

**Determinação espectrofotométrica de bioativos fenólicos em manga  
(*mangifera indica l*) comercializada em governador Mangabeira-  
Bahia**

**Spectrophotometric determination of phenolic bioactives in mango  
(*mangifera indica l*) commercialized in governador Mangabeira-Bahia**

DOI:10.34117/bjdv7n4-371

Recebimento dos originais: 07/03/2021

Aceitação para publicação: 14/04/2021

**Maria Celeste da Silva Sauthier**

Dra em Química, Professora IFBAIANO – Rua Waldemar Mascarenhas, s/n – Portão.  
Cep: 44350-000, Governador Mangabeira  
E-mail: maria.sauthier@ifbaiano.edu.br

**Marília Dantas e Silva**

Dra em Ecologia; Professora IFBAIANO – Rua Waldemar Mascarenhas, s/n – Portão.  
Cep: 44350-000, Governador Mangabeira  
E-mail: marilia.silva@ifbaiano.edu.br

**Olinson Coutinho Miranda**

Msc em Crítica Cultural; Professor: IFBAIANO – Rua Waldemar Mascarenhas, s/n –  
Portão. Cep: 44350-000, Governador Mangabeira  
E-mail: olinson.miranda@ifbaiano.edu.br

**Alana Cerqueira Sena**

estudante egressa do curso Técnico em Alimentos IFBAIANO – Rua Waldemar  
Mascarenhas, s/n – Portão. Cep: 44350-000, Governador Mangabeira  
E-mail: laninha.senna@hotmail.com

**Larissa Souza do Carmo**

estudante egressa do curso Técnico em Alimentos: IFBAIANO – Rua Waldemar  
Mascarenhas, s/n – Portão. Cep: 44350-000, Governador Mangabeira  
E-mail: carmo\_larissa@outlook.com

**Janine Silveira Cassiano**

Técnica em Química: IFBAIANO – Rua Waldemar Mascarenhas, s/n – Portão. Cep:  
44350-000, Governador Mangabeira  
E-mail: janine.cassiano@ifbaiano.edu.br

## RESUMO

O artigo Determinação espectrofotométrica de bioativos fenólicos em manga (*Mangifera Indica L.*) comercializada em Governador Mangabeira-Bahia apresenta o resultado do projeto de pesquisa (PIBIC-EM) e descreve a determinação de bioativos fenólicos em manga de diferentes frações e variedades, comercializadas na região de Governador Mangabeira, empregando a espectrofotometria e a quimiometria. Estudos indicam que os polifenóis atuam como antioxidantes na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes tipo II, osteoporose, doenças crônicas e câncer, além de aliviar sintomas como tosse e falta de ar, por regular a função pulmonar. Os resultados para o Teor de Flavonoides Totais (TFC) em mg de QE100g-1DW, variaram de  $21 \pm 1$  a  $41 \pm 3$  e de  $46 \pm 2$  a  $94 \pm 2$  para a polpa e casca de manga, respectivamente. Os resultados para o Teor de Polifenóis Totais (TPC) variaram de  $167 \pm 4$  a  $282 \pm 2$  e de  $2013 \pm 54$  a  $2668 \pm 11$  mg de GAE100g-1DW. A ferramenta quimiométrica Análise de Componentes Principais (PCA) possibilitou a discriminação dos dados, relacionando a concentração de fenólicos às diferentes porções das mangas analisadas. Os resultados indicam um alto teor de polifenóis, especialmente nas cascas das amostras analisadas. Assim, há um incentivo do consumo saudável e da bioeconomia regional.

**Palavras-chave:** Fruta, Polifenóis, Antioxidantes, Análise Multivariada.

**Abstract:** The article Spectrophotometric determination of phenolic bioactives in mango (*Mangifera Indica L.*) from Governador Mangabeira-Bahia presents the results of a research project (PIBIC-EM) and describes the determination of phenolic bioactives in mangoes of different fractions and varieties, marketed in the region of Governador Mangabeira, using spectrophotometry and chemometrics. Studies indicate that polyphenols act as antioxidants in the prevention of cardiovascular diseases, type II diabetes, osteoporosis, chronic diseases and cancer, besides relieving symptoms such as cough and shortness of breath by regulating lung function. The results for Total Flavonoids Content (TFC) in mg QE100g-1DW, ranged from  $21 \pm 1$  to  $41 \pm 3$  and from  $46 \pm 2$  to  $94 \pm 2$  for mango pulp and peel, respectively. The results for Total Polyphenol Content (TPC) ranged from  $167 \pm 4$  to  $282 \pm 2$  and from  $2013 \pm 54$  to  $2668 \pm 11$  mg GAE100g-1DW. The chemometric tool Principal Component Analysis (PCA) enabled the discrimination of the data, relating the concentration of phenolics to the different portions of the analyzed mangoes and indicating a high content of phenolics. Thus, there is an incentive of healthy consumption and regional bioeconomy.

