

INFLUÊNCIA DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO NO PERFIL IÔNICO DE SUCOS DE MAÇÃS

INFLUENCE OF ENZYMATIC BROWNING ON THE IONIC PROFILE OF APPLE JUICES

Sérgio Henrique Teixeira¹, Marina Caldeira Tolentino¹,
Ivo Mottin Demiate¹, Gilvan Wosiacki¹, Alessandro Nogueira^{1*}

^{1*} Autor para contato: Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Campus em Uvaranas, Departamento de Engenharia de Alimentos, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; (42) 3220-3775; e-mail: alessandro.nogueira@pesquisador.cnpq.br

Recebido para publicação em 28/07/2007

Aceito para publicação em 04/09/2007

RESUMO

No suco de maçã processado no Brasil os teores de cálcio e magnésio têm apresentado valores abaixo dos padrões de qualidade internacionais, comprometendo a sua autenticidade e comercialização. A avaliação dos teores de minerais durante o processamento, na presença e na ausência de agentes antioxidantes, foi conduzida de maneira a evidenciar a influência do escurecimento enzimático na sua extração. A distribuição das cinzas na fruta foi semelhante no mesocarpo (19,58 g kg⁻¹) e no endocarpo (22,73 g kg⁻¹), e inferior no epicarpo (16,45 g kg⁻¹). Os teores de cinzas nos sucos de maçã, com ou sem antioxidante, apresentaram diferenças significativas, tendo o suco protegido contra oxidação apresentado os teores mais elevados (média de 15 %). Nos sucos das cultivares Golden delicious e Fuji foram observados aumentos nos teores de cálcio (de 50 e 76 %, respectivamente) e no da cultivar Gala não houve alteração, assim como também não foi observado qualquer efeito da reação de escurecimento nos teores de magnésio nas três cultivares. Os teores de minerais no suco sem oxidação foram próximos do limite máximo estabelecido pela *International Federation of Fruit Juice Producers* (3,5 g kg⁻¹) e acima dos valores da literatura internacional.

Palavras-chave: minerais, oxidação enzimática, qualidade.

ABSTRACT

In the apple juice produced in Brazil the contents of calcium and magnesium have shown values below the international standards of quality, which compromises its authenticity and commercialization. The evaluation of mineral contents during

processing, with and without antioxidative agents, was carried out in order to determine the effect of enzymatic browning on its extration. The distribution of leached ashes in the fruit was similar in the mesocarp ($19,58 \text{ g kg}^{-1}$) and in the endocarp ($22,73 \text{ g kg}^{-1}$), and lower in the epicarp ($16,45 \text{ g kg}^{-1}$). The fraction of leached ashes in apple juices, with or without antioxidative agents, showed significant differences, and the juices protected against oxidation presented the highest contents (15 % average). In juices of the cv Golden Delicious and Fuji, an increase in calcium contents was detected (50 and 76 %, respectively), while the cv Gala presented no alteration, nor did any of the three cvs show effects of the browning in their magnesium contents. The mineral contents in the juice without oxidation were close to the maximum limit established by the International Federation of Fruit Juice Producers ($3,5 \text{ g kg}^{-1}$) and above the values found in the international literature.

Key words: apples, minerals, enzymatic oxidation, quality.

1. Introdução

O cultivo da macieira é uma atividade relativamente recente no Brasil. No início da década de 70 a produção anual de maçãs era de 1.000 toneladas e com incentivos fiscais e apoio à pesquisa e extensão rural, o Sul do Brasil aumentou a produção de maçãs em quantidade e em qualidade, com uma estimativa para 2007 de quase 1.000.000 toneladas de frutos (IBGE, 2007), fazendo com que o país passe de importador a auto suficiente com potencial de exportação.

As principais cultivares brasileiras, a Gala (48%), a Fuji (42 %) e a Golden delicious (3 %) correspondiam a 93 % da produção nacional (EPAGRI, 2002) mas com a atual erradicação da última, a produção brasileira passou a ser praticamente bivarietal (WORLD APPLE REVIEW, 2007), com cerca de 5% constituída de cultivares que podem apresentar características interessantes para o setor agroindustrial (WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005).

