



XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Alimentação: a árvore que sustenta a vida

X CIGR Section IV International Technical Symposium

Food: the tree that sustains life

24 a 27 de outubro de 2016 • FAURGS • GRAMADO/RS

COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE GENÓTIPOS DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea*)

P. R. Augusti¹, P. C. M. R. Torma², A. V. Carvalho³, S. H. Flôres⁴, A. de O. Rios⁵.

1- Departamento de Ciência dos Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS - Brasil. Telefone: 55 (51) 3308-6676 - Fax: 55 (51) 3308-6684 – e-mail: (paula.augusti@ufrgs.br)

2- Departamento de Ciência dos Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS – Brasil. Telefone: 55 (51) 3308-9787 - Fax: 55 (51) 3308-6684 – e-mail: (praupp.rs@gmail.com)

3- Embrapa Amazônia Oriental - CEP: 66095-100 – Belém – PA – Brasil. Telefone: 55 (91) 3204-1130 - Fax: 55 (91) 3276-9845 – e-mail: (ana-vania.carvalho@embrapa.br)

4- Departamento de Ciência dos Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS - Brasil. Telefone: 55 (51) 3308-9789 - Fax: 55 (51) 3308-6684 – e-mail: (simone.flores@ufrgs.br)

5- Departamento de Ciência dos Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CEP 91501-970 - Porto Alegre - RS - Brasil. Telefone: 55 (51) 3308-9787 - Fax: 55 (51) 3308-6684 – e-mail: (alessandro.rios@ufrgs.br)

RESUMO – O estresse oxidativo gerado pelo excesso de espécies reativas no organismo ou por uma produção inadequada de antioxidantes está associado com o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) e esta condição pode ser minimizada por antioxidantes exógenos da dieta. Neste contexto, o açaí é uma opção para obter antioxidantes (polifenóis e carotenoides) e seu consumo está associado com efeitos benéficos contra as DCNTs. O objetivo deste estudo foi avaliar seis genótipos de açaí do programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa-Amazônia Oriental em relação ao conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante pelo método ABTS. Os resultados mostram um aumento na atividade antioxidante dos frutos melhorados associado ao incremento no teor de antocianinas e carotenóides. Tal resultado indica genótipos promissores à continuidade do programa de melhoramento do açaí, resultando em frutos com uma maior quantidade de antioxidantes para o consumidor.

ABSTRACT – Oxidative stress generated by excess of reactive species in the body or by inadequate production of antioxidants is associated with the development of chronic non-communicable diseases (NCDs) and this condition can be minimized by exogenous antioxidants from the diet. In this context, the *açaí* is an option to obtain antioxidants, such as polyphenols and carotenoids and its consumption is associated with beneficial effects against NCDs. The aim of this study was to evaluate six *açaí* genotypes from the breeding program developed by Embrapa-Amazônia Oriental regarding to the content of bioactive compounds and antioxidant activity by ABTS method. The results show an increase in the antioxidant activity of improved fruits in association to the increase of anthocyanins and carotenoids. This result indicates promising genotypes for the continuity of *açaí* breeding program, resulting in fruits with a greater amount of antioxidants for the consumer.

PALAVRAS-CHAVE: antocianinas; carotenoides; antioxidantes; programa de melhoramento.

KEYWORDS: anthocyanins; carotenoids; antioxidants; breeding program.



1. INTRODUÇÃO

Uma dieta rica em vegetais, em especial as frutas, tem sido associada à prevenção de danos causados às membranas celulares em função do estresse oxidativo gerado pela superprodução de espécies reativas e/ou a produção inadequada de antioxidantes endógenos (Vasconcelos et al., 2007). Assim, a prevenção de várias doenças crônicas não transmissíveis, entre elas, diferentes tipos de câncer, tem estimulado o consumo, bem como, os estudos para caracterizar diferentes compostos com propriedades antioxidantes em frutas (Yahia, 2010). Adicionalmente, carotenoides e antocianinas estão associados à redução de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, degeneração macular e formação de cataratas (He; Giusti, 2010; Saini et al., 2015).

