

# Validação de método para determinação de corantes em efluentes

## Method validation for determining of effluents dyes

- **Data de entrada:**  
11/04/2017
- **Data de aprovação:**  
29/06/2017

Raquel Studart de Farias Lessa\* / Hugo Leonardo de Brito Buarque / Jéssyca Nogueira Norberto / Pérola Aryel Lima Mota / Ronaldo Stefanutti

DOI:10.4322/dae.2018.008

### Resumo

Os corantes têm sido utilizados extensivamente pelas indústrias de alimentos e sabe-se que corantes presentes em efluentes são muito difíceis de quantificar. Logo, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos para a identificação de corantes em efluentes industriais alimentícios. Esse estudo desenvolveu e validou métodos em meio aquoso, por espectrofotometria de absorção molecular, confiáveis e de baixo custo para quantificação de dois corantes azo alimentícios permitidos pela legislação brasileira: Amarantho e Ponceau 4R. Assim, varreduras espectrais das soluções dos corantes na presença de tampões e de interferentes foram conduzidas, bem como diferentes testes estatísticos foram realizados. Tampões e sequestrantes de cátions foram usados como soluções estabilizadoras. Os métodos desenvolvidos e validados se mostraram eficientes na quantificação dos corantes.

**Palavras-chave:** Corantes azos. Efluentes industriais alimentícios. Legislação brasileira. Análise espectrofotométrica.

### Abstract

*Dyes have been used extensively by the food industry and it is known that dyes present in effluents are very difficult to quantify. Therefore, it is necessary to develop methods for the identification of dyes in industrial food effluents. This study developed and validated reliable and low cost aqueous molecular absorption spectrophotometry methods for the quantification of two azo dyes permitted by Brazilian legislation: Amaranth and Ponceau 4R. Thus, spectral scans of the dye solutions in the presence of buffers and interferers were conducted, as well as different statistical tests were performed. Buffers and cation sequestrants were used as stabilizing solutions. The developed and validated methods were efficient in the quantification of dyes.*

**Keywords:** Azo dyes. Industrial effluents. Brazilian legislation. Spectrophotometric analysis.

**Raquel Studart de Farias Lessa** – Tecnóloga em processos químicos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Mestre em Engenharia Sanitária (UFC). Doutoranda em Engenharia Sanitária na Universidade Federal do Ceará (UFC).

**Hugo Leonardo de Brito Buarque** – Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Engenharia Química (UFC). Doutor em Física (UFC). Professor do Departamento de Química e Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Jéssyca Nogueira Norberto** – Tecnóloga em processos químicos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Pérola Aryel Lima Mota** – Tecnóloga em processos químicos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Ronaldo Stefanutti** – Engenheiro Agrônomo. Mestre e doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (USP). Professor na Universidade Federal do Ceará (UFC).

\***Endereço para correspondência:** Av. Mister Hull, s/n, Campus do Pici, Bloco 713, CEP 60455-900, Fortaleza. E-mail: raquelstudartf@yahoo.com.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional, em paralelo à intensa atividade industrial, resulta em múltiplos impactos na qualidade da água superficial e subterrânea, assim como no seu tratamento. Por esse motivo, a imposição de leis ambientais mais severas, a maior conscientização sobre os riscos iminentes à saúde humana e a necessidade de conservação dos recursos naturais têm motivado esforços para minimizar o problema da contaminação das águas por meio de avanços tecnológicos no tratamento e na gestão das águas, além de métodos de monitoramento mais avançados (BENINCÁ, 2012).

Os corantes têm sido utilizados extensivamente em muitas indústrias, incluindo a alimentícia. Em um estudo realizado em 1953, relatou-se que os corantes do grupo Azo (monoazo, diazo, triazo e poliazo) já eram os mais utilizados. Desde então, várias pesquisas foram conduzidas e revelaram que ainda são os corantes mais utilizados e são potencialmente cancerígenos (MILER e MILER, 1953; SHENAI, 1995; MOHAN e RAO, 2002; PRADO e GODOY, 2007; POLÔNIO e PERES, 2009; FREIRE, 2014).

Os corantes na indústria alimentícia são uma classe de aditivos alimentares sem valor nutricional que são adicionados aos alimentos com o objetivo de proporcionar cor, tornando assim o produto mais atraente e aumentando a sua aceitabilidade pelo consumidor (POLÔNIO e PERES, 2009). Por esse motivo, o uso de corantes é um dos avanços mais controversos para a indústria de alimentos, pois, do ponto de vista da saúde, não são recomendados, especialmente os artificiais (SILVA e REED, 2010; CHEESEMAN, 2012).

Pela legislação atual, por meio das Resoluções nº 382 a 388, de 9 de agosto de 1999, da ANVISA, são permitidos no Brasil para alimentos e bebidas o uso de apenas 11 corantes artificiais, sendo eles: Amaranto, Vermelho de Eritrosina, Vermelho 40, Ponceau 4R, Amarelo Crepúsculo, Amarelo Tartra-

zina, Azul de Indigotina, Azul Brilhante, Azorrubina, Verde Rápido e Azul Patente V.

