



EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA BACABA (*Oenocarpus bacaba*) EM DIFERENTES CONDIÇÕES

Palavras-Chave: BACABA, COMPOSTOS BIOATIVOS, EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM

Letícia Romanzini Magri ¹

Luciana Cristina Mancio Gomes ¹

Levi Nascimento Bellinazzi ¹

Prof. Dr. Mário Roberto Maróstica Junior (orientador) ¹

¹ Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A bacaba (*Oenocarpus bacaba*) é uma espécie frutífera proveniente da Amazônia que possui o formato anatômico de drupa globosa de coloração preto-violeta e é caracterizada por ser levemente ácida, oleaginosa, ter baixo teor de umidade e possuir diversos compostos bioativos, com destaque para as antocianinas (DA COSTA et al., 2017). Esta fruta, assim como outras pertencentes ao gênero *Oenocarpus*, possui grande importância na alimentação da população dos estados da região Norte, principalmente Amazonas e Pará, devido ao seu aporte energético e diversidade de uso (SOUSA et al, 2016).

Além do consumo, há um crescente interesse na aplicação industrial da bacaba em fármacos e produtos alimentícios devido a seus compostos bioativos, que conferem benefícios à saúde humana, destacando-se pesquisas a respeito de seus compostos fenólicos e atividade antioxidante (SOUSA et al, 2016; DA COSTA et al., 2017). Neste sentido, dadas as diversas aplicabilidades que podem ser exploradas, torna-se interessante o estudo comparativo de extratos obtidos em diferentes condições, variando parâmetros como concentração do solvente e tempo de extração a fim de se otimizar o processo. Dessa forma, o uso do delineamento composto central rotacional (DCCR), que é uma técnica estatística que permite estudar a inter-relação entre respostas geradas pela interação entre duas ou mais variáveis independentes (BARROS NETO et al, 1996), torna-se necessário.

Devido a estrutura das antocianinas, os solventes mais utilizados nas extrações são misturas aquosas de metanol, acetona, acetato de etila e suas combinações (MACHEIX; FLEURIET; BILLOT, 1990). Entretanto, devido a questões ambientais e de toxicidade à saúde humana, torna-se interessante explorar o uso de solventes GRAS (Generally Recognized as Safe), como etanol, conforme já utilizado para obtenção de extratos de frutas similares à bacaba (PEREIRA et al., 2018). Além disso, também é possível fazer uso da técnica de ultrassom, que potencializa a extração de compostos bioativos e é sustentável (CAVALHEIRO, 2013).

A determinação da atividade antioxidante pode ser realizada de diversas maneiras, sendo uma delas o método de FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma), que observa a atividade antioxidante pela redução do composto férrico para ferroso em presença de um oxidante (RUFINO et al., 2006). Ainda, é possível determinar o

teor de fenólicos totais a partir do ensaio de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), o de flavonoides, a partir da metodologia descrita por Zhishen; Mengcheng e Jianming (1999), e o de antocianinas monoméricas por pH diferencial (GIUSTI; WROLSTAD, 2001).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo verificar quais são as melhores condições de extração de compostos bioativos do mesocarpo da bacaba utilizando banho ultrassom, solvente GRAS (etanol) e planejamento DCCR.

METODOLOGIA:

A bacaba foi adquirida em um mercado local do município de Belém (Pará, Brasil) e transportada até Campinas (São Paulo, Brasil) sob temperatura controlada para o Laboratório de Nutrição e Metabolismo (LANUM) da Faculdade de Engenharia de Alimentos (UNICAMP). As frutas foram higienizadas e mantidas imersas em água sob refrigeração *overnight*. Em seguida, foi realizado o despulpamento manual, separando-as em mesocarpo (casca) e endocarpo (caroço), que foi quebrado com martelo para obtenção da amêndoa (Figura 1). Posteriormente, a casca e as amêndoas foram secas em estufa com circulação de ar a 45 °C por 24 horas e 48 horas, respectivamente, e trituradas com auxílio de um micro moinho (MA345, Marconi). O mesocarpo triturado pode ser visto na Figura 2. A composição centesimal da casca e da amêndoa foi avaliada em relação ao teor de umidade, de acordo



Figura 1: Amêndoa e endocarpo da bacaba – fonte: Autores, 2023.

com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), ao teor de cinzas e proteínas conforme metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990), lipídeos totais pelo método de Bligh & Dyer (1959) e carboidratos totais a partir da diferença entre os demais constituintes.



