

INDICADORES NATURAIS DE pH: USAR PAPEL OU SOLUÇÃO?

Daniela Brotto Lopes Terci e Adriana Vitorino Rossi*

Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, CP 6154, 13083-970 Campinas - SP

Recebido em 15/8/01; aceito em 12/12/01

NATURAL pH INDICATORS: USING PAPER OR SOLUTION? In this work, the fruit extracts of *Morus nigra* - mulberry, *Syzygium cumini* - jambolão, *Vitis vinifera* - grape, *Myrciaria cauliflora* - jaboticaba are suggested as pH indicators in the form of either solutions or paper. The pH indicator solutions were prepared by soaking the fruits or their peels in ethanol 1:3 (m/v) for 24 h, followed by simple filtration. The pH indicator papers were prepared by immersion of the qualitative filter paper strips in the pH indicator solutions. The different pH leads to color changes in the indicator solutions or papers and it can be used for teaching elementary chemistry concepts.

Keywords: natural pH indicator; didactic experiment; acid-base equilibrium.

INTRODUÇÃO

Indicadores visuais são substâncias capazes de mudar de cor dependendo das características físico-químicas da solução na qual estão contidos, em função de diversos fatores, tais como pH, potencial elétrico, complexação com íons metálicos e adsorção em sólidos. Podem ser classificados de acordo com o mecanismo de mudança de cor ou os tipos de titulação nos quais são aplicados¹. Os indicadores ácido-base ou indicadores de pH são substâncias orgânicas fracamente ácidas (indicadores ácidos) ou fracamente básicas (indicadores básicos) que apresentam cores diferentes para suas formas protonadas e desprotonadas; isto significa que mudam de cor em função do pH^{2,3}.

O uso de indicadores de pH é uma prática bem antiga que foi introduzida no século XVII por Robert Boyle^{4,5}.

Boyle preparou um licor de violeta e observou que o extrato desta flor tornava-se vermelho em solução ácida e verde em solução básica. Gotejando o licor de violeta sobre um papel branco e, em seguida, algumas gotas de vinagre, observou que o papel tornava-se vermelho. Assim foram obtidos os primeiros indicadores de pH em ambas as formas: solução e papel^{2,6}.

Nesta época, o conceito de ácidos e bases ainda não estava formalizado. Isto só veio a ocorrer numa primeira tentativa cientificamente reconhecida, no século XIX, por iniciativa do químico sueco Svante Arrhenius⁷. Entretanto, ainda no século XVII, Boyle empregava a seguinte descrição: "Ácido é qualquer substância que torna vermelho os extratos de plantas".

A partir dos trabalhos de Boyle, publicações sobre o uso de extratos de plantas como indicadores tornaram-se freqüentes. Os extratos mais utilizados nesta época eram os de violeta e de um líquen, *Heliotropium tricoccum*, chamado em inglês de "litmus" e em francês "tournesol"³.

Durante o século XVIII, notou-se que nem todos os indicadores apresentavam as mesmas mudanças de cor. Em 1775, Bergman escreveu que extratos de plantas azuis são mais sensíveis aos ácidos, ou seja, possuem uma variação gradual de cor, que pode diferenciar ácidos fortes de fracos. Por exemplo, ácido nítrico torna o extrato vermelho, já o vinagre não. E quando se trabalha com extrato de

litmus, esta mudança gradual de cor para ácidos de diferentes forças não é observada⁸.

Em 1767, Willian Lewis usou, pela primeira vez, extratos de plantas para a determinação do ponto final em titulações de neutralização. Antes disso, os extratos obtidos a partir de diversas espécies de plantas só tinham aplicação para a análise qualitativa de águas minerais mencionadas por Boyle, Iorden e duClos⁹⁻¹¹.

Em 1835, Marquat, realizando estudos com diversas espécies vegetais, propôs o termo antocianinas (do grego: *anthos* = flores; *kianos* = azul) para se referir aos pigmentos azuis encontrados em flores¹².

