

## UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS NA ANÁLISE DE PARÂMETROS DE QUALIDADE EM SUCOS NATURAIS

USE OF PHYSICOCHEMICAL METHODS IN THE ANALYSIS OF QUALITY PARAMETERS IN NATURAL JUICES

DOI: <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp2912-2920> Recebido em: 28.06.2023 | Aceito em: 11.07.2023

*Jéssica Caroline Vaz do Nascimento Marinho<sup>a</sup>, Maria Aparecida Pinheiro Barros<sup>a</sup>, Cleoner Uchôa Araújo, Rousiane Damasceno Evangelista<sup>a</sup>, Wellyson da Cunha Araújo Firmo<sup>a</sup>, Eduardo Henrique Costa Rodrigues, Maria Raimunda Chagas Silva<sup>a</sup>, Darlan Ferreira da Silva<sup>a</sup>*

*Universidade CEUMA<sup>a</sup>*

*\*E-mail: darlanveggito@hotmail.com*

### RESUMO

Os açúcares são encontrados em diversos produtos industrializados como sucos e refrigerantes. Os refrigerantes e os sucos industrializados possuem baixo teor nutricional e são alimentos ricos em açúcar, corantes, acidulantes e sódio, isso, na idade de desenvolvimento de crianças e adolescentes, traz uma série de prejuízos à saúde, tendo em vista que estão em pleno desenvolvimento cognitivo. O presente estudo teve como objetivo buscar na literatura quais as metodologias aplicadas para análise quantitativa de açúcares em sucos naturais. Os artigos selecionados para esta revisão permitiram identificar vários estudos que utilizaram métodos de análise quantitativa para determinar parâmetros de qualidade em sucos. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os métodos empregados e a instrumentação utilizada, entretanto, observou-se certas semelhanças nestas pesquisas quanto às etapas de pré-processamento, às técnicas de análise e à percepção sensorial destas bebidas. O emprego de métodos clássicos e modernos de análise físico-química são eficazes na determinação de parâmetros de qualidade de sucos integrais, embora, existam vantagens quando comparados a outros métodos analíticos, em relação às diferenças nos limites de detecção, desvio padrão relativo e precisão analítica.

**Palavras-chave:** Açúcar; análise quantitativa; bebidas integrais.

### ABSTRACT

Sugars are found in many industrialized products such as juices and soft drinks. Soft drinks and industrialized juices have low nutritional content and are foods rich in sugar, dyes, acidulants and sodium, which, at the age of development of children and adolescents, brings a series of damages to their health, considering that they are in full cognitive development. The present study aimed to search the literature for the methodologies applied to quantitative analysis of sugars in natural juices. The articles selected for this review identified several studies that used quantitative analysis methods to determine quality parameters in juices. The results showed significant differences between the methods employed and the instrumentation used, however, certain similarities were observed in these researches regarding the pre-processing steps, the analysis techniques, and the sensorial perception of these beverages. The use of classical and modern methods of physical-chemical analysis are effective in determining the quality parameters of whole fruit juices, although there are advantages when compared to other analytical methods, in relation to differences in detection limits, relative standard deviation and analytical precision.

**Keywords:** Sugar; quantitative analysis; juices.

## INTRODUÇÃO

Os sucos de fruta ou néctares são consumidos por todas as faixas etárias, conhecidas por serem bebidas refrescantes e saudáveis por ser uma boa fonte de vitaminas e minerais. O suco de uva é considerado como um agente na prevenção do câncer por conter substâncias como flavonóides, que possuem ação antioxidante com poder de reduzir os radicais livres protegendo do estresse oxidativo e doenças crônicas (CALDAS et al., 2015; MAIA, 2018).

Por algumas vezes, o rótulo de sucos e néctares são confundidos pelo consumidor. Segundo a legislação, suco (sumo) é uma bebida não concentrada ou diluída que não poderá conter substâncias estranhas à fruta de origem, com proibição para adição de aromas e corantes artificiais. Ainda na classificação de sucos há o “suco integral” que não poderá ter adição de açúcares ou ser reconstituído (BRASIL, 1994). Os néctares de uva por sua vez são obtidos através da dissolução do suco em água, devendo possuir 50% no mínimo de suco da fruta não tendo obrigatoriedade em conservar as propriedades de um suco natural (BRASIL, 2013).

Com o dia a dia mais agitado, a preferência por bebidas industrializadas foi aumentando por conta da praticidade e do aumento do poder aquisitivo da população. O Brasil é o terceiro país em consumo de bebidas não alcoólicas, ficando atrás apenas do EUA e da China. Porém, o consumo per capita no Brasil, em 2013, foi de 35,0 litros/habitante/ano, enquanto nos EUA foi de 44,9 litros/habitante/ano e na China 13,4 litros/habitante/ano de sucos, néctares e refrescos (REGO; VIALTA E MADI, 2016).

