

Andréa Boldarini Couto, Luiz Antonio Ramos e Éder Tadeu Gomes Cavalheiro*

Departamento de Química - Universidade Federal de São Carlos - Via Washington Luís, Km 235 - CP 676 - 13565-905 - São Carlos - SP

Recebido em 17/3/97; aceito em 8/10/97

APPLICATION OF FLOWER PIGMENTS IN CHEMICAL EDUCATION. In the present work, the pH dependent colour change of the crude flower extracts is suggested as subject in teaching chemical or acid-base equilibria, visual indicators and some aspects of spectrophotometric concepts and applications. The vegetal species used are commonly found in Brazil, and the extraction methodology proposed is inexpensive and easy to perform in secondary schools and in general chemistry or instrumental undergraduate courses. A bibliographic review about the use of vegetal extracts in chemical education and a discussion of the flower colour are also presented.

Keywords: colour change of crude flower extract; acid-base equilibrium; spectrophotometry.

INTRODUÇÃO

As espécies vegetais, uma vez que não podem se locomover, utilizam-se de artifícios para atrair animais para efetuarem funções tais como a polinização.

As flores são utilizadas com esta finalidade, nos vegetais superiores. Por definição botânica *as flores são elementos de reprodução de plantas fanerógamas; conjunto de cálice e corola, mais ou menos vistoso, com forma, organização, coloração e demais caracteres extremamente variáveis*¹.

A forma, o aroma, o sabor e a coloração de substâncias presentes nas flores são utilizadas para chamar a atenção de mamíferos, insetos e aves.

Esta coloração é causada pela presença de pigmentos que absorvem radiação luminosa na região do ultra-violeta e do visível. Estes pigmentos localizam-se nos vacúolos das células vegetais², nos quais o pH varia entre 3,70-4,15 e 4,40-4,50 por exemplo, para o caso de pétalas de rosas, no pico de coloração

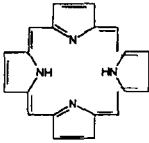
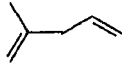
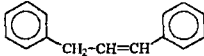
e após três dias de colhidas, respectivamente, segundo foi relatado por Asen et al³.

Várias classes de substâncias podem colaborar para a coloração das flores, frutos e folhas dos vegetais, destacando-se as porfirinas, carotenóides e flavonóides⁴. Exemplos destes corantes, bem como seu grupo característico são apresentados na tabela 1.

Nas flores os principais agentes cromóforos são os **flavonóides**. Estes compostos são subdivididos em grupos de substâncias, cada qual apresentando colorações características. Segundo Brouillard⁵, as **antocianinas** são responsáveis pela coloração rosa, laranja, vermelha, violeta e azul da maioria das flores. Os **flavonóis** (chalconas e auronas), produzem coloração amarela. Esta mesma cor pode, também, ser produzida por carotenóides.

Outros glicosídeos de chalconas, auronas, flavonas e flavonóis podem, também, se apresentar incolores com absorções no ultra-violeta, porém podendo ser vistos por insetos, como as abelhas⁵ e possivelmente por pássaros, como os beija-flores.

Tabela 1. Principais grupos responsáveis pela coloração em tecidos vegetais e suas ocorrências.

Classe	Grupo Básico	Nome	Exemplo	Ocorrência
Porfirinas		Porfina	Clorofila	folhas verdes
Carotenóides (terpenos)		Isopreno	β -caroteno Licopeno	cenoura tomates
Flavonóides		Unidade Estrutural do Flavonóide	Antocianinas Flavonóis	flores vermelhas flores amarelas

Revisão Bibliográfica

Vários autores têm se preocupado em aproveitar estas colorações no ensino de química. Assim a definição dos corantes, sua aplicação na indústria, aspectos históricos e técnicas de separação podem ser encontrados no *Journal of Chemical Education* e em anais de reuniões científicas realizadas no Brasil, conforme se descreve a seguir.

Teixeira et al⁶ apresentaram estudos sobre a preparação de papéis indicadores à partir de pigmentos naturais de *Tradescantia diurética* e *Brassicaceae abracea*, impregnando papel de filtro com os extratos etanólicos dos vegetais.

Pereira et al⁷ apresentaram estudos computacionais sobre a estrutura eletrônica do cátion flavílico. Informações sobre a planaridade e ressonância da molécula foram desenvolvidos com base na sua geometria e ordem de ligação.

O GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química), do IQ-USP⁸, apresentou uma proposta para ensino de equilíbrios ácido-base baseada na utilização dos corantes do repolho roxo. Uma escala de pH, baseada na coloração do extrato e a determinação de acidez para substâncias de naturezas diversas foram apresentados.

Lima et al⁹ aproveitaram-se do mesmo extrato para demonstrar o efeito tampão de comprimidos efervescentes, mostrando a importância de não se alterar o pH do estômago utilizando-se bases fortes nos comprimidos antiácidos.

Teixeira et al¹⁰ estudaram a estabilidade de pigmentos vegetais, acompanhando a diminuição da intensidade de cor por espectrofotometria de absorção molecular, na região do visível.

Curtright et al¹¹ propuseram um experimento para a determinação de pK aparente de misturas de antocianinas contidas em sucos de frutas, demonstrando que as substâncias cromóforas presentes nas frutas poderiam ser indicadores para medir a acidez do meio em que estão inseridas.

Lalitha¹² comparou o desempenho de várias fases estacionárias na separação de pigmentos vegetais. Utilizando misturas de éter de petróleo e benzeno o autor concluiu que o melhor desempenho foi de areias do rio Yamuna, na Índia.

Kimrough¹³ descreveu procedimentos cromatográficos para a separação de pigmentos vegetais, utilizando materiais comuns encontrados em farmácias e supermercados, como fases móvel e estacionária.

Calafati et al¹⁴ estudaram o extrato alcoólico da casca do *Syzygium jambolanum* (jambolão), como indicadores ácido-base. Estudos espectrofotométricos e potenciométricos foram utilizados para avaliar o desempenho do indicador.

Veloze et al¹⁵ apresentaram estudos sobre a extração, identificação e comportamento ácido-base de antocianinas de *Euphorbia pulcherrima* (asa de papagaio), utilizando extrato alcoólico bruto como indicador de titulações e na preparação de papéis indicadores.

Mebane e Rybolt¹⁶ discutiram as variações de cor observadas na titulação de extratos obtidos de diferentes vegetais comestíveis (frutas e folhas). As variações de cor foram colocadas em um gráfico relacionando o pH e zona de viragem.

Alkema e Seager⁴ apresentaram os diversos tipos de pigmentos que podem ser encontrados em vegetais, descrevendo sua associação com as cores apresentadas por flores, frutos, folhas e cascas.

Séquin-Frey¹⁷ publicou um interessante artigo sobre fontes, comportamento químico e histórico da utilização de corantes vegetais, originários de diversos países, ressaltando o crescente interesse no aproveitamento destes corantes na indústria cosmética e alimentícia contemporânea.

Foster¹⁸ preparou uma escala de cores para soluções de antocianinas em função do pH, propondo a utilização desta escala para ensino de equilíbrio ácido-base e sobre comportamento de pigmentos.

Anuar¹⁹ discutiu um método cromatográfico em papel, para a separação de clorofilas e outros pigmentos, comparando diversos sistemas solventes e verificando o comportamento dos compostos na região do ultra-violeta e do visível.

Geissman²⁰ apresentou um dos primeiros trabalhos, voltados para educação, descrevendo o comportamento ácido-base de extratos vegetais, propondo uma reação para explicar a mudança de coloração, em função da acidez do meio. O autor destaca a presença de antocianinas, como agentes cromóforos e comenta a presença de misturas de corantes combinados para produção de coloração em flores.

Antocianinas

As antocianinas, pigmentos da classe dos flavonóides, são os principais cromóforos encontrados nas flores vermelhas, azuis e púrpuras. Quando extraídas do meio natural, apresentam-se na forma de sais de flavílio, normalmente glicosiladas, ou seja, ligadas a moléculas de açúcares, sendo os mais comuns a β -D-glucose, a β -D-galactose e a α -D-ramnose²¹. As estruturas mais comuns apresentadas pelas antocianinas são mostradas na figura 1.

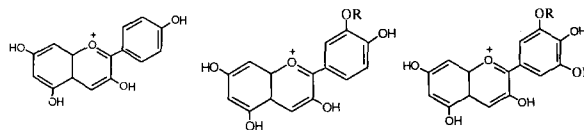


Figura 1. Estruturas das antocianinas comumente encontradas em flores.

Uma das principais características das antocianinas, com aproveitamento didático é a sua mudança de coloração em função do pH do meio. Esta variação de cores foi extensamente estudada e discutida por Brouillard e colaboradores^{5,22,23}. Segundo estes autores três equilíbrios principais ocorrem quando se eleva o pH de uma solução ácida contendo uma antocianina. Um esquema geral é apresentado na figura 2.

