



Eclética Química

ISSN: 0100-4670

atadorno@iq.unesp.br

Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho
Brasil

Kapor, Marcos André; Yamanaka, Hideko; Carneiro Alves, Patrícia; Zanoni Boldrin, Maria Valnice
Eletoanálise de corantes alimentícios: determinação de índigo carmim e tartrazina

Eclética Química, vol. 26, núm. 1, 2001, p. 0

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Araraquara, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42902604>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

ELETROANÁLISE DE CORANTES ALIMENTÍCIOS: DETERMINAÇÃO DE ÍNDIGO CARMIM E TARTRAZINA

Marcos André KAPOR
Hideko YAMANAKA
Patrícia Alves CARNEIRO
Maria Valnice Boldrin ZANONI

RESUMO: Tartrazina e índigo carmim são corantes alimentícios amplamente utilizados na indústria alimentícia. Ambos os corantes apresentam ondas voltamétricas de redissolução catódica bem definidas no intervalo de pH 2 a 12, quando pré-acumulados sobre eletrodo de gota pendente de mercúrio. Curvas de calibração para tartrazina e índigo carmim são obtidas no intervalo de $5 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ a $1 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$, em tempos de acúmulo de 30s e potencial de acúmulo de 0V e -0,10V, em tampão acetato pH 4,5 e carbonato pH 10, respectivamente. O método proposto foi aplicado para determinação direta de ambos os corantes em amostras individuais ou misturas em meio aquoso, e também, em amostras comerciais de suco artificial em pó e balas.

PALAVRAS-CHAVE: corantes alimentícios, tartrazina, índigo carmim, eletroanálise.

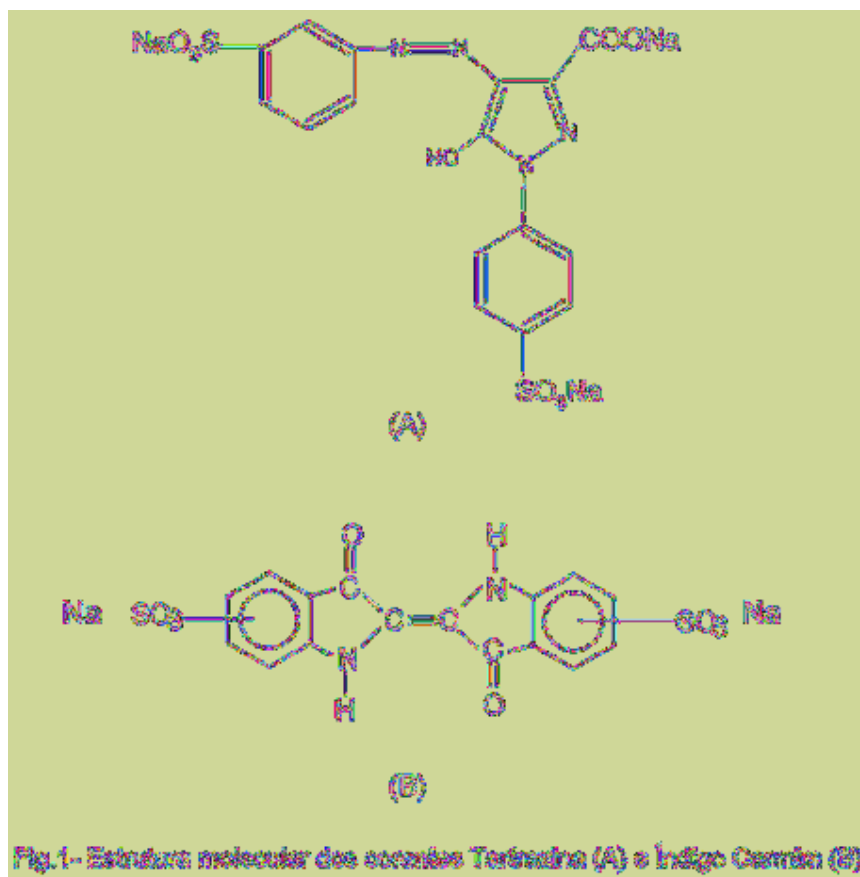
INTRODUÇÃO

Coloração é a primeira qualidade sensorial pelo qual os alimentos são julgados e, portanto, amplamente utilizada na indústria alimentícia para atender as expectativas dos consumidores, que usualmente associam cor ao sabor, cheiro ou qualidade do produto. Portanto, o uso de corantes como aditivos alimentícios tem sido altamente explorado em alimentos tais como sucos, balas, guloseimas, gelatinas e refrigerantes, com a função de torná-los atrativos ao olhos do consumidor. Consequentemente, tem também aumentado a preocupação quanto aos riscos toxicológicos desses produtos e/ou seus metabólitos no organismo humano (4-19).

A comercialização destes compostos para fins alimentícios tem requerido um rigorosa avaliação de sua toxicidade e outras propriedades tais como: solubilidade em água e/ou solventes alcoólicos, inatividade química ou baixa reatividade com outros componentes do alimento tais como ácido, base, aromatizantes e conservantes, assim como estabilidade do corante quanto a luz, calor e umidade. No Brasil, o Ministério da Saúde (Act. Nº 55871/65, de 1965), tem permitido o uso de poucos corantes sintéticos em artigos alimentícios, em concentrações rigorosamente controladas (22).

Devido a sua alta demanda e necessidade de fiscalização, a necessidade de métodos de avaliação destes compostos, nas mais diversas matrizes em diferentes concentrações, tem sido rotineiramente requerida, tanto no controle de qualidade de indústrias alimentícias e águas de rejeitos, quanto na análise destes compostos em órgãos de vigilância e controle da saúde humana. Os métodos usuais baseiam-se principalmente nos métodos espectrofotométricos (3-11), que apresentam limitada sensibilidade ou nos métodos cromatográficos (9-20), que são economicamente caros e usualmente envolvem várias etapas de extração .

Os corantes índigo carmim (C.I. 73015) e tartrazina (C.I. 19140), cujas estruturas moleculares são mostradas na [Fig.1](#), têm sido os corantes sintéticos mais utilizados na indústria alimentícia para oferecer as cores azul e amarela, respectivamente.



