

UTILIZAÇÃO DO SMARTPHONE PARA ANÁLISE RÁPIDA DO BRUX DE MANGAS UTILIZANDO O APP PHOTOMETRIX

Ionara Xavier Bento (1); Allan Nilson de Sousa Dantas (2)

(Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte, allan.dantas@ifrn.edu.br)

INTRODUÇÃO

A manga dentre os diversos frutos cultivados, teve uma produção de 27 milhões de toneladas no ano de 2017, ocupando a quinta posição mundial no ranking de frutos produzidos. No Brasil o fruto ocupa a sétima posição, sendo 93% dessa produção oriunda das regiões nordeste e sudeste. Ainda neste contexto, cerca de 12% da produção são destinadas ao mercado interno e 88% são importados para o mercado internacional (IBGE, 2015) [1].

O Nordeste brasileiro é uma das regiões mais favoráveis para seu cultivo, em função do clima tropical e semi-árido. Sua produção abrange pequenos produtores até grandes fazendas de cultivos que empregam o uso de técnicas modernas, como por exemplo a de indução floral [2]. Seu consumo pode ser *in natura*, na fabricação de doces, sucos e saladas. Além do sabor agradável, o fruto da mangueira traz benefícios à saúde sendo rico em vitaminas e sais minerais. Na indústria, há uma grande produção de sorvetes, geleias e polpas, sendo estas últimas recebidas incentivos em sua produção devido a busca de produtos saudáveis e práticos [4,5]. Nesse processo os frutos são avaliados em termos de aspectos visuais como a cor e ausência de manchas e ainda por meio de avaliação da “doçura”, que está diretamente relacionada com o Teor de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) do fruto [4]. Neste sentido, as indústrias produtoras realizam constantemente etapas de avaliação dos frutos adquiridos para averiguar se os mesmos estão dentro dos padrões de qualidade exigidos.

Para ajudar a reduzir o tempo de análise de vários parâmetros de controle de qualidade na indústria, o uso de métodos quimiométricos vem se intensificando nos últimos anos. Neste contexto, ênfase no uso de ferramentas de análise multivariadas pois se pode medir muitas variáveis simultaneamente ao analisar uma amostra qualquer, sendo estas ferramentas apontadas como a melhor alternativa para interpretação de dados e para máxima aquisição de informação de um sistema químico. Neste conjunto de métodos quimiométricos destaca-se a regressão por mínimos quadrados parciais (PLS, do inglês Partial Least Square) que é uma técnica de análise de dados multivariados [5-6]

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho estudar a viabilidade de criação de um modelo de calibração multivariada usando smartphone para determinar o teor de sólidos totais dissolvidos em amostras de manga rosa por meio de um app gratuito (FotoMetrixPRO, versão 1.0.3).

METODOLOGIA

Equipamentos e acessórios

Todas as vidrarias e frascos volumétricos utilizadas nessa pesquisa foram lavados, previamente ao uso, com água destilada. Para determinação do teor de sólidos totais dissolvidos das amostras escolhidas neste trabalho, foi utilizado um Refratômetro Digital de bancada (Nova, DR500). Na etapa de aquisição das imagens digitais, foi utilizado o aplicativo gratuito para smartphone

(FotoMetrixPRO, versão 1.0.3), instalado em um aparelho Smartphone Motorola E4, equipado com câmera de 8Mp, Resolução máxima de 3264 x 2448 pixels e razão focal F2.2.

Amostras de Mangas Rosa (*Mangifera indica* L.)

As amostras de Mangas com diferentes estágios de maturação (Figura 1) foram adquiridas na feira local da cidade de Passa e Fica - RN. As amostras foram cuidadosamente selecionadas e posteriormente submetidas à procedimento de lavagem e sanitização para posterior aquisição das imagens por meio do aplicativo.