Na primeira reação, ocorre o equilíbrio ácido-base de protonação do cátion flavílico, muito rápido, com uma constante de equilíbrio K_a , representado pela reação 1, da figura 2.

Em seguida forma-se um carbinol pseudo-base, através de um equilíbrio rápido, com constante K_b , representado pela reação 2, da figura 2.

Finalmente estabelece-se lentamente um equilíbrio tautomérico, com formação de uma pseudo-base chalcona, incolor, com constante de equilíbrio K_T , representado na reação 3, da figura 2.

No presente trabalho, pretende-se oferecer uma alternativa simples e de baixo custo para ensino utilizando-se de vegetais facilmente encontrados no Brasil. Os corantes utilizados se prestam ao ensino desde conceitos básicos de equilíbrio químico para estudantes de 2º grau, de indicadores de titulação para cursos de química geral e até a lei de Lambert-Beer e espectros de absorção molecular, para cursos de química analítica instrumental. A utilização das flores oferece ao estudante um contato com a química utilizando um objeto atrativo e presente no seu dia-a-dia. As espécies utilizadas foram *Tibouchina granulosa*, *Bauhinia variegata*, *Rhododendron simsii*, *Impatiens walleriana*, de flores vermelhas, evidenciando a presença de antocianinas. A tabela 2 reúne uma série de informações gerais sobre as espécies utilizadas e a figura 3 apresenta fotografias das flores para sua identificação.

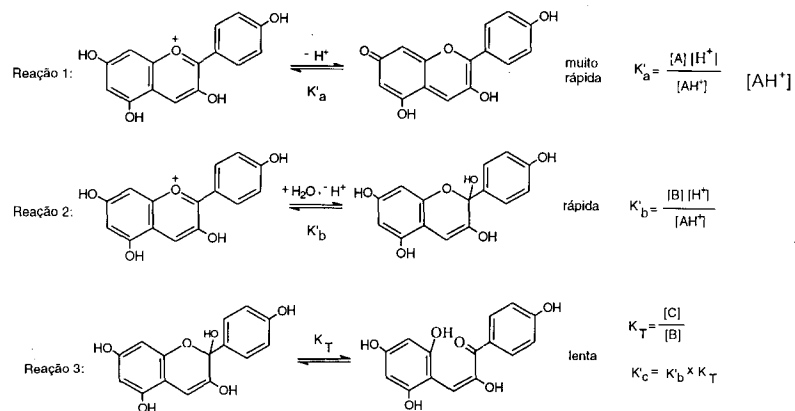


Figura 2. Esquema geral dos equilíbrios que ocorrem com o cátion flavílio, quando se muda o pH do meio, de acordo com Brouillard et al^{2,3}.



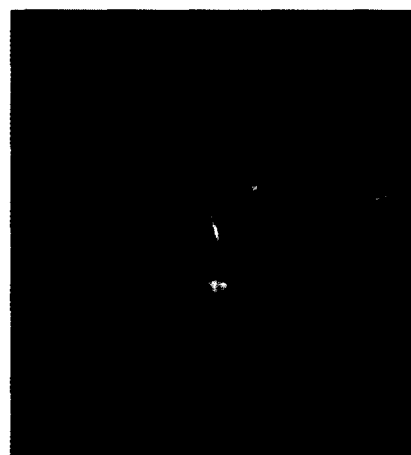
Tibouchina granulosa



Rhododendron simsii



Bauhinia variegata



Impatiens waleriana

Figura 3. Fotografias das flores utilizadas.

A interdisciplinaridade está contida neste caso desde os procedimentos de extração até a explicação da mudança de cor, envolvendo conceitos e procedimentos da química analítica, orgânica, de produtos naturais e físico-química, além da classificação botânica das espécies envolvidas, oferecendo através destes aspectos grande quantidade de detalhes e informações a alunos em diferentes estágios de aprendizado. Além disto

o baixo custo dos experimentos propicia sua utilização em qualquer escola.

PARTE EXPERIMENTAL

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico (PA) e as soluções foram preparadas com água destilada e deionizada.

Tabela 2. Informações gerais sobre as espécies utilizadas, neste trabalho.