O comportamento eletroquímico de diversos corantes alimentícios tem sido investigado através de técnicas polarográficas (2-5) e voltamétricas (7-14). Fogg & colaboradores (7) têm publicado um estudo sobre o comportamento voltamétrico de redissolução de 16 corantes, porém o trabalho tem um enfoque bastante geral, onde ressaltam-se apenas os respectivos potenciais de redução do corante tartrazina e índigo carmim e o efeito da adição de cloreto de tetrafenilfosfônio no aumento da seletividade do método. Entretanto, nenhum trabalho mais completo tem sido proposto para determinação de traços de corante índigo carmim e tartrazina ou misturas binárias contendo ambos os corantes, embora esta combinação seja bastante utilizada para conferir a cor verde em alguns produtos.

Considerando a alta sensibilidade, simplicidade e baixo custo dos métodos voltamétricos de redissolução para monitoramento de baixas concentrações de corantes sintéticos (7-16), o presente trabalho investiga o comportamento voltamétrico de redissolução catódica dos corantes alimentícios índigo carmim e tartrazina (Fig.1), com o objetivo

de otimizar as melhores condições experimentais para análise de traços destes corantes, individualmente ou na forma combinada em meio aquoso e amostras de balas e sucos artificiais.

PARTE EXPERIMENTAL

As medidas voltamétricas foram realizadas em um Potenciostato/Galvanostato da EG&G PARC 283, acoplado a um conjunto de três eletrodos da PARC modelo 303A. Como eletrodo de trabalho utilizou-se um eletrodo de gota pendente de mercúrio no modo HMDE; um eletrodo de Ag/AgCl (3M KCl) foi usado como eletrodo de referência e um eletrodo de carbono como eletrodo auxiliar. Todas as medidas de pH foram controladas em pHmetro da Metrohm E500, com eletrodo de vidro EA 121 previamente calibrado.

Todos os reagentes utilizados são de alto grau de pureza (Merck) e as soluções foram preparadas com água desmineralizada por um sistema Milli - Q da Millipore. Soluções tampão de acetato (HOAc/OAc^- ; $4,0 < \text{pH} < 6,0$), tampão fosfato ($\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$; $7,0 < \text{pH} < 8,0$), tampão carbonato ($\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$; $9,0 < \text{pH} < 11$) e solução de hidróxido de sódio (pH 12) foram preparadas pela mistura de quantidade apropriadas de cada reagente e utilizadas como eletrólito suporte .

Procedimento: Soluções estoque $1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ dos corantes índigo carmim e tartrazina foram preparados pela direta dissolução das substâncias puras e secas (BASF S.A) em água desmineralizada. Uma alíquota da solução padrão a ser investigada foi transferida para uma célula voltamétrica contendo 10mL da solução tampão com pH apropriado. Os voltamogramas de redissolução foram obtidos usando uma etapa de pré-acúmulo durante agitação da solução por 30s a 0V, ou outro potencial de acúmulo e tempo pré-estabelecido experimentalmente. Após 15s de repouso da solução, os voltamogramas foram registrados no modo de varredura linear utilizando 100 mV s^{-1} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Voltamogramas de redissolução catódica característicos para redução de $1 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ dos corantes índigo carmim e tartrazina, em tampão acetato pH 4,5, após pré-acúmulo em potencial de -0,05V durante 30s, são apresentados nas [Figuras 2](#) e [3](#), respectivamente.

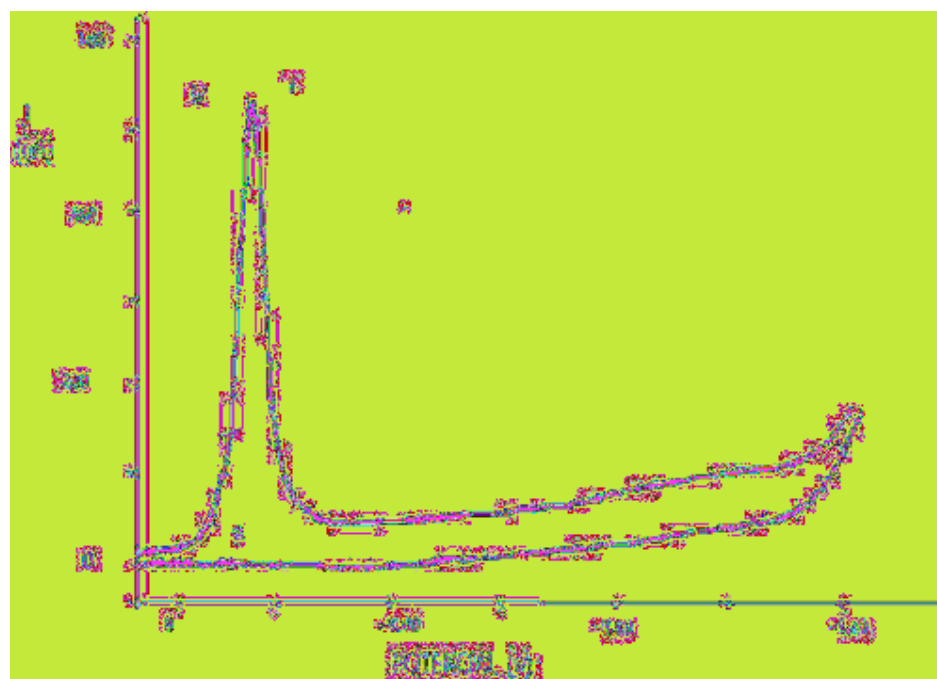
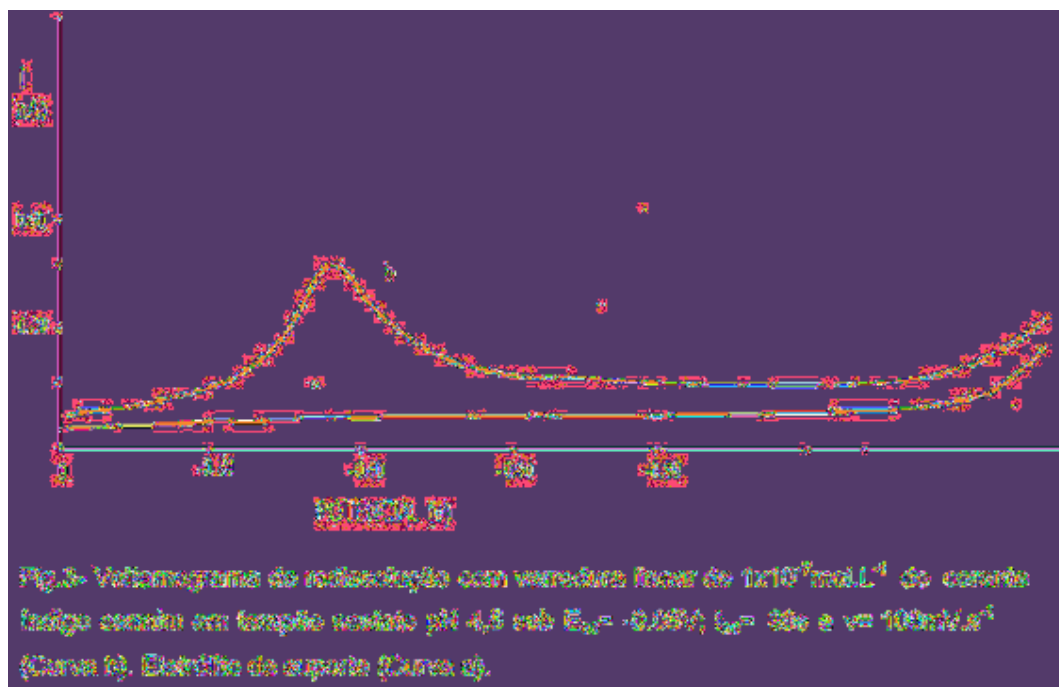


