



SUCO INTEGRAL DE AMORA (*MORUS NIGRA* L.) OBTIDO ATRAVÉS DE Prensagem e Despolpamento: Rendimento e Caracterização Físico-Química

Suzana Magda PIMENTA*

Francy ZAMBRANO**

Waldemar Gastoni VENTURINI FILHO***

■ **RESUMO:** A amora (*Morus nigra* L.) é uma fruta com grande potencial de aproveitamento tecnológico, podendo ser usada para fabricação de xaropes, sorvetes, doces, iogurtes, bebidas, geleias, etc. Da amoreira, apenas a folha tem sido explorada comercialmente para alimentação do bicho-da-seda. Essa planta é cultivada em diversos ambientes agrícolas, entre eles, pequenas propriedades rurais e assentamentos. Por desconhecimento dos produtores, perde-se grande parte de sua produção. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de extração e as características físico-químicas do suco integral de amoras maduras, verdes e mistura de ambas utilizando prensa hidráulica e despolpadora vertical. A análise estatística dos resultados foi feita através do cálculo da média e do desvio padrão. Foram colhidos cerca de 173kg de amora, sendo 49,31% de maduras e 50,68% de verdes. A prensa hidráulica proporcionou maior rendimento de extração de suco integral (80,50 a 81,6%) em relação à despolpadora (71,43 a 77,50%). O suco integral obtido nos dois equipamentos apresentou valores de sólidos solúveis de 7,45 a 12,11 °Brix; acidez titulável de 0,45 a 1,23g.100mL⁻¹; *Raio* de 6,03 a 26,84; pH de 3,69 a 4,35; açúcares redutores totais de 4,05 a 9,96g.100mL⁻¹; açúcares redutores de 3,95 a 9,15g.100mL⁻¹, sacarose de 0,00 a 0,04g.100mL⁻¹ e turbidez de 221,25 a >4000NTU. Os sucos integrais obtidos em ambos os equipamentos apresentaram características físico-químicas similares exceto para turbidez. Concluiu-se que a prensa foi o melhor equipamento de extração, devido ao maior rendimento e qualidade do suco integral em termos de turbidez.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Bebidas não alcoólicas; frutas, análise físico-química; rendimento de extração; equipamentos de extração.

INTRODUÇÃO

A amora-preta ou amora-do-bicho-da-seda (*Morus nigra*), que foi a utilizada neste trabalho, pertence à ordem

Urticales que compreende a família Moraceae, frequente em regiões tropicais e subtropicais do mundo.

De forma geral, 100g de amora contém água (85-90g), açúcares totais (9-12,5g), vitamina A (10-20µg), B1 ou Tiamina (15-30mcg), B2 ou Riboflavina (40-58mcg), B3 ou Niacina (173-435µg) e C (18-22mg). Também contém fibras alimentares (2g), lipídios (600mg), proteínas (1,2g), celuloses/pectoses/gomas (3,2%), 61 calorias e não tem colesterol.^{13, 15}

Quanto ao teor de sólidos solúveis (°Brix) na amora, têm sido citados valores de 12 a 16 °Brix em frutos maduros^{8, 11} e 10% em frutos imaturos¹⁴

Além dos nutrientes citados acima, a amora tem na sua composição compostos polifenólicos. Fazem parte destes compostos os flavonoides que compreendem as antocianinas, com cor variando do vermelho alaranjado ao roxo, e as antoxantinas, que vão do branco ao amarelo claro.