Com isso, a indústria de bebidas se beneficia do momento investindo no mercado dos sucos prontos e néctares. Mesmo com a diminuição da produção de néctares houve aumento de consumo per capita, que passou de 3,9 litros/habitante/ano em 2010 passando para 5,31 litros/habitante/ano em 2017 (ABIR, 2018).

A geração de radicais livres é um processo contínuo e fisiológico, desempenhando atividades biológicas importantes, como sinalização celular e defesa contra micro-organismos. Entretanto, o desequilíbrio entre os sistemas pró-oxidantes e antioxidantes, com maior ação pró-oxidante, resulta no chamado estresse oxidativo (RINDLER et al., 2013; BARBOSA et al., 2010).

Dessa forma, a modulação do estresse oxidativo torna-se um importante alvo terapêutico para a manutenção da saúde humana. Bebidas derivadas de uva, como o suco de uva tinto integral, apresentam uma complexa gama de compostos fenólicos, como

antocianidinas, resveratrol e quercetina, conhecidos não só por seu importante efeito antioxidante, atuando na prevenção de reações oxidativas e na formação de radicais livres, mas, também, por suas propriedades anti-proliferativas e anti-inflamatórias, afetando de forma positiva diversos processos celulares (POLSJAK, 2011).

Assim, vitaminas como A, C, E, os carotenóides e polifenóis podem ser obtidos na alimentação e é esperado que as bebidas derivadas das frutas, possam atuar auxiliando a modulação do estresse oxidativo, protegendo o código genético de possíveis mutações, deleções, eventos apoptóticos, assegurando a estabilidade do material genético, e por consequência, promovendo maior longevidade (LEONE; RAMOS; ROCHA, 2011; RIBEIRO, 2018).

Na indústria dos sucos integrais, quatro operações essenciais estão envolvidas: extração de suco bruto, purificação, evaporação e finalmente cristalização (ASADI, 2006). O suco bruto é o principal produto da fase de difusão e é um suco turvo extraído de produto principal. O suco de difusão, industrialmente, é purificado com cal e dióxido de carbono para produzir um suco filtrado claro ou suco fino (CAMPBELL, 2002). Durante a evaporação, o suco fino torna-se um suco contendo aproximadamente 60% de sólidos dissolvidos (suco grosso). Diferentes produtos e subprodutos são produzidos em vários estágios do processamento. As usinas de açúcar exigem a determinação das características de qualidade destes produtos em processo. Elas fazem numerosas análises de rotina de várias estações durante o processamento. A medição do conteúdo de sólidos solúveis (°brix) é uma das principais análises realizadas pelos técnicos em açúcar para avaliar a qualidade do caldo. No entanto, a análise °brix é um método indireto baseado nas mudanças do índice de refração. A quantidade de sacarose geralmente refere-se ao valor de polarização ou 'pol' no processamento do açúcar (ASADI, 2006). A maioria dos procedimentos para medir estes parâmetros de qualidade são baseados em reagentes químicos caros, no trabalho manual e processamento complexo das amostras. Portanto, é necessário desenvolver métodos adequados para medir a qualidade dos sucos integrais nas indústrias (BAHRAMI et al., 2020).

Esse estudo buscou descrever e comparar estudos acerca das metodologias aplicadas para análise de parâmetros de qualidade em amostras de sucos naturais.

## METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, realizou-se uma

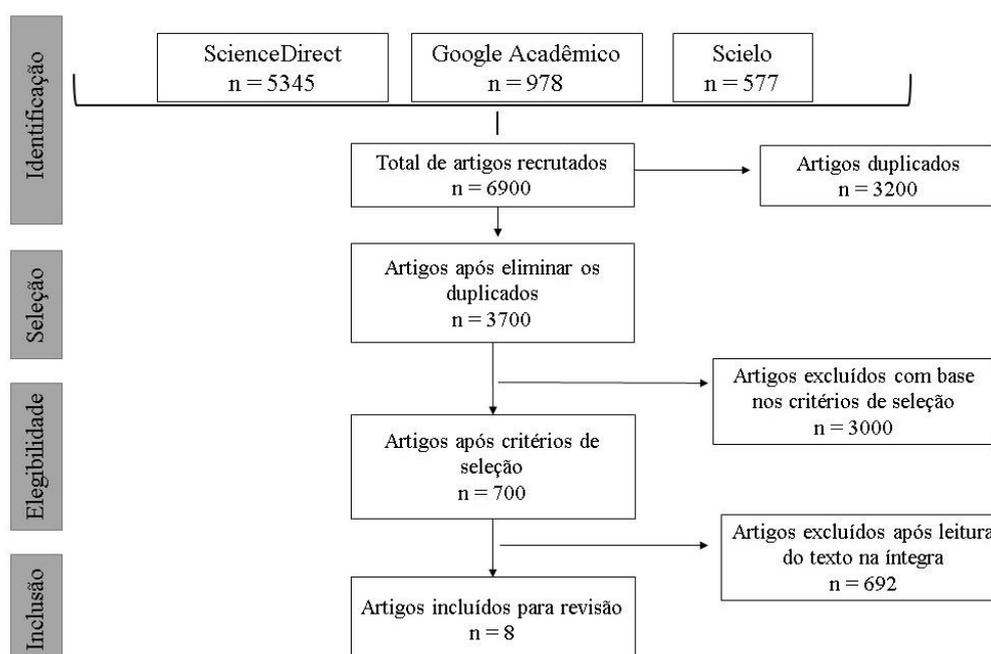
busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Science Direct e Google Acadêmico. Os buscadores utilizados foram: “Quantification of sugar in juice” e “análise físico-química de sucos”, selecionando artigos publicados entre os anos de 2010 a 2020. Desses critérios, selecionamos os seguintes artigos: Perfil físico-químico e sensorial de sucos de uva brancos produzidos por extração a quente; Características físico-químicas de sucos integrais elaborados a partir de uvas da espécie *Vitis rotundifolia*; Avaliação físico-química em sucos de uva concentrados, Evolução da maturação, análise físico-química e sensorial de uvas e sucos de videiras *Vitis labrusca* e híbridas, Quantification of sugars and organic acids in tomato fruits, Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil, Effect of sugar reduction on flavour release and sensory perception in an orange juice soft drink model e

Measurement of quality parameters of sugar beet juices using Near-infrared Spectroscopy and chemometrics. Desses estudos, descrevemos a metodologia utilizada em cada um, os resultados e as conclusões obtidas. Em seguida, comparamos os parâmetros avaliados em cada artigo com a finalidade de verificar qual destes foi mais vantajoso.

Foram considerados artigos sobre metodologias quantitativas envolvendo técnicas cromatográficas e espectroscópicas de análise, como também, sobre análise físico-química relacionadas ao pH, ao teor de sólidos solúveis e à acidez titulável.

Ao total, foram encontrados 6.900 trabalhos de acordo com os critérios adotados. No entanto, destes, foram selecionados 8 trabalhos para compor a discussão do trabalho. As etapas de busca e seleção dos artigos pode ser visualizada de forma mais detalhada no fluxograma da Figura 1.

**Figura 1.** Fluxograma para seleção dos artigos que compõem a revisão integrativa



Fonte: Elaborado pelos autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na busca nas bases de dados, foram obtidos 6.900 artigos. Tendo a base ScieneDirect com o maior total de trabalhos (5.345 artigos), seguidos pelo Google Acadêmico com 978 artigos e Scielo com 577 artigos. Com a aplicação dos critérios de inclusão foram

selecionados 700 artigos e excluídos 3.000. O alto número de artigos excluídos foi devido a esses não estarem dentro do sistema Open access, impossibilitando a leitura completa dos trabalhos. O detalhamento completo dos estudos que foram selecionados para compor a amostra final da revisão integrativa, pode ser visualizado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Detalhes dos artigos utilizados.