Somente no início do século XX, Willstätter e Robinson relacionaram as antocianinas como sendo os pigmentos responsáveis pela coloração de diversas flores e que seus extratos apresentavam cores que variavam em função da acidez ou alcalinidade do meio. Foi notado que as antocianinas possuem coloração avermelhada em meio ácido, violeta em meio neutro e azul em condições alcalinas^{13,14}. Este estudo explicou as mudanças de cores de extratos vegetais observadas por Boyle.

Atualmente, sabe-se que as antocianinas, pigmentos da classe dos flavonóides, são responsáveis pelas cores: azul, violeta, vermelho e rosa de flores e frutas^{15,16}.

Antocianinas são compostos derivados das antocianidinas, cuja estrutura genérica ilustrada na Figura 1 é o cátion flavílico. Nas antocianinas, uma ou mais hidroxilas das posições 3, 5 e 7 estão ligadas a açúcares, aos quais podem estar ligados ácidos fenólicos. Os diferentes grupos R e R' e açúcares ligados nas posições 3, 5 e 7, assim como os ácidos a eles ligados, caracterizam os diferentes tipos de antocianinas, sendo que as mais comuns são apresentadas na Tabela 1.

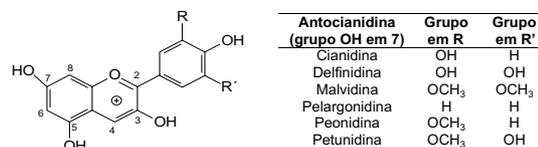


Figura 1. Estrutura genérica das antocianidinas¹⁴

As diferentes cores exibidas pelos vegetais que contêm antocianinas dependem da influência de diversos fatores, como a

*e-mail: adriana@iqm.unicamp.br

Tabela 1. Antocianinas freqüentemente encontradas em vegetais²¹

Antocianina	Fontes
Pelargonidina-3-glucosídeo	morangos
Cianidina-3-glucosídeo	morangos, amoras, ameixas, jambolão
Petunidina-3-arabinosídeo	cebola roxa
Peonidina-3-glucosídeo	cerejas, jabuticabas, uvas, ameixas
Delfinidina-3,5-diglucosídeo	berinjelas

presença de outros pigmentos, a presença de quelatos com cátions metálicos e o pH do fluido da célula vegetal^{17,18}.

A propriedade das antocianinas apresentarem cores diferentes, dependendo do pH do meio em que elas se encontram, faz com que estes pigmentos possam ser utilizados como indicadores naturais de pH^{19,20}. As mudanças estruturais que ocorrem com a variação do pH e são responsáveis pelo aparecimento das espécies com colorações diferentes, incluindo o amarelo em meio fortemente alcalino, podem ser explicadas pelo esquema das principais transformações ilustradas na Figura 2.

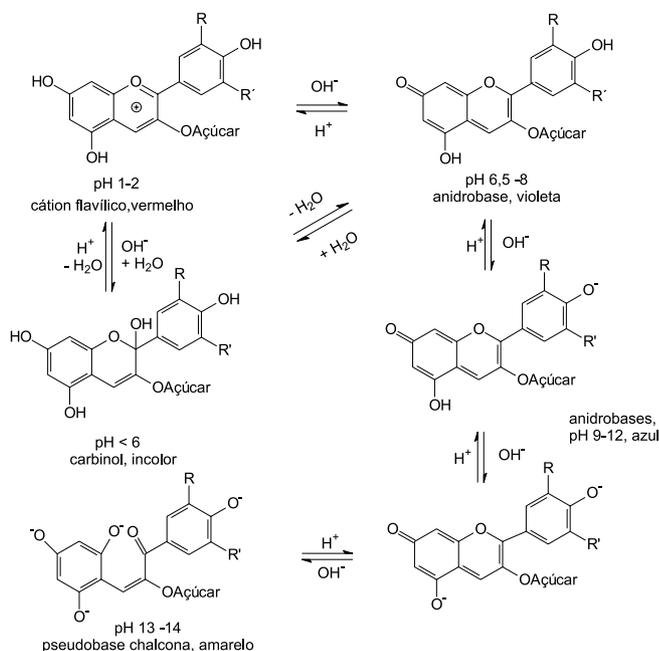


Figura 2. Possíveis mudanças estruturais das antocianinas em meio aquoso em função do pH^{21, 22}