A coloração das soluções de antocianinas sofre influência dos grupos presentes na estrutura. Quanto maior o número de metoxilas, mais intensa é a cor vermelha; enquanto que mais hidroxilas e grupos glicólicos intensificam-se a cor azul.^{12, 19} Além disso, as diferentes cores exibidas pelas antocianinas dependem de diversos fatores como presença de outros pigmentos e interação química entre flavonoides e antocianinas, entre outros.²⁰

As antocianinas mostram uma absorvância intensa na região compreendida entre os comprimentos de onda de 465 a 550nm (Banda I). No entanto, a posição dos picos varia consideravelmente com a mudança do solvente e o pH das soluções. O aumento da oxidação no anel B desloca o máximo de absorvância da Banda I para comprimentos de onda maiores.¹

Além da importância da utilização das antocianinas como corantes naturais na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, o interesse no uso desses compostos tem sido intensificado devido a seus possíveis benefícios à saúde, especialmente relacionados com as suas propriedades antioxidantes. Por isso, alguns trabalhos relacionam o consumo de antocianinas com a prevenção de doenças

* Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura – Curso de Doutorado – Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA – Universidade Estadual Paulista – UNESP – 18603-970 – Botucatu – SP – Brasil.

** Colaborador – Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – FCA – UNESP – 18603-970 – Botucatu – SP – Brasil.

*** Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – FCA – UNESP – 18603-970 – Botucatu – SP – Brasil. E-mail: venturini@fca.unesp.br.

degenerativas como câncer, mal de Alzheimer e doenças cardiovasculares.¹²

Por ser extremamente perecível, a amora deve ser consumida ou usada logo após a colheita. Por esta razão, praticamente inexistente o comércio da amora natural, prevalecendo os produtos processados.^{6, 9, 10, 15, 17}

Não existe Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para suco integral, apenas é definido como sendo aquele obtido na sua concentração natural e sem adição de açúcar.²

Não foram encontrados dados sobre a produção e/ou produtividade da amora preta (*M. nigra*) e existem poucos trabalhos sobre o seu processamento. Apenas Darias-Martín et al.⁸ citam um rendimento de 84% utilizando liquidificador e prensa, enquanto, Cruess⁷ cita uma faixa de 67 a 81% na extração de suco, através do esmagamento das frutas.

O objetivo deste trabalho foi comparar o rendimento de extração utilizando prensa e despulpadora, bem como caracterizar físico-quimicamente o suco integral de amoras maduras, verdes e da mistura de ambas.

MATERIAL E MÉTODOS

Colheita e Beneficiamento

As amoras foram coletadas no período de Setembro a Novembro de 2006, na região de Botucatu-SP. As colheitas foram feitas a cada dois ou três dias.

A colheita manual foi realizada estendendo-se uma lona plástica embaixo das amoreiras e depois agitando as plantas para que os frutos caíssem sobre a lona. Após, uma pré-limpeza para retirada de galhos, folhas e insetos, as frutas foram acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 5kg.

O transporte das frutas até o laboratório foi realizado em veículo terrestre não refrigerado, onde procedeu-se a segunda limpeza das frutas. Durante a lavagem em água da rede pública, as amoras foram selecionadas, conforme a densidade, em maduras (afundavam) e verdes (flutuavam). A seguir, cada tipo de amora foi acondicionado em sacos plásticos com peso de 2,5kg e congelado em freezer doméstico horizontal. O descongelamento das frutas foi em temperatura ambiente. O lote de processamento foi composto por várias amostras de amoras madura e verde escolhidas de forma aleatória. A mistura de amoras maduras e verdes foi feita na proporção de 1:1, em função das quantidades relativas de cada tipo de fruta na colheita.

Planejamento Experimental

Os tratamentos de extração de suco integral constaram de dois equipamentos e três tipos de amora. Os testes foram conduzidos com duas repetições (Tabela 1).

Extração e rendimento de suco integral

Os equipamentos utilizados na extração de suco integral foram despulpadora vertical Mecamau D-003 (200kg/h - 1720rpm), com peneira de malha 0,5mm; e prensa hidráulica Ribeiro (15ton), com tecido sintético tipo *voil* de malha 0,1mm. O tempo de processamento para ambos os equipamentos foi de 5 minutos.