O açaí (*Euterpe oleracea*) é um fruto proveniente do açazeiro, uma palmeira nativa da Amazônia Brasileira, considerado um “superfruto” devido ao seu alto valor nutricional relacionado ao elevado teor de lipídeos (ácidos graxos insaturados), proteínas, fibras e minerais, além da presença de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, entre eles as antocianinas e os carotenoides (Alexandre et al., 2004; Ribeiro et al., 2010). Além disso, estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado o potencial antioxidante, anti-inflamatório, anti-proliferativo e cardioprotetor da polpa de açaí (Yamaguchi et al., 2015)

As propriedades nutricionais e funcionais do açaí, sua expansão comercial para o mercado nacional e internacional e a importância socioeconômica, principalmente para a população ribeirinha, têm estimulado pesquisas e investimentos em programas de melhoramento genético (Carvalho et al., 2010). Tais pesquisas têm como objetivo obter genótipos com capacidade produtiva na entressafra, com maior rendimento e frutos com propriedades funcionais intensificadas (Farias Neto et al., 2011). Desta maneira, os genótipos de frutos desenvolvidos por programas de melhoramento devem ser avaliados a fim de identificar frutos com composição fitoquímica melhorada e seu potencial antioxidante, resultando em uma base de informações para a seleção de genótipos promissores para o desenvolvimento de novos cultivares. Assim o objetivo deste trabalho foi investigar o efeito do melhoramento genético no conteúdo de compostos bioativos (antocianinas, carotenoides e compostos fenólicos) e atividade antioxidante (método ABTS) de seis genótipos de açaí (*E. oleracea*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Compostos Bioativos do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Foram utilizadas as polpas liofilizadas de seis genótipos de açaí (*E. oleracea*), provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental (Belém-PA), cujos frutos foram colhidos entre novembro/2014 e fevereiro/2015, no estágio completo de maturação, quando apresentaram uma coloração roxo-escuro e uma mucilagem branca sobre a superfície. Os genótipos foram identificados como L09P09, L22P13, L11P09, L06P13, L04P16 e BRS-PA_{MISTA}. Uma amostra comercial obtida no comércio de Belém/PA foi utilizada como amostra controle.

Os extratos foram elaborados a partir de 0,5 g de polpa liofilizada de açaí homogeneizada com metanol 50% em ultra-turrax (40 mL por 2 min). Após 1 h de repouso, o extrato foi centrifugado em uma centrifuga refrigerada (Sigma, modelo 4K 15, Inglaterra) por 15 min a 15000 rpm, o sobrenadante foi retirado e o resíduo homogeneizado com acetona 70% em ultra-turrax (40 mL por 2 min). Após 1 h em repouso, o extrato foi centrifugado por 15 min a 15000 rpm, os sobrenadantes das duas etapas foram misturados em balão volumétrico e o volume final ajustado a 100 mL (Larrauri et al., 1997).



As antocianinas foram identificadas e quantificadas logo após o preparo dos extratos por CLAE, através de um cromatógrafo (Agilent série 1100) equipado com um sistema solvente quaternário de bombeamento e um detector UV/Visível. Uma coluna de fase reversa C18 polimérica Shim-pak (5 μm x 250 mm x 4,6 mm) foi utilizada para a separação dos pigmentos e um gradiente linear de eluição de ácido fosfórico (4%) e acetonitrila na proporção 85:15 para 20:80 (v/v) no decorrer de 30 minutos foi utilizado como fase móvel. O fluxo da fase móvel foi de 0,2 mL/min e a temperatura da coluna mantida em 29 °C. Os cromatogramas foram obtidos em um comprimento de onda fixo de 520 nm característico para as antocianinas (Zanatta et al., 2005).

Para a extração dos carotenoides, uma mistura de éter de petróleo e éter etílico foi adicionada, sendo a fração lipídica separada com o uso de um funil de separação. Posteriormente, esta fração foi submetida à saponificação com 10% KOH em metanol por uma noite à temperatura ambiente, sendo o álcali removido por sucessivas lavagens com água destilada. Os extratos foram concentrados em um evaporador rotatório (Fisatom, modelo 801) ($T < 25$ °C) até secagem completa utilizando fluxo de nitrogênio. As amostras secas foram armazenadas a uma temperatura de -18 °C, para posterior quantificação por CLAE. Os extratos secos foram diluídos em MTBE, para posterior injeção no cromatógrafo, descrito anteriormente. A separação dos carotenoides foi realizada utilizando uma coluna de fase reversa C30 polimérica YMC (3 μm x 250 mm x 4,6 mm), sendo a fase móvel água:metanol:MTBE a partir das proporções de 5:90:5, atingindo 0:95:5 em 12 minutos, 0:89:11 em 25 minutos, 0:75:25 em 40 minutos e, finalmente, 00:50:50 em 60 minutos, com um fluxo de 1 mL/min e a coluna mantida na temperatura de 33 °C. Os cromatogramas foram processados em um comprimento de onda fixo de 450 nm característico para carotenoides (Zanatta; Mercadante, 2007).