Fig.2. Voltamograma de redoxação com varredura linear de $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ do corante Índigo carbin em tampão acetato pH 4,3 com $E_{\text{ref}} = -0.05 \text{ V}$; $i_{\text{sc}} = 200$ e $v = 100 \text{ mV s}^{-1}$ (Curva b). Eletrólito de suporte (Curva a).



Enquanto o corante índigo carmim apresenta um pico estreito de 45mV de largura em potencial de -0,18V, o corante tartrazina apresenta um pico largo com 150mV de largura e pequena intensidade, em potencial de -0,34V. Em ambos os casos, a intensidade destes picos é praticamente desprezível sob as mesmas condições experimentais, porém sem etapa de pré-concentração prévia, confirmando a adsorção do corante sobre a superfície do eletrodo de mercúrio. A forma do pico para ambos os corantes refletem a natureza do processo eletródico. Índigo carmim em meio ácido é reduzido segundo um processo eletródico envolvendo a ligação -C=C- , após transferência reversível de 2 elétrons (10), segundo o esquema:



Por outro lado, a redução do corante tartrazina segue um mecanismo envolvendo o grupo azo com transferência de 4 elétrons e subsequente

rápida reação de clivagem, de modo semelhante a outros compostos azo (18) e mostrado no esquema abaixo:



O efeito do pH sobre a adsorção de ambos os corantes foi investigado no intervalo de pH 2 a 12, utilizando-se soluções HCl/KCl, tampão acetato, tampão fosfato, tampão carbonato e solução de hidróxido de sódio. Os respectivos valores de potencial e corrente de pico são mostrados em função da variação de pH nas [figuras 4](#) e [5](#) para tartrazina e indigo carmim, respectivamente.

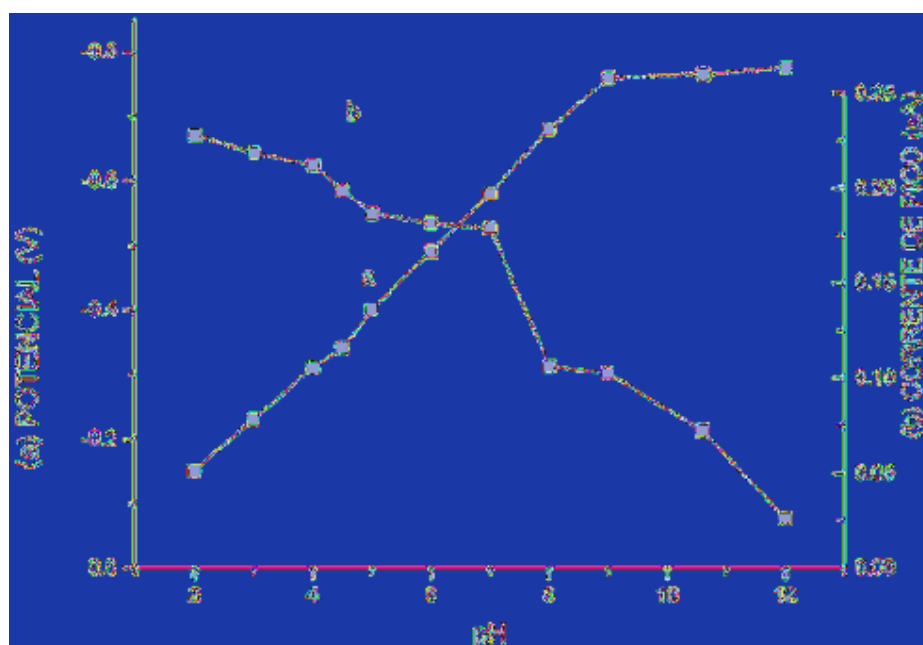
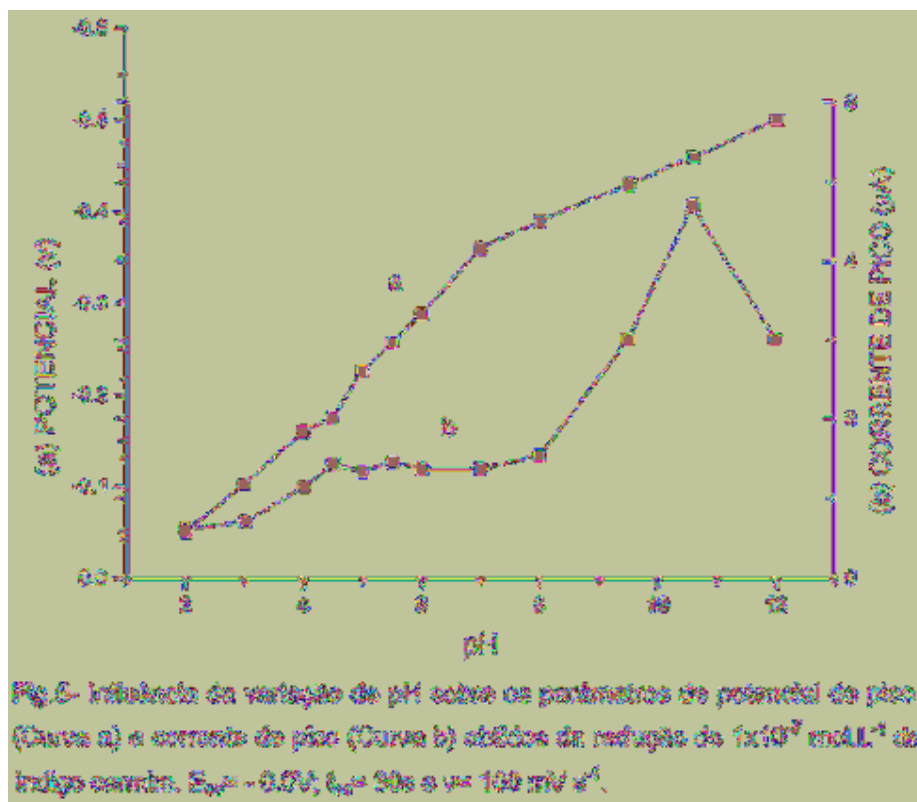


Fig.4- Influência da variação de pH sobre os parâmetros da potencialidade de pico (Curva a) e corrente de pico (Curva b) obtidos da redução de 1×10^{-5} mol.L⁻¹ de tartrazina. E_{ref} = -0.01; t_{dep} = 30s e v = 100mV.s⁻¹.



