



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Determinação de metais pesados em suco de uvas por espectrometria de absorção atômica em chama - F AAS***Determination of heavy metals in grape juice by atomic absorption spectrometry flame - F AAS***

Daniele Dobke¹, Julião Freitas Martinez²,
Glauco Rasmussen Betemps³, Pedro José Sanches Filho⁴

RESUMO

Neste trabalho amostras de suco de uvas foram avaliadas com o objetivo de determinar os níveis de Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, bem como observar se as mesmas atendem os valores estabelecidos pela legislação brasileira. Todas as amostras foram adquiridas no comércio varejista de Pelotas - Rio Grande do Sul. As amostras foram digeridas com ácido nítrico (HNO₃) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em banho-maria durante 30 min e os metais foram determinados por espectrometria de absorção atômica em chama - F AAS. Não foram detectados Cr, Pb e Ni em nenhuma das amostras. Cu e Zn foram encontrados, sendo o Zn o elemento de maior concentração, mas nenhuma das amostras apresentou níveis de metais acima do permitido pela legislação.

Palavras-chave: Banho-maria; metais pesados; sucos de uva; F AAS.

ABSTRACT

In this paper grape juice samples were evaluated in order to determine the levels of Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, and observe whether they meet the values established by Brazilian law. All samples were acquired in the retail of Pelotas. - Rio Grande do Sul Samples were digested with nitric acid (HNO₃) and hydrogen peroxide (H₂O₂) in a water bath for 30 min and metals determined by atomic absorption spectrometry flame - F AAS. Cr, Pb and Ni were not detected in any sample, Cu and Zn were found, and the Zn element was observed in higher concentrations, but none of the samples showed levels of metals above permitted by brazilian law.

Keywords: Water bath; heavy metals; grape juices; F AAS.

¹ Cooperativa Sul-rio-grandense de Laticínios Ltda. - COSULATI, Pelotas/RS - Brasil. E-mail: danieledobke@gmail.com

² Mestrando em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba/PR - Brasil. E-mail: juliao.enologia@gmail.com

³ Instituto Federal Sul-rio-grandense - IFSul, Pelotas/RS - Brasil. E-mail: glauco.betemps@gmail.com

⁴ Instituto Federal Sul-rio-grandense - IFSul, Pelotas/RS - Brasil. E-mail: sanches@pelotas.ifsul.edu.br



1. INTRODUÇÃO

A uva (*Vitis spp*) é uma das frutas mais antigas utilizadas na alimentação humana e, atualmente, a mais consumida no mundo inteiro, tanto na forma “*in natura*”, quanto na forma de vinhos, sucos entre derivados. (MELO, 2010). Entre as cultivares de videiras empregadas na elaboração de suco, destacam-se três da espécie *Vitis labrusca* (Concord, Isabel e Bordô) e uma cultivar da espécie *Vitis bourquina* (Jacquez). (RIZZON *et al.*, 1998).

O suco de uva é uma bebida não fermentada, obtida do mosto simples, sulfitado ou concentrado, através de processamento tecnológico adequado. Esse produto deverá apresentar caracterização estabelecida, conforme a Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), de cor tinto, rosado e branco, aroma e sabor característico, sendo tolerada a graduação alcoólica de até 0,5 % em volume. (BRASIL, 2004). Dentre as diferentes legislações existentes, a portaria nº 259, de 31 de maio de 2010 (BRASIL, 2010), é a que define os limites máximos de metais.

Quanto ao processamento e constituição, o suco de uva pode ser classificado como: suco de uva integral, concentrado, desidratado, adoçado, reprocessado ou reconstituído, néctar de uva e refresco.

O suco de uva integral é o suco apresentado na sua concentração e composição natural, límpido ou turvo, não sendo permitida a adição de outro tipo de açúcar, apenas da uva através de processos tecnológicos adequados. (BRASIL, 2004).

O néctar é a bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto. Segundo a Instrução Normativa Nº 24, de 30 de Agosto de 2012 o néctar de uva deve conter pelo menos 50 % de polpa ou suco de uva. (BRASIL, 2012).