**Keywords:** Fruit, Poliphenols, Antioxidants, Multivariate Analysis

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo do perfil polifenólico contribui para aumentar o consumo saudável e sustentável, principalmente das frutas tropicais e seus derivados. É importante incentivar o consumo de frutas, principalmente regionais, bem como a utilização de resíduos de beneficiamento em diversos coprodutos, devido ao seu alto valor nutricional e funcional (Flores et al., 2013; Monteiro, Freitas, 2020).

Polifenóis são metabólitos secundários amplamente distribuídos no reino vegetal e atuam como: antioxidantes, quelantes de metais, antimutágenos, anticâncer,

antifúngicos e antialérgicos (Sá et al., 2017). Vários estudos epidemiológicos estabelecem uma ligação entre a ingestão de compostos fenólicos e a redução do risco de doenças, o que foi atribuído ao poder antioxidante e propriedades anti-inflamatórias destes bioativos. A ingestão de alimentos que são ricos em polifenóis, como catequinas, flavonóis e flavonas, podem aliviar sintomas como tosse e falta de ar, por regular a função pulmonar. Outros estudos *in vitro* e *in vivo* demonstraram um impacto direto de fenólicos específicos nos processos inflamatórios (Jahurul et al., 2015; Sauthier et al., 2019). Também são indicados na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes tipo II, osteoporose e doenças crônicas, entre outras (dos Santos et al., 2017; Santos et al., 2020).

A manga, (*Mangifera indica* L.) pertence a família *Anacardiaceae* e a ordem *Sapindales*, sendo comum em várias partes do mundo, particularmente nos países tropicais. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial e tem na manga sua maior fonte de receita nas exportações de frutas frescas. Ainda assim, o consumo desta fruta no Brasil é baixo, cerca de 4 quilos por pessoa ao ano (Kist et al., 2019). A casca da manga, por exemplo, é rica em fibras, minerais, terpenos e bioativos fenólicos como mangiferina, kempferol, quercetina e antocianinas (Jahurul et al., 2015), podendo ser adicionada na forma de extrato ou pó a outros alimentos como antioxidante natural.

Nos últimos anos, os estudos têm se concentrado na importância da determinação de compostos bioativos em alimentos devido à sua influência na prevenção ou redução da incidência de doenças degenerativas e dessa forma contribuindo para uma alimentação saudável. No entanto, compostos bioativos são constituintes extra nutricionais que normalmente ocorrem em pequenas quantidades nos alimentos. Portanto, de extrema importância é o desenvolvimento de procedimento analítico para extração destes compostos antes da detecção por métodos analíticos já consagrados como espectrofotometria e cromatografia (SANTOS et al., 2020).

Métodos espectrofotométricos são os mais utilizados na quantificação de diferentes classes de polifenóis em frutas devido a sua simplicidade e baixo custo. Geralmente a região visível do espectro é empregada na quantificação de fenólicos, flavonoides e taninos totais, entre outras substâncias (Haminiuk et al., 2012).

Para determinação das atividades funcionais em frutas, diversas metodologias empregam a quimiometria como uma ferramenta que auxilia na otimização do método ou na interpretação dos resultados (Pereira Filho, 2015). O uso de quimiometria melhora o desempenho do método, permitindo que duas ou mais variáveis sejam analisadas simultaneamente, assim como suas interações, além da possibilidade de reduzir o

consumo de reagentes, quando comparados com uma análise univariada (Novaes, C.G. et al., 2016; dos Santos et al., 2018). Entre os métodos mais utilizados para interpretação de dados estão análise de agrupamento hierárquico (HCA) e análise dos componentes principais (PCA). O objetivo principal da PCA, é explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório, composto de  $p$ - variáveis aleatórias através da construção de combinações lineares das variáveis originais. Essas combinações lineares são chamadas de componentes principais e não são correlacionadas entre si. Uma vez determinadas as componentes principais, os seus valores numéricos, denominados de escores, podem ser calculados para cada elemento amostral (Mingoti, 2013). Métodos estatísticos multivariados podem ser empregados para facilitar a interpretação de valores quando um grande número de variáveis são necessárias e tem sido aplicados para reduzir o número de dimensões do sistema de dados originais (Li et al.,2016; Santos et al.,2020).

Assim, este trabalho que foi realizado no laboratório de Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Baiano (IFBAIANO), campus Governador Mangabeira, como resultado de projeto de pesquisa aprovado em edital da Pró reitoria de Pesquisa (PROPES-2018/2019), teve como objetivo a determinação espectrofotométrica de bioativos fenólicos em amostras de manga (*Mangifera indica* L.) comercializadas na região de Governador Mangabeira, Bahia, empregando a quimiometria para a análise dos resultados.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 REAGENTES E PADRÕES

Os reagentes utilizados foram: Metanol e Álcool etílico (J.T.Baker, EUA); Padrões analíticos: ácido gálico e quercetina (Sigma Chemical Company, St. Louis, EUA); Carbonato de sódio, Cloreto de alumínio, Reagente de Folin- Ciocalteu, Hipoclorito de sódio (Vetec Chemistry, Brasil).