O Rendimento de extração do suco integral foi determinado conforme a equação.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Massa de suco extraído (kg)}}{\text{Massa de amora (kg)}} \times 100$$

Caracterização Físico-Química

Todas as análises foram feitas com duas repetições e cada repetição em triplicata, totalizando seis replicatas para cada característica avaliada.

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado em densímetro digital (Mettler Kem DA-310), sendo a densidade do suco integral convertida em °Brix mediante uso de tabela. A acidez titulável (AT) foi feita por titulação com NaOH 0,01M, utilizando pHmetro digital (Micronal B474) para controle de pH até a faixa de pH entre 8,2 e 8,4.³ A acidez titulável foi expressa em gramas de ácido cítrico.100mL⁻¹. O *Ratio* foi calculado pela razão °Brix / acidez titulável. O pH foi medido em pHmetro digital (Micronal B474), conforme BRASIL³. O açúcar redutor (AR) e o açúcar redutor total (ART), foram determinados pelo método titulométrico de Eynon-Lane, baseado em COPERSUCAR⁵ e expresso em gramas de glicose.100mL⁻¹. O teor de sacarose, conforme COPERSUCAR⁵ [Sacarose = (ART - AR) x 0,95] e expressa em gramas de sacarose.100mL⁻¹. A turbidez foi medida em turbidímetro (Hach 2100), usando padrões de formazina 20, 200, 1000 e 4000NTU para a calibração.¹⁶ A cor foi determinada por varredura de absorvância (A) nos comprimentos de onda do espectro visível (400 a 800nm), em espectrofotômetro (GBC Cintra 40 UV-Visível). As amostras foram centrifugadas, filtradas em filtro de papel e diluídas 100x antes da leitura no espectrofotômetro.

Tabela 1 – Planejamento experimental de suco integral de amora.

Tratamentos	Equipamentos	Estágio de Maturação
1		Madura
2	Prensa	Verde
3		Mistura de ambas (1:1)
4		Madura
5	Despulpadora	Verde
6		Mistura de ambas (1:1)

Análise Estatística

A análise estatística (descritiva) dos resultados das análises físico-químicas do suco integral foi feita através do cálculo da média e do desvio padrão.¹⁷

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Colheita e Beneficiamento

A amora necessita de cuidados especiais durante a colheita, transporte e limpeza para evitar ou minimizar o rompimento de seus tecidos, com consequente perda e contaminação do suco. Foi observada liberação de suco na lona plástica, nas mãos dos colhedores e nos sacos utilizados no transporte da fruta.

Os resultados da colheita e limpeza da amora são apresentados na Tabela 2. Após a limpeza, constatou-se que metade da fruta estava madura e a outra metade, verde. Essa proporção reflete a quantidade relativa desses dois estágios de maturidade da fruta durante a colheita. Durante o processo de limpeza, observou-se perda de massa de 18,20%, em virtude da remoção de amoras impróprias para consumo e processamento.

Extração e Caracterização Físico-Química

Os sucos integrais extraídos na prensa e na despoldadora foram semelhantes quanto às variáveis analisadas, exceto rendimento e turbidez (Tabela 3).

A prensa permitiu maior extração de suco integral de amora (78,06 a 81,62%) quando comparada à despoldadora (71,43 a 77,50). Amoras maduras apresentaram maior rendimento de extração em relação às verdes; a mistura apresentou valores intermediários entre as verdes (menor extração) e as maduras (maior extração).²

O maior rendimento de extração de suco observado para as amoras maduras pode ser explicado pela diferença de composição entre os frutos maduros e verdes. Em geral, as células do fruto verde são ricas em compostos como Ca, P, K, celulose e hemicelulose que conferem maior rigidez às paredes celulares. Durante o processo de amadurecimento, transformações bioquímicas alteram a estrutura e composição das células deixando a parede celular menos rígida e mais permeável. Durante esse processo, a atividade respiratória da célula propicia o aumento da quantidade de água, a conversão dos ácidos orgânicos em açúcares e a hidrólise de polissacarídeos, aumentando o teor de açúcares.⁴

Não se encontrou na literatura dados de comparação entre equipamentos de extração. Poucos trabalhos aborda-

Tabela 2 – Colheita, limpeza e perda de amora.