Espécie (nome científico)	Sinonímia botânica	Nomes Populares	Origem	Floração	Utilidade
<i>Tibouchina granulosa</i> ¹	- <i>Melastoma granulosa</i> Desr., - <i>Pleroma granulosa</i> Don, - <i>Lasiandra fontanesiana</i> DC., - <i>Melastoma fontanesii</i> Spreng.	-quaresmeira, -flor-de-quaresma, -quaresmeira-roxa, -quaresma	Brasil	-2 vezes ao ano: junho-agosto dezembro-março (mais abundante)	- madeira para objetos leves e caixotaria, - ornamentação - arbonização urbana
<i>Rhododendron simsii</i> ²	- <i>Azalea indica</i> Sims	-azaléia, -azaléia-belga	China	julho-setembro	- ornamentação
<i>Bauhinia variegata</i> ^{3,4}	- <i>Bauhinia purpurea</i>	-pata-de-vaca, -casco-de-vaca, -mororó, -pata-de-boi, -unha-de-boi, -unha-de-vaca	Índia e China	julho-outubro	-madeira para marcenaria, -atividade anti-dispéptica e anti-helmíntica(casca e raízes), -tratamento úlceras, Hanseníase e outros problemas de pele, -atividade carminativa e laxativas(flores) -ornamentação
<i>Impatiens walleriana</i> ²	- <i>Impatiens sultani</i>	-beijo turco, -maria-sem-vergonha	África	ano todo	-ornamentação

1. Lorenzi, H. - ref. 26; 2. Lorenzi, H., Souza H. M. - ref 27; 3. Graf, A. B. - ref. 28; 4. Corrêa, M. P. - ref. 29.

Obtenção dos Extratos Brutos

Para obtenção dos extratos foram utilizadas aproximadamente 300g de pétalas de flores recém-colhidas, imersas em 300mL de etanol, como solvente extrator. O tempo de extração estabelecido foi de 48 horas, mantendo-se o material embrulhado em papel alumínio e à temperatura ambiente.

Após este período o solvente foi eliminado em um rota- evaporador, sob vácuo à temperatura máxima de 40°C, até volume constante, obtendo-se um resíduo viscoso. Caso o equipamento não seja disponível, pode-se utilizar uma trompa de água e um quitassato, ou ainda evaporar o solvente usando-se um secador de cabelo com fase fria, porém sempre ao abrigo da luz e tomando-se cuidado para que a temperatura não ultrapasse os 40°C.

O extrato assim obtido foi conservado em congelador, acondicionado em frasco escuro. Este extrato foi utilizado na obtenção dos espectros de absorção molecular, verificação da Lei de Lambert-Beer, e como indicador ácido-base.

Para demonstração da reversibilidade da cor em meio ácido e básico, pode-se utilizar o extrato alcoólico, evaporando-se aproximadamente 50% do solvente.

Reagentes e Soluções

Foram utilizadas soluções tampão de McIlvaine, preparadas de acordo com Elving et al²⁴, para controle de pH na obtenção de espectros de absorção molecular.

Soluções dos ácidos clorídrico e acético (HAc), bem como dos hidróxidos de sódio e amônio foram preparadas em concentrações próximas a 0,1 mol L⁻¹ e padronizadas de acordo com livros texto de química experimental²⁵. Estas soluções foram utilizadas nas titulações ácido-base, usando-se eletrodo de vidro e os extratos como indicadores de ponto final, para comparação. O volume de ácido titulado foi fixado em 10,0 mL.

Espectros de absorção na região do UV e do visível foram obtidos em diferentes pH, para determinação dos comprimentos de onda dos máximos de absorção, bem como para demonstração

da mudança da forma destes espectros em função da acidez do meio. A quantidade de extrato foi variável sendo utilizado extrato suficiente para a observação de cor em cada caso.

Para verificação da Lei de Lambert-Beer foram preparadas soluções estoque contendo aproximadamente 10 mg do extrato em 100 mL de solução. Alíquotas destas soluções foram diluídas com soluções de HCl e NaOH, e suas absorbâncias medidas em função da diluição. Os coeficientes de absorvidade aparentes (a), para as misturas de cromóforos contidos nos extratos, foram também determinados.

Equipamentos

pH-metro: Orion Ion Analyser EA 940
Eletrodo Combinado de Vidro: Analion V620
Rota-Evaporador: R-114, com trompa de vácuo
Espectrofotômetro: Hitachi U-2000, com cubetas de quartzo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Demonstração da Reversibilidade do Equilíbrio e do Fenômeno da Mudança de Cor em Função do pH.

