

DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS EM BETERRABA A PARTIR DO CALDO DA POLPA UTILIZANDO IMAGENS DIGITAIS

KAILANE P. GAZ¹; MARIANNE M. S. MELO²; ANDRESSA R. VILKE³;
FERNANDA P. BALBINOT⁴; MARCIA F. MESKO⁵

¹*Escola Estadual de Ensino Médio Silva Gama – kakakaelisa@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – marianne_msmele@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – andressavilke@gmail.com;*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – fer.p.balbinot@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – marciamesko@yahoo.com.br*

1. INTRODUÇÃO

Os macros e micronutrientes são categorias de nutrientes que desempenham papéis vitais na saúde humana. Macronutrientes – como carboidratos, proteínas e lipídios – fornecem energia e compõem a estrutura celular. Micronutrientes, incluindo vitaminas e minerais, são cruciais para processos metabólicos e funções fisiológicas específicas no organismo. Diversos desses macro- e micronutrientes estão presentes em alimentos vegetais, como a beterraba. Seu perfil de macronutrientes é predominantemente composto por carboidratos, além de conter micronutrientes importantes, como vitamina C e minerais – como ferro e potássio (USDA, 2022).

O controle de qualidade na produção de beterraba é fundamental para assegurar que o produto final atenda aos padrões nutricionais e de segurança alimentar. Esse processo envolve o monitoramento de diversos parâmetros, desde o cultivo, colheita, armazenamento até o processamento, garantindo que a beterraba mantenha suas propriedades nutricionais e esteja livre de contaminantes e impurezas (BRASIL, 2017). Um desses parâmetros é o teor de açúcares totais.

Os métodos mais comuns para determinar o teor de açúcares envolve a utilização de reações colorimétricas. A maioria desses métodos se baseia na hidrólise de açúcares, um processo em que moléculas de diferentes açúcares, como a sacarose, são quebradas em seus monossacarídeos constituintes (glicose e frutose) por meio da adição de ácido ou enzimas. Na hidrólise ácida, um ácido inorgânico realiza a quebra das ligações; enquanto na hidrólise enzimática, esse processo é realizado por enzimas, como a sacarase (BOULTON et al., 2013). Após a hidrólise, os monossacarídeos estão disponíveis para a reação colorimétrica, como a oxidação de monossacarídeos pelo ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS, amarelo), que forma o composto ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (vermelho). A intensidade da cor gerada é proporcional à quantidade de açúcares (em monômeros) presentes no meio reacional.

A técnica mais comumente utilizada para análises baseadas em reações colorimétricas é a espectrofotometria no ultravioleta-visível (UV-Vis). Utilizando o princípio da absorção molecular, essa técnica permite a quantificação precisa de diversos compostos presentes nos alimentos, ajudando na análise detalhada da composição nutricional e garantindo a conformidade com os padrões nutricionais e de segurança (SOARES et al., 2018).

Uma alternativa proposta para análises colorimétricas é a utilização de imagens digitais, por meio de aplicativos, como o *PhotoMetrix®*. Desenvolvido em 2015, essa ferramenta realiza a decomposição de imagens digitais em seus vetores de cor, após serem capturadas por câmeras de *smartphones* e processadas

diretamente no dispositivo, possibilitando sua utilização até mesmo para análises *in situ*. As principais vantagens dessa ferramenta são sua praticidade, baixo custo e eficácia. O aplicativo permite a decomposição da imagem de duas maneiras: uma baseada no modelo RGB (vermelho, verde e azul), que é um sistema de adição de cores primárias, e pela decomposição independente dos canais RGB e de modelos de cores derivados, como matiz, saturação e valor (HSV); matiz, saturação e luminosidade (HSL); além de matiz, saturação e intensidade (HSI) (BOCK et al., 2020). Com isso, o objetivo deste trabalho é determinar o teor de açúcares totais em beterraba crua e cozida, bem como na água do cozimento, comparando os resultados obtidos utilizando imagens digitais e o aplicativo *PhotoMetrix®* com aqueles obtidos por meio da espectrofotometria UV-Vis.

2. METODOLOGIA

Para o preparo das amostras, foi realizada a extração do caldo da beterraba crua e cozida. Na forma crua, a beterraba foi primeiramente descascada, Triturada em um moinho de facas e peneirada, para obtenção do caldo. Para o caldo da beterraba cozida, a beterraba foi descascada e cozida em água destilada (fogo médio por 30 minutos). Em seguida, foi Triturada em um moinho de facas e peneirada. A água do cozimento também foi recolhida para análise. Os caldos e a água do cozimento foram filtrados em papel filtro para obter uma amostra sem resíduos sólidos.

A reação de hidrólise foi realizada utilizando 10 mL de cada amostra, adicionando-se 10 mL de ácido clorídrico (HCl) 1 mol L⁻¹, e a mistura foi aquecida em banho-maria a 60 °C por 15 minutos. Em seguida, o sistema reacional foi colocado em repouso até atingir temperatura ambiente. Após o resfriamento, as amostras foram neutralizadas com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol L⁻¹ e avolumadas para 100 mL com água destilada.