| Procedência      | Título do Trabalho   | Autores  | Periódico  | Considerações relevantes do trabalho   |
|------------------|--|--|--|--|
| Google Acadêmico | Perfil físico-químico e sensorial de sucos de uva brancos produzidos por extração a quente.  | Bender, A., Malgarim, M.B, Andrade, S.B, Souza, A.L.K e Caliari, V.  | Rev. Elet. Cient. UERGS, v.4, n5, p. 743-751, 2018.            | Avaliação dos métodos de extração por calor e sua influência na composição físico-química.   |
| Google Acadêmico | Características físico-químicas de sucos integrais elaborados a partir de uvas da espécie <i>Vitis rotundifolia</i> .  | Bender, A, Souza, A.L.K, Caliari, V, Souza, E.L, Malgarim, M.B e Camargo, SS.                                | Brazilian Journal of Food Technology, 22, e2018310, 2019.      | Análises físico-químicas de quatro espécies de uva da espécie <i>Vitis rotundifolia</i>  |
| Google Acadêmico | Avaliação físico-química em sucos de uvas concentrados.  | Silva, H.A, Nascimento, A.P.S, Alcântara, V.M, Alcântara, V.H, Barros, SL.                                   | Revista Craibeiras de Agroecologia v. 4, n. 1, p. e7660, 2019. | Análises físico-químicas de sucos e verificar se os parâmetros estão dentro da legislação vigente.   |
| Google Acadêmico | Evolução da maturação, análise físico-química e sensorial de uvas e sucos de videiras <i>Vitis labrusca</i> e híbridas                                       | Frölech, D.B.  | -  | Avaliação das características físico-químicas de suco de uva das espécies bordô e níagara rosada.  |
| Science Direct   | Measurement of quality parameters of sugar beet juices using Near-infrared Spectroscopy and chemometrics   | Bahrani, M. E., Honarvar, M., Ansari, K., & Jamshidi, B.   | Journal of Food Engineering, 271,109775, 2020.                 | Aplicação única da espectroscopia de infravermelho próximo à previsão da qualidade dos açúcares, mostrando que a espectroscopia NIR é capaz de prever a concentração de sacarose (obtida usando HPLC), °brix e o valor de pH dos sucos em um amplo campo de concentrações. |
| Science Direct   | Quantification of sugars and organic acids in tomato fruits  | Agius, C.; Von Tucher, S.; Poppenberger, B.; Rozhon, W.  | MethodsX, 5, p. 537-550, 2018.                                 | Quantificação confiável da glicose, frutose e ácidos orgânicos não voláteis em frutas, comparando a metodologia descrita com estudos anteriores que utilizam métodos similares.  |
| Science Direct   | Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil | Coelho, E. M.; Padilha, C. V. S.; Miskinis, G. A.; Sá, A. G. B.; Pereira, G. E.; Azevêdo, L. C.; Lima, M. S. | Journal of Food Compositon and Analysis, 66, p. 160-167, 2018. | Determinação dos principais ácidos orgânicos e açúcares em vinhos e sucos de uvas por HPLC-DAD-RID, em uma simples corrida de 20 minutos.  |
| Science Direct   | Effect of sugar reduction on flavour release and sensory perception in an orange juice soft drink model  | Tsitlakidou, P.; Loey, A. V.; Methven, L.; Elmore, J. S.   | Food Chemistry, 284, p. 125-132, 2019.                         | Avaliar como a redução de açúcares afeta a liberação de sete diferentes compostos de sabor e percepção sensorial em sucos e refrigerantes.   |

Bender et al. (2018) acompanhou a maturação por meio de coletas semanais até a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) se manter constante acima de 20. As amostras avaliadas apresentaram pH de 3,6, teor de sólidos solúveis de 14,6° Brix, relação SS/AT de 39,5 e acidez titulável de 49,4 mEq.L<sup>-1</sup>. Foram realizados dois tipos de extrações, a primeira, por extração em panela extratora por arraste de vapor e, a segunda extração, por sistema adaptado simulando trocador de calor e adição de enzimas pectolíticas. As pesquisas relatadas neste trabalho utilizaram metodologias clássicas de análise, como a acidez total por titulação com NaOH 0,1N, o teor de sólidos solúveis em refratômetro digital, e a relação SS/AT determinada pelo quociente entre sólidos solúveis (°Brix) e acidez total em g/100mL do ácido tartárico. O valor de pH na extração a vapor foi de 3,22 assim como encontrado por Araújo (2013) para uvas da variedade Bordô. Enquanto na extração por troca de calor o valor encontrado foi de 3,17; com valores próximos ao encontrado por Araújo (2013) para as variedades Isabel e Concord (3,2 e 3,14; respectivamente), sendo que, ambos os métodos apresentaram valores abaixo dos encontrados por Maia (2018) que obtiveram valores entre 3,5 e 3,7, Frölech (2018) entre 3,28 e 3,48 e, Marques et al. (2019) entre 3,58 e 3,69.

Os teores de sólidos solúveis totais assim como a acidez titulável são determinados pela Instrução Normativa n°14 (BRASIL, 2018). Os teores de sólidos solúveis a 20 °C é de no mínimo 14,0 °Brix, os sucos obtidos por extração a vapor chegaram ao resultado de 12,4 °Brix abaixo do valor da legislação, enquanto o obtido pelo método de troca de calor apresentou resultados de 14,4 °Brix, valor próximo ao encontrado por Bender et al. (2018) para as variedades Summit e Regale (14,4 e 14,33 respectivamente), Dutra et al. (2014) para variedade Isabel precoce (14,6) e Maia (2018) para a variedade concord (14,5).

Já a acidez titulável, segundo a legislação (BRASIL, 2018) é de no mínimo 55 mEq.L<sup>-1</sup>, sendo os valores encontrados foram de 94,3 mEq.L<sup>-1</sup> para o método de extração por vapor e 116,9 mEq.L<sup>-1</sup> para o método troca de calor. Bender et al. (2018) encontraram valores entre 55,95 e 168,73 em sucos integrais elaborados a partir de uvas da espécie *Vitis rotundifolia*.