Total Colhido (kg)	Amora Limpa					Perda	
	kg			%		kg	%
	Madura	Verde	Total	Madura	Verde		
172,903	69,745	71,685	141,430	49,31	50,68	31,473	18,20

Tabela 3 – Rendimento e caracterização físico-química.

Análises	Prensa			Despoldadora		
	Madura	Verde	Mistura	Madura	Verde	Mistura
Rendim. (%)	81,62 ± 1,237	78,06 ± 0,972	80,50 ± 1,414	77,50 ± 4,596	71,43 ± 0,972	73,25 ± 2,121
SS (°Brix)	12,08 ± 0,494	7,45 ± 0,094	10,83 ± 0,047	12,11 ± 0,683	7,54 ± 0,011	11,15 ± 0,212
AT (g.100mL⁻¹)	0,45 ± 0,003	1,23 ± 0,059	0,74 ± 0,010	0,51 ± 0,034	1,21 ± 0,007	0,80 ± 0,020
Ratio	26,84 ± 0,919	6,03 ± 0,216	14,47 ± 0,267	23,74 ± 1,037	6,23 ± 0,046	13,93 ± 0,468
pH	4,35 ± 0,023	3,69 ± 0,050	4,01 ± 0,002	4,30 ± 0,044	3,74 ± 0,005	3,93 ± 0,014
ART (g.100mL⁻¹)	9,37 ± 0,417	4,05 ± 0,035	8,61 ± 0,153	9,96 ± 0,577	4,66 ± 0,170	9,11 ± 0,279
AR (g.100mL⁻¹)	9,15 ± 0,216	3,95 ± 0,025	8,38 ± 0,117	9,60 ± 0,588	4,17 ± 0,106	8,80 ± 0,543
Sacarose (g.100mL⁻¹)	0,02 ± 0,190	0,00 ± 0,058	0,02 ± 0,034	0,03 ± 0,010	0,04 ± 0,060	0,02 ± 0,251
Turbidez (NTU)	512,83 ± 36,062	250,41 ± 13,788	221,25 ± 92,041	> 4000 ± 0,000	> 4000 ± 0,000	> 4000 ± 0,000