Os sucos de uvas são produzidos no mundo inteiro não só pelo seu sabor, mas, principalmente por serem rica fonte de compostos que proporcionam benefícios a saúde humana entre eles os minerais (macronutrientes e micronutrientes). (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Os metais são componentes químicos essenciais para o corpo humano, os quais em baixas concentrações possuem características fundamentais para o funcionamento do organismo, quando em altas concentrações podem vir a ser prejudiciais à saúde. (LOBO; TRAMONTE, 2004). Podem ser classificados ainda como elementos essenciais e são subdivididos em: macro elementos, necessários na ordem de grama (sódio, potássio, magnésio e cálcio); elementos em traço, necessários na ordem de miligrama (ferro, zinco, cobre e manganês); elementos ultra traço, necessários na ordem de micro a nanograma (selênio e boro como exemplos). (OGA, 1996; DAVIES, 2002; GROSS *et al.*, 2002).

Sabe-se que a concentração de metais nos alimentos é independente de sua origem, essa concentração é devido às condições ambientais de onde o alimento foi produzido, bem como das técnicas de elaboração empregadas no seu processamento e das condições de armazenamento. (MIDIO; MARTINS, 2000).



Em virtude de seu elevado valor nutricional, o suco de uva vem sendo cada vez mais consumido pela população. Soares (2008) afirma que sucos concentrados de frutas são amplamente utilizados pelas famílias brasileiras. Segundo Campos *et al.* (2010) a literatura está carente de relatos utilizando sucos industrializados, principalmente de néctares, sendo estes em plena ascensão de consumo.

Dentro desse contexto, é necessário que haja maiores informações sobre sua composição, que hoje são escassas. Por isso, vários estudos recentes têm discutido sobre determinação de elementos-traço em alimentos como sucos e vinhos. (ASSIS, *et al.*, 2008; ANWAR *et al.*, 2014; AJAÍ *et al.*, 2014).

Vale ressaltar ainda que os níveis de metais em sucos de uva podem ser atribuídos ao clima, o tipo de solo, o manejo, a adição de fertilizantes e adubos, assim como o contato com os equipamentos durante sua produção.

Na literatura autores como Ferreira *et al.* (2002), Pinto *et al.* (2005), Gromboni *et al.* (2006) e Gromboni *et al.* (2008), tem empregado técnicas como ICP OES, ICP MS, ICP PES entre outras, na determinação de metais em sucos. A espectrometria de absorção atômica com chama (F AAS) é a técnica mais utilizada para determinação elementar, devido à sua configuração simples, baixos custos de operação, robustez, e boa seletividade, além de ser uma técnicas amplamente utilizada para a determinação de metais em materiais biológicos. (DAVIES; BERNDT, 2003; QUINÁIA; NÓBREGA, 2000). Logo este trabalho buscou determinar por espectrometria de absorção atômica com chama - F AAS as concentrações de metais tóxicos: Cobre, Chumbo, Cromo, Níquel, Zinco em diferentes apresentações (Concentrações e embalagens), estabelecendo os níveis de metais apresentados pelas amostras consumidas na região Sul do Rio Grande do Sul. Comparando os resultados com a portaria nº 259, de 31 de maio de 2010.

2. METODOLOGIA

2.1. AMOSTRAS

Nesse trabalho foram analisadas amostras de sucos de uva, compradas aleatoriamente em mercados da região, em diferentes formas de embalagens. As amostras após aquisição foram armazenadas em temperatura ambiente a 20°C, até o momento de sua abertura. As amostras foram agrupadas em: sucos naturais de uva - em lata de alumínio (S1NLA); duas marcas em embalagens de polietileno (PET): (S2NPET, S3NPET); uma marca em embalagem Tetra Pak: (S4NTP); dois sucos integrais em embalagens de vidros: (S5IV, S6IV) e um néctar em lata de alumínio: (N7LA).

2.2. REAGENTES

Os materiais utilizados para o manuseio e armazenamento das amostras foram submetidos à descontaminação por meio de solução de HNO₃ a 10% (v / v) durante 24 horas e, em seguida, secou-se esse material a 105°C, segundo metodologia descrita por Teótulo e colaboradores (2004).



Os reagentes utilizados foram de grau analítico. O ácido nítrico concentrado (65% v/ v) e peróxido de hidrogênio (70% v/ v) da marca Merck foram usados na digestão das amostras.