Quanto a relação SS/AT foi encontrada para o método de arraste à vapor, 17,5 e para o sistema de troca de calor, 16,4; valores semelhantes aos encontrados por Natividade et al. (2010) que obtiveram os valores entre 16,3 e 18,86 em seu estudo sobre sucos de uva integral.

Bender et al. (2019) avaliou parâmetros como o pH, os sólidos solúveis e a acidez titulável das safras de

2016, 2017 e 2018 da colheita de uva. Os resultados obtidos para pH variam entre 2,82 (cultivar Regale) e 3,30 (cultivar Summit) sendo estes, inferiores aos encontrados por Maia (2018) que encontraram valores próximos à 3,5 e 3,63 e, aos encontrados por Natividade et al. (2010) (3,31 e 3,54); Dambrós et al. (2012) (3,24) e de Bender et al. (2018) (3,22 e 3,17).

Para a acidez titulável, os valores encontrados variaram de 55,95 a 168,73 mEq.L<sup>-1</sup> sendo, os valores mais baixos, relacionados à variedade Summit com 55,95; 61,23 e 70,00 mEq.L<sup>-1</sup>. As demais variedades foram semelhantes aos dados obtidos por Bender (2018) (94,30 e 116,9 mEq.L<sup>-1</sup>).

O teor de sólidos solúveis variou de 12 e 15,70 °Brix, sendo os valores das variedades Regale (safra 2016) iguais à 12 °Brix, Noble (safra 2016), 12,30 °Brix e Carlos (safras 2016, 2017 e 2018) com 13,07; 11,09 e 12,97; respectivamente, abaixo do valor estabelecido pela Instrução normativa n°14, 08 de fevereiro (BRASIL, 2018) que é de 14 °Brix. Os dados encontrados nestes trabalhos foram semelhantes aos descritos por Dutra et al. (2014) (13 e 16,4 °Brix).

Silva et al. (2019) analisando sucos de uva concentrado, selecionou 7 marcas distinta em supermercados para estudo. Neste estudo, os valores de acidez total titulável variaram entre 0,323 e 0,453 g/100mL, porém, de acordo com a instrução normativa n° 1 de janeiro (BRASIL, 2000) o valor mínimo é de 0,41g/100mL de ácido tartárico, assim, algumas amostras apresentaram-se abaixo do padrão estabelecido: 0,323 (amostra 1), 0,328 (amostra 3), 0,325 (amostra 6) e 0,368g/100mL (amostra 7), assim como, abaixo dos valores encontrados por Dutra et al. (2014) (0,53 e 0,82g/100mL) e Araújo (2013) (0,74 e 0,85g/100mL). O pH nas amostras variaram de 2,67 a 3,80 sendo as amostras 4 (2,67) e 5 (2,9) com índices abaixo dos valores encontrado por Frölech (2018) (3,28 e 3,48) e Dutra et al. (2014) (3,09 e 3,61).

Para o teor de sólidos solúveis, apenas a amostra 4 (13 °Brix) esteve dentro do limite estabelecido pela legislação (Brasil, 2018). As demais amostras apresentaram teores de SS de 15,9 a 16,8 °Brix, semelhantes as encontrados por Frölech (2018) que obtiveram de 15,6 a 16,5 °Brix.

Frölech (2018) estudou sucos de videiras *Vitis labrusca* e híbridas, utilizando uvas da variedade Bordô e Niágara rosado. Os sucos tiveram os seguintes tratamentos: T1 – ‘Bordô’ (100%); T2 – ‘Bordô’ (70%) + ‘Niágara Rosada’ (30%); T3 – ‘Bordô’ (50%) + ‘Niágara Rosada’ (50%); T4 – ‘Bordô’ (30%) + ‘Niágara Rosada’ (70%); T5 – ‘Niágara Rosada’ (100%). Os métodos de

análise físico-química foram, também, o refratômetro, para sólidos solúveis, da titulometria para a determinação da acidez titulável.