Na comercialização das maçãs, o beneficiamento gera um descarte de 15 a 30 % de frutas que não alcançaram o padrão exigido para o comércio, apresentando algum defeito de ordem física, fisiológica e/ou fitopatológica, sendo dessa forma, destinadas ao setor industrial para a elaboração de sucos, vinhos, destilados e vinagres (KENNEDY et al., 1999; PAGANINI et al., 2004).

Dentre os produtos da agroindústria da maçã, os sucos (concentrado, clarificado e néctar) são considerados mais nobres. No Brasil, grande parte do descarte, de 115 a 150 mil toneladas, é transformada em suco de maçã, pouco comercializado internamente em função do custo em relação aos refrigerantes e da falta de hábito do consumidor brasileiro (WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005). Cerca de 90 % desse suco é concentrado para exportação, que corresponde de 15 a 20 mil toneladas anuais, aos Estados Unidos da América que o destina à elaboração de produtos infantis devido aos baixos teores de ácidos e taninos e elevados teores de açúcares (NOGUEIRA et al., 2007).

Para exportar, a indústria deve fornecer um laudo técnico com todos os parâmetros físico-químicos exigidos pelos órgãos fiscalizadores do país importador além de atender às exigências dos compradores com padrões próprios de qualidade. Na Comunidade Econômica Européia a normalização do suco de maçã aceita é a da *International Federation of Fruit Juice Producers* (IFU). A avaliação sensorial é também parte obrigatória nesse processo. Além disso, foi observada em todos os países importadores de suco de maçã uma exigência acentuada na comprovação da autenticidade de sua origem geográfica (NOGUEIRA et al., 2007).

Em vários trabalhos se apresentam e se discutem a composição química do suco de maçã (WOSIACKI, PHOLMAN, NOGUEIRA, 2004;

EISELE e DRAKE, 2005; RIZZON, BERNARDI, MIELE, 2005) e do suco de maçã concentrado (MATTICK, 1988; ELKINS et al., 1996) a fim de estabelecer critérios que assegurem a autenticidade desses produtos. De modo geral, a composição do suco de maçã recebe influências como tipo de cultivar, região de crescimento, clima, tratamentos culturais, adubações e maturidade na colheita (DRAKE e EISELE, 1997), atmosfera controlada e condições de armazenamento (DRAKE, ELFVING, EISELE, 2002; DRAKE e EISELE, 1999) e tecnologia de processamento (SPANOS e WROLSTAD, 1992; WROLSTAD et al., 1989; BINNING e POSSMANN, 1993; ZARATE-RODRIGUEZ, ORTEGA-RIVAS, BARBOSA-CANOVAS, 2000). Um dos parâmetros físico-químicos para atestar a qualidade de sucos de maçãs, concentrados ou não, é a análise de cinzas ou minerais (LEE e WROLSTAD, 1988). Os valores dessas análises estão em pauta pelo setor industrial em virtude dos baixos teores de minerais, com destaque para o cálcio e o magnésio, encontrados nos sucos de maçãs brasileiros, o que compromete a sua comercialização, uma vez que pode ser considerado adulterado numa avaliação falso positivo (NOGUEIRA et al., 2007).

No processamento do suco de maçã a reação de escurecimento enzimático inicia pelo contato da polifenoloxidase (PFO) com ácidos fenólicos em presença do oxigênio, na operação de trituração, e como resultado formam-se as quinonas altamente reativas que se polimerizam com polifenóis para formar compostos oxidados chamados de melanoidinas (SHAHIDI e NACZK, 1995), porém nada se pode afirmar pela literatura sobre retenção de minerais nesta etapa.

Este trabalho teve como objetivo a avaliação do teor de minerais em diferentes partes da fruta (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) e na etapa de esmagamento no processamento de suco, com ou sem agentes antioxidantes.

2. Material e métodos

2.1. Materiais

Maçãs. As amostras compreenderam lotes de 30 kg das cultivares de maçãs Gala, Fuji e Golden delicious adquiridas no comércio local, da safra 2006/

2007.

2.2. Métodos

Fruta. Foram utilizados lotes de 3 kg de cada cultivar para cada experimento. As frutas foram selecionadas, lavadas, trituradas em liquidificador industrial (METVISA, modelo Tipo MPA- 5013) e acondicionadas em fôrmas para secagem em estufa de circulação e renovação de ar (TECNAL-TE-394/2) à 60 °C por 72 horas, com homogeneização a cada 12 horas. As frutas e suas partes desidratadas foram armazenadas em recipientes plásticos a -20°C.

