027	0,339	0,17
Guaraná (casca)	274 (0,844)	0,086	0,17	0,125	269 (0,649)	0,047	0,164	0,108
Ingá (casca)	282 (0,954)	0,083	0,603	0,215	367 (0,114)	nd	0,282	0,108
Ingá (semente)	267 (0,581)	0,069	0,288	0,074	245 (1,468)	0,024	0,597	0,181
Piquiá (casca)	298 (2,822)	0,108	2,763	0,581	298 (2,822)	0,108	2,763	0,952
Piquiá (semente)	258 (2,109)	0,091	1,222	0,457	nd	nd	Nd	nd
Tucumã (casca)	283 (2,294)	0,091	1,374	0,451	280 (1,282)	0,125	0,671	0,192

ND = não detectável

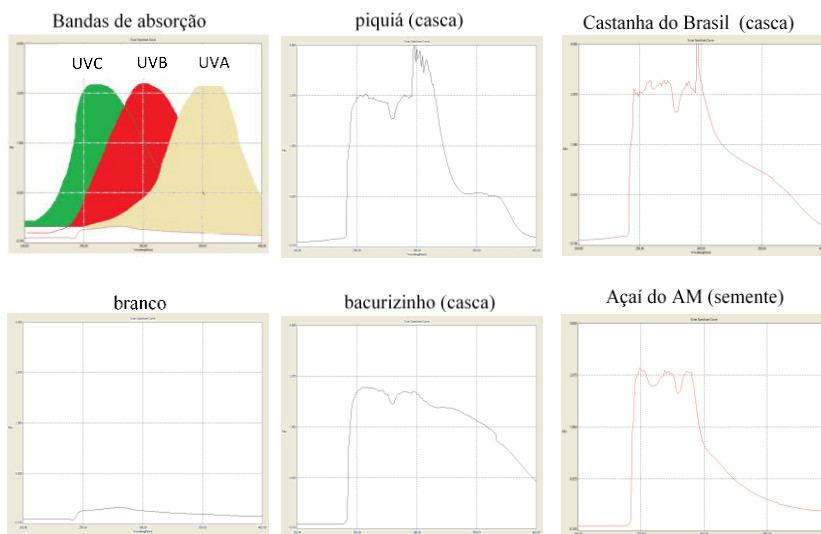


Figura 1 – Espectro de absorção dos extratos de resíduos em concentração de 1,00 mg.mL<sup>-1</sup>.