### 2.2 COLETA E PREPARO DE AMOSTRAS

Para a manga foram utilizadas amostras de vários pontos de coleta: (1 kg de cada ponto), de três variedades: Tommy (Figura 1), Rosa (Figura 2) e Espada (Figura 3), no estágio de maturação quando é considerada pronta para o consumo. As amostras foram obtidas em feiras, supermercados e plantações orgânicas de Governador Mangabeira, Bahia, e região próxima. As frutas foram selecionadas, lavadas com água corrente e imersas em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm) por 5 minutos. As amostras foram

manualmente descascadas com auxílio de uma faca doméstica de aço inoxidável, sendo separadas as cascas e polpas para análise e descartados os caroços. Depois disso, as amostras foram secas em Secadora, a 40° Celsius. O material resultante foi processado separadamente em liquidificador doméstico, peneirado e armazenado em potes plásticos no dessecador.

Figura 1– Manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy



Fonte: acervo dos autores

Figura 2– Manga (*Mangifera indica* L.), variedade Rosa



Fonte: acervo dos autores

Figura 3– Manga (*Mangifera indica* L.), variedade Espada

Fonte: acervo dos autores

### 2.3 PREPARO DOS EXTRATOS

Para a extração dos bioativos fenólicos, metodologias que envolvem o uso de grandes volumes de solventes orgânicos, que são caros e geralmente têm muitas etapas, são comumente aplicadas. Assim, novas estratégias estão sendo estudadas com o objetivo de utilizar técnicas “limpas” e que atendam aos princípios da Química verde (Azevedo et al., 2019), com menor descarte de resíduos tóxicos. Também foram otimizados procedimentos que pudessem ser realizados em segurança com o material e equipamentos disponíveis em um laboratório de Química do ensino básico. Para o preparo dos extratos, 0,50 g do material resultante de cada amostra foi homogeneizado com 10 mL de álcool etílico em balão volumétrico. Os extratos foram então submetidos a banho ultrassônico por 30 minutos e deixados em repouso por mais 30 minutos. Após esse período foram filtrados em papel de filtro e armazenados em congelador, a  $-20^{\circ}\text{C}$  até a análise

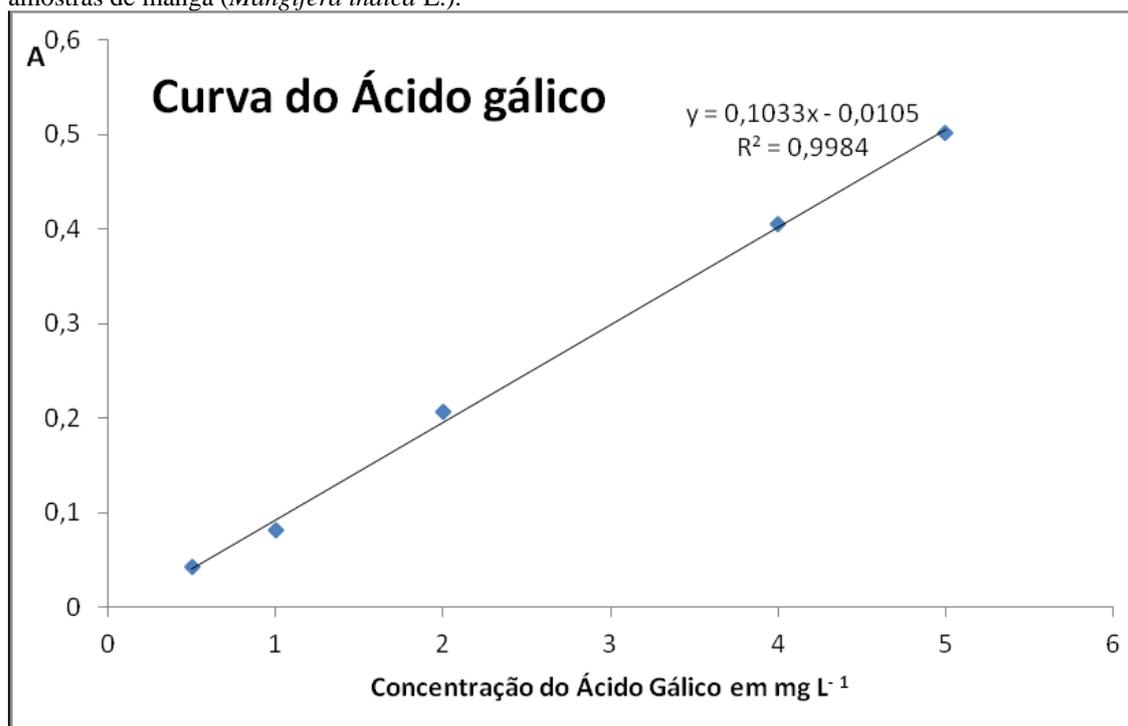
### 2.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE POLIFENÓIS TOTAIS (TPC)