Partes da fruta. Nove (9) kg de cada cultivar foram utilizados na análise das partes da fruta (epicarpo, mesocarpo e endocarpo). As amostras foram descascadas (epicarpo e endocarpo foram separados), trituradas e prensadas (Prensa hidráulica de 15 ton, Potente Brasil) durante 5 minutos a 3 kgf cm⁻². As partes foram separadas e acondicionadas em fôrmas para secagem em estufa à 60°C durante 72 horas. As amostras desidratadas foram armazenadas em recipientes plásticos a -20°C.

Suco. Foram utilizados 20 kg das três cultivares, as quais foram selecionadas, lavadas, trituradas na ausência e presença de solução antioxidante contendo 343 mg kg⁻¹ de ácido ascórbico e 250 mg kg⁻¹ de metabissulfito de potássio (NOGUEIRA et al., 2003), adicionada diretamente ao triturado no processamento e prensadas. As amostras de suco foram engarrafadas e congeladas -20°C.

Bagaço. O resíduo da prensagem ou bagaço, na presença e ausência de antioxidantes, nos tratamentos com e sem epicarpo, foi colocado em fôrmas para secagem em estufa de circulação e renovação de ar à 60° por 72 horas, com homogeneização a cada 12 horas. As amostras desidratadas foram armazenadas em recipientes plásticos a -20°C.

2.3. Análises físico-químicas

As cinzas totais, solubilidade e alcalinidade foram determinadas mediante método oficial do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985), modificado por Nogueira et al. (2007). Os minerais Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (GBC Scientific Equipment Ltda, modelo GBC 932AA), onde 10 mL de suco foram diluídos a um

volume final de 100 mL com 1N HNO₃. Curvas de calibração para cada mineral, faixas de leitura, diluições e parâmetros de chama foram utilizadas segundo recomendação do fabricante (MALAVOLTA, 1994).

2.4. Análise estatística

A estatística descritiva simples, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram feitos com o *software Microsoft® Office Excel Edition 2003*.

3. Resultados e discussão

Na Tabela 1 o teor médio de cinzas totais na fruta *in natura* para a cultivar Fuji foi de $22,22 \pm 1,88$ g kg⁻¹ com coeficiente de variação de 8,47 %. A distribuição das cinzas na fruta foi semelhante no mesocarpo

e endocarpo, porém no epicarpo (casca) o teor foi menor $16,45 \pm 1,25$ g kg⁻¹.

O bagaço da fruta *in natura* com epicarpo apresentou teores de cinzas $15,63 \pm 0,63$ g kg⁻¹ e para o bagaço da maçã sem o epicarpo o valor foi $14,81 \pm 1,69$ g kg⁻¹. Sem a oxidação enzimática os valores apresentaram um aumento de aproximadamente 1,5 g kg⁻¹, porém essa diferença é muito próxima do valor do desvio padrão, não caracterizando um aumento real (Tabela 1). Os tratamentos do bagaço e do suco com antioxidantes na presença e ausência do epicarpo não evidenciaram alterações importantes no teor de minerais.

As análises no suco mostraram uma diferença entre o suco oxidado e o não oxidado, de $2,62 \pm 0,11$ para $3,91 \pm 0,12$ g kg⁻¹, respectivamente, evidenciando uma retenção de minerais no bagaço pela oxidação enzimática (Tabela 1).

Tabela 1 - Estatística descritiva dos teores de cinzas totais para a cultivar Fuji na fruta inteira, epicarpo e nos seus produtos na ausência e presença de antioxidantes para N amostras (5)