Neste caso os extratos brutos foram adicionados inicialmente a soluções ácidas. Adicionando-se a solução de NaOH, observa-se uma alteração de cor até amarelo. Neste ponto a adição de solução de HCl, faz com que a coloração retorne ao vermelho inicial, como pode ser observado na figura 4.a. Este comportamento foi observado para todos os extratos, podendo ser aproveitado para discussões sobre a reversibilidade e deslocamento do equilíbrio químico, bem como do comportamento ácido-base de substâncias orgânicas, utilizadas como indicadores. Em cursos de 2º grau, a utilização de produtos de limpeza, vinagre, comprimidos efervescentes etc., pode ser de grande interesse para os alunos, sem elevação de custo pela aquisição de reagentes.

Uma escala de pH pode ser obtida variando-se a acidez do meio, conforme é apresentado na figura 4.b.



(a)



(b)

Figura 4. a) Fotografia mostrando a reversibilidade da mudança de cor e, portanto, do equilíbrio químico, quando se passa do meio ácido(1) para o básico(2) e retornando a ácido(3). b) Fotografia mostrando a coloração do extrato em diferentes pH. Nesta figura utilizou-se o extrato da *Tibouchina granulosa* como ilustração. Os demais apresentam comportamento semelhante.

b) Espectros de Absorção Molecular

O fenômeno de absorção de radiação por uma substância pode também, ser demonstrado pela utilização dos extratos. A modificação de cor pode ser associada à forma dos espectros dos extratos brutos, aqui utilizados, em meio ácido e básico, com a modificação dos máximos de absorção.

A sobreposição dos espectros em diferentes pH infelizmente, não apresenta pontos isosbéticos, já que existe uma mistura de corantes. Os espectros de absorção em meio ácido e básico, são apresentados na figura 5.

Em linhas gerais, em meio ácido predomina uma coloração avermelhada ($\lambda_{\max} \approx 530$ nm), em pH=4 predomina uma coloração lilás com λ_{\max} em 530, 570 e 620 nm, em pH = 5-6 surge uma coloração azulada, com intensificação destes comprimentos de onda. Finalmente em pH 6-8, ocorre uma predominância da cor verde, com intensificação da banda em 620 nm. Em pH mais elevados ocorre uma coloração amarelada com forte absorção na região do ultra-violeta, como pode ser observado na figura 4.b. Variações na forma foram observadas de espectro para espectro, porém este comportamento geral foi observado para todos os casos.

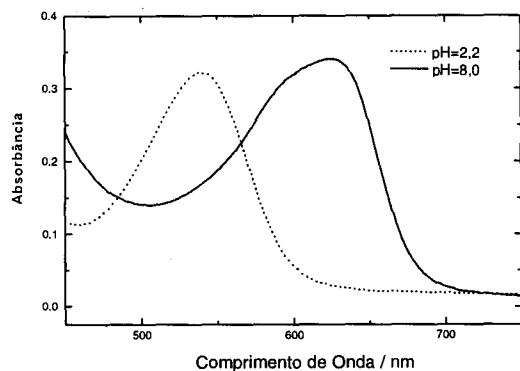
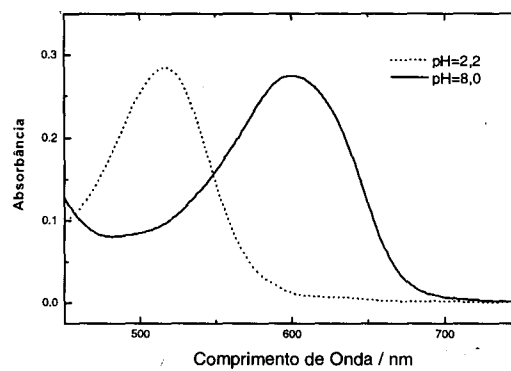
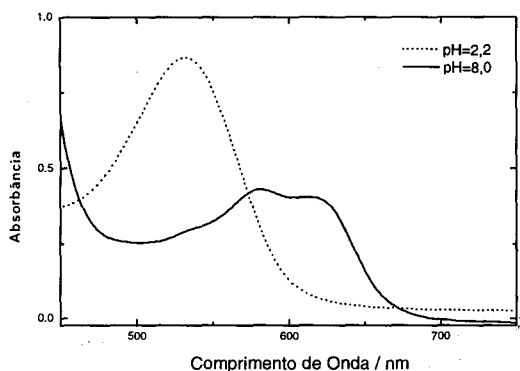
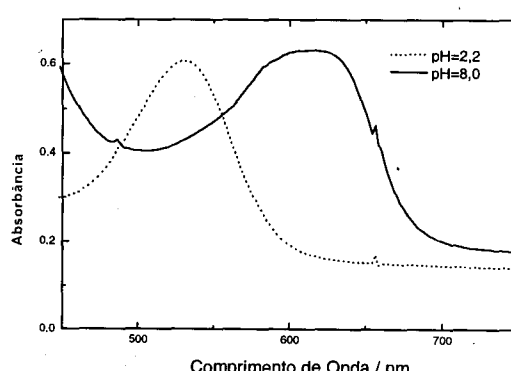
*Tibouchina Granulosa**Rhododendron simsii**Bauhinia variegata**Impatiens walleriana*