A identificação e quantificação das antocianinas e carotenoides foi realizada por comparação dos tempos de retenção e áreas dos picos das amostras e dos padrões correspondentes (SIGMA, pureza > 93%), nas mesmas condições cromatográficas.

Os compostos fenólicos foram quantificados a partir do método de Folin-Ciocalteu (Swain; Hillis, 1959) onde 20 μL de cada extrato foram adicionados a 1580 μL de água e 100 μL do reagente de Folin-Ciocalteu. Para neutralizar a mistura foram adicionados 300 μL de uma solução tampão de carbonato de sódio (Na_2CO_3). Após 120 minutos de reação na ausência de luz e temperatura ambiente, as amostras foram avaliadas por espectrofotometria (Amersham Biosciences, modelo Ultrospec 3100 pro, Inglaterra) a 765 nm e a quantificação foi realizada pela construção de uma curva padrão de ácido gálico na faixa de concentração de 0 – 0,5 mg/mL.

Para avaliação da atividade antioxidante pelo método baseado na captura do radical ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) (Sigma Chemical, EUA) (Kuskoski et al., 2005). Primeiramente, foi produzido o radical ABTS formado pela reação de 5 mL de uma solução estoque de ABTS (7 mM) com 88 μL de persulfato de potássio (140mM). A solução foi mantida em repouso por 16 h, sob proteção da luz e após o radical foi diluído em etanol até uma absorbância de $0,700 \pm 0,05$ a 734 nm (Amersham Bioscience, modelo Ultrospec 3100 pro, Inglaterra). Em seguida, uma alíquota de 30 μL de cada diluição dos extratos preparados foi adicionada a 3,0 mL do radical ABTS, sendo a leitura da absorbância realizada a 734 nm após 6 min de reação.

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) de uma via seguido pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), adicionalmente foi realizada a análise da correlação de Pearson utilizando o software Statistica 12 (Statsoft Inc., Tulsa, USA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos extratos das polpas liofilizadas de açaí (*E. oleracea*) utilizando como solventes de extração metanol (50%) e acetona (70%) foram identificadas as antocianinas cianidina 3-glicosídeo



e cianidina 3-rutinosídeo, semelhante ao identificado por Gouvêa et al (2012) em estudo do açaí (*Euterpe oleracea*). Em relação ao conteúdo total de antocianinas (Tabela 1), todos os genótipos, exceto L04P16, apresentaram maiores teores do que a amostra comercial. Os genótipos L22P13 e BRS-PA_{MISTA} apresentaram os maiores teores de antocianinas totais e de maneira geral, tais resultados são superiores aos relatados por outros autores que avaliaram o açaí (*E. oleracea*) (Schauss et al., 2006; Gôuvea et al. 2012) e em comparação com outras bagas como mirtilo (*Vaccinium* sp.), groselha-preta (*Ribes* sp.), amora-preta (*Rubus* sp.), oxococo (*Oxycoccus* sp.) e cereja (*Prunus* sp.) (Wu et al., 2006). O teor de antocianinas totais apresentou uma forte correlação com a atividade antioxidante avaliada pelo método ABTS ($r^2 = 0,810$), colocando o genótipo L22P13 em destaque, uma vez que este apresentou o maior valor de atividade antioxidante pelo método ABTS (674,83 μ M trolox/g), quando comparado aos demais genótipos e a estudos anteriores com o açaí (*E. oleracea*) (Rufino et al., 2010; Rojano et al., 2011).