Para a curva analítica foram preparados padrões, a partir de soluções estoque padrão de 1,000 mg L⁻¹ de Cu , Cr , Pb, Ni e Zn, todos da marca Merck. Foram feitas três medidas de cada padrão em cinco pontos (0,4 1,0, 2,0, 2,5 e 4,0 mg L⁻¹ para faixa de 0,4-4,0 e 0,2, 0,4, 1,0, 1,5 e 2,0 para faixa de 0,2 a 2,0), 0,8. O software do aparelho faz a média de cada sinal em cada concentração, ou seja cada padrão foi medido três vezes sendo a absorvância de cada ponto a média destas absorvâncias. As faixas de concentração estão expressas na tabela 1.

Para a determinação de metais foi realizada a digestão ácida conforme a metodologia descrita por (CAMPOS *et al.*, 2010), onde 25mL de amostra de suco de uva foi misturado a 5mL de ácido nítrico PA e 5mL de peróxido de hidrogênio PA, sendo as amostras aquecidas em banho-maria por 30 minutos, até a amostra tornar-se incolor, filtraram-se, acondicionando-se em balões volumétricos de 50mL, completando seu volume com água ultrapura (Mili-Q). Todas as digestões foram realizadas em triplicata. A preparação de branco foi realizada sob as mesmas condições das amostras.

2.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE METAIS

Para a determinação de Cr, Cu, Pb, Ni e Zn, as amostras foram submetidas a análises por espectrometria de absorção atômica com chama, modelo Perkin Elmer Analyst 200, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Condições operacionais utilizadas para as medidas de espectrofotometria de absorção atômica com chama na determinação dos metais estudados.

Elemento	Energia da Lâmpada (mA)	Chama Mistura de gases	Faixa linear (mg/L)	λ (nm)
Pb	10,0	Ar-acetileno	0,4 - 4,0	324,7
Cu	15,0	Ar-acetileno	0,2 - 2,0	357,9
Zn	15,0	Ar-acetileno	0,4 - 2,0	232,0
Cr	25,0	Óxido nitroso-acetileno	0,2 - 2,0	217,0
Ni	25,0	Ar-acetileno	0,2 - 4,0	213,9

Os gases foram adquiridos da White Martins.
Fluxos: Acetileno 2,5 L/min ar 10 L/min; Acetileno 6,0 L/min; N₂O 7,5L/min

Fonte: Autores.

Os limites de detecção foram determinados pela soma da média do branco mais três (03) vezes o desvio padrão, enquanto que para o limite de quantificação, foi considerada a média do branco mais dez (10) vezes, de acordo com a IUPAC (1997).

Para avaliar a influência da concentração de matéria orgânica bem como o processo de digestão, sobre a exatidão, amostra de suco de uva natural S1NLA foi fortificada com 2 mg L⁻¹ de cada analito.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 apresenta as figuras de mérito para o método analítico utilizado. Observa-se através do coeficiente de determinação (R^2) que as curvas analíticas apresentaram uma resposta linear, com R^2 variando entre 0,987 e 0,999 para as faixas de concentração utilizadas. Pelo coeficiente angular de regressão observa-se que as análises foram mais sensíveis para o Zn e menos sensíveis para o Pb, considerando apenas a sensibilidade de calibração. Os valores de recuperação variaram entre 84,2% \pm 0,9% para o Zn e 105,8% \pm 1,4% para o Ni, indicando valores de recuperação aceitáveis, pois segundo a ANVISA (BRASIL, 2003), recuperações entre 80% e 120%, são consideradas satisfatórias para validar um método analítico.

Tabela 2 - Equações referentes a curva analítica de cada metal, com resultados de recuperação, e os LD e LQ para cada metal analisado (Equação da reta $Y = ax \pm b$).

Metal	a	b	R2	Rec% \pm RSD%	LD (mg L-1)	LQ (mg L-1)
Cu	0,275	0,013	0,996	101,6 \pm 2,8	0,01	0,03
Cr	0,032	0,010	0,987	92,0 \pm 0,8	0,03	0,09
Ni	0,085	0,036	0,999	105,8 \pm 1,4	0,04	0,13
Pb	0,010	0,005	0,998	95,0 \pm 2,4	0,08	0,27
Zn	1,172	0,041	0,989	84,2 \pm 0,9	0,05	0,16

LD: Limite de detecção (mg L-1); LQ: limite de quantificação (mg L-1); Rec: Recuperação (%);
a: coeficiente angular de regressão; b: coeficiente linear de regressão;
R2: coeficiente de determinação; RSD (%): desvio padrão relativo em porcentagem.

Fonte: Autores.