A análise da [Figura 4](#) mostra que o pico de redução do corante tartrazina desloca-se para potenciais mais negativos no intervalo de $2,0 \leq pH \leq 9,0$, sugerindo que o grupo azo da espécie adsorvida deve estar sendo reduzido na forma protonada. Em meio alcalino, os valores são aproximadamente constantes e a corrente de pico apresenta um acentuado decréscimo de intensidade, sugerindo que o meio ácido de $pH < 6,0$ é a melhor região para determinação de tartrazina.

No entanto, a redução do corante indigo carmin apresenta comportamento semelhante ao observado no modo polarográfico (1,2). A primeira etapa de redução (pico A) ocorre em toda a região de pH 2 a 12. A relação entre E_p vs. pH é linear, porém apresenta clara mudança de inclinação em pH 7,0 e aumento na intensidade de corrente em valores de $pH > 8,0$. ([Fig.5](#)). Entretanto, a curva voltamétrica de redissolução exibe um pico extra em potenciais ao redor de $-0,90V$ em meio alcalino, com pouca potencialidade analítica devido à sua baixa intensidade de corrente. Deste modo, estes resultados mostram que a melhor região de pH para análise do corante índigo carmin é meio alcalino de $pH > 9,0$.

O efeito da variação do potencial de acúmulo (E_{ac}) sobre a pré-concentração dos corantes tartrazina e índigo carmim também foi investigado, no intervalo de potencial entre +0,15V a -0,35V, utilizando-se tampão carbonato pH 10 para índigo carmim e tampão acetato pH 4,5 para tartrazina, sob tempo de acúmulo de 30s. O corante tartrazina apresenta um pico de intensidade de corrente constante entre +0,15V a -0,20V, seguido de acentuado decréscimo em valores de potenciais mais negativos.

O comportamento do corante índigo carmim apresenta algumas anomalias, quando pré-acumulado em potencial mais positivo que 0V. Voltamogramas obtidos para $1 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ do corante em tampão carbonato pH 10 apresentam um pico extra em potencial de -0,08V (B) concomitante a ocorrência do pico principal (A) em potencial de -0,46V, como mostra a [Fig.6](#). A intensidade de corrente deste novo pico aumenta em valores mais positivos de potencial, cuja relação entre corrente de pico e E_{ac} para ambos os picos pode ser observada na [Fig.7](#). A estabilidade do sinal voltamétrico nestas condições experimentais foi testada e a altura e forma dos picos mostram-se constantes pôr pelo menos 2 horas.

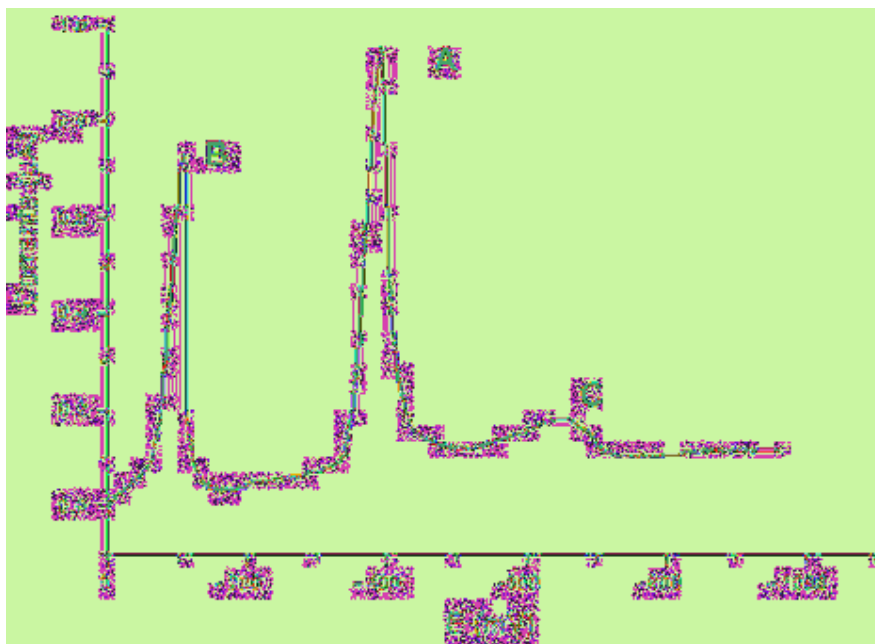
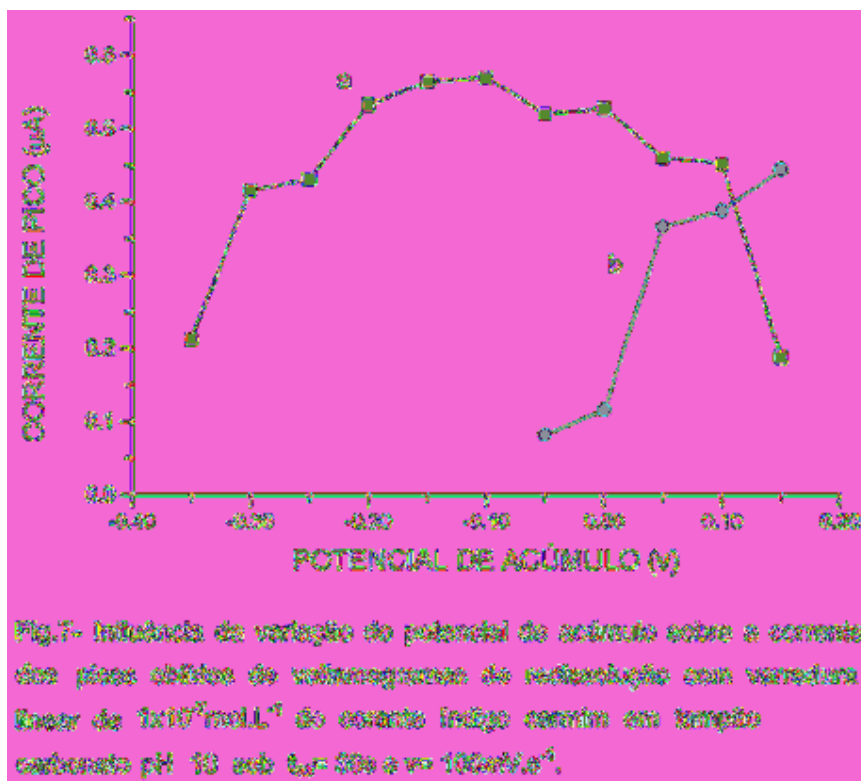


