

# ANÁLISE DA APTIDÃO INDUSTRIAL DE SEIS CULTIVARES DE MAÇÃS, CONSIDERANDO SUAS AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS (DADOS DA SAFRA 2001/2002)

## Industrial fitness analysis of six apple cultivars, considering their physico-chemical evaluation

Cícero Paganini<sup>1</sup>, Alessandro Nogueira<sup>2</sup>, Frederico Denardi<sup>3</sup>, Gilvan Wosiacki<sup>4</sup>

### RESUMO

A agroindústria da maçã no Brasil utiliza como matéria-prima frutas de descarte provenientes dos processos de seleção para o mercado de frutas *in natura*. Esse descarte pode representar 30% da produção total. Essas frutas são processadas à medida que são encaminhadas para a indústria. Em países europeus, entretanto, tanto para a obtenção de sucos quanto para sidras, são utilizadas frutas de cultivares selecionadas para tal fim, sendo usados como marcadores de qualidade industrial os teores de acidez, taninos e açúcares. Esses componentes são importantes para a qualidade do produto e envolvem os critérios de cor, sabor e aromas, atributos envolvidos no processo de compra e no hábito dos consumidores. Neste trabalho, foram avaliadas seis cultivares de maçãs (Gala, Eva, Rainha, Fred Hough, Imperatriz e Sansa) em relação aos parâmetros: teores de sólidos solúveis totais, açúcares totais e redutores, sacarose, glucose, frutose e compostos fenólicos totais, além da acidez total titulável. Foram determinadas as razões entre açúcares totais/acidez total, grau brix/acidez total e a proporção entre glucose, sacarose e frutose. Pelos resultados, verificou-se que a cultivar Imperatriz apresentou a maior porcentagem de frutose: 66%. O indicador industrial, calculado a partir da razão açúcar/acidez, que apresenta como critério o valor 20, estabelece que essas cultivares podem ser classificadas como de interesse comercial, e não industrial, uma vez que as seis cultivares apresentaram valores superiores a esse critério, ou seja, com baixa acidez. As cultivares Sansa, Rainha e Imperatriz apresentaram valores superiores a 200 ppm de compostos fenólicos (valor referencial), o que lhes confere características interessantes para serem exploradas pelo setor industrial.

**Termos para indexação:** *Malus domestica*, agroindústria, matéria-prima, marcadores de qualidade industrial.

### ABSTRACT

The apple processing in Brazil is done with fruits that do not reach the standard of quality established for commercial purposes, which are named industrial apple. Such a discharge may sometimes represent around 30% of total production, which reached 300.000 metric tons in 2000. In some European countries the processing of apples in order to obtain apple juices and hard ciders utilizes selected cultivars and the indicators of quality are the total contents of acids, tannins and sugars. These components are related to quality and comprehend the criteria of color, taste and flavors, attributes that are involved with the process of purchase by consumers. In this work, samples of apple fruits cv namely Gala, Eva, Rainha, Fred Hough, Imperatriz and Sansa were evaluated concerning attributes such as contents of total soluble solids, total and reducing sugars, sucrose, glucose, fructose, total phenolic compounds and total acidity. It was also considered the relationship of total sugars/ acidity and the relative proportion of glucose, sucrose and fructose. The cultivar Imperatriz fruits showed the highest percentage of fructose (66,3%) and the lowest percentage of sucrose (15,2%). The sugars/acidity ratios of all cultivars were higher than 20, which is the value of cut off for commercial appeal as table fruits, so that all cultivars were classified as of commercial interest. Sansa, Rainha and Imperatriz cultivars showed contents of phenolic compounds higher a 200 ppm and so they have a feature to be explored by the industrial sector.

**Index terms:** *Malus domestica*, industry, raw-material, quality marker.

(Recebido para publicação em 1º de abril de 2004 e aprovado em 26 de agosto de 2004)

### INTRODUÇÃO

A produção brasileira da maçã obteve um significativo crescimento ao longo dos últimos 30 anos com a implantação dos pomares comerciais nas regiões elevadas dos estados sulinos, compreendendo o sul do Paraná, a Região Serrana e o meio oeste do Estado de Santa Catarina e a Serra Gaúcha no norte do Estado do Rio

Grande do Sul. Na safra 1973/74, a produção foi de 1.528 toneladas, aumentando para 748.312 toneladas na safra de 2002/03. Atualmente a cultura da maçã é uma atividade econômica relevante na Região Sul do país, com repercussão no cenário internacional, contribuindo com cerca de 1,5% da produção mundial (WOSIACKI et al., 2000; ABPM, 2004).

