

APLICABILIDADE DE IMAGENS DIGITAIS NA OBTENÇÃO DO PERFIL DE SUCOS DE UVA COMERCIAIS SUSPEITOS DE FRAUDE

HENRIQUE RODRIGUES DOS SANTOS¹; CARLA DE ANDRADE HARTWIG²

¹Universidade Federal de Pelotas – henrique2013b@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – carlahartwig@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O suco de fruta, além de ser uma bebida consumida em grandes quantidades pela população mundial devido ao seu sabor e valores nutritivos, trazendo benefícios à saúde, também contribui para a economia dos países produtores, tendo o Brasil exportado 1.073.918 toneladas de suco de laranja na safra 21/22 de acordo com a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CitrusBR) (CitrusBR, 2022). Estes fatores fazem com que os sucos de frutas sejam alvos frequentes de fraudes.

No Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009 da legislação brasileira, que regulamenta a Lei nº 8.918 que dispõe, dentre outras coisas, a fiscalização de bebidas, é estabelecido que fraude é o engano do consumidor, seja através da adulteração ou falsificação de uma bebida (BRASIL, 2009). Como o mercado de suco de frutas é lucrativo e está em constante expansão, fraudadores se aproveitam para adulterar estes produtos a fim de obter ganho econômico, a denominada adulteração economicamente motivada (conhecida por EMA), também chamada simplesmente de fraude alimentar (EVERSTINE; SPINK; KENNEDY, 2012). Os métodos mais comumente utilizados para adulterar sucos se referem a diluição com água, adição de açúcares, polpa lavada e mistura de um suco de menor valor comercial a outro (DASENAKI; THOMAIDIS, 2019).

Variadas são as técnicas de análise que permitem identificar a ocorrência de fraudes nestes e em outros produtos alimentares. Entretanto, recentemente, as análises utilizando imagens digitais, associando o uso de aplicativos e aparelhos *smartphones* têm ganhado visibilidade, principalmente pela facilidade de acesso e uso, rapidez de análise e baixo custo, ainda que apresentem desvantagens relacionadas principalmente a sensibilidade. Um exemplo de aplicativos deste tipo é o PhotoMetrix PRO[®], o qual se encontra disponível gratuitamente e permite análises colorimétricas simples de diversos tipos, através de imagens capturadas com a câmera de um aparelho *smartphone*. Este aplicativo utiliza análise univariada (por meio do sistema de cores RGB - *red, green, blue* -, entre outros) ou análise multivariada (como Análise por Componente Principal - PCA (HELPER *et al.*, 2017).

Assim, este trabalho teve o objetivo de verificar a viabilidade do uso do aplicativo PhotoMetrix PRO[®] para a obtenção do perfil de sucos de uva comerciais suspeitos de fraudes, a partir da diluição destes com água, ou mistura com outros sucos. Alíquotas de suco comercial foram fraudadas em laboratório, com vistas a constituir amostras a serem determinadas pela técnica, demonstrando a aplicabilidade do método.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foram adquiridos no comércio local, amostras de suco de uva (concentração informada de suco igual a 10,6%) e maçã (concentração informada de suco igual a 100%). O aparelho *smartphone* utilizado

para a captura das imagens foi um *Motorola® G7 Play*, equipado com câmera de 13 megapixels. As configurações do aplicativo *PhotoMetrix PRO®* selecionadas para análise foram *Univariate Analysis*, *Vector RGB*.

Foi preparada uma curva de calibração de suco de uva em água, em formato de calibração externa, tendo selecionado a opção *Calibration*, com 5 padrões: branco (10 mL de água destilada); Ponto 1: amostra 25% (2,5 mL de suco de uva e 7,5 mL de água destilada); Ponto 2: amostra 50% (5,0 mL de suco de uva e 5,0 mL de água destilada); Ponto 3: amostra 75% (7,5 mL de suco de uva e 2,5 mL de água destilada); e Ponto 4: amostra 100% (10 mL de suco de uva).

Ainda, foi realizada uma curva de calibração utilizando padrões contendo mistura entre sucos de uva e maçã, em diferentes proporções, também em formato de calibração externa. Os padrões, em um volume de 10 mL, foram preparados da seguinte forma: Ponto 1: 100% maçã; Ponto 2: maçã 9:1 uva; Ponto 3: maçã 7:3 uva; Ponto 4: maçã 5:5 uva; Ponto 5: maçã 1:9 uva; Ponto 6: 100% uva). Após, as imagens digitais dos padrões de cada uma das curvas foram capturadas uma a uma e, em sequência, foram gerados os gráficos utilizando o próprio aplicativo ou transpondo os dados para programa externo.