Além das antocianinas que são os pigmentos majoritários no açaí, os diferentes genótipos apresentaram-se como uma boa fonte de carotenoides, sendo identificados luteína, zeaxantina, α -caroteno e β -caroteno. Os carotenoides luteína, α -caroteno e β -caroteno também foram identificados na polpa de açaí (*E. oleracea*) no estudo de Ribeiro et al (2010), enquanto que o carotenoide zeaxantina foi identificado pela primeira vez em açaí no presente trabalho. Os genótipos L22P13 (20,70 μ g/g) e BRS-PA_{MISTA} (22,15 μ g/g) apresentaram os maiores teores de carotenoides totais quando comparado à amostra comercial (16,44 μ g/g, Tabela 1). Os teores de carotenoides quantificados neste estudo foram mais elevados que os relatados por Ribeiro et al. (2010) e Kang et al. (2012) para o açaí (*E. oleracea*) e também superiores aos relatados para outras pequenas frutas (bagas) como cereja (*Prunus* sp.), groselha-preta (*Ribes nigrum*), groselha-vermelha (*Ribes rubrum*), morango (*Fragaria* sp.) e uva (*Vitis* sp.) (Müller, 1997). Adicionalmente, os carotenoides apresentaram uma correlação moderada com a atividade antioxidante (método ABTS) apresentada pelos diferentes genótipos ($r^2 = 0,503$).

Tabela 1 – Antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante dos diferentes genótipos de açaí e uma amostra comercial.

	Comercial	L09P09	L22P13	BRS-PA _{MISTA}	L11P09	L06P13	L04P16
Antocianinas Totais (mg/100g)	1873,91 \pm 18,81 ^e	3627,18 \pm 310,09 ^b	4469,21 \pm 133,20 ^a	4012,10 \pm 286,09 ^{ab}	3007,78 \pm 43,01 ^c	2444,38 \pm 109,87 ^d	503,62 \pm 37,96 ^f
Carotenoides Totais (μg/g)	16,44 \pm 1,34 ^b	15,53 \pm 1,29 ^b	20,70 \pm 1,42 ^a	22,15 \pm 0,74 ^a	8,69 \pm 0,26 ^c	7,62 \pm 0,47 ^c	7,21 \pm 0,59 ^c
Compostos Fenólicos (mg GAE/g)	40,40 \pm 3,59 ^a	29,60 \pm 2,45 ^{bc}	31,94 \pm 3,35 ^{bc}	25,21 \pm 0,83 ^{cd}	26,83 \pm 1,91 ^{bc}	34,84 \pm 4,91 ^{ab}	17,29 \pm 1,02 ^d
ABTS (μM trolox/g)	231,38 \pm 14,24 ^d	485,26 \pm 26,70 ^b	674,83 \pm 29,30 ^a	423,53 \pm 20,28 ^b	331,18 \pm 24,54 ^c	431,39 \pm 20,92 ^b	263,33 \pm 21,84 ^d

Os resultados são a média de três repetições \pm desvio padrão. Na linha, valores seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nos diferentes genótipos de açaí o conteúdo de compostos fenólicos não apresentou um incremento em relação à amostra comercial, diferentemente do observado no conteúdo de antocianinas. Adicionalmente, o conteúdo de compostos fenólicos não apresentou correlação com a atividade antioxidante, semelhante ao observado por Kähkönen et al. (1999) e Hassimotto et al.



XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Alimentação: a árvore que sustenta a vida

X CIGR Section IV International Technical Symposium

Food: the tree that sustains life

24 a 27 de outubro de 2016 • FAURGS • GRAMADO/RS

(2005). Isso pode ser atribuído ao perfil diferenciado de compostos fenólicos dos diferentes genótipos extraídos pela mistura de solventes polares (metanol e água) e apolar (acetona) (Hassimotto et al., 2005; Jacobo-Velázquez et al., 2009), bem como por uma possível interferência de compostos não-fenólicos com o reagente de Folin-Ciocalteu (Prior et al., 2005).