1. Acadêmico de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG – Avenida General Carlos Cavalcanti, 4748, Campus Universitário de Uvaranas, 84030-900 – Ponta Grossa, PR., bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

2. Engenheiro Agrônomo, Doutor em Processos Biotecnológicos Agroindustriais/UEPG

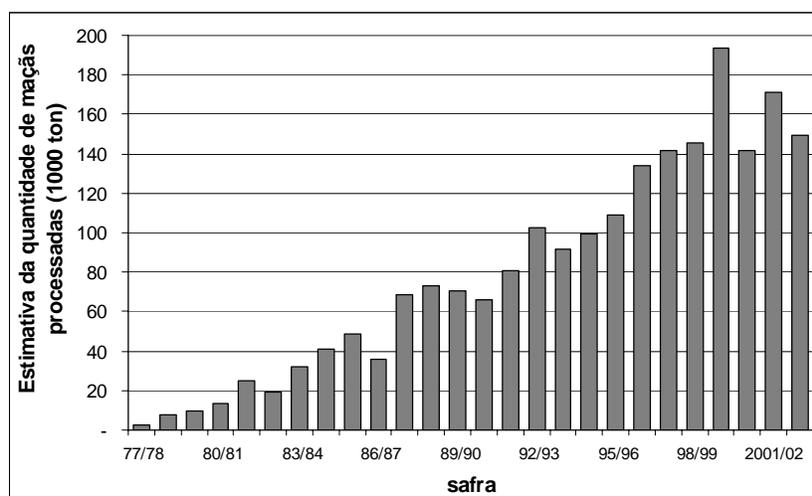
3. Engenheiro Agrônomo da Estação Experimental de Caçador da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina.

4. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, Departamento de Engenharia de Alimentos, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia/UEPG. gilvan@wosiacki.net

A produção das frutas visa a atender o mercado consumidor *in natura*, visto que o consumidor se tornou muito exigente em relação à qualidade e, por isso, as maçãs passam por um processo de seleção e classificação rigorosas, para satisfazer a essa exigência. As frutas rejeitadas ou provenientes do descarte podem chegar a representar 30% da produção total (KENNEDY et al., 1999; WOSIACKI et al., 2002). Essas frutas apresentam características que as tornam sem valor comercial, como formato ruim, tamanho pequeno e coloração desuniforme; cicatrizes provenientes de insetos, pássaros, granizo ou ferimentos resultantes de tratamentos culturais e transporte inadequados; sintomas de doenças (manchas de sarna e de podridões) e problemas fisiológicos ('*russeting*', '*bitter pit*' e escurecimentos internos), segundo Smock e Neubert (1950) e EPAGRI (2002). Essas frutas eram, inicialmente, destinadas à alimentação animal, porém, com o aumento da matéria-prima, as próprias indústrias classificadoras passaram a processá-las como forma de agregar valor, uma vez que a tonelada era vendida a 60,00 US\$ e, com o processamento, pode-se alcançar 240,00 US\$ (CHERUBIN, 1996), pois na composição do custo industrial do produto final, observa-se que 25% são derivados da matéria-prima. Cerca de 2/3 dos frutos rejeitados são ainda adequados para o processamento após o expurgo daqueles portadores de doenças ou mesmo apodrecidos, e recebem a denominação de maçãs industriais (WOSIACKI et al., 2002). A composição físico-química das frutas de descarte que apresentam deformidades, tamanhos impróprios, manchas ou cicatrizes é praticamente a mesma da maçã comercializada e, dessa

