



ANÁLISE DE SUCO DE UVA UTILIZANDO LÍNGUA ELETRÔNICA MICROFLUÍDICA

Palavras-Chave: Língua eletrônica, suco de uva, análise estatística

Autores(as):

MARCELA VIEIRA DE CARVALHO, FEA- UNICAMP

TATIANA AMERICO DA SILVA (coorientadora), FEA- UNICAMP

Prof. Dr. DOUGLAS F. BARBIN (orientador), FEA-UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O suco de uva é uma bebida límpida ou turva extraída da uva por meio de processos tecnológicos adequados (Rizzon, 2007), a qual não possui teor alcoólico e é rica em compostos fenólicos, minerais e ácidos orgânicos. Produzido em diversas regiões do país, o suco de uva é comercializado em diferentes marcas, com diferentes composições. Neste trabalho, focamos no suco de uva integral, caracterizado por sua concentração e composição naturais, sem adição de açúcares.

Para garantir a qualidade e uniformidade do suco de uva integral durante o seu processamento, é fundamental realizar análises, as quais permitem monitorar e controlar as etapas produtivas, assegurando a padronização da bebida (Pereira et al., 2018). Nesse contexto, técnicas modernas, como a utilização de línguas eletrônicas, têm se mostrado relevantes.

A língua eletrônica, também conhecida como *e-tongue*, utilizada neste trabalho é um equipamento microfluídico composto por quatro sensores colineares, capazes de analisar pequenas amostras de líquidos complexos de maneira rápida e com pouca quantidade de amostras (BRAUNGER et al., 2020). Nesse sentido, sua aplicação no processamento do suco de uva integral possibilita avaliar as características sensoriais da bebida, auxiliando na detecção de variações que possam ocorrer durante o processo produtivo.

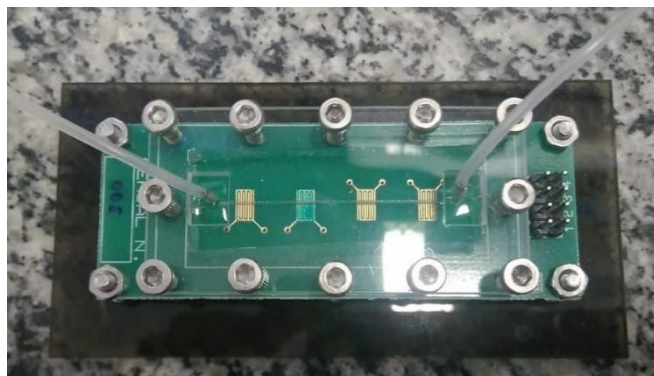
No presente trabalho, propusemos a utilização de uma língua eletrônica microfluídica para analisar amostras de diferentes marcas de suco de uva comerciais. Adicionalmente, conduzimos análises físico-químicas de referência, sendo essas: acidez total titulável, pH, compostos fenólicos totais e sólidos solúveis totais. Os dados obtidos foram avaliados através do teste de médias e da análise de componentes principais (PCA), com o *Minitab* e com o *Matlab*, respectivamente.

METODOLOGIA:

Foram adquiridas dez diferentes marcas de suco, sendo elas: Aurora, OQ, Sabor Uva, Mosteiro, Casa Madeira, Panizzon, Maguary, Salton, Bebah e Unisabor. Dentre as marcas escolhidas, os ingredientes se diferem pela presença ou não de aditivos, quais aditivos e adição ou não de água na composição.

Cada uma das amostras foi submetida a uma análise na língua eletrônica, com o analisador de impedância *Hioki IM3536, LCR METER* realizando as medições em cada unidade sensorial três vezes para validação estatística. É válido ressaltar que a *e-tongue* foi calibrada utilizando água destilada. Além disso, antes e depois de cada análise de suco, foi passada água destilada para realização da limpeza e feita uma leitura em triplicata para melhor comparação.

Figura 1. Língua eletrônica microfluídica utilizada.