Figura 5. Espectros da forma ácida (pH=2,2) e básica (pH=8) de cada extrato.

c) Verificação da Lei de Lambert-Beer

A relação entre a absorvância de uma solução e a quantidade de espécie absorvente, em um dado comprimento de onda é dada pela expressão:

$$A_{\lambda} = a_{\lambda}bc \quad (4)$$

na qual:

A_{λ} =absorvância no comprimento de onda λ

a_{λ} =coeficiente de absorvidade no comprimento de onda λ

b =caminho óptico

c =concentração da espécie absorvente

Esta expressão, conhecida como lei de Lambert-Beer, propõe uma dependência linear entre a absorvância e a concentração das espécies presentes em uma solução. A possibilidade de aplicação dos extratos aqui estudados na demonstração desta lei foi investigada. As retas obtidas são apresentadas na figura 6, enquanto os resultados de coeficientes de absorvidade aparente, comprimento de onda utilizado e coeficientes de correlação são dados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados da verificação do comportamento dos quatro extratos brutos em relação à Lei de Lambert-Beer.

Espécie	Forma Ácida		Forma Básica	
	λ nm	coef. absort.	λ nm	coef. absort.
<i>T. granulosa</i>	532	0,176	438	0,200
<i>B. variegata</i>	528	3,12	350	0,881
<i>R. simsii</i>	522	0,657	378	0,629
<i>I. walleriana</i>	526	0,902	322	2,19

Com estes resultados fica clara a possibilidade de demonstrar

a lei de Lambert-Beer, em cursos de química analítica instrumental, utilizando os corantes.

d) Comparação entre os pontos finais em titulações ácido-base, determinados com o eletrodo de vidro e visualmente, utilizando os extratos como indicadores.

Os resultados obtidos quando os diferentes sistemas ácido-base foram titulados, em presença do corante como indicador em comparação com o eletrodo combinado de vidro, são apresentados na tabela 4.

Durante as titulações observou-se para todos os extratos que a cor inicial do corante era vermelha em meio ácido, com a adição da base notou-se a mudança para verde, seguido de amarelo.

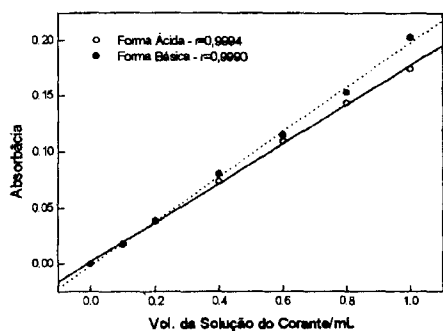
No ponto final da titulação a mudança de cor foi de vermelho para verde, sendo os intervalos de viragem observados entre pH 7 e 8.

O ponto de viragem pode ser observado com clareza, quando se adiciona a base ao ácido contendo o indicador. No procedimento inverso não se observa mudança de cor. Isto pode ser devido a modificações químicas na molécula do corante.

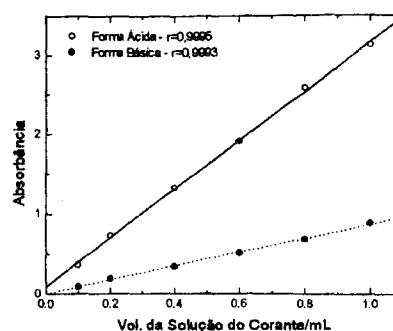
Este fato pode ser relacionado com os trabalhos de Brouillard et al.^{5,23,24}, nos quais os autores demonstraram que para pH extremamente elevados, ocorre o deslocamento do equilíbrio representado pela equação 3 da figura 2, favorecendo a formação da pseudo-base chalcona. Este equilíbrio é lento e, uma vez atingido o retorno às espécies ácidas é demorado, não permite a verificação da mudança de cor do extrato usado como indicador, quando se titula a solução básica.