Vários autores têm estudado as propriedades indicadoras de pH das antocianinas tendo em vista aplicações analíticas para o ensino de Química. Extratos de várias flores e de feijão preto foram utilizados em aula, para a determinação do ponto final em titulações de neutralização na Universidade Federal de São Carlos^{23,24}, enquanto o extrato de repolho roxo foi aplicado em atividades educacionais para a determinação da acidez de diversas substâncias de uso doméstico num trabalho do GEPEQ-SP²⁵. Na Universidade de Nebraska, os estudos foram feitos com o extrato de *cranberry*, um fruto bastante utilizado pelos americanos para preparar um molho que acompanha o tradicional peru do Dia de Ação de Graças²⁶.

A utilização destes extratos naturais indicadores de pH pode ser explorada didaticamente, desde a etapa de obtenção até a caracterização visual e/ou espectrofotométrica das diferentes formas coloridas que aparecem em função das mudanças de pH do meio. Podem ser elaboradas atividades experimentais para o ensino de Química

no nível médio, visando a abordagem de temas envolvendo processos de separação de misturas e conceitos relacionados a equilíbrio químico e indicadores de pH. Incrementando a sofisticação e o grau de complexidade conceitual, a proposta pode ser adaptada e tornar-se adequada para o desenvolvimento de atividades didáticas para o ensino superior.

As perspectivas de trabalho pedagógico que podem ser desenvolvidas com a utilização destes extratos em atividades didáticas representam uma importante ferramenta para fortalecer a articulação da teoria com a prática. Isto é bastante desejável por favorecer o sucesso do processo de ensino/aprendizagem, o que nem sempre é tarefa trivial, principalmente quando o tema é a Química.

A contextualização do ensino é fundamental para que a aprendizagem seja efetiva e isto fica bem claro na essência dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's nos quais se preconiza que “a concepção curricular seja transdisciplinar e matricial, de forma que as marcas das linguagens, das ciências, das tecnologias e, ainda, dos conhecimentos históricos, sociológicos e filosóficos, como conhecimentos que permitem uma leitura crítica do mundo, estejam presentes em todos os momentos da prática escolar”²⁷.

Os PCN's representam a proposta para o ensino médio, que é fundamentada nos critérios estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB/96 (Lei 9.394/96) e regulamentados pela Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação (Parecer nº 15/98, aprovado em 01/06/98, Resolução CEB/CNE nº 03/98), com uma ampla discussão sobre temas multidisciplinares e interdisciplinares. Os assuntos devem ser propostos e tratados de uma maneira global, articulando-se as competências e habilidades que serão desenvolvidas em cada disciplina e nos conjuntos das disciplinas, em cada área e no conjunto das áreas²⁷. Com relação ao ensino de Química, além de temas interdisciplinares, os PCN's enfatizam a exploração de conceitos químicos a partir do cotidiano dos alunos. Além disso, destaca-se que a experimentação na escola média tem função pedagógica e desenvolve habilidades cognitivas, tais como controle de variáveis, tradução da informação de uma forma de comunicação para outra (gráficos, tabelas e equações químicas), elaboração de estratégia para resolução de problemas, tomada de decisão baseada em análises de dados e valores, respeito às idéias dos colegas e colaboração no trabalho coletivo²⁷.

Com relação ao ensino superior, os princípios das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação também preconizam fortalecer a articulação da teoria com a prática. Certamente, as atividades que podem ser desenvolvidas com a utilização dos extratos naturais indicadores de pH representam importante ferramenta para que sejam atingidos alguns objetivos apresentados na versão para os Cursos de Graduação em Química, que até Agosto/2001 está em avaliação no Conselho Nacional de Educação²⁸.

Neste trabalho é apresentado um estudo de avaliação da viabilidade do uso de alguns extratos de frutas comuns no Brasil como indicadores de pH em ambas as formas: solução e de papel. Os experimentos realizados são simples, têm baixo custo e envolvem uso de poucos reagentes e materiais. Conceitos químicos importantes podem ser abordados de maneira contextualizada com as atividades experimentais descritas, sendo que conforme o grau de dificuldade e sofisticação podem ser adaptadas de acordo com o nível de ensino a que se destinem. Dada a simplicidade da proposta, as aplicações didáticas podem ser realizadas sem a necessidade de infra-estrutura laboratorial para aulas práticas.