Figura 2: Mesocarpo da bacaba triturado – fonte: Autores, 2023.

Para elaboração dos extratos foi utilizada somente o mesocarpo da bacaba e as condições de extração foram determinadas a partir de um planejamento DCCR ²², com a porcentagem de etanol variando entre 50% e 90% (v/v) e o tempo no banho ultrassom (Unique USC-1800A, 40 kHz, 132 W, Indaiatuba/SP) entre 20 e 60 minutos (CARDOSO, 2021), resultando em 11 pontos, conforme Tabela 1. A temperatura foi mantida fixa a 40 °C em todos os experimentos montados (PEREIRA et al., 2018). Além disso, utilizou-se a proporção de fruta:solvente de 1:25 (m/v), conforme metodologia do LANUM. Os extratos foram avaliados em relação ao teor de fenólicos totais (SINGLETON; ROSSI, 1965), flavonoides (ZHISHEN; MENGCHENG; E JIANMING, 1999) e antocianinas monoméricas (GIUSTI; WROLSTAD, 2001) e a atividade antioxidante com a análise de FRAP (RUFINO et al., 2006) em leitor de microplaca (Biotek Synergy HT, Winooski, EUA). Todas as análises foram feitas em triplicata e os resultados estão expressos em média ± desvio-padrão e

foram tratados e analisados no software Sisvar (versão 5.6) e no programa Microsoft Excel (versão 2019), sendo realizada análise de variância (ANOVA) e o teste de médias de Tukey, com nível de significância de 5%.

Tabela 1: Fatores codificados e reais das variáveis % etanol e tempo para obtenção dos extratos por DCCR

Ponto	% Etanol	Tempo	% Etanol (v/v)	Tempo (minutos)
1	-1	-1	55,82	25,82
2	1	-1	84,18	25,82
3	1	1	84,18	54,18
4	-1	1	55,82	54,18
5	0	0	70	40
6	0	0	70	40
7	0	0	70	40
8	0	-1,41	70	20
9	0	1,41	70	60
10	-1,41	0	50	40
11	1,41	0	90	40

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Tabela 2 apresenta a composição centesimal do mesocarpo e da amêndoa da bacaba. Os valores encontrados estão de acordo com os observados na literatura (COSTA; VERONESI; JORGE, 2022; ALMEIDA; PETERS; CARVALHO, 2023), tendo pequenas diferenças que podem ser atribuídas, principalmente, à variedade do fruto e ao local de cultivo (FREITAS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2021). Pode-se constatar o alto teor lipídico e o baixo teor de carboidratos totais no mesocarpo, o que se contrapõe aos valores da amêndoa e confirma o padrão constatado pelos estudos citados anteriormente.

Tabela 2: Caracterização centesimal do mesocarpo e da amêndoa da bacaba (g/100g)

	Umidade	Lipídeos	Proteínas	Cinzas	Carboidratos totais
Mesocarpo	41,64 ± 1,30	38,79 ± 1,06	9,37 ± 0,41	1,07 ± 0,06	9,13 ± 1,40
Amêndoa	35,03 ± 0,38	0,41 ± 0,08	8,75 ± 0,39	1,29 ± 0,06	54,52 ± 0,62