O preparo do reagente colorimétrico DNS foi feito dissolvendo-se 10 g de DNS em 200 mL de NaOH 2 mol L⁻¹, seguido da adição de 300 g de tartarato de sódio e potássio em 500 mL de água destilada. As soluções foram combinadas sob agitação e aquecimento até a completa dissolução do precipitado. Depois de arrefecida, a solução de DNS foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL e avolumada com água destilada.

Para a determinação de açúcares totais foram adicionados 0,5 mL da amostra e 0,5 mL do reagente DNS em um tubo de ensaio, e a mistura foi aquecida em banho-maria a 60 °C por 15 minutos. Após isso, a solução foi resfriada, e 5 mL de água destilada foram adicionados antes da leitura. A curva de calibração de glicose foi preparada a partir de uma solução estoque de 1 g L⁻¹. O gráfico foi plotado relacionando a quantidade (g) de glicose em cada solução padrão com a absorbância (para a determinação usando UV-Vis) ou a leitura de cor (usando o aplicativo *PhotoMetrix®*). Para as leituras da curva de calibração e das amostras, foram utilizadas cubetas de vidro, tanto no UV-Vis quanto no *PhotoMetrix®*. O comprimento de onda utilizado no espectrofotômetro foi 540 nm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise das amostras por ambos os métodos, os resultados foram obtidos relacionando as equações de reta das curvas de calibração com a absorbância/cor obtida após a leitura de cada uma das amostras. As concentrações de açúcares totais, determinadas tanto pelo método UV-Vis quanto pelo aplicativo *PhotoMetrix®*, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de açúcares totais em amostras de beterraba crua, beterraba cozida e água do cozimento (n=3, média \pm SD).

Amostra	UV-Vis (%)	<i>PhotoMetrix</i> (%)
Crua*	10,6 \pm 0,4	15,7 \pm 2,9
Cozida*	6,9 \pm 1,2	9,8 \pm 3,9
Água de cozimento**	1,5 \pm 0,3	2,1 \pm 0,8

* Resultado em percentagem de massa (g em 100 g); ** Resultado em percentagem de volume (g em 100 mL).

Ao comparar os resultados obtidos entre os dois métodos, observou-se diferença estatisticamente significativa (teste t-*Student*, nível de confiança de 95%) apenas nos teores de açúcares totais na amostra crua. Para as amostras de beterraba cozida e água do cozimento, os resultados não apresentaram diferença estatística significativa. Além disso, verificou-se a transferência de açúcares da beterraba para o meio durante o processo de cozimento.

Esses resultados sugerem que a determinação de açúcares totais utilizando imagens digitais é viável, destacando-se como uma alternativa econômica e prática em comparação ao método tradicional devido às vantagens econômicas e operacionais que oferece para esse tipo de análise.

Observou-se também que, tanto para as amostras de beterraba crua quanto cozida, os valores de açúcares totais estavam acima do intervalo esperado, que é de 6 a 8 g a cada 100 g (MIRMAN, 2020). No entanto, como se trata de um vegetal, fatores como condições do solo e estágio de amadurecimento podem influenciar esse valor, o que poderia explicar os teores de açúcares levemente elevados nas amostras analisadas.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pelos diferentes métodos avaliados apresentaram similaridade para duas das três amostras analisadas, confirmando a viabilidade do método baseado em imagens digitais para a determinação de açúcares totais. O uso do aplicativo *PhotoMetrix®*, uma ferramenta alternativa, acessível e portátil, demonstrou ser eficaz na análise de um alimento amplamente consumido pela população brasileira, como a beterraba. Assim, foi possível alcançar o objetivo proposto de avaliar a eficiência de um método alternativo para a determinação de macronutrientes.

Conclui-se, portanto, que o uso de dispositivos portáteis para a análise de macronutrientes em alimentos é uma abordagem promissora e eficiente, com potencial para ser implementada em etapas de controle de qualidade de alimentos, especialmente em contextos que demandem análises rápidas, econômicas e de fácil acesso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÖCK, F. C., HELFER, G. A., DA COSTA, A. B., DESSUY, M. B., E FERRÃO, M. PhotoMetrix and colorimetric image analysis using smartphones. **Journal of Chemometrics**, v. 34, e3251, 2020.

BOULTON, C., QUAIN, D. **Mecanismos da Hidrólise de Carboidratos**. Editora Universitária, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Produto Beterraba*. Brasília, 2017.

FAO. *Food Quality Control*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.

HARRIS, D. C. *Quantitative Chemical Analysis* (9^a ed.). W.H. Freeman and Company, 2015.

MIRMIRAN P, HOUSHIALSADAT Z, GAEINI Z, BAHADORAN Z, AZIZI F. Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases. **Nutr Metab** (Lond). 2020

SOARES, J. C.; SANTOS, R.; OLIVEIRA, L.; PEREIRA, M.; outros. **Métodos espectrofotométricos na análise de nutrientes**. Química Nova, v. 41, n. 4, p. 556-568, 2018.

USDA, U.S. Department of Agriculture (2002). *FoodData Central: Beetroot*. <https://fdc.nal.usda.gov/>