PARTE EXPERIMENTAL

As espécies utilizadas foram *Morus nigra* (amora), *Myrciaria cauliflora* (jabuticaba), *Syzygium cumini* (jambolão) e *Vitis vinifera*

(uva), sendo algumas informações descritas na Tabela 2. Foram utilizadas frutas frescas e frutas congeladas, as quais foram armazenadas em sacos plásticos e mantidas em congelador doméstico.

A obtenção do extrato de amora foi realizada pela maceração da fruta seguida da imersão em etanol na proporção 1:3 (m/V) e repouso por 24 horas, à temperatura ambiente³³. Os extratos de jabuticaba, jambolão e uva foram obtidos pela imersão da casca em etanol na proporção 1:3 (m/V) e repouso por 24 horas, à temperatura ambiente. Posteriormente, os extratos foram filtrados, obtendo-se as soluções indicadoras de pH.

Durante a etapa de filtração, observou-se que parte do extrato ficava impregnada no papel de filtro. Isto originou o estudo com papel indicador de pH.

Para o estudo de preparação de papel indicador de pH, procedeu-se à imersão de tiras de papel de filtro qualitativo de 0,3 × 4,0 cm em cada um dos extratos. Seguiu-se um período de aproximadamente 1 hora para secagem ao ar.

Para avaliar a adequação dos extratos como indicadores de pH, foram utilizadas soluções tampão com pHs variando de 1 a 14³. Utilizaram-se tubos de ensaio contendo 5 mL de solução tampão, aos quais adicionou-se 1 mL dos extratos brutos. A observação da coloração resultante era feita 30 segundos após a adição dos extratos. A avaliação dos papéis de filtro impregnados com os extratos foi realizada pela observação da cor do papel resultante após a imersão das tiras nas soluções tampão.

Foi feita a determinação do pH de alguns produtos de uso doméstico, utilizando-se os indicadores desenvolvidos em papel e em solução. Os resultados obtidos foram comparados com medidas realizadas com indicadores comerciais de pH (fita indicadora universal de pH, Merck, e papel indicador universal de pH, Reagen).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em diferentes pHs, os extratos assumem diferentes colorações que podem ser facilmente identificadas por observação visual, definindo-se escalas de pH em função da cor da solução resultante. As escalas de variação de cor dos extratos de amora, jabuticaba, jambolão e uva em função do pH estão ilustradas nas Figuras 3 a 6.

As variações de cores observadas indicam que os extratos brutos de amora, jabuticaba, jambolão e uva podem ser usados como soluções indicadoras de pH.

As ligeiras diferenças de cores entre os extratos das diferentes frutas, para um mesmo valor de pH, podem ser atribuídas ao fenômeno de associação entre os corantes, que é influenciado pela quantidade e pelos tipos de antocianinas presentes nos extratos³⁴. Estudos de caracterização de extratos de algumas espécies vegetais podem ser encontrados na literatura³⁵⁻³⁷ e estão sendo realizados em nosso laboratório para as frutas usadas neste trabalho³⁸.

Quando se deseja medir o pH de materiais coloridos, a utilização de soluções indicadoras torna-se inadequada porque ocorre mascaramento das cores. Para contornar este problema, é bastante comum a utilização de papel indicador universal de pH ou pHmetros. Com relação a aplicações didáticas, em alguns casos, o custo e a

dificuldade de aquisição podem inviabilizar a utilização de indicadores comerciais.

A facilidade do preparo de papel indicador a partir de extratos de frutas e papel de filtro qualitativo, aliada ao baixo custo envolvido, estimulou a investigação da viabilidade do uso de papel de filtro impregnado com os extratos de amora, jabuticaba, jambolão e uva, como papel indicador de pH.