forma, essas frutas podem ser utilizadas pelas indústrias processadoras de suco, possibilitando ainda a oferta de um produto nobre ao longo de todo o ano; há possibilidade, pois, de valorizar economicamente essa fração da produção comercial até então sem muitas perspectivas (WOSIACKI et al., 1992a). As frutas que apresentam problemas fitossanitários ou aberturas na epiderme, verdadeiras portas de entrada para microorganismos, são encaminhadas para a fabricação de sidra, vinagre e destilados. Esse uso de frutas de má qualidade se justifica, pois a patulina, micotoxina carcinogênica produzida por fungos nas frutas em deterioração, é eliminada durante o processo de fermentação (BINNIG e POSSMANN, 1993; SCUSSEL, 1998; ASKAR, 1999). Além disso, maçãs com problemas fitossanitários podem apresentar diferenças na composição físico-química, como é o caso da podridão-amarga (*Glomerella cingulata*), que altera os valores de acidez da fruta (WOSIACKI et al., 1991).

Na Figura 1 pode ser observada uma estimativa da evolução das maçãs descartadas nos últimos 26 anos. Atualmente esse descarte atinge 150.000 toneladas de maçãs ao ano, destinadas principalmente ao processamento de suco clarificado e concentrado e de produtos fermentados, tais como sidra, vinagre ou mesmo destilados. Esse perfil de aumento de disponibilidade de matéria-prima é análogo ao da produção brasileira de maçã, uma vez que foi considerado o fator 0,30 para o seu estabelecimento; o que mudou nesse processo é que no início a fração de produtos agrícolas de má qualidade era comercializada a preços baixos e atualmente ela está sendo conduzida a processos industriais pela agregação de valor econômico.



Nota: estimativa referente a 30% de perdas ao ano.

**FIGURA 1** – Estimativa da evolução do descarte de maçãs ao longo do período de 1977/78 a 2001/02.

As cultivares disponíveis ao processamento industrial, compostas principalmente de Gala e Fuji (46% e 45% da produção total, respectivamente), deixam a desejar tanto em teores de compostos fenólicos quanto nos de acidez total, atributos usados para classificação criteriosa de frutas para suco e sidra na Europa (EPAGRI, 2002; NOGUEIRA et al., 2004).

Objetivou-se com este trabalho avaliar amostras de seis cultivares de maçã da safra 2001/02, segundo atributos físico-químicos que as qualificam, de acordo com critérios adotados internacionalmente, para fins de processamento ou para uso *in natura* apenas.

## MATERIAL E MÉTODOS

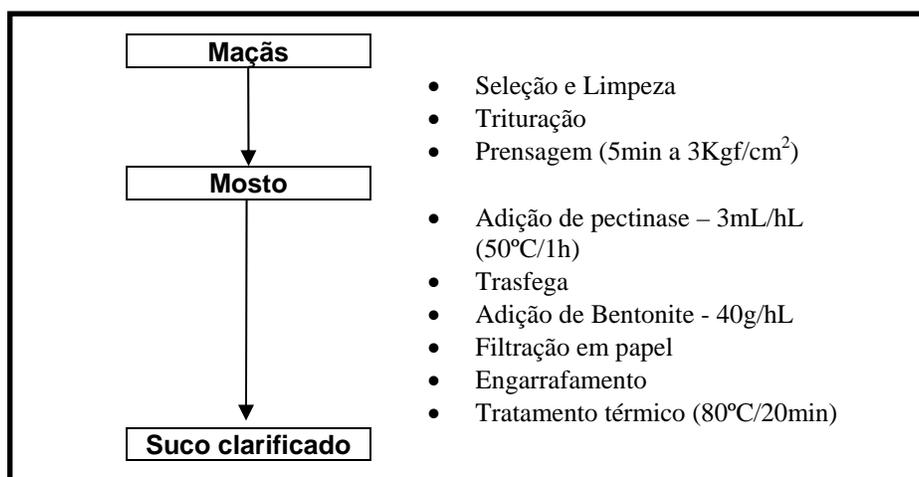
### Material

As amostras foram cedidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A - EPAGRI - Estação Experimental de Caçador, e compreenderam frutas das cultivares Gala, Eva, Rainha, Fred Hough, Imperatriz e Sansa, colhidas durante a safra 2001/02. Os reagentes químicos utilizados foram de padrão pró-análise e as amostras de enzimas, doadas pela NOVOZIMES do Brasil, tendo sido empregadas conforme orientação dos fabricantes.