As amostras também foram submetidas a análises de referência em triplicata, sendo essas: pH, sólidos solúveis, acidez total titulável e compostos fenólicos totais. As medidas de pH foram feitas a partir de um pHmetro da marca *OHAUS* modelo *ST2100*. A acidez titulável foi feita por meio da titulação de 50mL da amostra, em concentração 50:1 de água destilada em relação ao suco de uva, com NaOH, em concentração 0,1 mol por litro. Os sólidos solúveis (°Brix), foram medidos a partir de um refratômetro portátil *KASVI*, modelo *K52-032*. O teste de compostos fenólicos totais foi realizado utilizando o reagente de Folin Ciocalteu e ácido gálico para desenvolvimento da curva de calibração (ROSA et al., [s.d.]). A leitura da absorbância foi feita no espectrofotômetro da *PG Instruments*, modelo *T60 U*. Todas as medidas foram feitas de acordo com as normas do (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Após a realização de todas as análises de referência e obtenção dos valores de impedância, foi feita uma análise estatística com esses dados, utilizando o método de *Principal Component Analysis* (PCA), permitindo revelar a existência ou não de amostras anômalas, de relações entre as variáveis medidas e de relações ou agrupamentos entre amostras de suco de uva (LYRA et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As amostras de suco de uva foram submetidas a uma série de análises, começando pela *e-tongue*, seguida por análises físico-químicas nos dias posteriores a suas aberturas. Os resultados das medições de pH, compostos fenólicos totais, grau brix e acidez titulável estão apresentados na Tabela 1, tendo sido utilizado o teste de Tukey com uma probabilidade de 5% para comparar as médias. Além disso, os rótulos das amostras foram analisados com o objetivo de detectar diferenças na composição.

Os valores obtidos foram expressos na forma de unidades médias \pm desvio padrão, levando em consideração três repetições por amostra.

Tabela 1. Composição dos sucos de uva comerciais e resultados das análises físico-químicas a partir do teste de médias a 5%.

Marca do Suco	Possui adição de água?	Descrição dos aditivos	pH	SST (°Brix)	ATT (g/100mL)	CFT (g/L)
Aurora	Não	Conservante Sorbato de Potássio e Antioxidante Dióxido de Enxofre.	3.10 \pm 0.01 ^{de}	15.9 \pm 0.2 ^b	1.3 \pm 0.1 ^{bcd}	0.28 \pm 0.06 ^c
OQ	Não	Não possui aditivos	3.61 \pm 0.18 ^a	17.0 \pm 0.2 ^a	1.4 \pm 0.1 ^{abc}	0.28 \pm 0.07 ^c
Sabor Uva	Sim	Não possui aditivos	3.20 \pm 0.06 ^{cdf}	14.1 \pm 0.2 ^{ef}	0.6 \pm 0.1 ^g	0.52 \pm 0.04 ^{ab}
Mosteiro	Não	Conservante Sorbato de Potássio e Antioxidante Dióxido de Enxofre.	3.15 \pm 0.02 ^{de}	15.4 \pm 0.2 ^c	1.5 \pm 0.1 ^a	0.30 \pm 0.08 ^c
Casa Madeira	Não	Não possui aditivos	3.37 \pm 0.04 ^{bc}	16.9 \pm 0.2 ^a	1.0 \pm 0.1 ^{ef}	0.61 \pm 0.04 ^a
Panizzon	Não	Conservante Sorbato de Potássio e Antioxidante Dióxido de Enxofre.	3.27 \pm 0.01 ^{bcd}	14.3 \pm 0.2 ^e	1.2 \pm 0.1 ^{cde}	0.37 \pm 0.08 ^{bc}
Maguary	Sim	Acidulante Ácido Cítrico; Conservantes Sorbato de Potássio e Benzoato de Sódio; Antioxidante Metabissulfito de sódio e Antiespumante Dimetilpolisiloxano.	3.04 \pm 0.03 ^e	13.5 \pm 0.2 ^g	1.0 \pm 0.1 ^f	0.31 \pm 0.01 ^c
Salton	Não	Não possui aditivos	3.29 \pm 0.01 ^{bcd}	15.1 \pm 0.2 ^{cd}	1.4 \pm 0.1 ^{cab}	0.47 \pm 0.06 ^{abc}
Bebah	Não	Antioxidante Dióxido de Enxofre	3.20 \pm 0.02 ^{cde}	14.8 \pm 0.2 ^d	1.2 \pm 0.1 ^{bcd}	0.27 \pm 0.07 ^c
UniSabor	Não	Conservante Sorbato de Potássio e Antioxidante Dióxido de Enxofre.	3.40 \pm 0.02 ^b	13.8 \pm 0.2 ^{fg}	1.1 \pm 0.1 ^{def}	0.30 \pm 0.06 ^c

SST: sólidos solúveis totais. ATT: acidez total titulável em g de ácido tartárico em 100ml de suco. CFT: compostos fenólicos totais. Letras diferentes indicam que as amostras são estatisticamente diferentes entre si.