Os limites de detecção variaram entre 0,01 mg L⁻¹ para o Cu, e 0,08 mg L⁻¹ para Pb e os limites de quantificação foram 0,03 mg L⁻¹ para o Cu e 0,27 mg L⁻¹ para Pb. São valores que permitem a utilização deste método para comparação dos resultados em função dos parâmetros da norma que regulamenta esses analitos. Estes valores encontrados foram inferiores àqueles obtidos por outros autores como Campos (2010), que determinou os seguintes valores de LD: Pb (0,2 mg L⁻¹); Zn (0,5 mg L⁻¹); Cu (0,2 mg L⁻¹); Cr (0,1 mg L⁻¹); Ni (0,2 mg L⁻¹) por espectrofotometria de absorção atômica com atomização em chama. Este fato demonstra a estabilidade da leitura do aparelho, bem como a qualidade das análises em função das medidas dos brancos.

Os níveis de metais encontrados para cada amostra de suco encontram-se na tabela 3, assim como os limites máximos de metais estabelecidos pela portaria nº 259, de 31 de maio de 2010. (BRASIL, 2010).

Observa-se através dos resultados, que dentre os metais estudados, não foram detectados Cr, Pb e Ni em nenhuma das amostras, pois as concentrações estavam abaixo do LD (limite de detecção) para o método utilizado, tal fato não compromete o estudo, uma vez que os valores de LD estão bem abaixo dos parâmetros máximos permitidos pela Portaria nº 259 da Secretaria de defesa agropecuária conforme tabela 3.

**Tabela 3** – Níveis de metais encontrados nas amostras de sucos de uvas.

Concentração de metais em mg L ⁻¹ ± RSD (%) nas amostras								
	S1NLA	S2NPET	S3NPET	S4NTP	S5IV	S6IV	N7LA	LM
Cr	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3
Cu	0,14 ± 7,2	nd	nd	0,40 ± 2,2	0,74 ± 10,8	0,11 ± 5,8	0,06 ± 14,7	1,0
Pb	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1
Ni	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2,0
Zn	0,65 ± 1,5	nd	nd	0,19 ± 17,5	+	0,23 ± 4,1	0,17 ± 10,5	5,0

S1NLA: Suco Natural em lata de alumínio, duas marcas de suco natural em embalagens de Polietileno (PET) S2NPET, S3NPET; S4NTP: Suco Natural em embalagem tetra pak; S5IV, S6IV: Sucos Integrais em embalagens de vidros; N7LA: Néctar em lata de alumínio; nd: não detectado (< limite de detecção); RSD(%): desvio padrão relativo em porcentagem referente as triplicatas; LM: Limites Máximos: Secretaria de defesa agropecuária - Portaria nº 259, de 31 de maio de 2010. +; > limite de detecção e < que o limite de quantificação.

Fonte: Autores.

O cobre e o zinco foram encontrados na maioria das amostras, sendo o Zn o elemento majoritário, como se pode ver nas amostras S5IV e S4NTP.

Estes elementos, como fazem parte do metabolismo da planta, são levados para as partes superiores da planta através do sistema radicular da videira, e o enriquecimento é observado durante a formação e maturação da fruta. (CATARINO *et al.*, 2007).

O cobre encontrado conforme outros estudos têm relação com o tipo da cultivar, com o tratamento realizado no solo e no controle de doenças. Vários estudos têm relacionado os níveis elevados de cobre ao uso da calda bordalesa. Rizzon e Link (2006) observou um teor mais elevado de Cu no suco de Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera*), e mais baixo no Isabel (*Vitis labrusca*), isso porque havia aplicação da bordalesa na uva Cabernet Sauvignon, por se tratar de uma espécie de videira mais sensível a doenças do que as videiras da espécie *V. Labruscas*. Tal afirmação também é descrita por Melo e colaboradores (2013), em seus trabalhos relatam que o uso continuado da calda bordalesa para a prevenção de doenças em videiras tem causado a elevação dos teores de cobre tanto nas camadas superficiais do solo como nos tecidos vegetais. Observa-se que o suco integral S15V apresentou os maiores níveis de cobre, em relação aos demais. O suco integral é feito apenas com a fruta não sendo diluído, o que pode estar relacionado com a presença de cobre na uva. Por outro lado, e em acordo com esta situação, não foi determinado cobre nos sucos naturais de embalagens plásticas (mais diluídos), bem como baixas concentrações no suco S1NLA e no néctar N7LA, que consiste em uma diluição maior do suco integral em relação ao suco natural. Comparando as amostras de sucos integrais, observa-se que a amostra S16V apresentou menores teores de cobre, que pode estar relacionado a uma menor exposição da uva utilizada ao cobre. Considerando os valores estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2005), que define 900 µg de cobre por dia, o suco integral, com 0,74mg L⁻¹±10,8, acima de 1200mL, já supre a dose recomendada. O cobre em