A utilização do papel de filtro, impregnado com os corantes durante a filtração dos extratos, como papel indicador é viável apenas



Figura 3. Escala de cores para diferentes pHs, obtida com o extrato de amora



Figura 4. Escala de cores para diferentes pHs, obtida com o extrato de jabuticaba

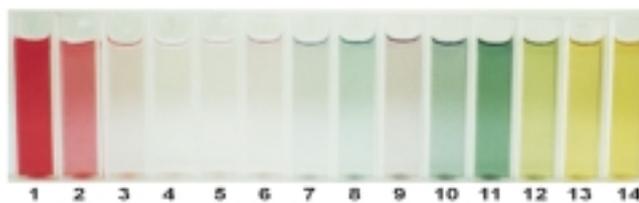


Figura 5. Escala de cores para diferentes pHs, obtida com o extrato de jambolão



Figura 6. Escala de cores para diferentes pHs, obtida com o extrato de uva

Tabela 2. Informações gerais sobre as espécies utilizadas²⁹⁻³²

Espécie (nome científico)	Nomes populares	Família botânica	Origem	Período de frutificação
Morus nigra	amora	Moraceae	Ásia	setembro a novembro
Myrciaria cauliflora	jabuticaba	Myrtaceae	Brasil	janeiro a fevereiro e agosto a setembro
Syzygium cumini	jambolão, jamelão	Myrtaceae	Índia	janeiro a maio
Vitis vinifera	uva	Vitaceae	Europa e Oriente Médio	outubro a fevereiro

para diferenciar soluções ácidas ou básicas, pois se tornam vermelhos em meio ácido e azuis em meio básico. Esta forma pode ser usada em substituição ao papel tornassol, empregado para esta mesma finalidade.

Já o papel indicador obtido a partir da imersão das tiras de papel de filtro qualitativo nos extratos brutos apresentou resultados considerados melhores, pois permitiu medir faixas de pH. Mergulhando-se estes papéis indicadores alternativos em soluções tampão de diferentes valores de pH, observou-se uma variação de cor do papel bastante perceptível, conforme é descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Cores apresentadas pelos papéis indicadores alternativos em função do pH

pH	Cores dos papéis com extratos			
	Amora	Jaboticaba	Jambolão	Uva
1	rosa	rosa	rosa	rosa
2	rosa	rosa	rosa	rosa
3	lilás	lilás	lilás rosado	lilás rosado
4	lilás	lilás	lilás	lilás
5	lilás	lilás	lilás	lilás
6	lilás	lilás	lilás	lilás
7	roxo	roxo	lilás azulado	lilás azulado
8	roxo	roxo	roxo	cinza azulado
9	roxo	roxo	roxo azulado	roxo
10	roxo	roxo	roxo azulado	roxo
11	roxo azulado	roxo	azul	azul
12	roxo azulado	roxo	azul	azul
13	azul	azul	verde	verde azulado
14	amarelo	amarelo	amarelo	amarelo

Os diferentes resultados obtidos entre os papéis de filtro usados na etapa de filtração dos extratos e aqueles preparados pela imersão das tiras de papel de filtro, podem ser justificados pela quantidade de pigmento impregnado no papel³.

Os resultados descritos na Tabela 3 indicam que os papéis de filtro impregnados com os extratos de jambolão e de uva permitem medidas de faixas mais estreitas de pH, quando comparados com aqueles obtidos com os extratos de amora e de jaboticaba. Contudo, para a escolha das espécies a serem utilizadas devem ser considerados aspectos como o período sazonal para garantir a disponibilidade da fruta. Entretanto, este último fator não é limitante, pois frutas congeladas podem ser usadas no preparo dos extratos obtendo-se as mesmas propriedades dos extratos feitos a partir das frutas frescas.

Comparando-se a faixa de pH que pode ser medida com o uso das soluções ou dos papéis indicadores obtidos a partir da *Morus nigra* (amora), *Myrciaria cauliflora* (jaboticaba), *Syzygium cumini* (jambolão) e *Vitis vinifera* (uva), observou-se que as soluções apre-

sentam uma faixa de variação de cor em função do pH mais estreita que o papel de filtro impregnado. No entanto, os papéis de filtro impregnados podem ser usados para medir a faixa de pH de soluções coloridas, tais como, produtos de uso doméstico, bastante empregados em ilustrações de aulas do ensino médio.