Os valores de pH encontrados variaram de 3,28 a 3,48, valores estes, acima dos encontrados por Bender et al. (2018) (3,17 a 3,22), e, semelhantes aos índices obtidos por Dutra et al. (2014) e Natividade et al. (2010) que variaram de 3,09 a 3,61; e de, 3,31 a 3,54; respectivamente. Os teores de sólidos solúveis obtidos, variaram de 15,6 a 16,5 °Brix, e foram semelhantes aos valores encontrados por Silva et al. (2019) e por Marques et al. (2019) que obtiveram, respectivamente, de 15,9 a 16,8 °Brix e; de 15,1 e 16,9 °Brix, valores estes, aceitáveis quanto ao teor mínimo exigido pela legislação (>14°Brix). Os dados da acidez total apresentaram variação de 0,93 a 1,15 g/100mL dentro dos padrões da Instrução normativa nº1 (BRASIL, 2000) com valor mínimo de 0,41g/100mL de ácido tartárico. Esses valores foram superiores aos encontrados por Dutra et al. (2014) (0,53 a 0,82 g/100mL) e por Silva et al. (2019) (0,323 a 0,588 g/100mL).

É possível notar certas semelhanças nos dados destas pesquisas quando associadas às etapas de pré-processamento, às técnicas de análise e à percepção sensorial das características destas bebidas. Os açúcares eram tradicionalmente analisados por sua capacidade de reduzir íons de cobre (II) ou prata (I). No entanto, estes métodos eram trabalhosos e demorados e permitiam apenas uma diferenciação grosseira dos açúcares na redução e não redução dos açúcares (AGIUS et al, 2018; COELHO et al., 2018; TSITLAKIDOU et al., 2019). Atualmente, são utilizados principalmente métodos cromatográficos (BAHRAMI et al., 2020; SHURUBOR et al., 2016; MANRÍQUEZ et al., 2014; GANCEDO e LUH, 1986; YELLE et al., 1989), eletroforéticos (MONTERO et al., 2004; MISSIO et al., 2015) e enzimáticos (ANTHON, LESTRANGE e BARRETT, 2011; VELTEROP e VOS, 2001; VERMEIR et al., 2007), mas também são aplicados NMR (SORREQUIETA et al., 2013), FTIR (WILKERSON et al., 2013) e NIR (CEN et al., 2007; BAHRAMI et al., 2020). Um método conveniente para análise de açúcares inclui separação em uma coluna de amino (NH<sub>2</sub>) com misturas acetonitrila/água como eluente e detecção usando um detector de índice de refração (IR)

(GANCEDO e LUH, 1986; YELLE et al., 1989). A separação é baseada na interação dos grupos NH<sub>2</sub> da fase estacionária com os grupos hidroxí dos açúcares. Em geral, quanto mais grupos hidroxí um açúcar tem, mais forte é a sua interação com a fase estacionária. Consequentemente, os monossacarídeos eluem primeiro, seguidos pelos dissacarídeos e trissacarídeos. Além do número, também a posição dos grupos hidroxí na molécula é crucial para a retenção, permitindo assim a separação de diferentes sacarídeos. Este método tem a vantagem de que a amostra pode ser injetada diretamente, nenhuma etapa de derivatização é necessária e que as colunas de aminoácidos são comparativamente baratas. Entretanto, os ácidos orgânicos e outros compostos presentes nas amostras podem se ligar fortemente ou mesmo irreversivelmente à coluna, o que pode influenciar a retenção e separação dos açúcares e reduzir a vida útil da coluna. Assim, sabe-se que de compostos extraídos na obtenção destes sucos dependem, fortemente, da matriz (cultivar escolhido) e, consequentemente, de condições como, amostragem (colheita), temperatura e maturação. Neste sentido, novas metodologias/técnicas modernas de análise devem ser utilizadas para reduzir fatores de interferência e extrair dados mais precisos.

## CONCLUSÃO

A partir desse trabalho, concluímos que os métodos clássicos de análise química são, ainda, utilizados na determinação de vários parâmetros de qualidade relacionados aos sucos naturais, mas que, embora sejam vantajosos quando comparados com outros métodos analíticos, entre eles, há diferenças nos limites de detecção, desvio padrão relativo e precisão analítica intrínsecas às técnicas modernas de análise.

Com base nos artigos analisados, há uma variação dos parâmetros de pH, acidez titulável e sólidos solúveis por influência do solo, clima da região, tipo de extração do suco, dos tratamentos utilizados e da variedade do fruto. Dos resultados descritos em revisão, todos os parâmetros analisados estão em níveis aceitáveis de acordo com a legislação vigente.

## REFERÊNCIAS

AGIUS, C.; VON TUCHER, S.; POPPENBERGER, B.; ROZHON, W. Quantification of sugars and organic acids in tomato fruits. **MethodsX**, v.5, p. 537-550, 2018.

ANTHON, G. E.; LE STRANGE, M.; BARRETT, D. M. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 7, p. 1175-1181, 2011.

ARAÚJO, Gracieli Xavier de. Caracterização físico-química de sucos de uva artesanais da região sudoeste do Paraná. 2013.

ASADI, M. Beet-sugar handbook: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2006.