Os rejeitos dessas indústrias, além do forte caráter ácido ou básico, apresentam grande concentração de sólidos orgânicos em suspensão, alta carga orgânica e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), forte coloração e pouca biodegradabilidade (KUNZ et al., 2002). Sabe-se que corantes presentes em efluentes são muito difíceis de remover, uma vez que essas são moléculas recalcitrantes, resistentes à digestão aeróbia e estáveis a agentes oxidantes (SRINIVASAN; VIRARAGHAVAN, 2010).

Então, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos validados para a identificação de corantes em efluentes industriais alimentícios. Nesse estudo foram validados dois métodos para os corantes alimentícios Amaranto e Ponceau 4R.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Equipamentos

As medições espectrofotométricas dos corantes estudados foram realizadas em espectrofotômetro de feixe duplo da marca Shimadzu, modelo UV-1601PC, com cubeta de vidro de 1,0 cm de caminho óptico. As medidas de pH foram conduzidas em um medidor de pH e íon seletivo da marca Thermo Scientific, modelo Orion Dual Star utilizando um eletrodo combinado de pH modelo Orion 8102BNUWP.

### 2.2 Reagentes e Soluções

Todas as soluções utilizadas neste estudo foram preparadas com reagentes de grau analítico e água destilada e deionizada.

O corante Amaranto (AR27) (CAS nº 915-67-3) utilizado era da marca Sigma-Aldrich, e o Ponceau 4R (P4R) (CAS nº 2611-82-7) foi Acros Organics. As estruturas moleculares são mostradas na Figura 1.

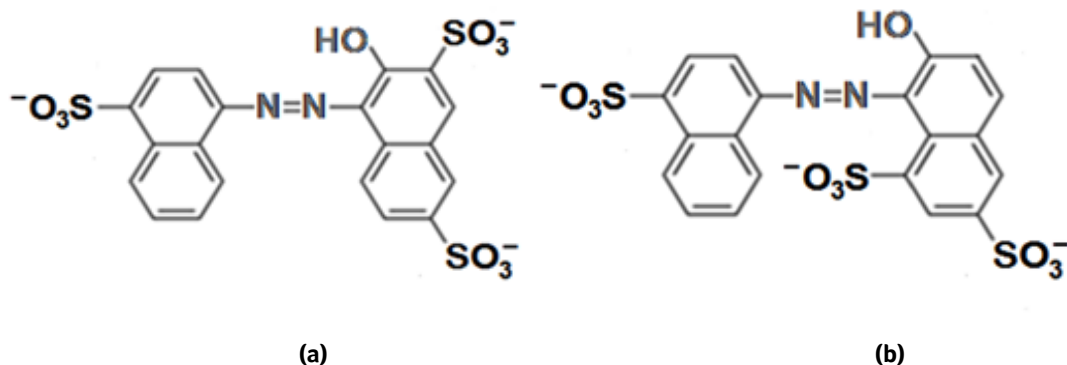


Figura 1- Estruturas moleculares dos corantes: (a) AR27 e (b) P4R.

### 2.3 Determinação dos comprimentos de ondas dos corantes para o método analítico espectrofotométrico

Varreduras espectrais, na faixa de absorção visível (400 a 800 nm), foram realizadas em soluções aquosas tamponadas dos corantes para identificação dos comprimentos de ondas de máxima absorção e seleções dos pHs (tampão) das quantificações dos analitos estudados.

Diferentes pHs foram testados no desenvolvimento dos métodos de quantificação dos corantes. Os pHs selecionados foram pH 5,5 (tampão acético), pH 7,0 (tampão de Mcllvaine) e pH 12 (tampão de Ringer). O tampão ácido foi preparado segundo Ferreira et al. (1994), os tampões neutro e de Ringer foram preparados de acordo com Morita e Assumpção (2007). O tampão acético (pH 5,5) foi realizado pesando-se 74,6 g de Acetato de sódio anídrico e adicionando-se 5,3 mL de ácido acético glacial e então aferindo-se para 1L com água destilada. O tampão de Mcllvaine foi preparado adicionando-se 16,47 mL de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (0,2 M) e 3,53 mL de Ácido Cítrico (0,1 M). Já ao tampão Ringer (pH 12) adicionou-se 50 mL de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (0,1 M) e 75 mL de NaOH (0,1 M).

Essas soluções tampões ainda foram preparadas com a adição de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) com o intuito de eliminar a possível interferência de metais, como exemplo, o cálcio.

### 2.4 Validação do método para quantificação dos corantes

A validação do método desenvolvido foi conduzida conforme preconiza a Resolução RE nº 899/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2003). Contudo, a robustez foi somente em relação à influência do pH da amostra, haja vista que as demais condições dos métodos são controladas. Dessa forma, a linearidade, o intervalo, a precisão, exatidão, e os limites de detecção e de quantificação foram determinados conforme procedimentos descritos por Brasil (2003), Campos (2014) e Siqueira-Moura et al. (2008).