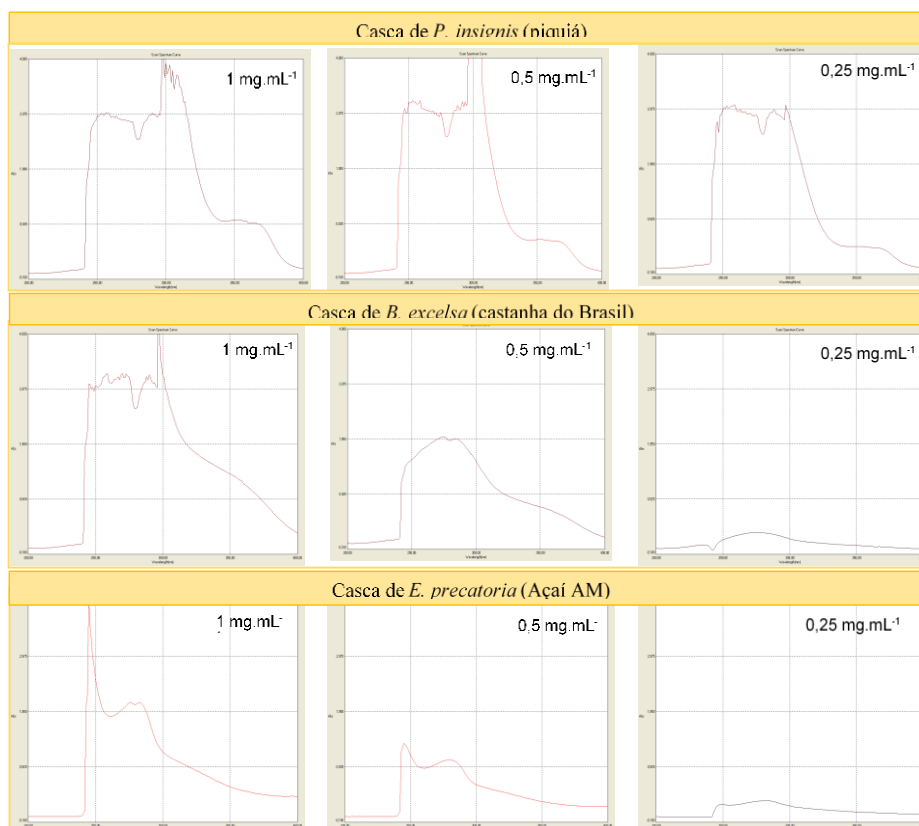


Figura 2 – Espectro de absorção dos extratos diluídos em 1,00 mg.mL<sup>-1</sup>, 0,50 mg.mL<sup>-1</sup> e 0,25 mg.mL<sup>-1</sup>.

Para algumas amostras, os extratos etanólicos apresentaram maior capacidade de absorção que os hidroalcoólicos. Segundo a literatura, classes de substâncias contendo

compostos aromáticos simples como fenólicos e flavonoides são comumente extraídos com solventes alcoólicos, enquanto as classes glicosiladas são comumente extraídas com





solventes com maior polaridade (MARKHAN *et al.*, 1998). Essas substâncias apresentam grande capacidade de absorção, dissipando a energia UV absorvida de uma maneira inofensiva. Tal afirmação é confirmada ao analisarmos que as espécies que possuíram maior capacidade de absorção  $\lambda_{\text{máx}}$  apresentam segundo a literatura, uma elevada percentagem de substâncias fenólicas.

Segundo a revisão de Flor *et al.* (2007), as diferenças nos máximos de absorção é explicada segundo a teoria de orbitais moleculares (TOM). Utilizando como parâmetro estrutural uma substância aromática simples, o benzeno. A presença de uma espécie doadora de elétrons aumenta a possibilidade de ressonância e a estabilidade do anel. Sendo mais estável, a energia dos orbitais ligantes diminui e, conseqüentemente, a dos antiligantes aumenta, elevando assim a diferença de energia entre os orbitais HOMO e LUMO. Por outro lado, a adição de uma espécie receptora de elétrons ao anel aromático diminui a estabilidade do sistema. Desta forma, a energia dos orbitais ligantes aumenta e a dos antiligantes diminui, reduzindo a diferença de energia entre os orbitais HOMO e LUMO e, como consequência, sua banda de absorção é a que ocorre em maiores comprimentos de onda (HUHEEY *et al.*, 1993; GILLAM e STERN 1957).

Análises *in vitro*, como as espectrofotométricas, foram desenvolvidas baseando-se no espectro de absorção e apresentam uma boa correlação na previsão do FPS (fator de proteção solar) e em testes *in vivo* (MANSUR *et al.*, 1986; FERRARI *et al.*, 2002). Pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novas formulações fotoprotetoras, sejam sintéticas ou de produtos naturais, são necessárias para obtenção de produtos ideais, com menores possibilidades de sensibilidade na pele e com melhor fotoestabilização (GUARANTINI *et al.*, 2009; BALOUGH *et al.*, 2011). Dentre os estudos de produtos naturais descritos na literatura, cita-se a capacidade fotoprotetora do própolis, *Aloe vera*, chá verde (*Camellia sinensis*), *andiroba* (*Carapa guianensis*) e espécies de *Bauhinia* (BOBIN *et al.*, 1995;

MORLEY *et al.*, 2005; BELO 2008; HEINRICH *et al.*, 2011).

Alguns estudos avaliam a ação dos antioxidantes na fotoproteção, por meio da prevenção na formação de eritema cutâneo e efeitos protetores frente aos danos moleculares gerados por estresse oxidativo induzido pela radiação UV (WANG *et al.*, 2010). Dessa forma, os extratos de piquiá e bacurizinho recebem destaque por enquadrarem-se nesses dois quesitos. Segundo Barretos e colaboradores (2009), Chisté *et al.*, (2012) e Ascari *et al.*, (2013) o piquiá apresenta elevados teores de substâncias fenólicas, como os ácidos gálico e elágico e capacidade de sequestrar radicais livres. O bacurizinho e as espécies desse gênero também possuem diversos relatos na literatura sobre a capacidade antioxidante e antimicrobiana de seus frutos, caracterizados quimicamente pela presença de biflavonoides, xantonas e benzofenonas (OSÓRIO *et al.*, 2013; DEACHATHAI *et al.*, 2005).