A medida de pH de soluções de produtos de uso doméstico coloridos com a utilização de soluções indicadoras de pH não é adequada. A coloração dos produtos confunde-se com a coloração da solução obtida após a adição de algumas gotas das soluções indicadoras. Entretanto, a coloração do produto não interfere quando se utilizam os papéis de filtro impregnados com os extratos.

A Tabela 4 apresenta os resultados de medidas de pH de produtos domésticos, utilizando-se os papéis indicadores preparados com os extratos das frutas, bem como os valores de pH medidos utilizando-se indicadores comerciais.

Os resultados obtidos indicam que os papéis indicadores obtidos com os extratos das frutas utilizadas neste trabalho podem ser usados com considerável confiabilidade para medidas de pH em meio aquoso, independente da coloração da solução que está sendo testada. As soluções indicadoras de pH obtidas a partir dos extratos de amora, jaboticaba, jambolão e uva permitem medidas de faixas de pH mais estreitas quando comparados com os papéis de filtro impregnados com estes mesmos extratos. Entretanto, a escolha do tipo de indicador: papel ou solução depende dos objetivos da atividade pretendida.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que os extratos brutos obtidos das frutas das quatro espécies vegetais estudadas apresentam potencialidade para a demonstração do comportamento de indicadores de pH e para medidas de pH. Isto pode servir para facilitar a abordagem didática de outros conceitos relacionados.

A simplicidade da parte experimental, que não demanda a utilização de laboratórios bem equipados. Isto torna esta proposta viável para escolas sem infra-estrutura laboratorial, pois os experimentos podem ser realizados na própria sala de aula. O tempo necessário para preparar a atividade não é longo, o que deve estimular sua aplicação sem comprometimento da carga horária de trabalho do professor que, geralmente, é bastante intensa.

As atividades experimentais deste trabalho podem ser empregadas didaticamente para favorecer a articulação entre teoria e prática no ensino superior, valorizando a pesquisa individual e coletiva, atendendo as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação e como um tema interdisciplinar no ensino médio, atendendo as recomendações dos PCN's. A interdisciplinaridade deste experimento consiste desde os procedimentos da química analítica, orgânica e físico-química, até conceitos de biologia (classificação botânica) e geografia (tipo de clima e solo para o cultivo destas espécies), relacionando uma grande quantidade de informações relevantes aos alunos de um modo interessante, atraente e contextualizado.

Tabela 4. Medida da faixa de pH de produtos de uso doméstico utilizando indicadores comerciais e os papéis de filtro impregnados com os extratos de frutas

Produto	Papel de amora	Papel de jaboticaba	Papel de jambolão	Papel de uva	Tiras Merck	Papel Reagen
alvejante (azul)	14	14	14	14	14	12-14
desengordurante (amarelo)	11-12	7-12	12	11-13	12	12-14
desengordurante (azul)	11-12	7-12	12	11-12	11	10-11
desinfetante (verde)	7-10	7-12	8	8	8	8
desinfetante (lilás)	7-10	7-12	8	8	8	8