A determinação dos fenólicos totais seguiu a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965) adaptada. Do extrato etanólico de cada amostra, tomou-se alíquotas: 50  $\mu\text{L}$  (casca) e 400  $\mu\text{L}$  (polpa), separadamente, em triplicata, que foram transferidas para balões volumétricos de 10 mL. Adicionou-se 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu. A solução foi homogeneizada e, após 3 min, acrescentou-se 1000  $\mu\text{L}$  de solução de carbonato de sódio 7,5% (m/v). Avolumou-se a 10 mL com água destilada e

agitou-se por 5 minutos. Decorrido 60 min de repouso, foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro a 760nm. A quantidade de extrato para cada fruta e o tempo de espera até a leitura foram determinados previamente por teste de cinética da reação.

Utilizou-se como padrão o ácido gálico, para a curva de calibração. Para o preparo das soluções da curva, foi realizado o mesmo procedimento descrito para as amostras, (SAUTHIER et al, 2019) substituindo-se o extrato pelo volume necessário de ácido gálico 10mg L<sup>-1</sup> para se obter as concentrações da curva (0,5 a 6,0 mg L<sup>-1</sup>). A partir da equação da reta (Figura 4), realizou-se o cálculo do teor de fenólicos totais (TPC) que foram expressos como equivalentes de ácido gálico por 100g em massa seca (GAE100g-1DW). Os resultados para o teor de fenólicos totais (TPC) foram expressos como equivalentes de ácido gálico por 100g em massa seca (GAE100g<sup>-1</sup>DW).

Figura 4. Curva de calibração do Ácido Gálico para determinação do Teor de Fenólicos Totais (TPC) em amostras de manga (*Mangifera indica* L.).



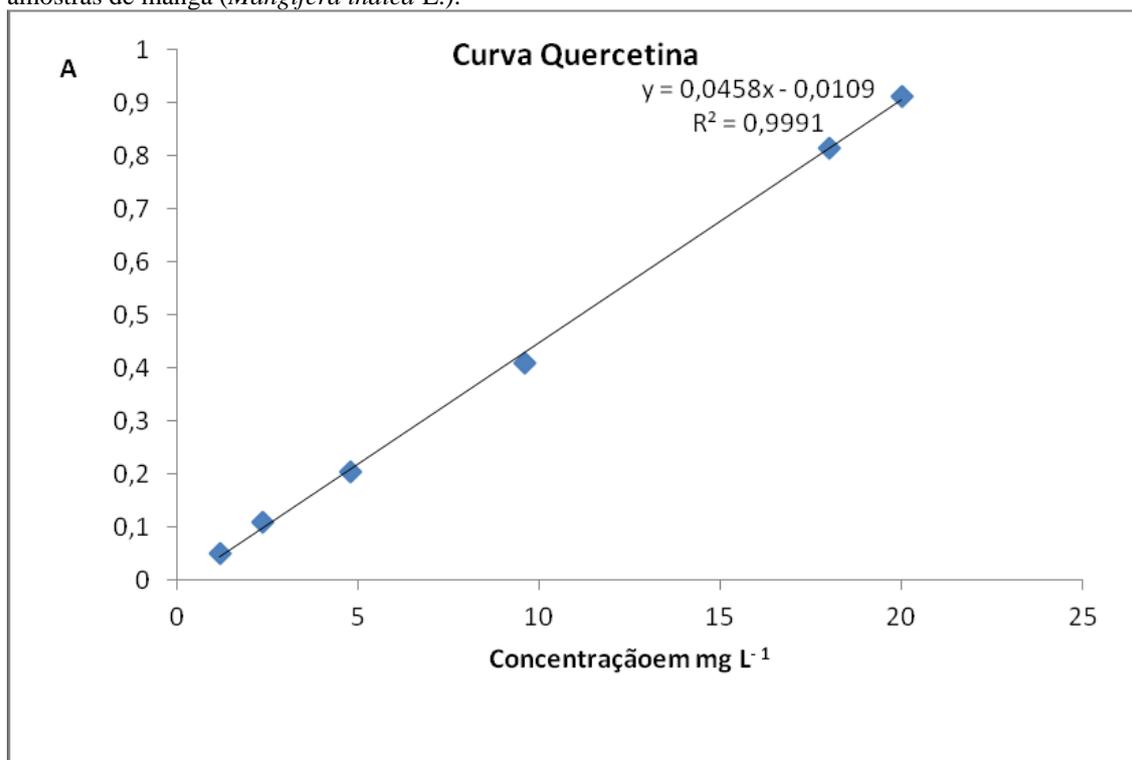
## 2.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES TOTAIS (TFC)