### Métodos

As maçãs foram mantidas sob refrigeração (8°C) por no máximo dois dias e processadas em nível de laboratório conforme Figura 2, num procedimento adap-

tado daquele descrito por Wosiacki et al. (1989), até a obtenção de um produto clarificado uniforme. Os açúcares foram determinados por Somogyi-Nelson, segundo métodos oficiais (TANNER e BRUNNER, 1985), sendo a glicose determinada especificamente pelo método enzimático colorimétrico da glicose oxidase (Gold Analisa Diagnóstica, Glicose - PP). A sacarose foi determinada por diferença entre os açúcares redutores totais e solúveis, e a frutose, pela diferença entre os açúcares redutores solúveis e a glicose, sendo todos os açúcares expressos como monossacarídeos em g/100 mL. Os teores de glicose total e a frutose total foram determinados pela soma dos açúcares correspondentes com a metade do valor da sacarose. A acidez total titulável foi expressa como ácido málico em g/100mL (IAL, 1976), já que esse ácido é predominante por determinação gênica e os demais ácidos orgânicos não chegam a atingir o valor correspondente a 5% do total, razão pela qual são usualmente negligenciados (CZELUSNIAK et al., 2003). Os compostos fenólicos totais foram determinados com o reativo de Folin-Ciocalteu e expressos em ppm de catequina (AOAC, 1965; SINGLETON et al., 1999). Os marcadores de qualidade industrial usados foram as razões entre os açúcares redutores totais/acidez total, entre os graus brix/acidez total, assim como a proporção de glicose, sacarose e frutose para cada cultivar. Os atributos compostos fenólicos e acidez total titulável foram também utilizados como marcadores de qualidade na classificação das amostras com relação ao seu potencial de industrialização. A análise estatística dos resultados foi feita com o software Excell da Microsoft versão 8.0.



Fonte: Adaptado de Wosiacki et al. (1989).

**FIGURA 2** – Fluxograma de obtenção do suco clarificado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados das análises físico-químicas, verifica-se que as amostras encontram-se dentro da faixa de valores preconizados pela literatura especializada (RSK, 1987). Com relação à acidez, a cultivar Eva apresentou o valor mais elevado, (0,41 g/100mL), enquanto as cultivares Fred Hough e Gala, o valor mais baixo, (0,29 g/100mL). O valor médio foi de  $0,33 \pm 0,05$  g/100mL e o coeficiente de variação foi de 15,22% (Tabela 1). Em países europeus, como na Alemanha e na Suíça por exemplo, os teores de acidez dos sucos geralmente situam-se entre 0,8 e 1,0 g/100mL, e na Holanda, entre 0,7 a 1,1 g/100mL (SMOCK e NEUBERT, 1950). Esses valores são atraentes para o setor agroindustrial, tendo em vista que essas frutas podem ser do tipo comercial, fora do padrão para consumo *in natura* por exemplo, para estabilizar a acidez, já que pequenas variações desse atributo podem afetar consideravelmente o *flavor* do suco (SMOCK e NEUBERT, 1950). Segundo a classificação inglesa de maçãs para a produção de sidra, teores de acidez acima de 0,45 g/100mL compreendem as maçãs denominadas ácidas (Sharp), enquanto teores abaixo desse valor compreendem as maçãs doces (*sweet*) (BEECH, 1972). Dessa forma, segundo esses limites, as cultivares analisadas apresentaram baixo teor de acidez, todos abaixo do limite estabelecido como critério de classificação.

O teor convencional de compostos fenólicos totais como discriminador das maçãs amargas em aplicação atualmente é de 200 ppm (DRILLEAU, 1991), embora se cogite em utilizar atributos mais específicos, como os teores de procianidóis. O conjunto analisado apresentou um teor médio de compostos fenólicos de  $340,5 \pm 194,11$  ppm, o que o caracteriza como bastante heterogêneo (57%). O cv Sansa apresentou o mais elevado valor, 575 ppm, seguida pela cultivar Rainha, com 531 ppm. Os teores mais altos de compostos fenólicos dessas duas cultivares sugerem que possam ser usados como componentes de misturas para aproveitamento da característica amarga dos taninos, já que a maioria das maçãs brasileiras conduzidas ao processamento não supera esses valores, que ainda assim são relativamente baixos. Na Europa, algumas cultivares de maçãs industriais apresentam teores de compostos fenólicos superiores a 3000 ppm. A cultivar Eva apresentou o menor valor, 109 ppm (Tabela 1). Em produtos obtidos da maçã, como o suco e sidra, os fenóis influenciam na cor do suco, no gosto amargo e na sensação de adstringência, na formação de componentes dos aromas e na claridade