Com o intuito de verificar a viabilidade do método proposto para a identificação de possíveis fraudes em sucos de uva, alíquotas comerciais de suco de uva foram fraudadas intencionalmente em laboratório para serem analisadas como amostras. Neste contexto, foram preparadas 2 amostras por diluição de suco de uva em água destilada (30% água e 70% suco de uva; e 70% água e 30% suco de uva), e 3 amostras por mistura de sucos de uva e maçã (25% uva e 75% maçã; 50% para ambas; e 75% uva e 25% maçã), as quais foram analisadas a partir da opção *Sampling* do aplicativo, tendo as imagens capturadas e levadas a análise sob as curvas de calibração previamente preparadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se apresentado o gráfico referente a curva de calibração preparada utilizando como padrões suco de uva e água em diferentes proporções, construído utilizando os recursos do próprio aplicativo. Ao observar o gráfico é possível verificar a adequada correlação entre os pontos, com um fator R^2 bastante próximo da unidade, bem como a equação da reta, ambos fornecidos pelo aplicativo. Por sua vez, a Figura 2 demonstra o gráfico referente à curva de calibração preparada utilizando como padrões a mistura dos sucos de uva e maçã, em diferentes proporções, construído via Excel® e, portanto, externamente ao aplicativo. Como pode ser observado, o valor do fator R^2 demonstra uma boa correlação entre os pontos de calibração.

As amostras preparadas em laboratório pela adição de água ao suco de uva foram analisadas pelo método, tendo os sinais analíticos correlacionados a curva de calibração preparada utilizando padrões preparados com suco de uva em água. Como esperado, os resultados obtidos mostraram-se bastante satisfatórios, com concordância de cerca de 95%. Da mesma forma, quando analisadas as amostras preparadas pela mistura dos sucos de uva e maçã, e tendo correlacionado os sinais analíticos com a respectiva curva de calibração, foram obtidos resultados que concordaram em torno de 94% com as porcentagens utilizadas na preparação.

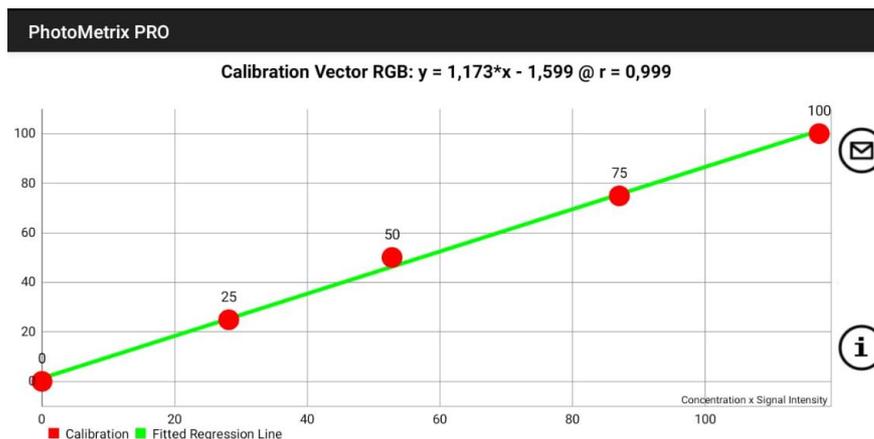


Figura 1: Gráfico referente a curva de calibração utilizando suco de uva diluído em água, gerado pelo aplicativo PhotoMetrix PRO®.

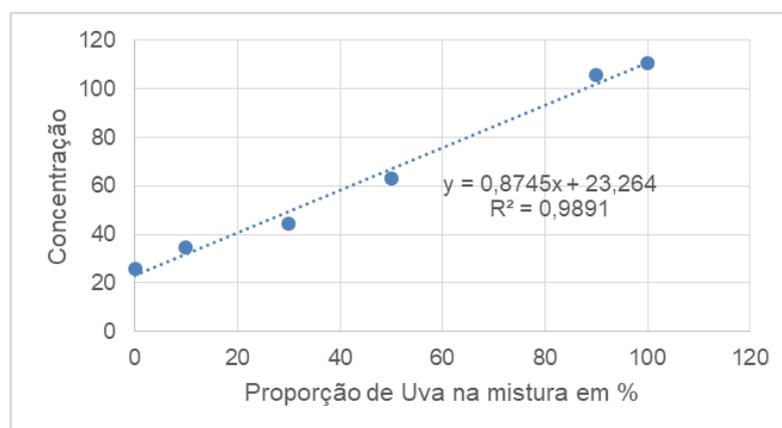


Figura 2. Gráfico referente a curva de calibração utilizando a mistura de suco de uva e suco de maçã em diferentes proporções, construído no Excel®.