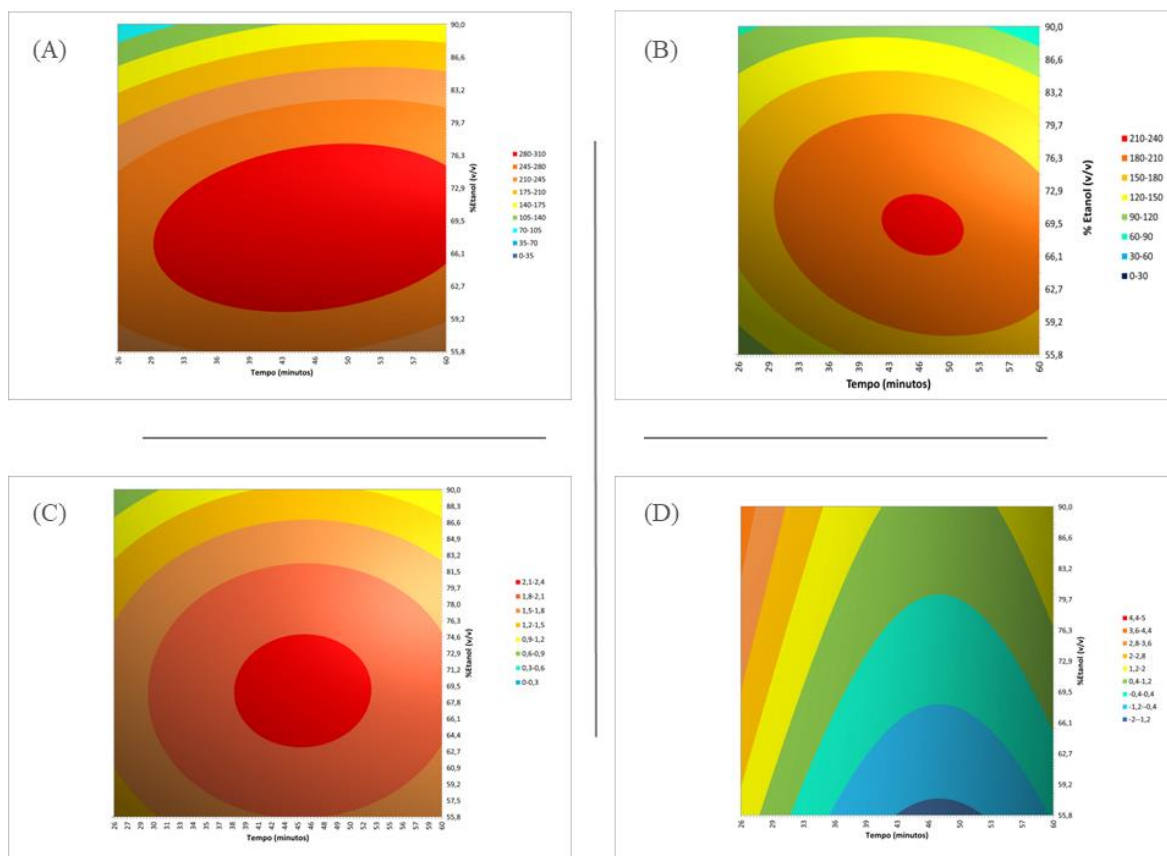
O resultado das análises feitas nos pontos determinados por DCCR pode ser visto na Tabela 3. Ao analisá-la, nota-se que o extrato 9 e as repetições do ponto central (extratos 5, 6 e 7) apresentaram valores mais elevados de fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante. Pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%, não há diferença significativa entre as condições de ambos, com exceção do ensaio de atividade antioxidante, em que as condições do extrato 9 alcançaram melhores resultados. É interessante ressaltar que, nos três casos, destacaram-se extratos feitos a partir de etanol 70%, enquanto o tempo utilizado foi intermediário (40 minutos) ou elevado (60 minutos), conforme curvas de contorno geradas (Figura 3). Assim, nota-se que não há necessidade de realizar a extração por 60 minutos, sendo possível utilizar um tempo de 40 minutos no processo por alcançar efeitos semelhantes.

Por outro lado, o extrato 1 apresentou maiores teores de antocianinas monoméricas, destoando das outras análises, o que pode ser evidenciado pelo comportamento diferente observado na curva de contorno. Além disso, os resultados obtidos divergem de outros estudos, em que a bacaba apresentou elevado teor de antocianinas (JATY et al, 2016; SOUSA et al, 2016). Isso pode ter ocorrido devido a não acidificação do solvente, a diferença entre o solvente utilizado em outros trabalhos ou ainda a temperatura de 40 °C, que pode tê-las degradado.

Tabela 3: Resultados das análises de fenólicos totais (mg EAG/100 g de fruta), flavonoides (mg ECA/100 g de fruta), FRAP ($\mu\text{M TE/q}$ de fruta) e antocianinas monoméricas (mg C3G/100g de fruta).