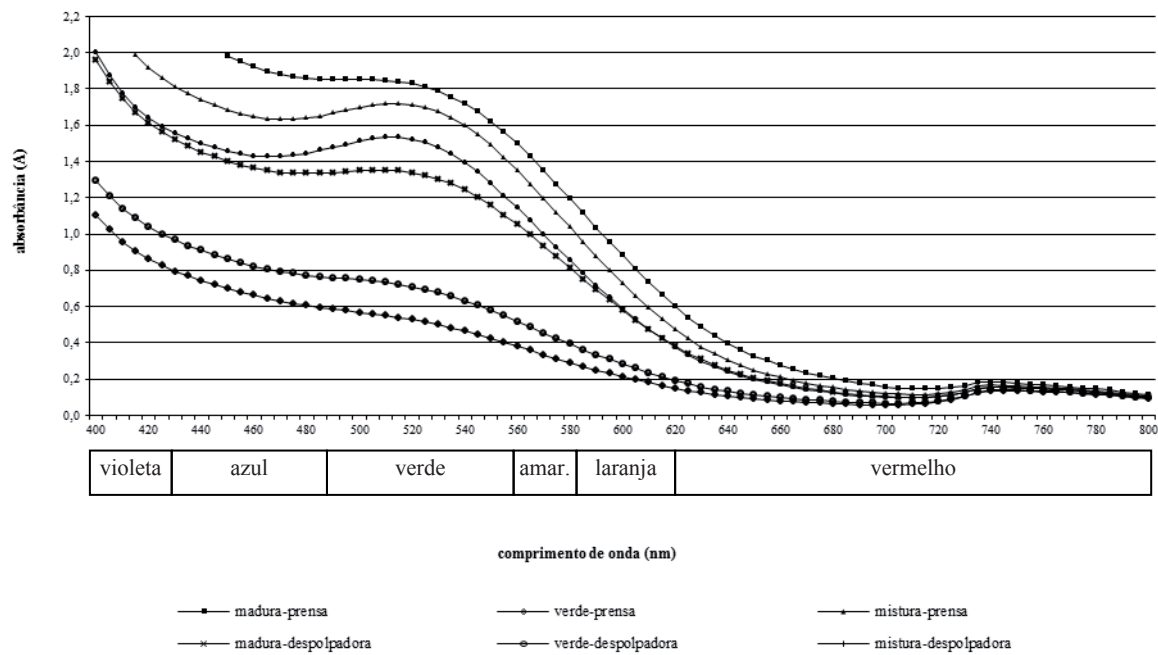


FIGURA 1 – Absorção de luz visível pelos sucos integrais de amora.

ram rendimento de extração e/ou indicaram qual equipamento foi utilizado para obtenção do suco integral. Outro fato constatado, é que a maioria dos trabalhos avaliou o rendimento em polpa, indicando neste caso o possível uso de despulpadora.

Os valores de SS, *Ratio*, ART, AR e pH foram semelhantes nos sucos integrais independentemente do equipamento usado na extração. Maiores valores foram observados em amoras maduras, menores em amoras verdes e intermediárias na mistura. Os resultados mostram que a amora não acumula sacarose e que seus açúcares são provavelmente a glicose e frutose. A relação ART/°Brix nos sucos integrais de amora foi maior nas frutas maduras (0,78 a 0,82) e menor nas verdes (0,54 a 0,62), indicando o acúmulo preferencial de açúcares durante o processo de maturação. Segundo Chitarra & Chitarra, ⁴ de forma geral, o teor de açúcares constitui de 65 a 85% do teor de SS (°Brix).

Para Ercisli & Orhan, ¹¹ o alto teor de SS e acidez observada na amora são uma combinação encontrada em poucos frutos como o kiwi (*Actinidia deliciosa*) e romã (*Punica granatum*), por isso são recomendados para consumo de fruta ao natural.

O suco integral obtido da despulpadora apresentou nível muito elevado de turbidez (acima de 4000NTU), devido à grande quantidade de sólidos em suspensão que atravessou a malha da peneira (0,5mm). A despulpadora desintegra as frutas, produzindo fragmentos celulares que compõem a fração insolúvel do suco integral, tais partículas passam livremente pela malha da peneira e permanecem no suco. Na prensagem, as frutas são esmagadas, mas não trituradas, permanecendo praticamente íntegras, sem gerar fragmentos celulares. Além disso, o tecido sintético *voil* usado para acondicionar as amoras durante a prensagem, tinha malha de aproximadamente 0,1mm para a retenção do material particulado gerado no processo. O suco obtido por

prensagem apresentou turbidez dez vezes menor (221 a 513 NTU) em relação ao suco obtido por despulpamento.

A Figura 1 apresenta as leituras de absorbância feitas nos comprimentos de onda do espectro visível. Observa-se que os maiores valores ficaram na região de 400 a 530nm que corresponde à absorção da cor violeta, azul e verde, e reflexão da cor amarela, laranja e vermelha, respectivamente.

O suco integral das frutas maduras e da mistura dos dois estágios de maturação de amora, principalmente aquele obtido por prensagem, apresentaram os maiores valores de absorbância, ou seja, maior intensidade de cor.

CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais em que este trabalho foi realizado, conclui-se que:

Os sucos integrais de amora obtidos na prensa e na despulpadora apresentaram características físico-químicas similares exceto com relação à turbidez.

A utilização de prensa permitiu a obtenção de melhores resultados, devido ao maior rendimento de extração e qualidade do suco integral em termos de turbidez.