O Teor de Flavonoides Totais (TFC) foi determinado utilizando-se a metodologia que emprega cloreto de alumínio adaptada (dos Santos et al.,2016). Do extrato etanólico de cada amostra, tomou-se alíquotas: 50 µL (polpa) e 10 µL (casca), separadamente, em

triplicata, que foram transferidas para balões volumétricos de 5 mL. Adicionou-se 3,0 mL de cloreto de alumínio dihidratado a 2,0% (m/v em metanol) e o volume foi completado a 5,0 mL com metanol. Agitou-se por 5 minutos e decorrido 30 minutos de repouso, foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro a 415 nm. A quantidade de extrato e o tempo de espera até a leitura foram determinados previamente por teste de cinética da reação.

Utilizou-se como padrão a quercetina, para a curva de calibração. Para o preparo das soluções da curva, foi realizado o mesmo procedimento descrito para o ensaio com as amostras (SAUTHIER et al, 2019) substituindo-se o extrato pelo volume necessário de quercetina 100 mg L<sup>-1</sup> para se ter as concentrações necessárias à curva (0,5 a 20 mg L<sup>-1</sup>). A partir da equação da reta (Figura 5), realizou-se o cálculo do Teor de Flavonoides Totais (TFC). Os resultados para o Teor de Flavonoides Totais (TFC) foram expressos como equivalentes de quercetina por 100g em massa seca (QE 100g<sup>-1</sup> DW).

Figura 5. Curva de calibração da quercetina para determinação do Teor de Flavonoides Totais (TFC) em amostras de manga (*Mangifera indica* L.).



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para o Teor de Flavonoides Totais (TFC) e Teor de Polifenóis Totais (TPC), expressos como média mais ou menos desvio padrão de cada triplicata, estão relacionados na Tabela 1:

Tabela 1. Resultados do Teor de Fenólicos Totais (TPC) em mg GAE100g<sup>-1</sup>DW e Teor de Flavonoides Totais (TFC) em mg QE 100g<sup>-1</sup>DW para amostras de cascas (C) e polpas (P) de manga (*Mangifera indica* L).

AMOSTRAS	TPC	TFC
CA	2013±54	41±3
CB	2668±11	31±1
CC	2661±13	21±1
PA	167±14	46±2
PB	282±2	53±1
PC	230±4	94±2

A:Manga Tommy de anjo; B Manga Rosa; C:Manga Espada; C:Casca; P:Polpa; Equivalentes de ácido gálico por 100g em massa seca (GAE100g<sup>-1</sup>DW); Equivalentes de quercetina por 100g em massa seca (QE 100g<sup>-1</sup>DW) Média±desvio padrão(n=3)

Os resultados Teor de Flavonoides Totais (TFC) em mg de QE100g<sup>-1</sup>DW, variaram de 21±1 a 41±3 e de 46±2 ± 94±2 para TFC de polpa e casca de manga, respectivamente. Os destaques foram para a casca da manga Tommy (CA), de cultivo tradicional, e a polpa da manga Espada (PC), de cultivo orgânico: 41±3 e 94±2 mg de QE 100g<sup>-1</sup>DW, respectivamente.

Os resultados Teor de Polifenóis Totais (TPC) em mg de GAE100g<sup>-1</sup>DW, expressos como média mais ou menos desvio padrão de cada triplicata, variaram de 167±4 a 282 ±2 e de 2013 ± 54 a 2668 ±11 para TPC de polpa e casca de manga, respectivamente.

Os valores mais expressivos em TPC foram para as amostras de manga da variedade Rosa de cultivo orgânico, tanto para a polpa (PB), quanto para a casca (CB): 282 ± 2 e 2668±11 mg de GAE100g<sup>-1</sup>DW, respectivamente. Observa-se que os valores obtidos para as cascas em teor de fenólicos é cerca de 10 vezes maior que o obtido para o TPC das polpas das mesmas frutas. Esses valores estão de acordo com a literatura e podem ser explicados como uma forma da planta aumentar sua resistência ao proteger a fruta do ataque de insetos, doenças (Souza et al.,2011) e outros fatores agressivos.

