

## DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ANALÍTICA COM APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA DETERMINAÇÃO DE GLICOSE EM BEBIDAS

THAIS ORTIZ LOPES<sup>1</sup>; FLÁVIA MICHELON DALLA NORA<sup>2</sup>; CLARISSA MARQUES MOREIRA DOS SANTOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [thais.ortiz.lopes@gmail.com](mailto:thais.ortiz.lopes@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria – [flavia.nora@ufsm.br](mailto:flavia.nora@ufsm.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [clafarm\\_mm@yahoo.com.br](mailto:clafarm_mm@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é o órgão responsável pela regulação da rotulagem de alimentos que estabelece as informações que um rótulo deve conter, visando à garantia de qualidade do produto e à saúde do consumidor. De modo geral, a rotulagem de alimentos deve atender a três principais pontos para assegurar a segurança do consumidor: rotulagem geral, rotulagem nutricional e informações nutricionais complementares (ANVISA, 2021). Sendo assim, é obrigatório conter informações como lista de ingredientes, conteúdos líquidos, origem e características, lote, prazo de validade, quantidade e instruções para o preparo pelo consumidor (rotulagem geral), além do valor energético, proteínas, sódio, fibras, carboidratos, gorduras e outros nutrientes (rotulagem nutricional). Além disso, os rótulos não podem apresentar informações falsas e não podem afirmar que existem propriedades estimulantes ou terapêuticas para a saúde (CARNEIRO, 2021). Neste sentido, em outubro de 2020, a Anvisa publicou novas normas sobre rotulagem nutricional que entram em vigor em outubro de 2022. O objetivo é facilitar a compreensão das informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos e assim auxiliar o consumidor a realizar escolhas alimentares mais conscientes. As normas estabelecem mudanças na legibilidade, no teor e na forma de declaração das informações na tabela de informação nutricional e nas condições de uso das alegações nutricionais, bem como inova ao adotar a rotulagem frontal (ANVISA, 2021). Em virtude do crescente interesse atual na qualidade do que se consome, cresce o número de artigos científicos tratando sobre o tema. Além disso, há um interesse econômico, principalmente no que diz respeito à manutenção das principais características durante a produção, comercialização e consumo destes produtos (NIZOLI; FARIA, 2015).

Dentre as principais análises preconizadas em indústrias alimentícias destaca-se a determinação da concentração de carboidratos presentes no mesmo (NIZOLI; FARIA, 2015). E entre estes, salienta-se a glicose, que se trata de um monossacarídeo de fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ , encontrada na maioria dos alimentos consumidos, assim como no interior das células sanguíneas, sendo o principal e mais abundante carboidrato responsável pelo fornecimento de energia ao corpo humano (CORSINO, 2009). Cabe ressaltar que, na forma de glicose, a maioria dos carboidratos provindos da alimentação são absorvidos na corrente sanguínea, ademais, os demais tipos de açúcares consumidos são convertidos em glicose através do fígado (LIBERATO; OLIVEIRA, 2019). Desta forma, a análise química destes açúcares presentes em alimentos é de grande importância para o controle de qualidade destes produtos, principalmente por serem responsáveis por diversas características dos mesmos, como cor, textura e sabor, por exemplo (SOUZA; OLIVEIRA; SOUZA, 2021; DORNEMANN, 2016).

Sendo assim, existem diversas técnicas e métodos oficiais, tanto qualitativos como quantitativos, para a análise de açúcares, sejam eles redutores (glicose e frutose) ou totais, em amostras de alimentos. Estes métodos podem ser divididos em refratométricos, titulométricos, gravimétricos, espectrofotométricos e cromatográficos (CECCHI, 2003). Contudo, como a maioria destes métodos é de custo elevado e demandam um tempo de análise considerável, acarretam na necessidade de grande volume de amostra e, conseqüentemente o de resíduos para a obtenção de resultados (SOUZA; OLIVEIRA; SOUZA, 2021). Desta forma, é de enorme importância o desenvolvimento de novas metodologias que possam substituir os métodos de análises químicas tradicionais por novas tecnologias que vislumbrem análises químicas mais rápidas, igualmente eficazes e de baixo custo.