Fig.6- Voltamograma de redução com varredura linear de $1 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ do corante índigo carmim em tampão carbonato pH 10 sob $E_{ac} = 0,05V$; $t_{ac} = 30s$ e $v = 100 \text{ mV.s}^{-1}$.



De acordo com a literatura (6, 23), a oxidação de mercúrio metálico a Hg_2^{2+} na superfície do eletrodo, em valores de $E_{ac} < 0V$, é o princípio básico da voltametria de redissolução catódica para determinação de haletos, tióis e etc., pela formação de compostos insolúveis com mercúrio. Por outro lado, é conhecido da literatura que a maioria dos corantes sintéticos apresentam sítios complexantes na molécula (24). Deste modo, a ocorrência do pico de redução em potencial de $-0,08V$, pode ser atribuído a redução do produto insolúvel entre índigo carmim e íon mercurioso na superfície do eletrodo, gerado preponderantemente em meio alcalino, sob condições de pré-acumulo em potenciais positivos, segundo o esquema pré-estabelecido na literatura (6, 23):



Nas quais, IC= corante índigo carmim e Hg_2^{2+} -IC= produto superficial pouco solúvel.

Deste modo, a ocorrência da onda extra (pico B) seria perceptível apenas nos voltamogramas registrados em condições experimentais que propiciem a geração superficial do íon mercuroso em $E > 0\text{V}$ e conseqüente formação de complexo com o corante. De acordo com os resultados obtidos, escolheu-se potencial de acúmulo de $-0,10\text{V}$ como melhor condição para pré-concentrar o corante índigo carmim.

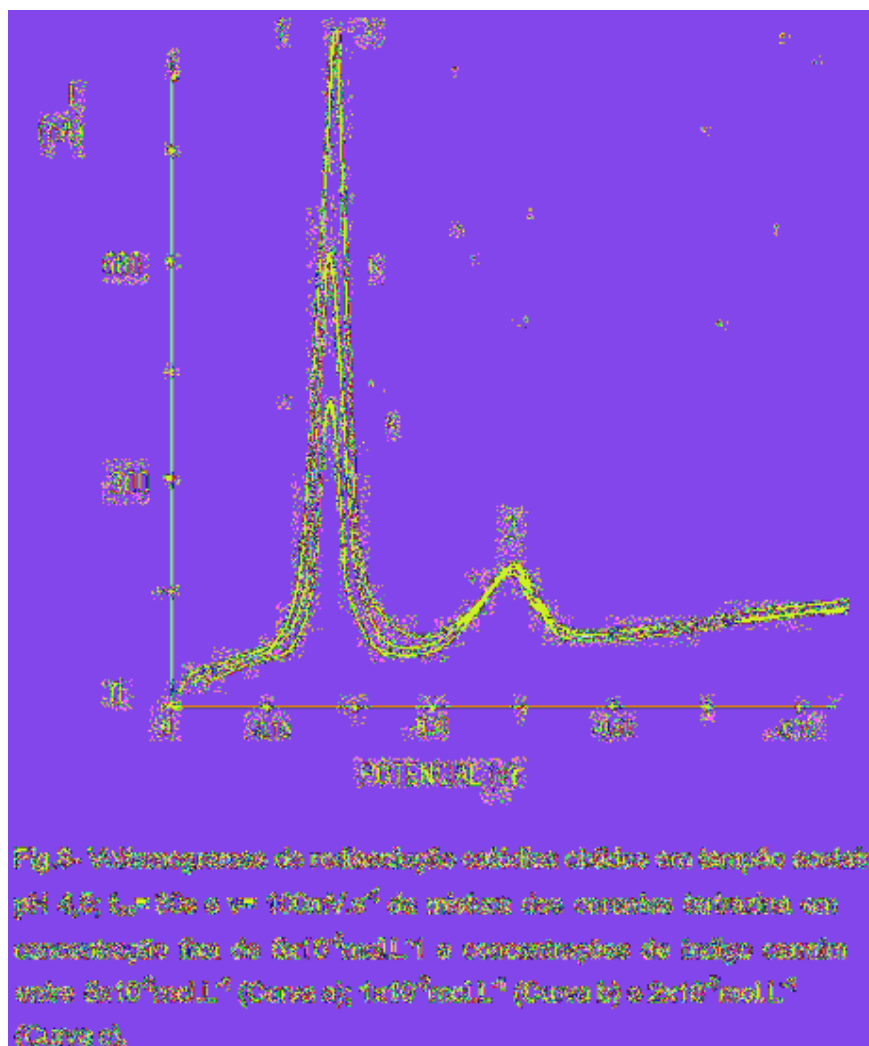
O efeito do tempo de acúmulo sobre a intensidade de pico dos corantes índigo carmim e tartrazina foi investigado no intervalo de 0 a 150s, utilizando-se concentrações de $5 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$ e $1 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$, potencial de acúmulo de $-0,10\text{V}$ e pH 10 para índigo carmim e pH 4,5 para tartrazina. Em concentrações de $1 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$ de tartrazina a corrente de pico aumenta linearmente com o tempo de acúmulo entre 20 a 150s, seguindo a equação: $i_p (\text{nA}) = 5,841 + 1,1369 t (\text{s})$. Em concentrações de $1 \times 10^{-6} \text{mol.L}^{-1}$ de tartrazina a saturação da superfície do eletrodo ocorre em tempos superiores a 40s, porém apresenta relação linear em tempos menores seguindo a equação: $i_p (\text{nA}) = 1,600 + 2,453 t (\text{s})$. Do mesmo modo, para $1 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$ do corante índigo carmim as curvas de i_p vs. t_{ac} , exibem relações lineares entre 0 a 120s, segundo a equação: $i_p (\text{nA}) = 81,63 + 2,055 t (\text{s})$. Para concentrações de $1 \times 10^{-6} \text{mol.L}^{-1}$, observa-se saturação da superfície do eletrodo em tempos superiores a 60s e relação linear em tempos menores de acordo com a equação: $i_p (\text{nA}) = 66,00 + 8,057 t (\text{s})$. Estes resultados mostram que a escolha do tempo de pré-concentração do eletrodo é uma etapa importante para obtenção de limites na curva de calibração para ambos os corantes.