Nos estudos de reversibilidade de cor deve-se fazer apenas uma elevação do pH, não se atingindo valores extremamente básicos, prevenindo-se a formação da chalcona.

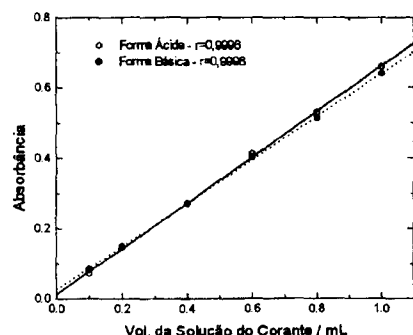
Quanto ao uso dos extratos como indicadores, nota-se que o melhor desempenho foi da *Rhododendron simsii*, que apresentou resultados próximos ao eletrodo de vidro para todos os sistemas.



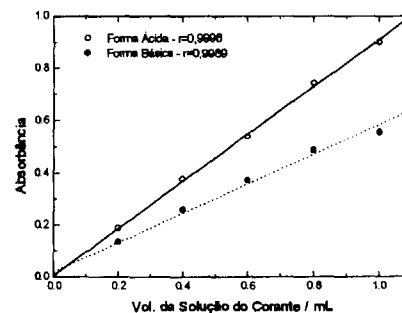
Tibouchina Granulosa



Rhododendron simsii



Bauhita variegata



Impatiens walleriana

Figura 6. Curvas de absorvância em função da concentração de extrato, para demonstração da validade da Lei de Lambert-Beer, para os extratos utilizados, com os respectivos coeficientes de correlação.

Tabela 4. Comparação entre os resultados de detecção dos pontos finais em titulações ácido-base, utilizando-se os extratos como indicadores visuais e com o eletrodo de vidro.

Espécie	Sistema	Volume médio de equivalência* / mL		
		Potenciométrico	Visual	Erro / %
<i>Tibouchina granulosa</i>	HCl/NaOH	8,31	8,33	0,24
	HCl/NH ₄ OH	8,07	8,29	2,7
	HAc/NaOH	11,4	11,2	1,8
	HAc/NH ₄ OH	11,6	11,8	1,7
<i>Rhododendron simsii</i>	HCl/NaOH	14,9	15,0	0,67
	HCl/NH ₄ OH	10,4	10,6	1,9
	HAc/NaOH	10,3	10,2	0,97
	HAc/NH ₄ OH	13,9	13,8	0,72
<i>Bauhinia variegata</i>	HCl/NaOH	14,7	14,8	0,68
	HCl/NH ₄ OH	10,1	10,2	0,99
	HAc/NaOH	9,96	9,78	1,8
	HAc/NH ₄ OH	11,3	11,2	0,88
<i>Impatiens walleriana</i>	HCl/NaOH	10,1	10,1	0,20
	HCl/NH ₄ OH	9,14	9,40	2,7
	HAc/NaOH	9,80	9,75	0,51
	HAc/NH ₄ OH	8,88	8,97	1,0

* Média de 3 determinações. Condições: volume de ácido titulado = 10,0 mL; todos os reagentes utilizados em concentrações próximas a 0,1 mol L⁻¹; titulante adicionado à partir de uma bureta de 25,0 mL.

Já a *Tibouchina granulosa* e *Impatiens walleriana*, não apresentaram um desempenho tão bom, quando a viragem ocorre em meio mais ácido (HCl/NH₄OH), provavelmente devido à faixa de viragem dos corantes contidos no extrato. Porém os erros relativos são menores que 3,0% e os resultados didáticos podem ser considerados satisfatórios para todos os extratos.

CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados obtidos, pode-se concluir que os extratos brutos obtidos das flores das quatro espécies vegetais estudadas apresentam potencialidade didática para demonstração:

1) do comportamento de substâncias naturais como indicadores em titulações para os sistemas ácido forte-base forte, ácido forte-base fraca, ácido fraco-base forte e ácido fraco-base fraca, já que os pontos de viragem observados são próximos dos obtidos com o eletrodo de vidro,

2) da Lei de Lambert-Beer,

3) do comportamento de indicadores visuais e a sua aplicação na determinação de pontos finais em titulações ácido base.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Profa. Dra. Maria Inês Salgueiro Lima, do Depto. de Biologia/UFSCar, pela colaboração na identificação das espécies e ao Prof. Dr. João Batista Fernandes, do Depto. de Química/UFSCar, pelas discussões.