excesso, superiores a 10 mg pode vir a se acumular no sangue e com isto esgotar as reservas de zinco do cérebro. Níveis altos de cobre causa oxidação da vitamina A, diminuindo a vitamina C, que acaba provocando dores nas articulações e músculos. (MIGUEL JR., 2007).

O excesso de cobre pode vir a causar também: transtornos comportamentais, como irritação e depressão, doenças hepáticas, anemia, leucemias, e várias outras doenças malignas. (MIGUEL JR., 2007).

Para o teor de zinco observa-se a variação dos resultados nos diferentes tipos de amostras. Esta variação pode ser atribuída a diferenças entre cultivares, grau de maturidade e procedência da fruta, assim como diferenças no processamento. (SOARES *et al.*, 2004). O zinco sob a forma de minerais é também essencial, para o crescimento e bom desenvolvimento dos vegetais em geral, isso justifica sua presença em videiras. (GRANJA *et al.*, 2013). Além disso, a presença de zinco pode estar ligada ao uso de pesticidas, fungicidas e também através do contato do vinho com ligas metálicas que contenham este elemento, durante o processamento. (GRANJA *et al.*, 2013). Comparando a amostra S1NLA e N7LA, observa-se a redução da concentração de cobre e zinco, o que sugere que estes elementos estão relacionados não com a embalagem e sim com o processamento e a origem da uva. De forma geral, em nenhuma amostra os analitos ultrapassaram os limites permitidos pela portaria 259 - Secretaria da Agricultura.

4. CONCLUSÃO

Foi possível observar que os níveis dos analitos deste estudo se devem ao processamento tecnológico do suco e ao tratamento da matéria prima. Os LD e LQs do método foram adequados para o estudo uma vez estão bem abaixo dos parâmetros máximos permitidos pela Portaria nº 259 da Secretaria de defesa agropecuária.

Não foram encontrados cromo, níquel e chumbo, o que é desejado, uma vez que são compostos de alta toxicidade. Os níveis de cobre e zinco encontraram-se abaixo dos limites permitidos pela legislação, sendo, portanto todas as amostras adequadas para a dieta alimentar, não representando risco a saúde do consumidor.

5. REFERÊNCIAS

AJAI, A. I; OCHIGBO, S. S; ABDULLAHI, Z; ANIGBORO, P. I. Determination of Trace Metals and Essential Minerals in Selected Fruit Juices in Minna, Nigeria. **International Journal of Food Science**, v.2014, art.462931, 2014.

ANWAR, A; MAHMOOD, T; QAMAR-UI-HAQUE; KHAN, M. Z; KISWAR, F; PERVEEN, R; ISMAT, S. Heavy metals in fruit juices in different packing material. **FUFAST Journal of Biology**, v.4, n.2, p.191-194, 2014.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 23 de setembro de 2005. **O "regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais"**. 2005. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.



BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho.** Portaria nº 55, de 27 de julho de 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Complementação dos Padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do vinho.** Portaria nº 259, de 31 de maio de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de fruta.** Instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Composição do Néctar de uva.** Instrução Normativa Nº 24, de 30 de Agosto de 2012.

BRASIL. Resolução nº 899, de 29 de maio de 2003. **Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos.** Diário Oficial da União, 2003.

CAMPOS, E. M. F.; ROGONI, T. T.; MASSOCATTO, C. L.; DINIZ, K. M.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Quantificação de minerais em sucos industrializados. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v.14, n.1, p.11, jan./abr. 2010.

CATARINO, S. C. G.; CURVELO-GARCIA, A. S.; SOUZA, R. F. X. B. Revisão: elementos contaminantes nos vinhos. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.22, n.2, p.45-61, 2007.

DAVIES A. **Fisiologia humana.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

DAVIES, J; BERNDT, H. Improvements in thermospray flame furnace atomic absorption spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, v.479, n.2, p.215-223, mar. 2003.