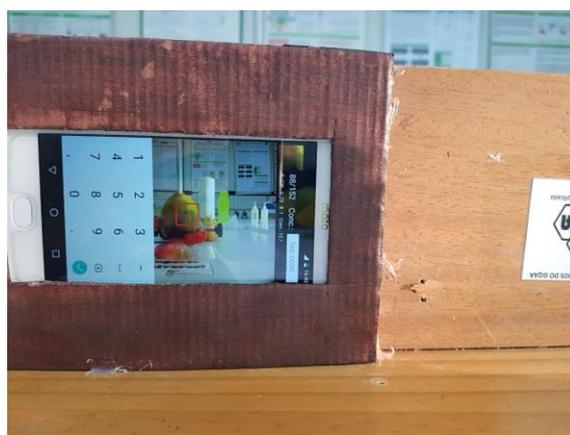
Figura 1. Imagem dos aspectos de maturação das amostras de frutos *Mangifera indica* L. (Manga rosa), utilizados neste trabalho para obtenção dos modelos de calibração PLS. Fonte: O autor.

Aquisição das imagens e construção dos modelos de calibração multivariada

Previamente à aquisição das imagens, foi feito um corte transversal nas amostras dos frutos, de modo a extrair parte da polpa dos mesmos, sendo possível a obtenção dos valores do teor de sólidos totais dissolvidos para cada amostra. Os valores obtidos foram inseridos no app PhotoMetrixPRO e relacionados às imagens posteriormente obtidas. O processo de aquisição de imagens foi feito com um auxílio de um suporte para o celular, mantendo sempre a regularidade de luz e ângulo de aquisição da imagem, como por ser observado na Figura 2.



(A)



(B)

Figura 2. Sistema usado na aquisição das imagens digitais por meio do smartphone (A) e tela do aplicativo durante o processo de aquisição das imagens digitais das amostras de mangas utilizando o aplicativo PhotoMetrixPRO e modelo de calibração PLS. Fonte: O autor.

A região de interesse adotada foi de 96 x 96 pixels, com dados centrados na média e modelo de canais de cores RGB. Com o uso do canal histograma (frequência de determinadas amostras em dados de distribuição), que está no método Mean (o aplicativo disponibiliza apenas nesse método para o histograma), obtemos cerca de vinte e sete (27) fatores de calibração. Já para single channels, o aplicativo disponibiliza métodos em Mean e Auto Scale, sendo que o fator é limitado ao número máximo de oito (08) fatores, dependendo do quantitativo de canais desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de sólidos totais dissolvidos (STD) nas amostras de mangas analisadas neste trabalho variaram de 14,7 a 18,6 °Brix, com valor médio de $16,5 \pm 1,7$ °Brix. A legislação que versa sobre a produção de polpa de manga exige um mínimo de 11 °Brix [7] para a polpa de manga, valor bem abaixo dos resultados observados com as amostras utilizadas neste trabalho, demonstrando que as amostras escolhidas possuem valores adequados de STD para criação de modelo de calibração. Neste sentido, a calibração com base em regressão por mínimos quadrados parciais por meio do app PhotoMetrixPRO foi desenvolvido para os canais de RGB bem como na combinação entre eles, permitindo a avaliação dos fatores, que são combinações lineares das variáveis X (°Brix), que melhor modelam as variáveis dependentes Y (canais de cores). A Figura 3 apresenta o gráfico de calibração para determinação dos valores de sólidos totais dissolvidos para as amostras de mangas rosa avaliadas.