do suco. Atualmente o interesse sobre os compostos fenólicos reside na sua capacidade antioxidativa, que contribui para proteger os efeitos prejudiciais ocasionados pelo estresse oxidativo sobre a saúde (MANGAS et al., 1999; LEE e SMITH, 2000; NOGUEIRA, 2003).

A determinação de açúcares redutores totais (ART) apresentou um resultado médio de  $13,23 \pm 1,12$  g/100mL (Tabela 1). O suco da cultivar Sansa apresentou o teor de ART mais elevado, enquanto o da cultivar Imperatriz, o mais baixo. Os teores de sólidos solúveis totais (Graus brix) atestam o grau de maturação das frutas com baixa variabilidade, já que o conjunto apresentou coeficiente de variação de 4,75% (Tabela 1). Isso indica a homogeneidade das amostras em relação a esse parâmetro, que, de certa forma, atesta o grau semelhante de maturidade das amostras. Os teores de açúcares redutores solúveis (ARS) apresentaram valor médio de  $9,69 \pm 0,77$  g/100mL. Os valores encontrados na determinação de açúcares redutores totais e solúveis são compatíveis para uso comercial e industrial, embora a baixa acidez se constitua num empecilho para qualquer tipo de processamento mais nobre, isoladamente.

A concentração de frutose variou de 8,43 g/100mL a 6,62 g/100mL (cv. Sansa e cv. Fred Hough, respectivamente), apresentando coeficiente de variação de 9,39%, indicando uma pequena dispersão dos valores em relação ao referido açúcar (Tabela 1). Segundo Leguerinel et al. (1987), a frutose funciona como um amplificador de aromas frutados em sidras pouco fermentadas. O maior teor de glucose encontrado foi de 2,72 g/100mL e o menor, de 1,82 g/100mL, correspondentes às cultivares Rainha e Eva, respectivamente. Em relação à sacarose, os teores variaram 1,81 a 4,71 g/100mL (cv. Imperatriz e cv. Fred Hough, respectivamente), e o coeficiente de variação encontrado 33,13%, indica uma importante variação desse componente entre as cultivares (Tabela 1). A proporção de frutose/glucose/sacarose foi de 1,00/0,29/0,45, porém, com um considerável coeficiente de variação.

Na Figura 3 está apresentada a proporção de glucose, sacarose e frutose em cada cultivar. A cultivar Rainha apresentou a maior porcentagem de glucose, bastante interessante para processos de fermentação, já que esse açúcar é utilizado preferencialmente pelas leveduras. Percebe-se ainda que embora as cultivares Eva e Sansa tenham apresentado os mais elevados teores de frutose, a proporção desse açúcar em relação à glucose e sacarose foi maior na cultivar Im-

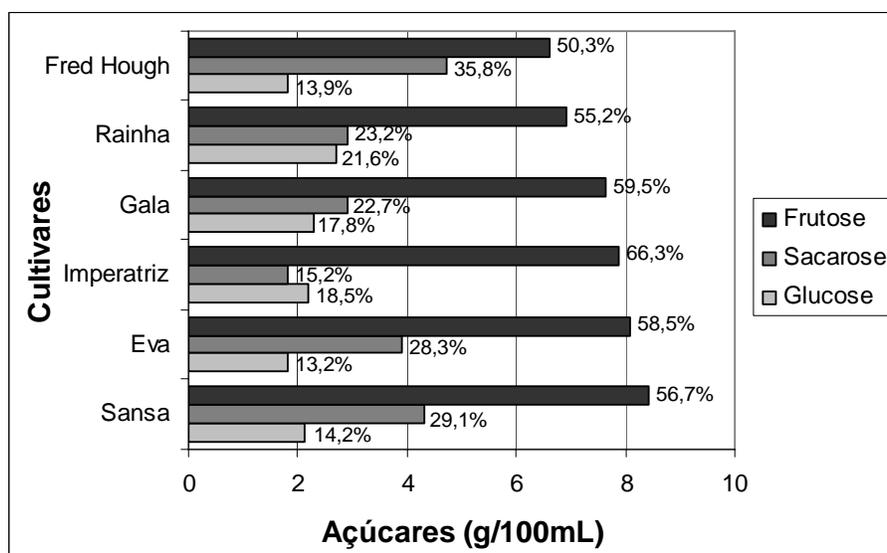
peratriz, seguida pela cultivar Gala. O percentual elevado de frutose é um bom indicador nutricional, pois esse monossacarídeo é mais doce e, pela particularidade de ser absorvido no trato intestinal e