Considerando que as análises realizadas pelo método baseiam-se nos princípios da colorimetria, e que o suco de maçã possui intensidade de cor bastante inferior a coloração apresentada pelo suco de uva, investigou-se ainda a possibilidade de correlacionar os sinais analíticos obtidos para as amostras preparadas pela mistura de sucos de uva e maçã, com a curva de calibração preparada a partir de padrões constituídos de suco de uva e água. Os resultados obtidos nestas análises foram adicionados graficamente à curva de calibração preparada com suco de uva em água (Figura 3), utilizando recurso do próprio aplicativo. Como pode ser observado, os resultados obtidos para as amostras contendo maiores proporções de suco de uva (50 e 75%) apresentaram concordâncias em relação a concentração real, da ordem de 103 a 109%. Ainda que levemente superestimados, estes resultados podem ser considerados adequados se comparados ao resultado obtido quando analisada a amostra contendo a menor proporção de suco de uva (25%), o qual mostrou-se cerca de 56% acima da concentração real do suco. Tais resultados demonstram a influência da cor proveniente do suco de maçã na obtenção dos resultados, a qual vai sendo minorada à medida que aumentam as proporções de suco de uva na mistura. Desta forma, ainda que a intensidade de cor do suco de maçã seja relativamente próxima à da água, evidencia-se a necessidade de realizar a análise considerando a calibração com padrões preparados em matriz semelhante a amostra, visando a obtenção de melhores resultados.

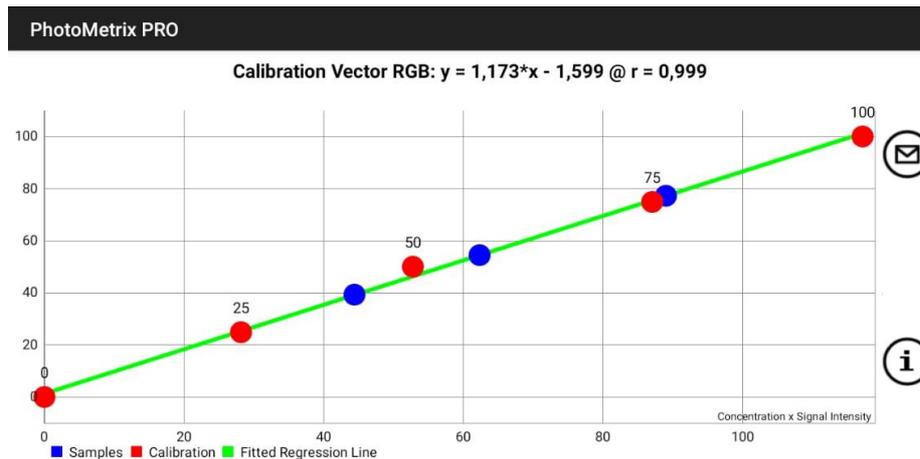


Figura 3. Gráfico referente a curva de calibração utilizando suco de uva diluído em água, contendo (em azul) as marcações referentes à análise das amostras de misturas de sucos, gerado pelo aplicativo PhotoMetrix PRO®.

4. CONCLUSÕES

A utilização de aparelhos portáteis vêm crescendo nas análises químicas em geral, sendo uma representação desses avanços o uso de *smartphones* com aplicativos de análises como o PhotoMetrix PRO®. Os resultados obtidos foram condizentes com o esperado, pois demonstrou a viabilidade do método para a obtenção de perfis de sucos de uva diluídos ou misturas de sucos, possibilitando a verificação da ocorrência de fraudes nestes produtos, por meio de parâmetros colorimétricos. Assim, esse estudo rápido e muito simples se mostrou promissor em uma área em que ainda há poucos trabalhos relatados, logo, são necessários mais estudos e aplicação a um maior número de amostras, para uma melhor compreensão dos fenômenos observados neste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS. **Exportações brasileiras de suco de laranja – mundo**. Acessado em 16 ago. 2022. Online. Disponível em: <https://citrusbr.com/estatisticas/exportacoes/>
- BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Acessado em 27 maio 2022. Online. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm
- DASENAKI, M.E.; THOMAIDIS, N.S. Quality and Authenticity Control of Fruit Juices-A Review. **Molecules**, v.24, n.1014, p. 1-35, 2019.
- EVERSTINE, K.; SPINK, J.; KENNEDY, S. Economically Motivated Adulteration (EMA) of Food: Common Characteristics of EMA Incidents. **Journal of Food Protection**, v.76, n.4, p.723-735, 2013.
- HELPER, G.A.; MAGNUS, V.S.; BÖCK, F.C.; TEICHMANN, A.; FERRÃO, M.F.; COSTA, A.B. da. PhotoMetrix: An Application for Univariate Calibration and Principal Components Analysis Using Colorimetry on Mobile Devices. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Brasil, v.28, n.2, p.328-335, 2017.