PIMENTA, S. M.; ZAMBRANO, F.; VENTURINI FILHO, W. G. Mulberry (*Morus nigra* L.) integral juice obtained by pressing and depulping: yield and physical-chemical characterization. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 335-339, abr./jun. 2012.

■ **ABSTRACT:** Mulberry (*Morus nigra* L.) is a fruit with a great potential for technological uses, which could be employed to manufacture of syrups, ice cream, candies,

yoghurts, beverages, jam, etc. Only the leaf from mulberry trees is commercially used for silkworm feeding. This tree is cultivated on many agricultural environments such as small rural properties and settlements. Small farmers waste a great amount of their production for not knowing about mulberry technology. Thus, the objective of this work was to access extraction yield and physical-chemical properties of mulberry whole juice from ripe, green and a mixture of both by using press and depulper. Statistical analysis of results was carried by media and standard deviation calculations. 173 kg of mulberry were picked being 49.31% ripe and 50.68% green. Press delivered greater extraction yield of whole juice (80.50% to 81.60%) when compared to press (71.43% to 77.50%). Whole juice obtained from both equipments has shown the following values: soluble solids 7.45% - 12.11%, titrable acidity 0.45 - 1.23%, ratio 6.03 - 26.84, pH 3.69 - 4.35, total reducing sugar 4.05% - 9.96%, reducing sugar 3.95% - 9.15%, sucrose 0.00% - 0.04%, turbidity 221.25 NTU - >4,000 NTU. Whole juices obtained from both equipments has shown similar physical-chemical characteristics except turbidity. The authors concluded that press was the best extraction equipment due to its greater yield and whole juice quality regarding turbidity.

■KEYWORDS: Non-alcoholic beverages; fruits, physical-chemical analysis; extraction yield; extraction equipment.

REFERÊNCIAS

- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1995. 223p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 jun. 2009. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/2010/2009/D6871.htm. Acesso em: 20 mar. 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF, 2005. 1018p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 293p.
- COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ALCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1980. 37p.
- CRAVO, A. B. **Frutas e ervas que curam: usos, receitas e dosagens**. 7. ed. Curitiba: Hemus, 2003. 456p.
- CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 446p.
- DARIAS-MARTÍN, J. et al. Alcoholic beverages obtained from black mulberry. **Food Technol. Biotechnol.**, v. 41, n. 2, p. 173-176, 2003.
- DONADIO, L. C. **Dicionário das frutas**. Jaboticabal: Gráf. Santa Terezinha, 2007. 300p.
- DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C.K. DO. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 279p.
- ERCISLI, S.; ORHAN, E. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. **Food Chem.**, v. 103, n. 4, p. 1380-1384, 2006.
- FAVARO, M. M. A. **Extração, estabilidade e quantificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação industrial como corantes**. 2008. 102f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.
- GERASOPOULOS, D.; STAVROULAKIS, G. Quality characteristics of four mulberry (*Morus sp.*) cultivars in the area of Chania, Greece. **J. Sci. Food Agric.**, v. 73, n. 2, p. 261-264, 1997.
- GOMES, P. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 1976. 446p.
- ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moutons**. Turbidité des vins. MA-F-AS2-08-TURBID. v. 1. 5. ed. 2005. Disponível em: <http://news.reseau-concept.net/images/oiv/Client/RECUEIL%202005.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2010.
- SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS. Belo Horizonte: Fundação Arthur Bernardes; UFV-MG, 1993. versão 5.0.
- SILVA, S. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel, 2001. 236p.
- SIMS, C. A.; MORRIS, J. R. Color and color stability of red wine from Noble (*Vitis rotundifolia* Michx.) and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) at various pH. **Proc. Arkansas State Hortic. Soc.**, v. 105, p. 90-96, 1984.
- TERCI, D. B. L. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. 213f. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Recebido em: 17/12/2010

Aprovado em: 23/04/2012