metabolizado nas células do epitélio, é considerado dietético e indicado a obesos e mesmo a portadores de deficiência de insulínica (LEHNINGER et al., 1995).

**TABELA 1** – Composição físico-química das amostras.

Análises	N	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	Coef. Var. (%)
Acidez total, g/100mL	6	0,41	0,33	0,29	0,05	15,22
Fenóis totais, ppm de catequina	6	575	340	109	194,11	57,01
Açúcares redutores totais, g/100mL	6	14,88	13,23	11,87	1,12	8,47
Açúcares redutores solúveis, g/100mL	6	10,55	9,69	8,45	0,77	7,99
Graus brix	6	13,50	12,56	12,00	0,60	4,75
Frutose, g/100mL	6	8,43	7,58	6,62	0,71	9,39
Glucose, g/100mL	6	2,72	2,19	1,82	0,35	15,99
Sacarose, g/100mL	6	4,71	3,39	1,81	1,12	33,13
Frutose total, g/100mL	6	10,49	9,27	8,31	0,85	9,16
Glucose total, g/100mL	6	4,28	3,83	3,10	0,46	12,13
Razão*	6	2,82	2,40	1,99	0,32	13,34

Nota: (\*) Frutose total/Glucose total.



**FIGURA 3** – Quantidade e porcentagem dos açúcares frutose, sacarose e glucose nas diferentes cultivares de maçã estudadas.

A fim de melhor discriminar as amostras de maçãs, foram calculadas as razões entre o açúcar redutor total/acidez total titulável e o teor de sólidos solúveis totais expressos em Graus brix/acidez total titulável (Tabela 2). Essas razões separam as matérias-primas industriais das frutas de interesse comercial, respeitando-se o valor limite de 20, sendo as amostras com valores inferiores de maior interesse do ponto de vista industrial, pois apresentam elevado teor de acidez (CZELUSNIAK et al., 2003; NOGUEIRA, 2003). Segundo Wosiacki et al. (1992b), os índices de maior interesse industrial encontram-se na faixa de 10 a 15, e servem para a rápida determinação do valor econômico do suco, uma vez que o preço do suco concentrado depende de sua acidez. Os índices obtidos utilizando-se os primeiros atributos (ART/Acidez) foram de 33,33 a 45,34, com os atributos Graus brix e teor de ácidos de 29,59 a 43,97 (Tabela 2). Isso mostra uma diferença de ordem prática, uma vez que o primeiro índice tem uma sensibilidade maior, pela determinação colorimétrica de açúcares, enquanto o refratômetro usado é de baixa resolução. Esses resultados confirmam os baixos teores em ácidos das amostras e, em virtude dos elevados teores de açúcares, os tornam aptos apenas para o uso de mesa (SANTOS et al., 2004).