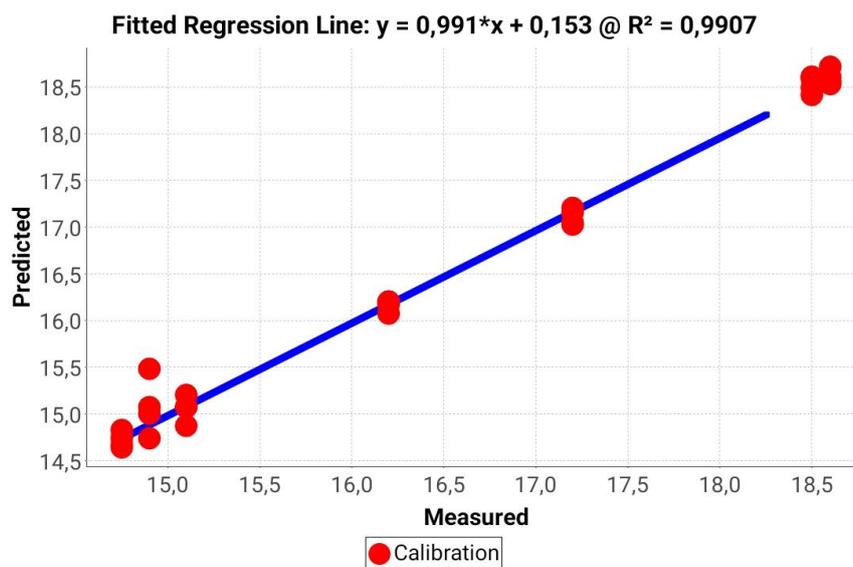


Figura 3. Calibração multivariada entre o teor de sólidos totais dissolvidos medida pelo método de referência e prevista pelo modelo de calibração pelo processo de aquisição das imagens digitais das amostras de mangas utilizando o aplicativo PhotoMetrixPRO e modelo de calibração PLS. Fonte: O autor.

O valor obtido de R^2_{cal} para o modelo em questão foi de 0,9907, com uma eficiência sendo estimada pela capacidade de auto-predição do modelo pelo Erro Médio Quadrático de Calibração (RMSEC) de 0,1483. Embora este método tenha a desvantagem da dependência direta com o número de fatores utilizados na criação do modelo, o resultado demonstra baixo erro na etapa de calibração, indicando o potencial desta ferramenta para avaliação rápida do teor de STD em amostras de mangas. Com base em um modelo de calibração robusto, as empresas produtoras de polpa de frutas poderão dar maior agilidade no processo de recebimento dos insumos na unidade de processamento, caracterizando-se como um método não destrutivo ao fruto, reduzindo o tempo de análise, a geração

de resíduos químicos e conseqüentemente os custos envolvidos nas operações supracitadas. Ressalta-se que outras etapas de validação do modelo ainda serão realizadas, para melhorar a capacidade preditiva do mesmo.

CUNCLUSÕES

O método de Regressão por Mínimos Quadrados Parciais se mostrou uma ferramenta promissora para possíveis aplicações de controle de qualidade na avaliação rápida do teor de STD em amostras de mangas rosa. O modelo apresentou um R^2_{cal} de 0,9907 e um RMSEC de apenas 0,1483. Além disso, o fato de se usar apenas o smartphone como ferramenta analítica, permite agilidade no processo analítico e uma redução de custos e menor geração de resíduos relacionados ao controle de qualidade industrial. Outras etapas ainda são necessárias para aprimorar o modelo que está sendo desenvolvido, com a inclusão de novas amostras de mangas para melhoria da robustez do modelo desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, M.; et al. **O cultivo e o mercado da manga**. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/o-cultivo-e-o-mercado-da-manga/> Acesso em: 01 Maio
- [2] PINTO, A. C. Q.; BORGES, A. L. **MANGA Produção - Aspectos Técnicos**, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília – DF, 2000.
- [3] COSTA, D.O; CARDOSO. G. R; SILVA, G. M. V. **A Evolução do Setor Produtivo e Comercialização de Polpa de Fruta no Brejo Paraibano: Estudo De Caso Na Coaprodes**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO. 33, 2013. Salvador, BA. Anais... Salvador - BA, 2013.
- [4] BRASIL, A.S. **Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá-MT**. Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia. Cuiabá – MT, 2014.
- [5] FERREIRA, M.M.C. **Quimiometria: conceitos, métodos e aplicações**. Editora da Unicamp, Campinas – SP, 2015.
- [6] HELFER, G.A.; MAGNUS, V.S.; BÖCK, F.C.; TEICHMANN, A.; FERRÃO, M.F.; COSTA, A.B.; **PhotoMetrix: an application for univariate calibration and principal components analysis using colorimetry on mobile devices**. Journal of Brazilian Chemical Society, 28 (2017) 328 – 335.
- [7] BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas**. Diário Oficial da União, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção 1, p. 54-58