Os subprodutos avaliados não apresentam descrição na literatura sobre o perfil fotoprotetor. Apenas o estudo de algumas polpas é reportado, entre elas a de acerola. No trabalho de Souza *et al.* (2013) a polpa apresentou  $\lambda_{\text{máx}}$  de 290 nm, próxima ao encontrado nos extratos das sementes de acerola deste trabalho. Porém, apresentou fator de proteção solar baixo, com FPS  $\geq 2$ .

As pesquisas descritas na literatura sobre os subprodutos de polpas de frutas concentram-se majoritariamente na análise antioxidante (BERTO *et al.*, 2015; CHRISTE *et al.*, 2012). Oliveira e colaboradores (2009) publicaram uma revisão abordando a utilização de compostos antioxidantes (principalmente polifenóis) de resíduos industriais e da agroindústria, nos quais identificaram importantes antioxidantes em materiais que inicialmente eram descartados e que atualmente estão sendo utilizados pela indústria como casca de cenouras, casca de tomates, cascas de mangas e de batatas. Souza *et al.* (2011) quantificou os polifenóis e a atividade antioxidante dos resíduos de acerola, goiaba (*Psidium guayaba*), abacaxi (*Ananas comosus*), cupuaçu, bacuri (*Platonia insignis*) e graviola



(*Annona muricata*) e destacou esses materiais como fonte de substâncias bioativas.

Os resultados encontrados neste trabalho podem ser utilizados como ferramenta para auxiliar no direcionamento de testes mais aprofundados, como avaliação do FPS e atividades que são correlacionadas com a fotoproteção como atividades antimicrobiana e antioxidante.

#### 4. Conclusão

Os extratos obtidos a partir de subprodutos de frutas amazônicas apresentaram capacidade fotoprotetora ao absorverem radicações nos comprimentos de onda do UVA, UVB e UVC, na faixa entre 200 a 500 nm. Os extratos com maior potencial foram as cascas de piquiá, castanha do Brasil, bacurizinho e sementes de Açaí do Amazonas. Esses resultados abrem a perspectiva da continuação de pesquisas com essas matérias primas que visem estudos mais aprofundados de proteção solar, agregando valor a esses resíduos e tendo em vista a utilização sustentável de produtos amazônicos com aplicação nas indústrias cosméticas e farmacêuticas.

#### Agradecimentos

À FAPEAM, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

#### Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista Scientia Amazonia detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

#### Referencias

ASCARI, J., TAKAHASHI, J. A., BOAVENTURA, M. A. D. Aspectos fitoquímicos e biológicos da família Caryocaraceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p. 293-308, 2013.

BALOGH, T. S., PEDRIALI, C. A., BABY, A. R., VELASCO, M. V. R., KANEKO, T. M. Proteção à

radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p. 732-742, 2011.

BARRETO, G. P. M., BENASSI, M. T., MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, p. 1856-1861, 2009.

BELO, S. D., GASPAR, L. R., CAMPOS, P. M. B. G. M. Photoprotective effects of topical formulations containing a combination of *Ginkgo biloba* and green tea extracts. **Phytotherapy Research**, v. 25, n.12, p. 1854-1860, 2011.

BERTO, A., RIBEIRO, A. B., SOUZA, N. E., FERNANDES, E., CHISTÉ, R. C. Bioactive compounds and scavenging capacity of pulp, peel and seed extracts of the Amazonian fruit *Quararibea cordata* against ROS and RNS. **Food Research International**, In press, 2015.

BOBIN, M. F., RAYMOND, M., MARTINI, M. C., Propriedades de absorção UVA/UVB de produtos naturais. **Cosmetics and toiletries**, v. 7, p. 44-50, 1995.

CHISTÉ, R. C., MERCADANTE, A. Z. Identification and Quantification, by HPLC-DAD-MS/MS, of carotenoids and phenolic compounds from the Amazonian fruit *Caryocar villosum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p.5884-5892, 2012.