O avanço tecnológico, principalmente no que diz respeito aos dispositivos móveis, torna possível seu uso como instrumento para análises químicas. No que tange aos *smartphones*, frequentemente surgem aparelhos novos, com tecnologia de ponta, mais modernos e intuitivos, que visam à versatilidade e praticidade para o dia a dia. Além de que, estes mesmos aparelhos contam com câmeras fotográficas com resolução e sensibilidades elevada e softwares de tratamento de imagem cada vez mais avançados, possibilitando, assim, a obtenção de imagens digitais de alta qualidade.

Em virtude disto, novas estratégias que mostram a viabilidade do uso destes dispositivos móveis em análises químicas por imagens digitais vem sendo alvo de estudos científico. Estas abordagens, nas quais são empregados os *smartphones* para aquisição de imagens como sinal analítico, possibilita a execução de análises remotas ao laboratório, com rápido envio e processamento de dados da amostra analisada, além de baixo custo e pouco uso de recursos consumíveis (BÖCK, 2021; FIRDAUS et al, 2022). Portanto, este estudo tem por objetivo não só avaliar as análises químicas tradicionais, mas sobretudo, propor a adaptação destas técnicas para uma nova visão tecnológica, aplicando métodos alternativos de análises químicas de controle de qualidade de alimentos.

## 2. METODOLOGIA

Por tratar-se de um estudo em andamento, neste primeiro momento buscou-se realizar uma revisão da literatura acerca dos métodos de análise química para a determinação de glicose em alimentos, onde foram avaliadas as diferentes técnicas de determinação de açúcares e suas principais aplicações, custos, limitações e relevâncias para o controle de qualidade em alimentos. Desta forma posteriormente será desenvolvida uma nova metodologia analítica, baseada em uma das técnicas analisadas até o momento para a determinação de glicose em bebidas. A nova metodologia será desenvolvida empregando o uso de imagens digitais – obtidas através de *smartphones* como sinal analítico – assim como uso de um sistema de iluminação simplificado e padronizado para as amostras.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes metodologias para a determinação de açúcares em alimentos, sejam eles redutores ou não redutores, têm por objetivo determinar quantitativa ou qualitativamente este carboidrato. Ao observar os trabalhos publicados até o momento, ainda há discussões acerca dos métodos utilizados para a determinação destes macronutrientes em alimentos, seja no que diz respeito a determinação seletiva ou geral destes carboidratos. No que diz respeito às

técnicas comumente utilizadas para a determinação de açúcares na indústria alimentícia, há diversos métodos, tais como refratometria, titulometria, espectrofotometria e cromatografia (CECCHI, 2003; DORNEMANN, 2016; SOUZA; OLIVEIRA; SOUZA; 2021). Estes podem determinar açúcares redutores, não redutores e/ou açúcares totais de modo geral. Ainda, todas estas técnicas têm aplicações e metodologias distintas, podendo ser testes preliminares ou mesmo definitivos de determinação e quantificação de açúcares. Porém, apesar de cumprirem com o propósito da análise a que se propõem, muitos são inespecíficos, de custo e tempo de análise elevados, além de requererem alto consumo de amostra e reagentes, tornando, por muitas vezes, inviável seu uso rotineiramente, tanto por pequenos produtores, como por empresas já consolidadas do ramo alimentício.

Ao analisar o método baseado na refratometria, percebe-se que se trata de um método indireto e não seletivo, ao qual permite a determinação de açúcares totais na forma de sólidos insolúveis. Este, apesar de não seletivo, ainda pode ser amplamente utilizado rotineiramente na determinação de carboidratos (CALDAS *et al*, 2015). Além deste, existem metodologias como a volumetria, que se utiliza de uma solução de açúcares redutores como titulante, permitindo a determinação apenas desta classe de açúcares. Apesar de ser uma técnica rápida, que é conduzida em aproximadamente três minutos, apresenta discrepâncias quanto aos resultados obtidos, seja por manuseio inadequado ou oxidação dos reagentes durante o procedimento (CORRÊA *et al*, 2013; DORNEMANN, 2016).