Associação da indústria de Refrigerantes e de bebidas não alcoólicas. Mercado de bebidas não alcoólicas no Brasil, 2010 a 2017. Brasília: ABIR, 2018.

BAHRAMI, M. E., HONARVAR, M., ANSARI, K.; JAMSHIDI, B. Measurement of quality parameters of sugar beet juices using near-infrared spectroscopy and chemometrics. **Journal of Food Engineering**, v. 271, p. 109775, 2020.

BARBOSA, K. B. F. B.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. de C. G.; PAULA, S. O. De; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 4, p. 629-43, 2010.

BENDER, A.; SOUZA, A. L. K. de; CALIARI, V.; SOUZA, E. L. de; MALGARIM, M. B.; CAMARGO, S. S. Características físico-químicas de sucos integrais elaborados a partir de uvas da espécie *Vitis rotundifolia*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

BENDER, A.; SOUZA, A. L. K. de; CALIARI, V.; MALGARIM, M. B.; ANDRADE, S. B. de. Perfil físico-químico e sensorial de sucos de uva brancos produzidos por extração a quente. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 5, p. 743-751, 2018.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01, DE 7 DE JANEIRO DE 2000.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 14, DE 8 DE FEVEREIRO DE 2018.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 42, DE 11 DE SETEMBRO DE 2013.

BRASIL. Presidência da República - Casa Civil. Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

CALDAS, B. S.; CONSTANTINO, L. V.; SILVA, C. H. G. A.; MADEIRA, T. B.; NIXDORF, S. L. 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.

CAMPBELL, L. G. Sugar beet quality improvement. **Journal of crop production**, v. 5, n. 1-2, p. 395-413, 2002.

CEN, H.; BAO, Y.; HE, Y.; SUN, D.-W.; Visible and near infrared spectroscopy for rapid detection of citric and tartaric acids in orange juice, **Journal of Food Engineering**, v. 82, n. 2, p. 253-260, 2007.

COELHO, E. M.; PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SÁ, A. G. B.; PEREIRA, G. E.; AZEVÊDO, L. C.; LIMA, M. S. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.66, p. 160-167, 2018.

DAMBRÓS, D.; PEREIRA, G. E.; TAVARES, S. C. C. de H.; DE OLIVEIRA, J. B. Características físico-químicas do suco de uva da cultivar "Isabel" na zona da mata de Pernambuco para avaliação do potencial de comercialização. In: **Embrapa Uva e Vinho-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012., 2012.

DUTRA, M. da C. P.; LIMA, M. dos S.; BARROS, A. P. A.; MASCARENHAS, R. de J.; LAFISCA, A. Influência da variedade de uvas nas características analíticas e aceitação sensorial do suco artesanal. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 3, p. 265-272, 2014.

FRÖLECH, D. B. **Evolução da maturação, análise físico-química e sensorial de uvas e sucos de videiras *Vitis labrusca* e híbridas**. 2018. 105f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

GANCEDO, M.C.; LUH, B.S. HPLC analysis of organic acids and sugars in tomato juice, **Journal of Food Science**. v. 51, p. 571-573, 1986.

LEONE, R. de S.; RAMOS, A. M.; ROCHA, F. I. G. Avaliação de componentes bioativos em suco misto de

frutas e hortaliça durante 100 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, p. 480-489, 2011.

MAGWAZA, L. S., OPARA, U. L., NIEUWOUDT, H., CRONJE, P. J., SAEYS, W., & NICOLAÏ, B. NIR spectroscopy applications for internal and external quality analysis of citrus fruit—a review. **Food and Bioprocess Technology**, v.5, n.2, p. 425-444, 2012.

MAIA, A. F. **Composição físico-química e sensorial de sucos de Vitis vinifera L.'Alicante Bouschet'e'Merlot'com uvas da região de Santana do Livramento, RS.** 2018. 77 f. Trabalho de Conclusão (Graduação) – Curso de Bacharelado em Enologia, Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, RS.

MANRÍQUEZ, D.A.; MUNOZ-ROBREDO, P.; GUDENSCHWAGER, O.; ROBLEDO, P.; DEFILIPPI, B.G. Development of flavor-related metabolites in cherimoya (*Annonacherimola Mill.*) Fruit and their relationship with ripening physiology, **Postharvest Biology and Technology**. v.94, p.58–65, 2014.

MARQUES, A. T. B; RYBKA, A. C. P; BARROS, E. S. de; NASCIMENTO, D. C. S do; LEÃO, P. C. de S. Influência do porta-enxerto sobre a composição físico-química do suco da uva BRS Magna cultivada em condições tropicais. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 26, 2019, Juazeiro, BA/Petrolina, PE. Fruticultura de precisão: desafios e oportunidades-anais. Petrolina: Embrapa Semiárido: UNIVASF: SBF, 2019.