DE ASSIS, R. A.; KÜCHLER, I. L.; MIEKELEY, N.; PORTO DA SILVEIRA, C. L. Elementos-traço e sódio em suco de uva: aspectos nutricionais e toxicológicos. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v.31, n.8, p.1948, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Pecuária. Sistema de produção de uvas rústicas para processamento em regiões tropicais do Brasil. **Sistema de Produção**, v.9, dez. 2005.

FERREIRA, E. C; RODRIGUES B. G, S H; FERREIRA C, M. M; NÓBREGA A. J; N A, A. R. Análise exploratória dos teores de constituintes inorgânicos em sucos e refrigerantes de uva. **Eclética Química**, Araraquara, v.27, n.1es, 2002.

GRANJA J. P. G. **Alergênicos, metais pesados e ocratoxina a nos vinhos:** um estudo analítico na empresa José Maria da Fonseca Vinhos S.A. 2013. 133 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

GROMBONI, C. F.; CARAPELLI. R.; FRESCHI, G. P. G.; NOGUEIRA, A. R. de A. Determinação de metais em amostras de sucos por ICP OES empregando reação foto-fenton no preparo da amostra. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONTAMINANTES INORGÂNICOS, 10., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: GACI, 2006. p. 82-85.



- GROMBONI, C. F.; CARAPELLI, R.; PEREIRA-FILHO, E. R.; NOGUEIRA, A. R. de A. Determinação de minerais em amostras de sucos empregando diferentes formas de preparo de amostras - uma análise exploratória dos dados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONTAMINANTES INORGÂNICOS, 11., 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2008. p.86-88.
- GROSS, J. L; SILVEIRO, S. P; CAMARGO, J. L; REICHEL, A. J; DE AZEVEDO, M. J. Diabetes Mellito: diagnóstico, classificação e avaliação do controle glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.46, n.1, p.16, São Paulo, 2002.
- IUPAC. **Chemistry compendium of chemical terminology**. 2. ed. New Jersey: Wiley, 1997.
- LOBO, A. S.; TRAMONTE, V. L. C. Efeitos da Suplementação e da Fortificação de Alimentos sobre a Biodisponibilidade de Minerais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.1, p.107, 2004.
- LONA, A. O suco de uva. **Zero Hora**, Porto Alegre. 21 ago. 2009.
- MELO, G. W. B. de; MEZACASA, J.; ZALAMENA, J.; OLIVEIRA, P. D. de; FREITAS, R. F.; DAL MAGRO, R. A calagem pode mitigar os efeitos da fitotoxicidade do cobre em aveia (*Avena sativa*)? **Comunicado técnico 142**, Bento Gonçalves, 2013.
- MELO, L. M. R. **Viticultura Brasileira: panorama 2010**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010.
- MELO, L. M. R. **Viticultura Brasileira: panorama 2014**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014.
- MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.
- OGA, Z. **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo: Atheneu, 1996.
- PINTO, F. G; ROCHA, S. S; CANUTO, M. H; SIEBALD, H. G. L; JOSÉ BENTO BORBA DA SILVA, J B. B. Determinação de cobre e zinco em cachaça por espectrometria de absorção atômica com chama usando calibração por ajuste de matriz. **Revista Analytica**, n.17, jun./jul. 2005.
- PROTAS, J. F, S. da.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M R de. **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014.
- QUINAIA, Sueli P.; NOBREGA, Joaquim A. Determinação direta de cromo em açúcar e leite por espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite. **Química Nova**, São Paulo , v.23, n.2, p.185-190, abr. 2000.
- RIZZON, L. A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural** [online], v.36, n.2, p.689, 2006.
- RIZZON, L. A; MANFRÓI, V; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998.
- RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de uva**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2007.



TEÓDULO, M J. R; LIMA, E. S DE; LOPES NEUMANN, V H. M; LEITE, P R. B; SANTOS, M DE L. F DOS. Comparação de métodos de extração parcial de metais traço em solos e sedimentos de um estuário tropical sob a influência de um complexo industrial Portuário, Pernambuco brasil. **Estudos Geológicos**, Pernambuco, v.13, p.23, 2004.

UVIBRA - União Brasileira de Vitivinicultura, **2015**.

VALENTE SOARES, L. M; SHISHIDO, K; MONTEIRO MORAES, A. M; MOREIRA, V. A. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** [online], v.24, n.2, p.202, 2004.

Submetido em: **05/10/2018**

Aceito em: **18/03/2020**