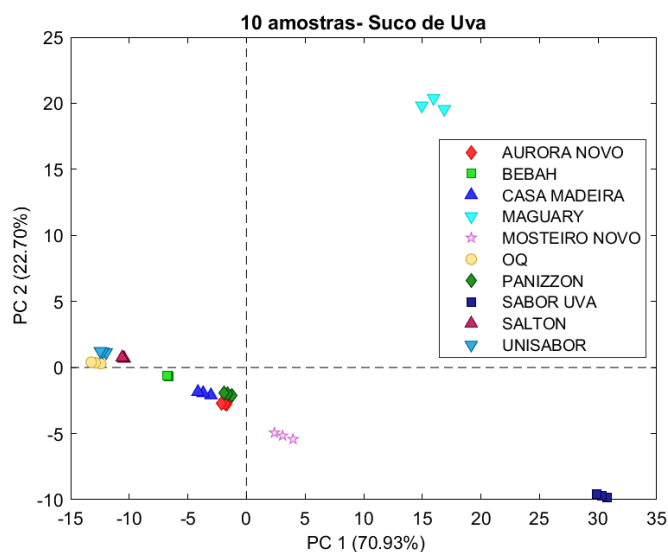
Fonte: Autores (2023)

Analisando a Tabela 1, observa-se que o pH apresentou valores entre 3,04 e 3,61, a acidez total titulável apresentou resultados médios entre 1,0 e 1,5 gramas de ácido tartárico em 100 mL de suco de uva, os compostos fenólicos totais apresentaram resultados médios entre 0,61 e 0,27, e os valores médios de sólidos solúveis totais ficaram entre 13,5 e 17,0 graus Brix.

Figura 2. Gráfico scores do PCA dos sucos de uva

O PCA foi feito utilizando os dados obtidos pela língua eletrônica, utilizando as triplicatas das frequências de cada amostra de suco uva, que pode ser observado na Figura 2, disposta à direita.

Nesse contexto, a modelagem do PCA com dois fatores para esses dados obteve 22,7% de variância para PC2 e 70,93% de variância para PC1, totalizando 93,63%. Observa-se que os sucos “Maguary” e “Sabor Uva” se encontram deslocadas para a direita de PC1, já as demais amostras estão deslocadas para a esquerda de PC1. Nesse contexto, essa distância pode ser explicada pelas suas respectivas composições, uma vez que as marcas Aurora, OQ, Mosteiro, Casa Madeira, Panizzon, Salton, Bebah e Unisabor são compostas exclusivamente de suco de uva integral, enquanto as que estão mais afastadas possuem adição de água em sua composição.



CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos sugerem que a língua eletrônica conseguiu diferenciar as amostras de suco de uva em relação a composição, possibilitando a utilização do equipamento para fins de controle de qualidade. Ademais, em relação as análises de referência, os resultados sugerem que a *e-tongue* não obteve resultados satisfatórios em relação a identificação desses parâmetros. Isso porque, apesar de algumas amostras se agruparem na análise estatística não foi possível observar uma padronização nesse aspecto. Estes resultados demonstram que o sistema multi-sensor tem potencial para utilização em análise de sucos de uva online em linhas de processamento de forma rápida e objetiva.

BIBLIOGRAFIA

Braunger et al. (2020). Desenvolvimento de uma língua eletrônica microfluídica para análise de suco de uva. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química. ISSN 2179-9456.

Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

Lyra, S. et al. Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. v. 33, n. 7, p. 1594–1597, 1 jan. 2010.

Pereira, G. V. M., Rodrigues, J. P., de Mello, A. P. S., Gómez-Alonso, S., Hermosín-Gutiérrez, I., &

Guido, L. F. (2018). Compostos fenólicos em sucos de uva e vinhos: química, reatividade e aplicação da espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN). *Química Nova*, 41(7), 778-788.

Rizzon, L. A. (2007). *Tecnologia da uva e do vinho*. (Vol. 1). Editora UFV.