Tratamentos		Estatística Descritiva					
		Média*	Mínimo*	Máximo*	Variância	D.P.	C.V.
Maçã	Fruta <i>in natura</i>	22,22	20,42	24,18	3,54	1,88	8,47
	Fruta sem epicarpo	23,37	21,17	25,37	4,44	2,11	9,01
	Epicarpo	16,45	15,34	17,81	1,57	1,25	7,60
	Mesocarpo	19,58	17,77	21,05	2,76	1,66	8,49
	Endocarpo	22,73	20,47	25,21	5,67	2,38	10,48
Bagaço	Bagaço da fruta <i>in natura</i>	15,63	14,97	16,21	0,39	0,63	4,01
	Bagaço da fruta sem epicarpo	14,81	12,89	16,07	2,85	1,69	11,40
	Bagaço da fruta com epicarpo NOX	17,28	17,07	17,56	0,06	0,25	1,46
	Bagaço da fruta sem epicarpo NOX	15,78	14,79	16,95	1,19	1,09	6,91
Suco	Suco da fruta <i>in natura</i>	2,62	2,52	2,73	0,01	0,11	4,20
	Suco da fruta sem epicarpo	2,40	2,34	2,47	0,00	0,06	2,50
	Suco da fruta inteira NOX	3,91	3,77	4,00	0,02	0,12	3,07
	Suco da fruta sem epicarpo NOX	3,09	2,89	3,31	0,04	0,21	6,80

Nota: (*) Os resultados para amostras sólidas e líquidas são g kg⁻¹ e g L⁻¹, respectivamente; (D.P.) desvio padrão; (C.V.) coeficiente de variação em %; (NOX) não oxidado.

Na Tabela 2 foram analisados os elementos minerais das três principais cultivares de maçãs brasileiras. O teor de cinzas na fruta *in natura* variou de 18,73 a 32,66 g kg⁻¹, que correspondem aos elementos minerais e representaram de 1,87 a 3,66 % do peso seco da fruta. Essa diferença pode estar relacionada a fatores como genótipo, clima, adubações e tipo de solo (EPAGRI, 2002).

Na fruta uma parte dos minerais apresenta-se na forma insolúvel (1,96 g kg⁻¹) enquanto a maioria está na forma solúvel (23,53 g kg⁻¹), como bases e ácidos fracos (SMOCK e NEUBERT, 1950). A alcalinidade das cinzas dá uma indicação sobre o grau de salinificação dos ácidos orgânicos da maçã – teor baixo indica maior proporção de ácidos orgânicos livres e teor elevado, a predominância de ácidos orgâ-

nicos salinificados (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998; RIZZON e MIELE, 2002). A alcalinidade das cinzas solúveis para a fruta inteira apresentou valores de 174,77 a 287,01 meq L⁻¹ o que indica uma maior concentração de ácidos orgânicos na forma de sais que contribuem no pH da fruta (Tabela 2).

O valor médio de cinzas totais para o suco sem oxidação foi 3,52 g kg⁻¹, sendo o mesmo valor do limite máximo estabelecido pela *International Federation*

of Fruit Juice Producers (IFU) (3,5 g kg⁻¹) e acima dos valores da literatura internacional 2,60 e 2,50 g kg⁻¹ apresentados por Elkins et al. (1996) e Eisele e Drake (2005), respectivamente.

Na Tabela 2 pode ser observada uma diferença significativa no aumento da extração de minerais (15%) na ausência da reação de escurecimento enzimático para os sucos das maçãs Gala, Fuji e Golden delicious.

Tabela 2 - Teores de cinzas e alcalinidade das cinzas nas frutas e seus produtos na presença e ausência de antioxidantes, das principais cultivares de maçãs brasileiras.

Tratamentos		Cinzas totais*	Cinzas solúveis*	Cinzas insolúveis*	Alcalinidade das cinzas solúveis**	Alcalinidade das cinzas insolúveis**
cv. Gala	Fruta <i>in natura</i>	18,73	17,04	1,69	287,01	12,51
	Bagaço sem oxidação	21,73	19,36	2,37	282,41	18,55
	Bagaço oxidado	18,86	15,88	2,98	270,21	31,19
	Suco sem oxidação	3,62 a	3,32	0,30	27,89	-
	Suco oxidado	3,11 b	2,79	0,32	23,02	-
cv. Fuji	Fruta <i>in natura</i>	22,06	20,10	1,96	199,85	15,81
	Bagaço sem oxidação	17,34	14,30	3,04	134,16	13,28
	Bagaço oxidado	15,61	13,19	2,42	129,18	15,91
	Suco sem oxidação	3,60 a	3,58	0,02	30,73	-
	Suco oxidado	3,04 b	3,02	0,02	29,80	-
cv. Golden	Fruta <i>in natura</i>	32,66	33,44	2,22	174,77	7,60
	Bagaço sem oxidação	22,87	20,29	2,58	147,77	33,75
	Bagaço oxidado	19,49	17,14	2,35	142,33	30,42
	Suco sem oxidação	3,32 a	2,92	0,40	27,58	-
	Suco oxidado	2,96 b	2,26	0,70	20,17	-

Nota: (*) Os resultados para amostras sólidas e líquidas são g kg⁻¹ e g L⁻¹, respectivamente; (**) meq L⁻¹; (-) valores abaixo do limite de detecção da técnica.