DEACHATHAI, S., MAHABUSARAKAM, W., PHONGPAICHIT, S., TAYLOR, W.C. Phenolic compounds from the fruit of *Garcinia dulcis*. **Phytochemistry**, v. 66, p. 2368-2375, 2005.

FERRARI, M., OLIVEIRA, M. S. C., NAKANO, A. K., ROCHA-FILHO, P. A. Determinação do fator de proteção solar (FPS) in vitro e in vivo de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, p. 626 – 630, 2007.

FLOR, J., DAVOLOS, M.R., CORRÊA, M. A. Protetores solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007.

GILLAM, A. E., STERN, E. S. **An Introduction to Electronic Absorption Spectroscopy**, 2nd ed., Edward Arnold: London, 1957.



GONZÁLEZ S., FERNÁNDEZ-LORENTE, M., GILABERTE-CALZADA, Y. The latest on skin photoprotection. **Clinics in Dermatology**, v. 26, p. 614-626, 2008.

GUARATINI, T.; CALLEJON, D. R.; PIRES, D. C.; LOPES, J. N. C.; LIMA, L. M.; GIANNELLA NETO, D.; SUSTOVICH, C.; LOPES, N. P.; Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 717-721, 2009.

HEINRICH, U.; CAROLYN, E.; SILKE, H.; HAGEN, T.; WILHELM, S.; Green tea polyphenols provide photoprotection, increase microcirculation and modulate skin properties of women. **The Journal of Nutrition**, v. 141, p. 1202-1208, 2011.

HUHEEY, J. E.; KEITER, E. A.; KEITER, R. L.; **Inorganic Chemistry: principles of structure and reactivity**, 5th ed., Harper Collins College: New York, 1993.

MANSUR, J. S., BREDER, M. V. R., MANSUR, M. C. A., AZULAY, R. D. Correlação entre a determinação do fator de proteção solar em seres humanos e por espectrofotometria. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v.61, p.167-172, 1986.

MARKHAN, K. R., RYAN, K. G., BLOOR, S. J., MITCHELL, K. A. An increase in the luteolin: apigenin ratio in *Marchantia polymorpha* on UV-B enhancement. **Phytochemistry**. v. 48, p.791-794, 1998.

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, p.193-201, 2008.

MORLEY, N., CLIFFORD, T., SALTER, L., CAMPBELL, S., GOULD, D., CURNOW, A. The green tea polyphenol (-)-epigallocatechin gallate and green tea can protect human cellular DNA from ultraviolet and visible radiation-induced damage. **Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine**, v. 21, p. 15-22, 2005.

OLIVEIRA, A. C., VALENTIM, I. B., GOULART, M. O. F. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

OSÓRIO, E., LONDONO, J., BASTIDA, J. Low-Density Lipoprotein (LDL)-Antioxidant Biflavonoids from *Garcinia madruno*. **Molecules**, v. 18, p. 6092-6100, 2013.

PALM, M. D., O`DONOGHUE, M. N. Update on photoprotection. **Dermatology and Therapy**. v. 20, p. 360-376, 2007.

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 Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SOUZA, F. P. S., CAMPOS, G. R., PACKER, J. F. Determinação da atividade fotoprotetora e antioxidante em emulsões contendo extrato de *Malpighia glabra* L. – Acerola. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n.1, p. 69-77, 2013.

SOUZA, T. M., SANTOS, L. E., MOREIRA, R. R. D., RANGEL, V. L. B. I. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n.1, p. 36-38, 2005.

VIOLANTE, I. M. P., SOUZA, I. M., VENTURINI, C. L., RAMALHO, A. F. S., SANTOS, R. A. N., FERRARI, M. Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.1, p. 452-457, 2009.

YAMAGUCHI, K. K. L., PEREIRA, C.V.L., LIMA, E.S., VEIGA JUNIOR, V. F., Química e farmacologia do bacuri (*Platonia insignis*). **Scientia Amazonia**, v.3, p. 39-46. 2014.

WANG, S. Q., BALAGULA, Y., OSTERWALDER, U. Photoprotection: a review of the current and future technologies. **Dermatology and Therapy**, v. 23, p. 31-47, 2010.