MEHROTRA, R., & SIESLER, H. W. Application of mid infrared/near infrared spectroscopy in sugar industry. **Applied Spectroscopy Reviews**, v.38, n.3, p.307-354, 2003.

MISSIO, J. C.; RENAU, R. M.; ARTIGAS, F. C.; CORNEJO, J. C. Sugar-and-acid profile of penjar tomatoes and its evolution during storage. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 04, p. 314-321, 2015.

MOGHIMI, A.; AGKHNI, M. H., SAZGARNIA, A.; SARMA, M. Vis/NIR spectroscopy and chemometrics for the prediction of soluble solids content and acidity (pH) of kiwifruit. **Biosystems engineering**, v. 106, n. 3, p. 295-302, 2010.

MONTERO, C. M.; DODERO, M. C. R.; SÁNCHEZ, D. A. G.; BARROSO, C. G. Analysis of low molecular weight carbohydrates in food and beverages: a review. **Chromatographia**, v. 59, p.15–30, 2004.

NATIVIDADE, M. M. P.; FANTE, C. A.; ALVES, R. da S.; LIMA, L. C. de O. Avaliação das características físico-químicas de sucos de uva integral para comparação com especificações legais. In: **CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**, Lavras, MG. 2010.

POLSJAK, B. Strategies for reducing or preventing the generation of oxidative stress. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, p. 1-15, 2011

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C; **Brasil beverage trends 2020** – 1 ed. – Campinas: ITAL, 2016. 302 p.: il, 27 cm.

RIBEIRO, V. M. **Efeito do consumo de bebidas ricas em polifenóis sobre concentração de enzimas antioxidantes e níveis relativos de RNAm dos genes p53 e ATM em animais alimentados com dieta hiperlipídica.** 2018. 107 f. Trabalho de Conclusão (Pós-graduação). Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal Fluminense.

RINDLER, P. M.; PLAFKER, S. M.; SZWEDA, L. I.; KINTER, M. High dietary fat selectively increases catalase expression within cardiac mitochondria. **The Journal of biological chemistry**, v. 288, n. 3, p.1979–1990, 2013.

SHURUBOR, Y.I.; COOPER, A.J.; ISAKOVA, E.P.; DERYABINA, Y.I.; BEAL, M.F.; KRASNIKOV, B.F. Simultaneous determination of tricarboxylic acid cycle metabolites by high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection, **Analytical Biochemistry**. v.503, p.8–10, 2016.

SILVA, H. A.; NASCIMENTO; A. P. S.; ALCÂNTARA, V. M. de; ALCÂNTARA, V. H. de; BARROS, S. L. Avaliação físico-química em sucos de uvas concentrados. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 7660, 2019.

SMALL, G. W. Chemometrics and near-infrared spectroscopy: avoiding the pitfalls. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 25, n. 11, p. 1057-1066, 2006.

SORREQUITA, A.; ABRIATA, L.A.; BOGGIO, S.B.; VALLE, E.M. Off-the-vine ripening of tomato fruit causes alteration in the primary metabolite composition, **Metabolites** 2013, v. 3, p. 967–978.

TSITLAKIDOU, P.; LOEY, A. V.; METHVEN, L.; ELMORE, J. S. Effect of sugar reduction on flavour release and sensory perception in an orange juice soft drink model, **Food Chemistry**, v.284, p.15-132, 2019.

VELTEROP, J. S.; VOS, F. A rapid and inexpensive microplate assay for the enzymatic determination of glucose, fructose, sucrose, L-malate and citrate in tomato (*Lycopersicon esculentum*) extracts and in orange juice. **Phytochemical Analysis**, v. 12, n. 5, p. 299–304, 2001.

VERMEIR, S.; NICOLAÏ, B.M.; JANS, K.; MAES, G.; LAMMERTYN, J. High throughput microplate enzymatic

assays for fast sugar and acid quantification in apple and tomato. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 3240–3248, 2007.

WILKERSON, E.D.; ANTHON, G.E.; BARRETT, D.M.; SAYAJON, G.F.; SANTOS, A.M.; RODRIGUEZ-SAONA, L.E.; Rapid assessment of quality parameters in processing tomatoes using hand-held and benchtop infrared spectrometers and multivariate analysis, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 2088–2095, 2013.

YELLE,S.; BEESON, R.C.; TRUDEL, M.J.; GOSSELIN, A. Acclimation of two tomato species to high atmospheric CO<sub>2</sub>: II. Ribulose-1,5- biphosphate carboxylase/oxygenase and phosphoenolpyruvate carboxylase, **Plant Physiol.**, v. 90 p. 1473–1477, 1989.