Considerando as condições experimentais previamente otimizadas, construíram-se curvas de calibração para ambos os corantes, no intervalo de $5 \times 10^{-9} \text{mol.L}^{-1}$ a $1 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$, utilizando-se tempos de acúmulo de 30s e solução tampão carbonato pH 10 e $E_{ac} = -0,10\text{V}$ para índigo carmim e solução tampão acetato pH 4,5 e $E_{ac} = 0\text{V}$ para tartrazina. Relações lineares entre i_p vs. concentração foram obtidas nos intervalos de $1 \times 10^{-8} \text{mol.L}^{-1}$ a $7 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$ de tartrazina de acordo com a seguinte equação: $i_p (\text{nA}) = 9,9628 + 2,3823 \times 10^8 C (\text{moles.L}^{-1})$, $r = 0,9953$ e $n = 7$. Para o corante índigo carmim, uma relação linear foi obtida entre $5 \times 10^{-9} \text{mol.L}^{-1}$ a $1 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$, de acordo com a seguinte equação: $i_p (\text{nA}) = -1,21586 + 1,3852 \times 10^9 C (\text{moles.L}^{-1})$; $r = 0,09924$ e $n = 7$. Utilizando-se tempo de acúmulo de 60s, a curva de calibração também é linear neste intervalo e mostra a seguinte equação: $i_p (\text{nA}) = 7,6656 + 1,8976 \times 10^9 C (\text{moles.L}^{-1})$, $r = 0,9962$ e $n = 7$. A repetibilidade do sinal foi testada para soluções $1 \times 10^{-7} \text{mol.L}^{-1}$ de tartrazina e índigo

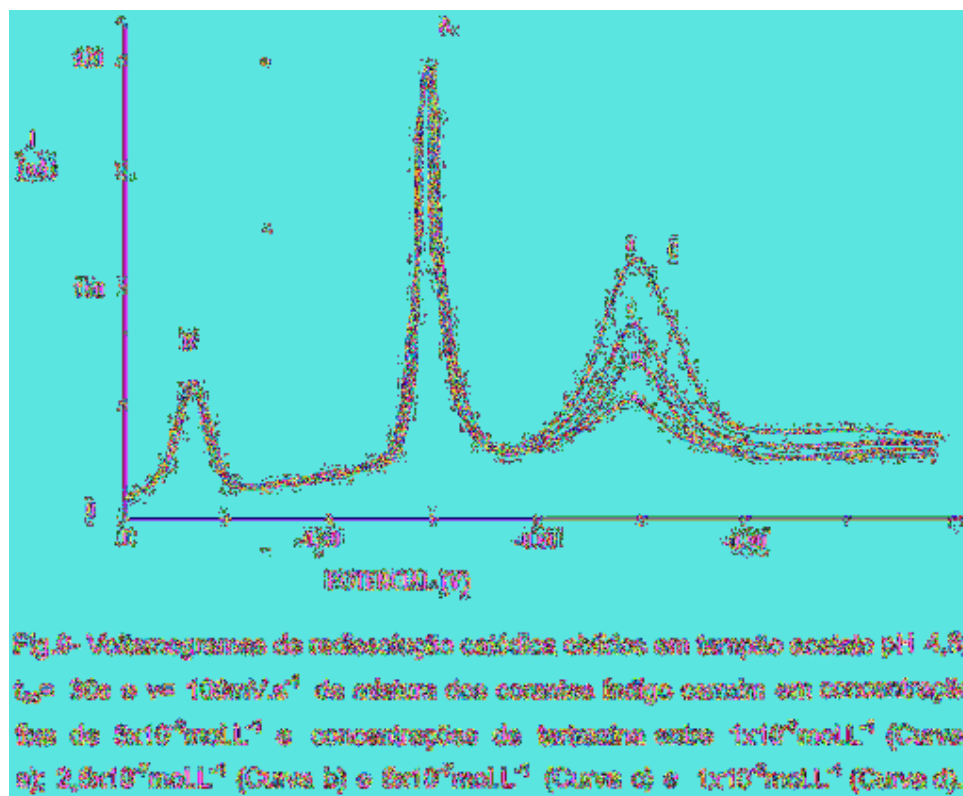
carmim e um respectivo desvio padrão relativo de 3,2% e 2,1% foi obtido em tais condições (n=7). O limite de detecção alcançou valores de $7,4 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ e $9 \times 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$ para tartrazina e índigo carmim, respectivamente.

Análise Simultânea dos Corantes Tartrazina e Índigo Carmim

Amostras binárias sintéticas contendo ambos os corantes tartrazina e índigo carmim foram preparadas e alíquotas desta solução removidas e adicionadas em tampão acetato pH 4,5 e tampão carbonato pH 10. Voltamogramas obtidos para amostras contendo $5 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ de tartrazina e concentrações variáveis de índigo carmim entre $5 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ a $2 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$, em tampão carbonato pH 10, foram registrados após pré-concentração a -0,10V durante 60s, e mostrados na [Fig. 8](#). A análise das curvas mostra que o pico do corante índigo carmim em potencial de -0,46V aumenta linearmente com a concentração do composto e pode ser monitorado na presença de tartrazina sem qualquer tratamento prévio. Amostras contendo $5 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ do corante tartrazina fortificadas propositadamente com $5 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ do corante índigo carmim e submetidas a adição de padrão da solução de índigo carmim apresentaram um descobrimento de $99,85 \pm 0,45\%$ do corante, mostrando uma excelente potencialidade analítica.