Em se tratando de métodos colorimétricos, a espectrofotometria permite a determinação tanto de açúcares totais como de açúcares redutores e não-redutores, sendo uma das técnicas que determina todos os tipos de carboidratos. Além disto, apresenta ainda uma gama de técnicas para a determinação de cada tipo de açúcar desejado (DORNEMANN, 2016). Contudo, ainda se trata de uma técnica que, apesar de possibilitar adaptações e variações “mais econômicas”, apresenta elevado consumo de reagentes (SANTOS *et al*, 2017). Já para uma análise mais seletiva e que permita determinar diferentes tipos de açúcares em uma mesma amostra, tem-se a cromatografia líquida de alta eficiência que, apesar de conseguir separar e quantificar cada carboidrato, é uma técnica de custo e tempo de análise relativamente elevados, necessitando de um analista experiente e grande quantidade de amostra para análise (CORRÊA *et al*, 2013; DORNEMANN, 2016).

Frente às técnicas analisadas, surge a demanda por processos mais ágeis, de baixo custo e uso de poucos consumíveis e, neste contexto, tem-se notado o surgimento de metodologias alternativas para a determinação de açúcares em alimentos, utilizando principalmente o auxílio de tecnologias móveis para isto, como é o caso do trabalho desenvolvido por SOUZA, OLIVEIRA e SOUZA (2021). Neste estudo, os autores propõem o uso de um glicosímetro digital para determinação de açúcares redutores em polpas de frutas e, destacam que os resultados obtidos em sua pesquisa foram significativamente promissores. Além disto, têm surgido diversos estudos acerca de métodos alternativos para a espectrofotometria, através do uso de dispositivos móveis e imagens digitais para determinações colorimétricas, em que estes agem como sinais analíticos, permitindo a quantificação do analito desejado. Sendo assim, este tipo de metodologia, com o devido estudo e otimização de condições experimentais, apresenta grande potencial de adaptação para aplicação na determinação de açúcares em alimentos em análises de rotina, aliando o baixo custo, simplicidade e sustentabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos trabalhos analisados, foi possível observar e comparar as diferentes técnicas atualmente empregadas para a determinação de açúcares em alimentos, juntamente com suas implicações, vantagens e desvantagens. Desta forma, a partir das metodologias descritas, optou-se por utilizar como base para o estudo métodos colorimétricos de determinação de glicose em bebidas, no qual será realizado um estudo de adaptação da técnica para o desenvolvimento de uma metodologia analítica utilizando-se de imagens digitais obtidas através de *smartphones*.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem de alimentos**. Acessado em 27 de jul. De 2022. Online. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem>
- BÖCK, F. C. **Análises químicas por imagens digitais utilizando *smartphones*: uma abordagem para simplificação e redução de custos de métodos analíticos tradicionais empregados na análise de amostras de cachaça**. 2021. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CALDAS, B. S. *et al.* Determinação de açúcares em suco concentrado e néctar de uva: comparativo empregando refratometria, espectrofotometria e cromatografia líquida. **Scientia Chromatographica**, v. 7, n. 1, p. 53 – 63, 2015.
- CARNEIRO, B. **Rotulagem de alimentos: legislação e tendências**. Acessado em: 27 de jul. 2022. Online. Disponível em: <https://gepea.com.br/rotulagem/>
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 2ª ed. rev.
- CORRÊA, L. C. *et al.* **Determinação de Açúcares em Mosto, Suco de Uva e Vinho por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência Clae**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013.
- CORSINO, J. **Bioquímica**. Campo Grande: Editora UFSM, 2009.
- DORNEMANN, G. M. **Comparação de Métodos para Determinação de Açúcares Redutores e Não-redutores**. 2016. Monografia (Trabalho de Diplomação em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FIRDAUS, M. L. *et al.* Smartphone-based digital image colorimetry for non-enzymatic detection of glucose using gold nanoparticles. **Sensing and Bio-Sensing Research**, v. 35, p. 01 – 05.
- LIBERATO, M. C. T. C.; OLIVEIRA, M. S. C. **Bioquímica**. Fortaleza: Ed. UECE, 2ed., 2019.
- NIZOLI, E. C.; FARIA, M. L. Aplicação e Avaliação de Desempenho de Método Analítico Enzimático para a Determinação de Glicose em Suco de Fruta. **Vale (Assis)**, v. 8, p. 123-133, 2015.
- SANTOS, A. A. *et al.* Dosagem de açúcares redutores com o reativo DNS em microplaca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. 1-9, 2017.
- SOUZA, T. S.; OLIVEIRA, J. S.; SOUZA, L. C. C. Glicosímetro digital aplicado a análise de açúcar redutor em polpa de frutas. **Revista Ifes Ciência**, v. 7, n. 1, p. 01 – 11, 2021.