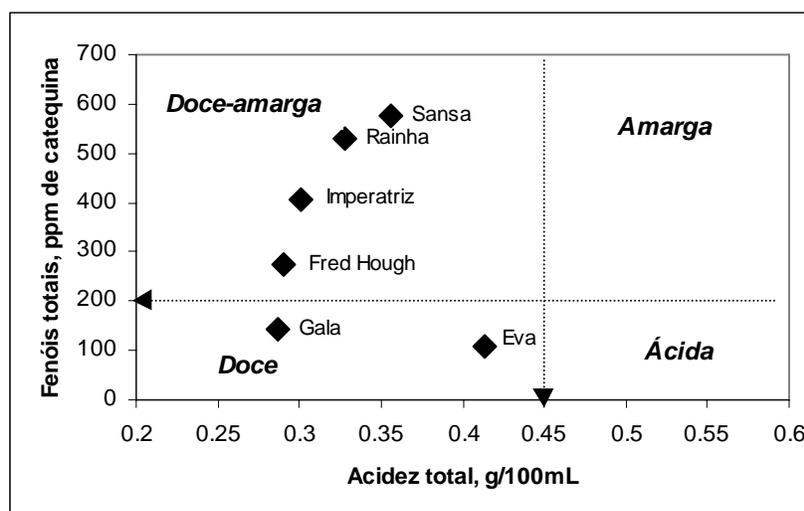
As maçãs analisadas podem ser classificadas de acordo com os valores de açúcares, de acidez e de compostos fenólicos. Na classificação das maçãs industriais, os teores de açúcares totais constituem um importante parâmetro para os processos industriais de fermentação, porém, em se considerando que os teores de açúcares totais superiores a 10 g/100mL, via de regra, encontram-se em amostras de maçãs maduras, as frutas comerciais passam a

ser classificadas por apenas dois parâmetros: os teores de ácido málico e de compostos fenólicos. Conforme a literatura, os teores de ácido málico inferiores a 0,45 g/100mL identificam as maçãs doces e os teores superiores, as ácidas. Ao respeitar o limite de 200 ppm, os compostos fenólicos discriminam as maçãs amargas das não-amargas (DRILLEAU, 1991).

**TABELA 2** – Indicadores industriais.

Cultivar	ART/Acidez	Brix/Acidez
Imperatriz	39,44	41,53
Eva	33,33	29,59
Fred Hough	45,34	43,97
Gala	44,81	41,81
Rainha	38,29	36,59
Sansa	41,80	37,92

Na Figura 4 apresenta-se a classificação das maçãs de acordo com os teores de compostos fenólicos e acidez total, caracterizando as frutas interessantes para o processamento industrial e as que preferencialmente devem ser direcionadas para o consumo *in natura*. É possível observar que as cultivares Sansa, Rainha, Imperatriz e Fred Hough apresentaram teores de compostos fenólicos que preenchem os requisitos de uma cultivar industrial (acima de 200 ppm), muito embora os baixos teores em acidez as tornem pouco interessantes para esse fim. Dessa forma, quatro amostras apresentam-se como “doce-amargas” e duas como “doces”.



**FIGURA 4** – Classificação das cultivares de maçãs em diferentes critérios.

## CONCLUSÃO

Os teores de açúcares redutores totais apresentaram um valor médio de  $13,23 \pm 1,12$  g/100mL, dos quais cerca de 73% são açúcares redutores solúveis. A cultivar Imperatriz destacou-se do conjunto por apresentar o mais elevado teor de frutose, o que a torna interessante com relação à saúde humana, principalmente no caso de obesos e diabéticos, tendo em vista o metabolismo dos carboidratos.

A acidez total titulável, com um valor médio de ácido málico de 0,33 g/100mL, não confere às amostras um apelo industrial relevante. Da mesma forma, o indicador industrial calculado pela razão entre o teor de açúcares redutores totais e o teor de ácidos e que estabelece o preço do suco de maçã apresentou valores muito acima daqueles considerados de interesse pela agroindústria da maçã.

As cultivares Sansa, Rainha e Imperatriz apresentaram-se como potencialmente interessantes para o aproveitamento industrial, tendo em vista os elevados valores de compostos fenólicos encontrados nessas amostras.