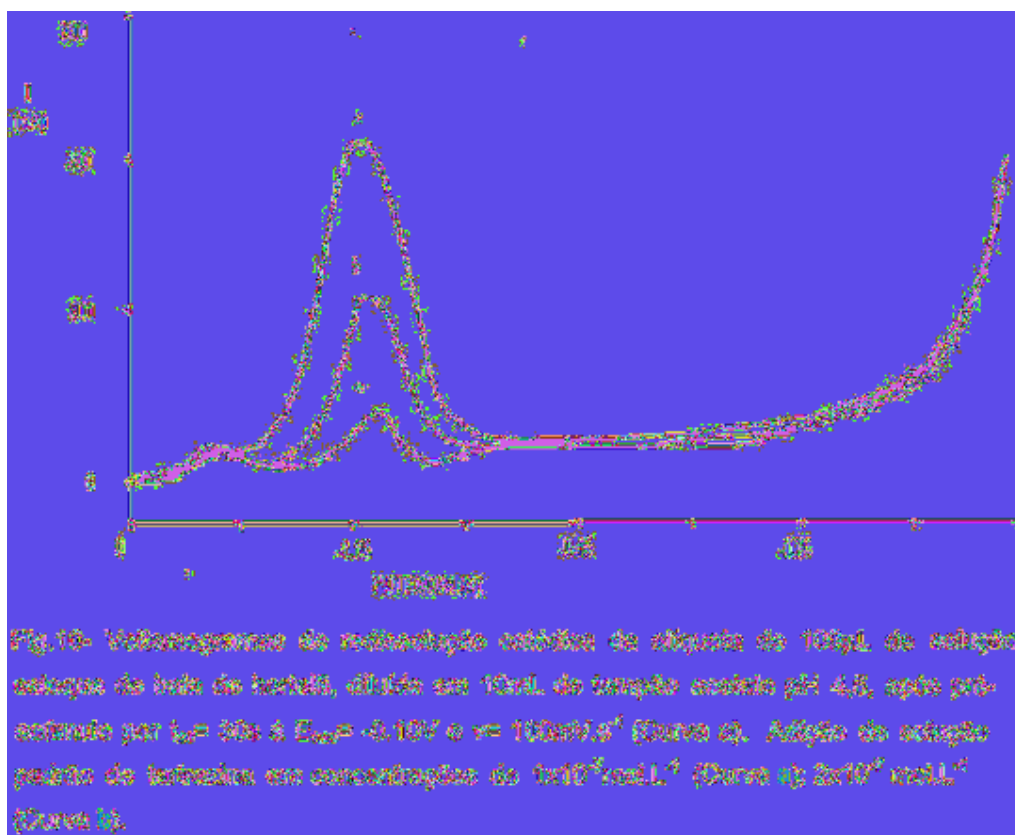
Do mesmo modo, as curvas voltamétricas ([Fig. 9](#)) obtidas para amostras contendo $5 \times 10^{-8}\text{mol.L}^{-1}$ de índigo carmim na presença de tartrazina, em concentrações entre $1 \times 10^{-7}\text{mol.L}^{-1}$ a $5 \times 10^{-6}\text{mol.L}^{-1}$ de tartrazina, mostram correntes de pico que aumentam linearmente com a concentração, em tampão acetato pH 4,5, t_{ac} = 30s e E_{ac} = -0,10V, segundo a equação: $i_p \text{ (nA)} = 6,8194 + 8,4879 \times 10^7 \text{ C (moles.L}^{-1})$, $r = 0,9978$ e $n = 4$. Do mesmo modo, amostras de índigo carmim contendo $1 \times 10^{-6}\text{mol.L}^{-1}$ de tartrazina submetidas à adição de solução padrão do corante tartrazina, mostraram descobrimento de $99,54 \pm 0,38\%$ e o sinal voltamétrico não apresenta interferência do corante índigo carmim.



Identificação dos Corantes em Produtos Alimentícios

O método proposto foi a seguir aplicado na determinação destes corantes sintéticos em alguns produtos alimentícios comerciais, tais como balas e sucos artificiais, cujos corantes índigo carmim e tartrazina encontravam-se identificados pelo fabricante no rótulo de identificação dos compostos.

Amostras de balas da marca Soft, sabores abacaxi e hortelã, foram pesadas e dissolvidas em 10mL de água e submetidas à agitação mecânica durante 2h. Alíquotas de 100 μ L destas amostras, preparadas em balão volumétrico, foram adicionadas diretamente sobre 10mL da solução tampão acetato pH 4,5. As curvas voltamétricas foram registradas após pré-concentração por 60s a -0,10V e varreduras de potencial de 50mV.s⁻¹, cuja curva é mostrada na [Fig. 10](#). A amostra submetida a adição de $1 \times 10^{-7}\text{mol.L}^{-1}$ de solução padrão do corante tartrazina promove o aumento do pico em potencial de -0,34V, como mostram as curvas b e c da [fig.10](#). O mesmo procedimento foi repetido para a bala de hortelã.



Em ambas as amostras de balas, a concentração de tartrazina foi obtida pelo método de adição de padrão (de acordo com a metodologia descrita para análise do corante), observando-se um valor médio ($n= 3$) equivalente a 0,0203% (m/m) do corante tartrazina nas amostras da bala de abacaxi e 0,0137% (m/m) nas amostras da bala de hortelã.

Alíquotas de 100µL das mesmas amostras foram então transferidas a seguir para solução tampão carbonato pH 10 e submetidas à adição de $1 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ de solução padrão de índigo carmim. Nas amostras de balas de abacaxi, não foi observado nenhum pico correspondente a redução do corante índigo carmim. No entanto, os voltamogramas obtidos para amostras de balas de hortelã, apresentaram valores médios ($n= 3$) de 0,00576% (m/m), após análise utilizando o método de adição padrão previamente descrito.

A quantificação do corante índigo carmim foi ainda testada em amostras de suco artificial de sabor uva. 10µL da amostra do suco, preparada pela

dissolução de 24,3947g do refresco em pó em 10mL de água deionizada, foram adicionado em 10mL de tampão carbonato pH 10. Sob tempo de acúmulo de 60s, velocidade de varredura de $50\text{mV}\cdot\text{s}^{-1}$ e $E_{ac} = -0,30\text{V}$, escolhido para eliminar interferência de outros componentes da amostra, os voltamogramas mostraram um pico em potencial de -0.46V , cuja intensidade aumenta linearmente com adição de solução padrão $1 \times 10^{-7} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ do corante índigo carmim. As concentrações médias ($n=3$) mostraram valores correspondentes a 0,1377% (m/m) do corante nas amostras do suco. Utilizando o mesmo procedimento, porém diluindo-se a amostra em 10mL de tampão acetato pH 4,5, identificou-se também 0,0844% (m/m) de tartrazina no suco em pó.

CONCLUSÃO

Estes resultados mostram que a técnica voltamétrica de redissolução catódica pode ser usada para determinação dos corantes tartrazina e índigo carmim em amostras de bala e refresco em pó em concentração muito inferior ao limite máximo aprovado pelas legislações Brasileiras. A simplicidade do pré-tratamento da amostra, usando diluição direta do produto comercial, a alta sensibilidade do método, velocidade de análise e baixo custo da instrumentação são algumas das principais vantagens oferecida pela técnica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP, CNPq e CAPES.