Os valores de magnésio na presença e ausência da oxidação enzimática (Tabela 3) ficaram próximos do limite mínimo (40,00 mg L⁻¹) preconizado pela IFU, semelhante ao valor médio (92 cultivares) de 41,00 mg L⁻¹ encontrado por Elkins et al. (1996), porém abaixo do valor médio (175 cultivares) de 64,90 mg L⁻¹ de Eisele e Drake (2005).

Os valores de cálcio nos sucos oxidados ficaram próximos ao limite mínimo com exceção do suco da cultivar Golden delicious que foi 20,13 mg L⁻¹ ficando abaixo do valor mínimo estabelecido pela IFU (30

mg L⁻¹). Na literatura internacional os valores médios de cálcio no suco de maçã variaram de 41,90 a 46,80 mg L⁻¹ (ELKINS et al., 1996; EISELE e DRAKE, 2005). Nos sucos de maçãs sem a reação de escurecimento enzimático os valores variaram de 40,14 a 63,04 mg L⁻¹ representando um aumento de 50 e 76% para os sucos das cvs. Golden delicious e Fuji, respectivamente, ficando acima do limite mínimo da IFU indicando um efeito do escurecimento enzimático na extração desse mineral (Tabela 3).

Tabela 3- Teor de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na fruta e nos sucos de maçãs na presença (NOX) e ausência (OX) de antioxidantes.

Cultivares	Tratamento	Magnésio*	Cálcio*
Gala	Fruta	430,02	587,14
	Suco NOX	55,03	42,12
	Suco OX	45,08	40,04
Fuji	Fruta	349,10	264,07
	Suco NOX	42,03	63,04
	Suco OX	43,15	48,11
Golden Delicious	Fruta	330,09	162,11
	Suco NOX	45,03	40,14
	Suco OX	42,04	20,13

Nota: (*) Os resultados para amostras sólidas e líquidas são mg.kg⁻¹ e mg.L⁻¹.

Conclusão

A distribuição de minerais nas diferentes partes da fruta não apresentou diferenças significativas para o epicarpo e mesocarpo, porém no epicarpo os valores foram inferiores.

No processamento de suco de maçã na presença e ausência de inibidores do escurecimento, a oxidação enzimática apresentou influência significativa na retenção de minerais no bagaço, havendo uma extração média para o suco de 15 % quando esta reação não ocorreu. Os teores de cálcio aumentaram nas cultivares Golden delicious e Fuji (50 e 76 %, respectivamente) sem a reação de escurecimento enzimático, porém para o suco da cultivar Gala não foi observado esse efeito. Nos teores de magnésio a reação de oxidação não mostrou efeito na extração do mineral.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Ponta Grossa por ceder os laboratórios para a realização deste trabalho, aos órgãos de fomento CNPq e CAPES/PRODOC pelo fornecimento das bolsas que subsidiaram o trabalho dos pesquisadores, e ao Grupo de Trabalho sobre Maçã - GTM (www.pitangui.uepg.br/gtm) pelo apoio complementar.

REFERÊNCIAS

1. BINNING, R.; POSSMANN, P. Apple juice. In: NAGY,

S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit Juice Processing Technology**. Florida: Agscience, 1993. 271-317 p.

2. DRAKE, S. R.; EISELE, T. A. Carbohydrate and acid contents of Gala apples and Bartlett pears from regular and controlled atmosphere storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 8, 1999. 3181-3184 p.

3. DRAKE, S. R.; EISELE, T. A. Quality of Gala apples as influenced by harvest maturity, storage atmosphere and concomitant storage with bartlett pears. **Journal of Food Quality**, v. 20, 1997. 41-51 p.

4. DRAKE, S. R.; ELFVING, D. C.; EISELE, T. A. Harvest maturity and storage affect quality of 'cripps pink' (pink lady) apples. **Horticultural Techniques**, v. 12, n. 3, 2002. 388-391 p.