Em função dos altos teores de vários fitoquímicos importantes, resíduos agrícolas e industriais de empresas que beneficiam frutas (cascas, sementes, restos de polpa), que são descartados após o processamento tem recebido especial atenção, também por ser

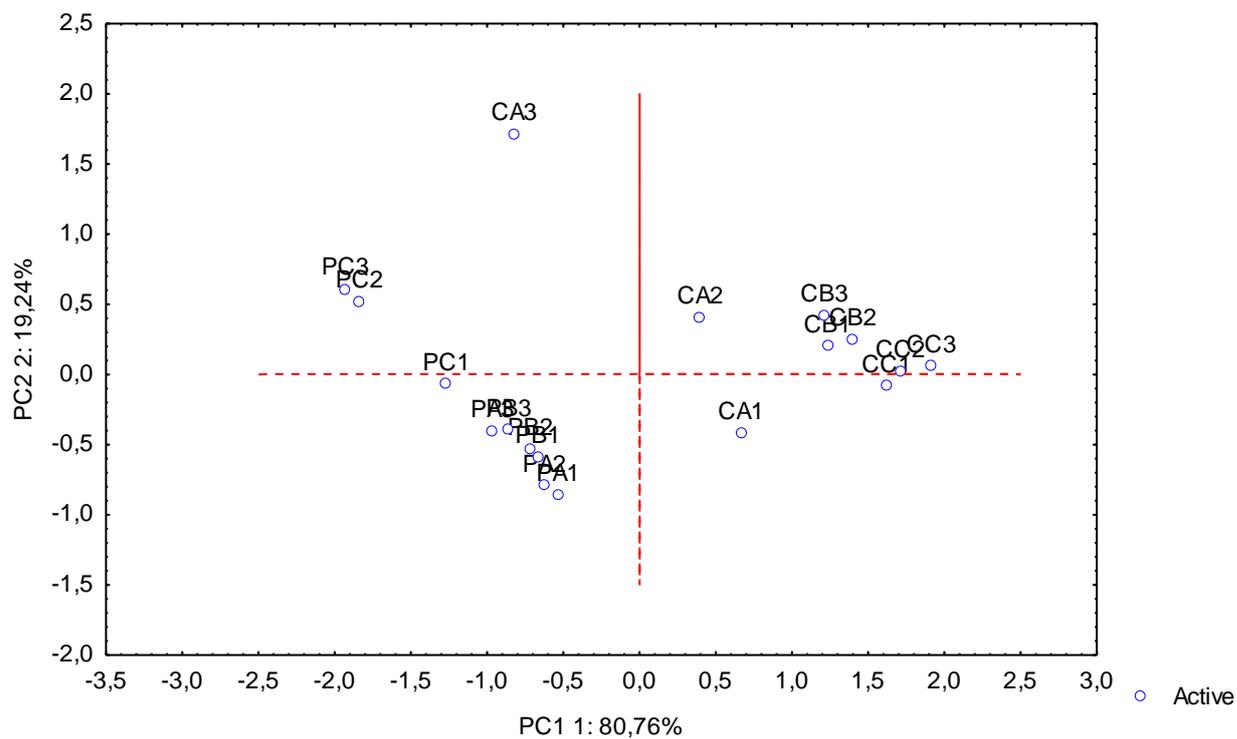
uma excelente fonte de substâncias fenólicas. Uma possível aplicação seria a transformação desses resíduos em co-produtos que poderiam substituir alguns antioxidantes sintéticos que são potencialmente tóxicos (HAMINIUK et al.,2012).

Cascas de mangas também são utilizadas atualmente na produção de fibras dietéticas, com várias utilizações em alimentos. A farinha de casca de manga é adicionada como ingrediente funcional em produtos alimentícios como pães, bolos e biscoitos (Aziz et al.,2012). Os efeitos dessa adição foram estudados quanto a sua influência no cozimento, firmeza e propriedades sensoriais. Os resultados mostraram um aumento no teor de: fibras alimentares, polifenóis e carotenóides sem afetar a textura e propriedades sensoriais (Ajila et al., 2010; Jahurul et al.,2015).