## AGRADECIMENTOS

À EPAGRI, pelo envio das amostras, a NOVOZIMES do Brasil, pela doação das enzimas, e aos Órgãos de fomento à pesquisa CNPq e CAPES, pelo apoio recebido para o desenvolvimento do projeto de pesquisa que deu origem a este trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Dados estatísticos sobre a cultura da macieira**. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br>>. Acesso em: 2 fev. 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official method of analysis**. Washington, 1965.
- ASKAR, A. Patulin in apple juice and children's apple food: part I. toxicological and legal aspects. **Fruit Processing**, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 74-78, 1999.
- BEECH, F. W. English cidermaking: technology, microbiology and biochemistry. **Progress in Industrial Microbiology**, [S.l.], v. 11, p. 133-213, 1972.
- BINNIG, R.; POSSMANN, P. Apple Juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S.; SHAW, P. E. **Fruit juice: processing technology**. Auburndale: Agscience, 1993. p. 271-317.
- CHERUBIN, R. A. **Agroindústria da maçã: relatório final de estágio na área de agroindústria de maçã, subsidiado pelo programa RHAÉ-AGROINDÚSTRIA através do CNPq em nível de desenvolvimento tecnológico e Industrial - DTI**. Ponta Grossa: CNPq, 1996.
- CZELUSNIAK, C. et al. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físicos-químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 6, p. 25-31, 2003.
- DRILLEAU, J. F. Consolider les connaissances et maîtriser la qualité du produit fini. **Pomme**, [S.l.], n. 23, p. 23-25, 1991.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. 743 p.
- IAL. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. In: \_\_\_\_\_. **Normas analíticas**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976.
- KENNEDY, M. et al. Apple pomace and products derived from apple pomace: uses, composition and analysis. In: \_\_\_\_\_. **Modern methods of plant analyses: analysis of plant waste materials**. Berlin: Springer Verlag, 1999. p. 75-119.
- LEE, C. Y.; SMITH, N. L. Apples: an important source of antioxidants in the american diet. **New York Fruit Quarterly**, New York, v. 8, n. 2, p. 15-17, 2000.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995.
- MANGAS, J. J. et al. Study of the phenolic profile of cider apple cultivar at maturity by multivariate techniques. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, n. 10, p. 4046-4052, 1999.
- NOGUEIRA, A. **Tecnologia de processamento sidrícola: efeitos do oxigênio e do nitrogênio na fermentação lenta da sidra**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

- NOGUEIRA, A.; AYOUB, B.; WOSIACKI, G. Processamento de suco e de fermentado de maçã: aptidão de 14 variedades. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, 2004. No prelo.
- RSK. **Die gesamt-darstellung**. Bonn: Flüssiges Obst, 1987. 204 p.
- SANTOS, L. D. et al. Caracterização da composição físico-química de amostras de maçãs de dez diferentes genótipos: safra 2002/2003. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, 2004. No prelo.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELARAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, [S.l.], v. 299, p. 178-184, 1999.
- SMOCK, R. M.; NEUBERT, A. M. **Apples and apples products**. New York : Interscience, 1950. v. 2, 486 p.
- SCUSSEL, V. M. **Micotoxinas em alimentos**. Florianópolis: Insular, 1998. 144 p.
- TANNER, H.; BRUNNER, H. R. **Getränke analytik: untersuchungsmethode für die Labor und Betriebspraxis**. Wädenswill: Verlag Helles, 1985. 206 p.
- WOSIACKI, G. et al. Estabilidade do suco clarificado de maçã. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 32, n. 4, p. 775-786, 1989.
- WOSIACKI, G. et al. Características de qualidade de sucos despectinizados de maçãs: safra 1988/89. **Semina**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 7-14, 1992a.
- WOSIACKI, G. et al. Apple varieties growing in subtropical areas: the situation in Santa Catarina – Brazil. **Fruit Processing**, Schönborn, v. 12, n. 1, p. 19-28, 2002.
- WOSIACKI, G.; CHIQUETTO, N. C.; KIRCHNER, C. L. A industrialização de maçãs com podridão-amarga. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v. 7, n. 38, p. 52-55, 1991.
- WOSIACKI, G.; CHIQUETTO, N. C.; KIRCHNER, C. L. Avaliação do uso da maçã nacional (*Malus domestica*) para fins industriais: parte II: características de qualidade de sucos clarificados de cinco variedades: Anna, Gala, Ohio Beauty, Pome-3 e Rainha, colhidas na safra 1989/90. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 99-202, 1992b.
- WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C. Brazilian apple production: a few years later. **Fruit Processing**, Chicago, v. 12, p. 472-475, 2000.