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à FAPESP, pelo financiamento do projeto com a bolsa de mestrado de Daniela B. L. Terci (processo 00/02220-8); ao Prof. Dr. Aécio P. Chagas pelas valiosas sugestões e estimulantes incentivos ao prosseguimento das atividades de pesquisa e à estudante Tânia A. L. Pinheiro, cujo projeto de Iniciação Científica, concluído em julho de 1999, trouxe as idéias inspiradoras deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Ross, E. Em *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*; Elvers, B.; Hawkins, S.; Ravenscroft, M.; Schulz, G., eds.; VCR: New York, 1989, p. 127.
2. Baccan, N.; Andrade, J. C.; Godinho, O. E. S.; Barone, J. S.; *Química Analítica Quantitativa Elementar*, 2ª ed., Ed. Unicamp: Campinas, 1979, p. 46.
3. Bányai, E. Em *Indicators*; Bishop, E., ed.; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 1.
4. Boyle, R.; *Experiments upon Colors*, vol. 2, London, 1663 *apud* Bishop, E., ed.; *Indicators*; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 2.
5. Boyle, R.; *Works*, vol. 2; London, 1744, p. 53 *apud* Bishop, E., ed.; *Indicators*; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 2.
6. Oesper, R. E.; *J. Chem. Educ.* **1964**, *5*, 285.
7. Arrhenius, S.; *Z. Phys. Chem.* **1887**, *1*, 631.
8. Berg, T. Em *Preface to Scheffer, H. T., Chemische Föreläsningar*; Uppsala, 1775 conforme citação em Rancke Madsen, E.; *The Development of Titrimetric Analysis Till 1806*; Copenhagen, 1958, p. 68.
9. DuClos, S.; *Mném Acad. Roy. Sci. Paris*, (Depuis 1666, jusqu'à 1699), **1731**, *4*, 43 *apud* Bishop, E., ed.; *Indicators*; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 8.
10. Iorden, E.; *A Discourse of Natural Bathes and Mineral Waters*, 2ª ed., London, 1632 *apud* Bishop, E., ed.; *Indicators*; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 8.
11. Boyle, R.; *Short Memoirs for the Natural Experimental History of Mineral Waters*, London, 1684 *apud* Bishop, E., ed.; *Indicators*; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 8.
12. Ikan, R.; *Natural Products - A Laboratory Guide*, Israel University Press: Jerusalém, 1969, p. 17.
13. Willstätter, R.; Everst, A. E.; *Justus Liebigs Ann. Chem.* **1913**, *401*, 189.
14. Pratt, D. D.; Robinson, R.; *J. Chem. Soc.* **1922**, 1577.
15. Timberlake, C. F.; Bridle, P. Em *The Flavonoids*; Harbone, J. B.; Mabry, T. J.; Mabry, H., ed.; Academic Press: New York, 1975, p. 215.
16. Gross, J.; *Pigments in Fruits*, Academic Press: London, 1987, p. 59.
17. Alkema, S.; Seager, S.; *J. Chem. Educ.* **1982**, *59*, 183.
18. Foster, M.; *J. Chem. Educ.* **1978**, *55*, 107.
19. Mebane, R. C.; Rybolt, T. R.; *J. Chem. Educ.* **1985**, *62*, 285.
20. Barry, D. M.; *J. Chem. Educ.* **1997**, *74*, 1175.
21. Timberlake, C. F.; Bridle, P. Em *The Flavonoids*; Harbone, J. B.; Mabry, T. J.; Mabry, H., ed.; Academic Press: New York, 1975, p. 223.
22. Brouillard, R.; Iacobucci, G. A.; Sweeny, J. G.; *J. Am. Chem. Soc.* **1982**, *104*, 7585.
23. Couto, A. B.; Ramos, L. A.; Cavalheiro, E. T. G.; *Quim. Nova* **1998**, *21*, 221.
24. Soares, M. H. B.; Cavalheiro, E. T. G.; *Quim. Nova* **2001**, *24*, 408.
25. GEPEC; *Química Nova na Escola* **1995**, *1*, 33.
26. Curtiright, R. D.; Rynearson, J. A.; Markwell, J.; *J. Chem. Educ.* **1994**, *71*, 682.
27. <http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm>, acessada em Agosto 2001.
28. <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.shtm>, acessada em Agosto 2001.
29. <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/paradidat/frutas/uva/uva.html>, acessada em Agosto 2001.
30. <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/paradidat/frutas/jambolao/jambolao.html>, acessada em Agosto 2001.
31. <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/paradidat/frutas/amora/amora.html>, acessada em Agosto 2001.
32. <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/paradidat/frutas/jabuticaba/jabuticaba.html>, acessada em Agosto 2001.
33. Rossi, A. V.; Pinheiro, T. L.; *Livro de Resumos do VIII Congresso Interno de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Campinas*, Campinas, Brasil, 2000.
34. Hoshiro, T.; Matsumoto, U.; Goto, T.; *Phytochemistry* **1981**, *20*, 1971.
35. Goiffon, J. P.; Mouly, P.P.; Gaydou, E. M.; *Anal. Chim. Acta* **1999**, *382*, 39.
36. Robards, K.; Antolovich, M.; *Analyst* **1997**, *122*, 11R.
37. Lee, H. S.; Hong, V.; *J. Chromatogr.* **1992**, *624*, 221.
38. Terci, D. B. L.; Rossi, A. V.; *Projeto de Mestrado*, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2000.