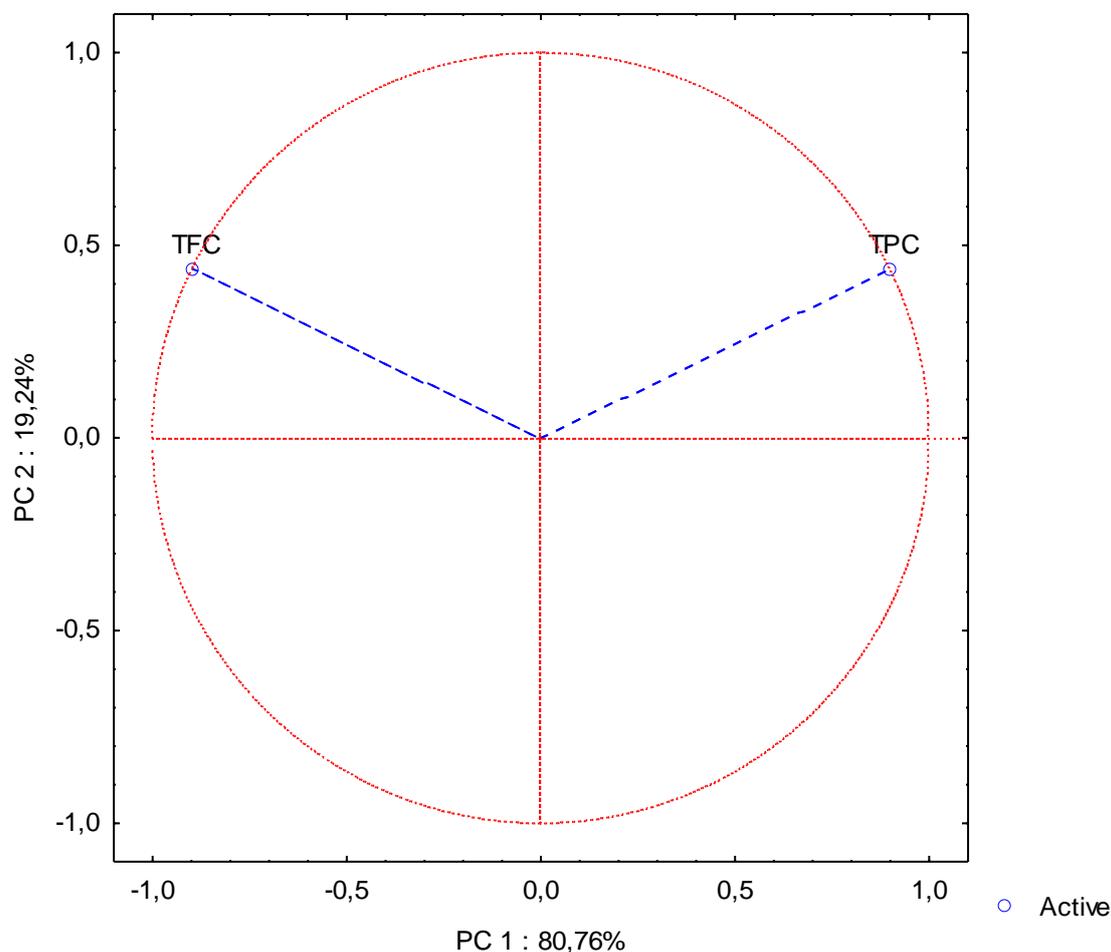
### 3.1 RESULTADOS PARA APLICAÇÕES DA QUIMIOMETRIA A DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS EM AMOSTRAS DE MANGA (MANGIFERA INDICA L.).

Os resultados foram processados empregando-se o software STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA). Os gráficos da PCA (Análise de Componentes Principais) para os resultados da determinação de fenólicos por espectrofotometria em amostras de manga estão nas Figuras 6a e 6b:

**Figura 6a.** Gráfico de escores da (PC1 x PC2) da (PCA) de manga (*Mangifera indica* L.), casca(C) e polpa (P), em relação a concentração de fenólicos (TPC e TFC) determinados por espectrofotometria.



**Figura 6b.** Gráfico de pesos da (PC1 x PC2) da (PCA) de manga (*Mangifera indica* L.), casca(C) e polpa (P), em relação a concentração de fenólicos (TPC e TFC) determinados por espectrofotometria



A componente principal (PC1) descreve 80,76% do total de variância (Figura 4a). A variável dominante nesta PC é a TPC (Figura 6b), que é aquela que causa maior discriminação entre as amostras. A segunda componente principal (PC2) representa 19,24% do total de variância (Figura 6a) e a TFC é a variável dominante nesta PC (Fig.6b). Comparando-se os gráficos mostrados nas Figuras (6a e 6b) há indicação de que a discriminação das polpas (hemisfério esquerdo) foi determinada pelo TFC enquanto a discriminação das cascas (hemisfério direito) foi influenciada pela TPC.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada contribuiu para incentivar nos alunos o interesse pela Ciência, em especial a Química Analítica, ao aplicar na prática conceitos referentes as etapas do método analítico para resolução de problemas concretos, como a determinação da concentração de substâncias funcionais em alimentos. A manga é uma fruta comum

na região, podendo ser cultivada em quintais e projetos de agricultura familiar, tendo sido escolhida pelos alunos, por ser de fácil acesso na região, já reconhecida como polo fruticultor. Através do projeto, a comunidade pode valorizar ainda mais a alimentação saudável, já que as frutas, em particular a manga, são reconhecidas fontes de substâncias antioxidantes, como os bioativos fenólicos e a Vitamina C.