5. EISELE, T. A.; DRAKE, S. R. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 2-3, 2005. 213-221 p.

6. ELKINS, E. R.; MATTHYS, A.; LYON, R.; HUANG, C. J. Characterization of Commercially Produced Apple Juice Concentrate. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, n. 1, 1996. 43-56 p.

7. EPAGRI. A cultura da Macieira. Florianópolis: GMC/ Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, ed. 2, 2002, 743 p.

8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. Vol. 1 - 3ª Edição. São Paulo, 1985. 27-31 p.

9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Brasil: Produção agrícola - lavouras temporárias e permanentes, Ministério da Agricultura, 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/D76398BA23C721C9E0300EA5FCC8047E>>. Acesso em: 11 de maio, 2007.

10. KENNEDY, M.; LIST, D.; LU, Y.; FOO, L. Y.; NEWMAN, R. H.; SIMS, L. M.; BAIN, P. J. S.; HAMILTON, B.; FENTON, G. Apple pomace and products derived from apple pomace: uses, composition and analysis. In: **Modern methods of plant analyses. Analysis of plant waste materials**. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1999. 75-119 p.

11. LEE, H. S.; WROLSTAD, R. E. Detection of adulteration in apple juices. In: LEE, H. S.; WROLSTAD, R. E. **Adulteration of fruit juice beverages: Food Science Technology**. MARCEL DECKER, INC, v. 5, 1988. 343-376 p.

12. MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos, **Produção Química**, São Paulo, 1994.

13. MATTICK, L. R. An evaluation of the methodology for determining the authenticity of apple juice and concentrate. In: MATTICK, L. R. **Adulteration of fruit juice beverages Food**

- Science Technology**: MARCEL DECKER, v. 3, 1988, 175-193 p.
14. NOGUEIRA, A.; SANTOS, L. D.; WIECHTECK, F.; GUYOT, S.; WOSIACKI, G. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos em suco de maçã. **PUBLICATIO UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. e Eng.**, v. 9, n. 3, , 2003. 7-14 p.
15. NOGUEIRA, A.; TEIXEIRA, S.H.; DEMIATE, I.M., WOSIACKI, G. Influência do processamento no teor de mine-rais em sucos de maçãs. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 02, 2007. 787-792 p.
16. PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Aptidão industrial de seis cultivares de maçã (dados da safra 2001/2002). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, 2004 1336-343 p.
17. RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. *Traité d'oenologie. 1-Microbiologie du vin et vinifications*. Paris: La Vigne, 1998. 617 p.
18. RIZZON, L. A.; BERNARDI, J.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden delicious e Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, 2005. 750-756 p.
19. RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, 2002. 192-198 p.
20. SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food Phenolics - Sources, Chemistry, Effect, applications. **Technomic**, Pennsylvania, 1995. 321 p.
21. SMOCK, R. M.; NEUBERT, A. M. Apples and apples products. **Interscience Publishers**, New York, 1950. 486 p.
22. SPANOS, G. A.; WROLSTAD, R. E. Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage-a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, 1992. 1478-1487 p.
23. WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; Suco de Maçã. In: VENTURINI FILHO, W.G. (1ª ed.) **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado**, Botucatu: Blücher, 2005, 255-292 p.
24. WOSIACKI, G.; PHOLMAN, B. C.; NOGUEIRA, A. Características de cultivares de maçãs. Avaliação físico-química e sensorial de 15 cultivares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, 2004. 347-352 p.
25. WROLSTAD, R. E.; HEATHERBELL, D. A.; SPANOS, G. A.; DURST, R. W.; HSU, J.; YORGEY, B. M. Processing and storage influences on the chemical composition and quality of apple, pear, and grape juice concentrates. In: JEN, J. J. **Quality Factors of Fruits and Vegetables**. Washington, DC: American Chemical Society, 1989, 270-292 p.
26. ZARATE-RODRIGUEZ, E.; ORTEGA-RIVAS, E.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. Quality Changes in Apple Juice as Related to Nonthermal Processing. **Journal of Food Quality**, v. 23, n. 3, 2000. 337-350 p.
27. WORLD APPLE REVIEW. (2007): Belrose, Inc., Pullman WA.