REFERÊNCIAS

1. Ferri, M. G.; Menezes, N. L.; Monteiro-Scanavacca, W. R.; *Glossário Ilustrado de Botânica*; Ebratec: Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978, p. 61.
2. McClure, J. W.; *Biochemistry of Plant Phenolics*; Swain, T.; Harborne, J. B. and Van Sumere, C. F., Eds.; Plenum Press; New York, 1979; p 525.
3. Asen, S.; Norris, K. H. and Stewart, R. N.; *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **1971**, *96*, 770.
4. Alkema, S.; Seager, S.; *J. Chem. Educ.* **1982**, *59*, 183.
5. Brouillard, R.; *The Flavonoids*; Harborne, J.B., Ed.; Chapman and Hall; London, 1988; pp 525-538.
6. Teixeira, C. M.; Queiroz, M. E.; Queiroz, J. H.; Neves, A. A.;

- Miranda, L. C.; Oliveira, T. T.; Nagem, T. J.; Livro de Resumos da 18ª Reunião Anual da SBQ; 1995; QA-193.
7. Pereira, G. K.; Galembeck, S. E.; Donate, P. M.; Livro de Resumos da 18ª Reunião Anual da SBQ; 1995; QT-017.
8. GEPEQ; *Química Nova na Escola* **1995**, *1*, 32.
9. de Lima, V. A.; Battaglia, M.; Guaracho, A.; Infante, A.; *Química Nova na Escola* **1995**, *1*, 33.
10. Teixeira, C. M.; Queiroz, M. E. ; Livro de Resumos da 17ª Reunião Anual da SBQ, 1994, QA-86.
11. Curtright, R. D.; Rynearson, J.A.; Markwell, J.; *J. Chem. Educ.* **1994**, *71*, 683.
12. Lalitha, N. ; *J. Chem. Educ.* **1994**, *71*, 432.
13. Kimbrough, D. R.; *J. Chem. Educ.* **1992**, *69*, 987.
14. Calafatti, S. A.; Souza, J. A.; Capelato, M. D.; Livro de Resumos da 40ª Reunião Anual da SBPC; 1988; 03-D.2.6.
15. Velozo, E. S.; Rodrigues, P. C.; Ramus, A.; Giudici, R.; Roque, N. F.; Osório, V. K. L.; Livro de Resumos da 18ª Reunião Anual da SBPC, 1988; 18-D.2.6.
16. Mebane, R. C.; Rybolt, T. R.; *J. Chem. Educ.* **1985**, *62*, 285.
17. Séquin-Frey, M.; *J. Chem. Educ.* **1981**, *58*, 301.
18. Foster, M.; *J. Chem. Educ.* **1978**, *55*, 107.
19. Anwar, M. H.; *J. Chem. Educ.* **1963**, *40*, 29.
20. Geissman, T. A.; *J. Chem. Educ.* **1941**, *18*, 108.
21. Timberlake, C. F.; Bridle, P.; *The Flavonoids*; Harborne, J. B.; Mabry, T. J.; Mabry, H., C. F., Eds.; Chapman and Hall; London, 1975; p 214.
22. Brouillard, R.; Dubois, J. E.; *J. Am. Chem. Soc.* **1977**, *99*, 1359.
23. Brouillard, R.; Delaporte, B.; *J. Am. Chem. Soc.* **1977**, *99*, 8461.
24. Elving, P. J.; Morkovitz, J. M.; Rosenthal; *Anal. Chem.* **1956**, *28*, 1179.
25. Silva, R. R.; Bocchi, N.; Rocha, R. C.; *Introdução à Química Experimental*; McGraw-Hill; São Paulo, 1990; p. 81.
26. Lorenzi, H.; *Árvores Brasileiras*; Plantarum; Nova Odessa, 1992, 237 pp
27. Lorenzi, H.; Souza, H. M.; *Plantas Ornamentais do Brasil*; Planatarum, Nova Odessa, 1995, 336 pp.
28. Graf, A. B.; *Pictorial Cyclopedia of Exotic Plants*, Vol. 2; Exotica Internacional, São Paulo; 2189 pp.
29. Corrêa, M. P.; *Dicionário da Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas*, Vol. 1; Imprensa Nacional; Rio de Janeiro, 1926; 186 pp.