A determinação de polifenóis em frutas, que envolve as etapas de extração, isolamento e quantificação, constitui um grande desafio e novas metodologias, mais simples, eficientes, rápidas e de menor custo, são importantes para estabelecer e consolidar as bases de dados sobre fitoquímicos em alimentos, podendo assim contribuir para a criação de novos medicamentos e aditivos naturais, que causem menos efeitos colaterais nocivos a saúde e ao meio ambiente, além da valorização de uma alimentação mais saudável. Os dados apresentados indicam que as mangas analisadas, comercializadas na região de Governador Mangabeira têm potencial como antioxidantes naturais e alimentos funcionais, sendo que a casca da manga também pode ser aproveitada em diversos coprodutos. Como perspectiva pode-se sugerir a análise de uma quantidade maior de amostras e variedades, além da adaptação dos métodos utilizados a outras frutas regionais.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos ao CNPq; PROPES (IFBAIANO); IFBAIANO de Governador Mangabeira e ao Grupo de Pesquisa em Meio Ambiente e Sociedades (GEMAS).

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO R.S.A. et al., Multivariate analysis of the composition of bioactive in tea of the species *Camellia sinensis*. **Food Chemistry** 273, 39–44, 2019.

SANTOS, W. N. L. et al. Simultaneous determination of 13 phenolic bioactive compounds in guava (*Psidium guajava* L.) by HPLC-PAD with evaluation using PCA and Neural Network Analysis (NNA). **Microchemical Journal**, v. 133, p. 583-592, 2017

SANTOS, B.R.S et al. Chemometric Tools Applied to Evaluation of Fruit Bioactive Compounds Extraction. **Food Analytical Methods**, 2020.  
<https://doi.org/10.1007/s12161-020-01728-0>

SANTOS, W. N. L. et. al, Mineral composition, nutritional properties, total phenolics and flavonoids compounds of the atemoya fruit (*Annona squamosa* L. × *Annona cherimola* Mill.) and evaluation using multivariate analysis techniques. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, 88, 1243–1252, 2016.

FLORES, G. et al., Phenolic-rich extract from the Costa Rican guava (*Psidium friedrichsthalianum*) pulp with antioxidant and anti-inflammatory activity, Potential for COPD therapy. **Food Chemistry**, 141, 889–895, 2013.

HAMINIUK, C.W.I. et al. Phenolic compounds in fruits – an overview. **International Journal of Food Science and Technology**, v.47, p.2023-2044, 2012.

JAHURUL, M. H. A. et al., Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. **Food Chemistry**, 183, 173–180, 2015.

KIST, B.B. et al. **Anuário brasileiro de horti- fruti 2019**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2019. Disponível em: <[http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/07/HortiFruti\\_2019\\_DUPLA.pdf](http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/07/HortiFruti_2019_DUPLA.pdf)>. Acesso em: 21 de ago. 2020.

LI, D.; MENG, X.; LI, B. Profiling of anthocyanins from blueberries produced in China using HPLC-DAD-MS and exploratory analysis by principal component analysis. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.47, p.1-7, 2016.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.

MONTEIRO, E. P.; Freitas, L.A. Identificação de antocianinas em frutas da região amazônica: Um indicador natural usado como recurso didático para o ensino de química. **Brazilian Journal of Development**:v.6, nº11,2020.

OLIVEIRA, B. G.,et al. Chemical profile of mango (*Mangifera indica*L.) using electrospray ionisation mass spectrometry (ESI-MS). **Food Chemistry**, 204, 37–45, 2016.

SAUTHIER, M.C. S. et al. Screening of *Mangifera indica* L. functional content using PCA and neural networks (ANN). **Food Chemistry**, v. 273, p. 115-123, 2019.

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

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

PEREIRA FILHO, E.R. **Planejamento fatorial em química: maximizando a obtenção de resultados**. São Carlos: EDUFSCAR, 2015. 88p.

AZIZ, N.A.A. et al. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var Chokanan) interm of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, v.92, n.3, p.557-563, 2012.

AJILA, C.M. et al. Mango peel powder: a potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v.11, n.1, p.219-224, 2010.

SANTOS, B. R.S. et al. Chemometric Tools Applied to Evaluation of Fruit Bioactive Compounds Extraction. *Food Analytical Methods*, 2020 <https://doi.org/10.1007/s12161-020-01728-0>.

NOVAES, C.G. et al. A review of multivariate designs applied to the optimization of methods based on inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP OES), *Microchem. J.* 128 331–346, 2016.

SANTOS, A.M.P. et al. Evaluation of minerals, toxic elements and bioactive compounds in rose petals (*Rosa* spp.) using chemometric tools and artificial neural networks. *Microchemical Journal*, 138 98–108, 2018.

SÁ, R. R. et al. Determination of bioactive phenolics in herbal medicines containing *Cynara scolymus*, *Maytenus ilicifolia* Mart ex Reiss and *Ptychopetalum uncinatum* by HPLC-DAD. *Microchemical Journal*, 135 10–15, 2017.