SOARES, M.H.F.B. et al. Electroanalysis of food dyes: determination of indigo-carmin and tartrazine. *Ecl. Quím.* (São Paulo), v.26, p. , 2001.

ABSTRACT: Tartrazine and Indigo-carmin are synthetic colorants commonly used in the food industry. A method was developed for the linear scan cathodic stripping voltammetric determination of both dyes with a hanging mercury electrode. Linear calibration graphs were obtained for tartrazine and indigo-carmin in concentration from $5 \times 10^{-9} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ to $1 \times 10^{-7} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, using optimum accumulation potential of 0V

and -0.10V, accumulation time of 30s and acetate buffer pH 4.5 and carbonate buffer pH 10, respectively. The proposed method is applied successfully for simultaneous determination of the both dyes in commercial artificial powder juice and candies.

KEYWORDS: food colorants, dyes, indigo-carmin, tartrazine, electroanalysis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 BARROS, A. A.; CABRAL, J. O.; FOGG, A. G. Use of gelatin in the differential pulse polarographic determination and identification of synthetic colouring matters in drugs and cosmetics. *Analyst*, v.113, p.853-8, 1988.

[[Medline](#)]

2 BARROS, A. A. Differential pulse polarographic determination of synthetic colouring matters in drugs and cosmetics. *Analyst*, v.112, p.1359-64, 1987.

[[Medline](#)]

3 BLANCO, C. C.; CAMPANA, A. M. G.; BARRERO, F. A. Derivative spectrophotometric resolution of mixtures of the food colourants tartrazine, amaranth and curcumin in a micellar medium. *Talanta*, v.43, p.1019-27, 1996.

4 COLOUR index international, 3rd ed. Bradford: The Society of Dyes and Colour, 1987. v.5, p. 2273-781.

5 DOMINGUEZ, F. B.; DIEGO, F. G.; MENDEZ, J. F. Determination of sunset yellow and tartrazine by differential pulse polarography. *Talanta*, v.37, p. 655-8, 1990.

6 FERREIRA, V. S.; ZANONI, M. V. B.; FOGG, A. G. Indirect cathodic stripping voltammetric determination of ceftazidime as a mercury salt. *Anal. Chim. Acta*, v.367, p.255-9, 1998.

7 FOGG, A. G.; BARROS, A. A.; CABRAL, J. O. Differential pulse adsorptive stripping voltammetry of food and cosmetic synthetic colouring matters and their determination and partial identification in tablet coatings and cosmetics. *Analyst*, v.111, p.831-5, 1986.

[[Medline](#)]

8 HURST, W. J.; MCKIM, J. M.; MARTIN, R. A. Determination of tartrazine in food-products by HPLC. *J. Food Sci.*, v.46, n.2, p.419-21, 1981.

9 KIRCHMAYR, K.; MALISSA, H.; SZOLGYENYI, G. P.; WINSAUER, K. Determination of intermediates and side-reaction products in tartrazine by ion-pair liquid-chromatography. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.*, v.71, n.5, p.1003-6, 1988.

10 LI, Y.; DONG, S. Indigo carmine modified polypyrrole film electrode. *J. Electroanal. Chem.*, v.348, p.181-8, 1993.

11 LÓPEZ-DE-ALBA, P. L.; MARTINEZ, L. L.; RODRIGUEZ, L. I. M.; WRÓBEL, K.; HERNÁNDEZ, J. A. Extraction of sunset yellow and tartrazine by ion-pair formation with adogen-464 and their simultaneous determination by bivariate calibration and derivative spectrophotometry. *Analyst*, v.122, p.1575-9, 1997.

12 MARMION, D. M. *Handbook of U.S. colorants for foods, drugs and cosmetics*, 2nd ed. New York: Wiley, 1984. 375p.

13 MINISTRY OF FOOD. Food Standards Committee Report on Colouring Matters. *Recommendations relating to the use of colouring matters in foods*. London: HMSDO, 1954.

14 MO, S.; NA, J.; MO, H.; CHEN, L. Voltammetric determination of indigo carmine and amaranth on a silver-based mercury film electrode. *Anal. Lett.*, v.25, n.5, p.899-909, 1992.

15 NEVADO, J. J. B.; CABANILLAS, C. G.; SALCEDO, A. M. Spectrophotometric resolution of ternary mixtures of amaranth, carmoisine and ponceau 4R by the derivative ratio spectrum-zero crossing method. *Fresenius. J. Anal. Chem.*, v.350, p.606-9, 1994.

16 NEVADO, J. J. B.; FLORES, J. R.; LLERENA, M. J. V. Square wave adsorptive voltammetric determination of sunset yellow. *Talanta*, v.44, p.467-74, 1997.

17 NI, Y.; BAI, J. Simultaneous determination of amaranth and sunset yellow by ratio derivative voltammetry. *Talanta*, v.44, p.105-9, 1997.

18 NI, Y.; BAI, J.; JIN, L. Simultaneous adsorptive voltammetric analysis of mixed colorants by multivariate calibration approach. *Anal. Chim. Acta*, v.329, p.65-72, 1996.

19 PEARSON, D. *The chemical analysis of foods*, 7th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1976. p. 50-83.

20 PUTTEMANS, M. L.; DRYON, L.; MASSART, D. L. High-Pressure Liquid- Extraction with Tri-n-octylamine. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.*, v.66, p.670-2, 1983.

21 THOMPSON, C. O; TRENERRY, V. C. Determination of synthetic colors in confectionery and cordials by micellar electrokinetic capillary chromatography. *J. Chromatogr. A*, v.704, n.1, p.195-201, 1995.

22 TOLEDO, M. C. F.; GUERCHON, M. S.; RAGAZZI, S. Potential weekly intake of artificial food colors by 3-14-year-old children in Brazil. *Food Addit. Contam.*, v.9, n.4, p.291-6, 1992.

23 WANG, J. *Analytical electrochemistry*, VCH, New York: 1994. 198p.

24 ZOLLINGER, H. *Color chemistry*. 2nd ed. VCH, New York: 1991. 496 p.

Recebido em 1.11.2000.

Aceito em 12.12.2000.

Departamento de Química Analítica, Instituto de Química - Universidade Estadual Paulista - UNESP - Caixa Postal 355, 14801-970, Araraquara-SP, Brazil.