Extrato	Fenólicos totais	Flavonoides	FRAP	Antocianinas monoméricas
1	148,23 \pm 3,31	1,78 \pm 0,01	282,05 \pm 11,82	2,98 \pm 0,70
2	121,97 \pm 39,45	1,12 \pm 0,08	167,78 \pm 7,37	1,48 \pm 0,47
3	103,82 \pm 0,83	1,08 \pm 0,04	185,43 \pm 35,84	0,72 \pm 0,94
4	167,34 \pm 4,96	1,69 \pm 0,02	257,90 \pm 1,61	2,50 \pm 0,29
5	211,27 \pm 2,19	1,97 \pm 0,00	316,43 \pm 7,01	1,67 \pm 0,92
6	207,93 \pm 2,19	2,29 \pm 0,07	284,84 \pm 2,79	1,03 \pm 0,75
7	205,54 \pm 4,61	2,13 \pm 0,01	292,27 \pm 4,26	2,06 \pm 0,26
8	170,20 \pm 3,79	1,59 \pm 0,01	243,03 \pm 17,41	0,83 \pm 0,22
9	216,05 \pm 18,62	2,21 \pm 0,03	314,10 \pm 1,97	2,12 \pm 0,62
10	175,45 \pm 0,83	1,83 \pm 0,24	246,75 \pm 6,44	2,70 \pm 1,18
11	132,95 \pm 3,79	1,58 \pm 0,02	159,42 \pm 10,05	0,86 \pm 1,41

Figura 3: Curvas de contorno gerados através do DCCR para (A) FRAP, (B) fenólicos, (C) flavonoides e (D) antocianinas monoméricas



CONCLUSÃO:

Com base nos resultados obtidos, foi possível determinar condições de concentração de solvente e tempo em que se obtém maior eficiência de extração de compostos bioativos da bacaba a 40 °C utilizando a tecnologia de ultrassom. Assim, o processo é otimizado utilizando etanol 70% e o tempo de 40 minutos, não havendo necessidade de prolongá-lo.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, R. C. F.; PETERS, L. P.; CARVALHO, C. M. Composição nutricional e atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 17, n. 106, fev. 2023.

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 1990.

BARROS NETO, B. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas: Editora Unicamp, 1996.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. Arapid method of total lipid extration and purification. Can. **J. Biochem. Physiol**, v. 37, p. 911-917, 1959.

CARDOSO, D. S. S. **Compostos bioativos em bacaba e pupunha**: uma revisão. 2021. 34 f. TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Rondônia, Arquimedes, 2021.

CAVALHEIRO, C. V. **Extração de compostos fenólicos assistida por ultrassom e determinação de ácidos graxos e minerais em folhas de *Olea europaea* L.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2013.

COSTA, T.; VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Análise físico-química, bioativa e antioxidante dos óleos de frutos de palmáceas amazônicas. In: VERONEZI, C. M. et al. **Óleos vegetais**: propriedades físico-químicas, bioativas e antioxidantes. Argon Food Academy, 2022.

DA COSTA, W. A. et al. **Açaí (*Euterpe oleracea*) and Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) as Functional Food**. In: Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization. [s.l.] InTech, 2017.

FREITAS, A. F.; OLIVEIRA, M. S. P.; OLIVEIRA, M. C. M. Caracterização físico-química da polpa de *Oenocarpus distichus* Mart. de diferentes localidades do Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, jun. 2021.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, v. 00, n. 1, abr. 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 2 ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo. 1985.

JATY, J. M. M. et al. Análise físico-química e fenólica dos frutos de bacaba (*Oenocarpus bacaba*). In: Jornada Acadêmica UFOPA 2016, Pará. **Anais da Jornada Acadêmica da Universidade Federal do Oeste do Pará**, 2016.

MACHEIX, J. J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruit Phenolics**. CRC Boca: Press Raton, FL, 1990. 392p.

PEREIRA, D. C. S. et al. Extração de compostos bioativos dos frutos da juçara: o açaí da Mata Atlântica. **Hig. aliment.**, v. 32, p. 113-120, 2018.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4 p. (Comunicado Técnico).

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, jan. 1965.

SOUSA, S. B. et al. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de frutos de bacaba (*Oenocarpus spp*)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais eletrônicos. Gramado: SBCTA Regional, 2016.

SOUZA, C. N. C. et al. Cadeia produtiva da bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart). Barreiras, Almeirim-PA. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2021.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contentes in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, n. 4, p. 555-559, mar. 1999.