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados, as diferenças significativas entre os genótipos nos teores de compostos bioativos (antocianinas e carotenoides) e na atividade antioxidante podem ser atribuídas à variabilidade genética promovida pelo programa de melhoramento genético, já que as condições de plantio e preparação laboratorial foram mantidas. Dentre os genótipos, os menores teores de compostos bioativos e menor atividade antioxidante foram apresentados pelo genótipo L04P16, enquanto que os genótipos L22P13 e BRS-PA_{MISTA} apresentaram os maiores teores de antocianinas e carotenoides, além de elevada atividade antioxidante, podendo ser considerados genótipos promissores para a continuidade do programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre, D., Cunha, R. L., & Hubinger, M. D. (2004). Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(1), 114-119.
- Carvalho, A. V., Mattietto, R. A., Silva, P. A., & Araújo, E. A. F. (2010). Optimization of the technological parameters to produce structured gels from assai palm fruit pulp. *Brazilian Journal Food Technology*, 4, 232-241.
- Farias Neto, J. T., Resende, M. D. V., & Oliveira, M. S. P. (2011). Seleção simultânea em progênie de açazeiro irrigado para produção e peso do fruto. *Rev. Bras. Frutic.*, 33(2), 532-539.
- Gouvêa, A. C. M. S., Araujo, M. C. P., Schulz, D. F., Pacheco, S., Godoy, R. L. O., & Cabral, L. M. C. (2012). Anthocyanins standards (cyanidin-3-O-glucoside and cyanidin-3-O-rutinoside) isolation from freeze-dried açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) by HPLC. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32, 43-46.
- Hassimotto, N. M. A., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2005). Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2928-2935.
- He, J., & Giusti, M. M. (2010). Anthocyanins: Natural colorants with health-promoting properties. *The Annual Review of Food Science and Technology*, 1, 163-187.
- Jacobo-Velázquez, D. A., & Cisneros-Zevallos, L. (2009). Correlations of antioxidant activity against phenolic content revisited: a new approach in data analysis for food and medicinal plants. *Journal of Food Science*, 74, 107-113.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3954-3962.
- Kang, J., Thakali, K. M., Xie, C., Kondo, M., Tong, Y., Ou, B., Jensen, G. S., Medina, M. B., Schauss, A. G., & Wu, X. (2012). Bioactivities of açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chemistry*, 133, 671-677.



XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Alimentação: a árvore que sustenta a vida

X CIGR Section IV International Technical Symposium

Food: the tree that sustains life

24 a 27 de outubro de 2016 • FAURGS • GRAMADO/RS

- Kuskoski, E. M., Asuero, A., & Troncoso, A. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 726-732.
- Larrauri, J. A., Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1390-1393.
- Müller, H. (1997). Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruit by HPLC and photodiode array detection. *Z. Lebensm Unters Forsch A*, 204, 88-94.
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4290-4302.
- Ribeiro, J. C., Antunes, L. M. G., Aissa, A. F., Darin, J. D. C., Rosso, V. V., Mercadante, A. Z., & Bianchi, M. L. P. (2010). Evaluation of the genotoxic and antigenotoxic effects after acute and subacute treatments with açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.) on mice using the erythrocytes micronucleus test and the comet assay. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 695, 22-28.
- Rojano, B. A., Vahos, I. C. Z., Arbeláez, A. F. A., Martínez, A. J. M., Correa, F. B. C., & Carvajal, L. G. (2011). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto liofilizado de palma naidi (açai colombiano) (*Euterpe oleracea* Mart). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 64, 6213-6220.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121, 996-1002.
- Saini, R. K., Nile, S. H., & Park, S. W. (2015). Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. *Food Research International*, 76, 735-750.
- Schauss, A. G., Wu, X., Prior, R. L., Ou, B., Patel, D., Huang, D., & Kababick, J. P. (2006). Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Acai). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 8598-8603.
- Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10, 63-68.
- Vasconcelos, S. M. L., Goulart, M. O. F., Moura, J. B. F., Manfredini, V., Benfato M. S., & Kubota, L. T. (2007). Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. *Química Nova*, 30(5), 1323-1338.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Prior, R. L. (2006). Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4069-4075.
- Yahia, E. M. (2010). The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: Rosa, L.A.; Alvarez-Parrilla, E.; Gonzalez-Aguilara; G.A. *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Yamaguchi, K. K. L., Pereira, L. F. R., Lamarão, C. V., Lima, E. S., & Veiga-Junior, V. F. (2015). Amazon açai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, 179, 137-151.
- Zanatta, C. F., Cuevas, E., Bobbio, F. O., Winterhalter, P., & Mercadante, A. Z. (2005). Determination of anthocyanins from camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 9531-9535.
- Zanatta, C. F., & Mercadante, A. Z. (2007). Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry*, 101(4), 1526-1532.