A linearidade foi estabelecida pela média de seis curvas padrões, as quais foram obtidas em seis níveis de diferentes concentrações dos corantes (5, 15, 30, 40, 50 e 60  $\text{mg mL}^{-1}$ ). Cada concentração foi determinada em triplicata para cada curva padrão. A linearidade foi avaliada por meio de análise de regressão linear, utilizando ajuste dos dados pelo método dos mínimos quadrados. Para avaliar numericamente a qualidade do ajuste do modelo, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com teste unilateral ( $p < 0,05$ ).

Para o estudo de precisão foi utilizada a concentração de 30  $\text{mg mL}^{-1}$  dos corantes. As soluções foram determinadas em dias e por analistas diferentes. As médias dos resultados obtidos fo-

ram, também, avaliadas pela análise de variância (ANOVA) com teste unilateral ( $p < 0,05$ ).

A exatidão foi avaliada pelo método de recuperação do analito em três concentrações diferentes (5, 40 e 60 mg.mL<sup>-1</sup>). Cada concentração das soluções foi preparada cinco vezes, e então analisada no espectrofotômetro em triplicata. Os parâmetros estáticos aplicados nos resultados foram: Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV).

Os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) foram verificados executando a leitura das amostras em branco, nos comprimentos de onda determinados anteriormente, por dez vezes. Depois de cada leitura, a amostra era descartada, e a cubeta, limpa.

A seletividade foi avaliada em relação à possível fotodegradação dos corantes, bem como em relação à capacidade dos métodos em determinar a concentração do analito na presença de uma água dura. Para o estudo da fotodegradação foi preparada uma solução de concentração de 30 mg.L<sup>-1</sup> (para os corantes), a qual foi colocada em recipientes de vidro tampado (triplicata) sobre uma bancada exposta à luz artificial (fluorescente) por um tempo total de 48 horas. Após decorridos os tempos previstos de 12, 24, 36 e 48 horas, foram efetuadas as leituras das soluções nos comprimentos de onda de cada corante no espectrofotômetro. Para os cálculos das concen-

trações utilizou-se uma curva de calibração previamente determinada. A influência da dureza da água sobre a quantificação dos corantes foi previamente avaliada nos desenvolvimentos dos métodos como já mencionado.

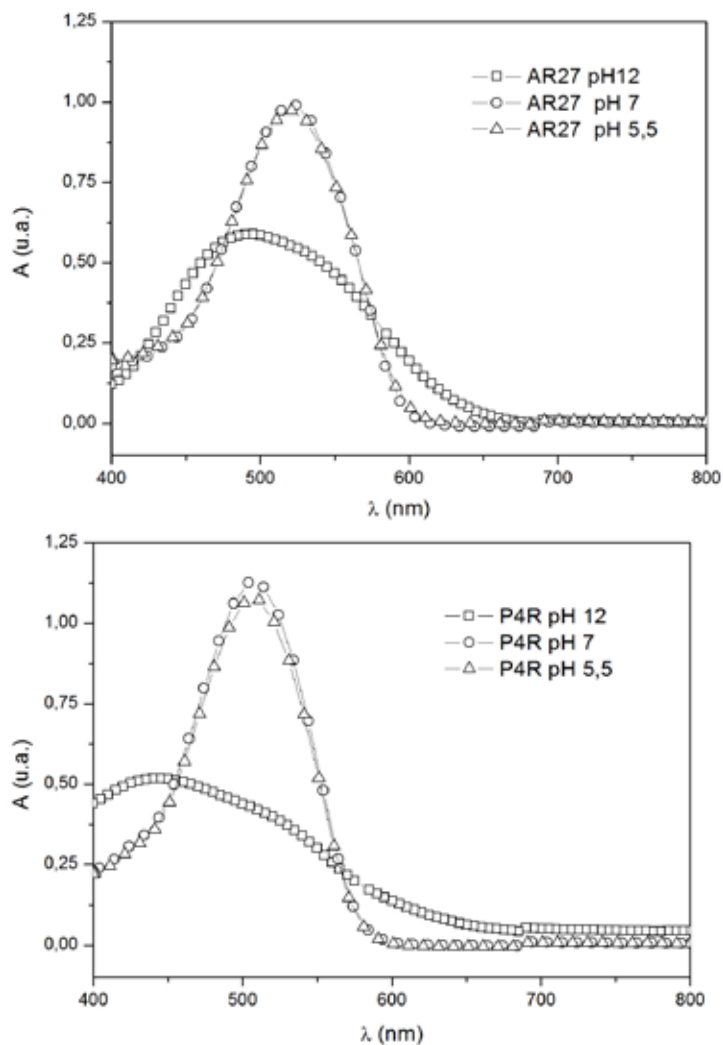
A robustez do método em relação ao pH da amostra foi avaliada ajustando com soluções de HCl e NaOH, o pH de soluções aquosas dos corantes em cinco distintas concentrações, para os valores de 3 e 11, e posteriormente, determinando-se as absorvâncias dessas soluções.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Determinação dos comprimentos de ondas dos corantes para o método analítico espectrofotométrico

No desenvolvimento dos métodos, as varreduras espectrais obtidas para a seleção do tampão e do correspondente comprimento de onda para quantificação dos analitos estão apresentadas na Figura 2.

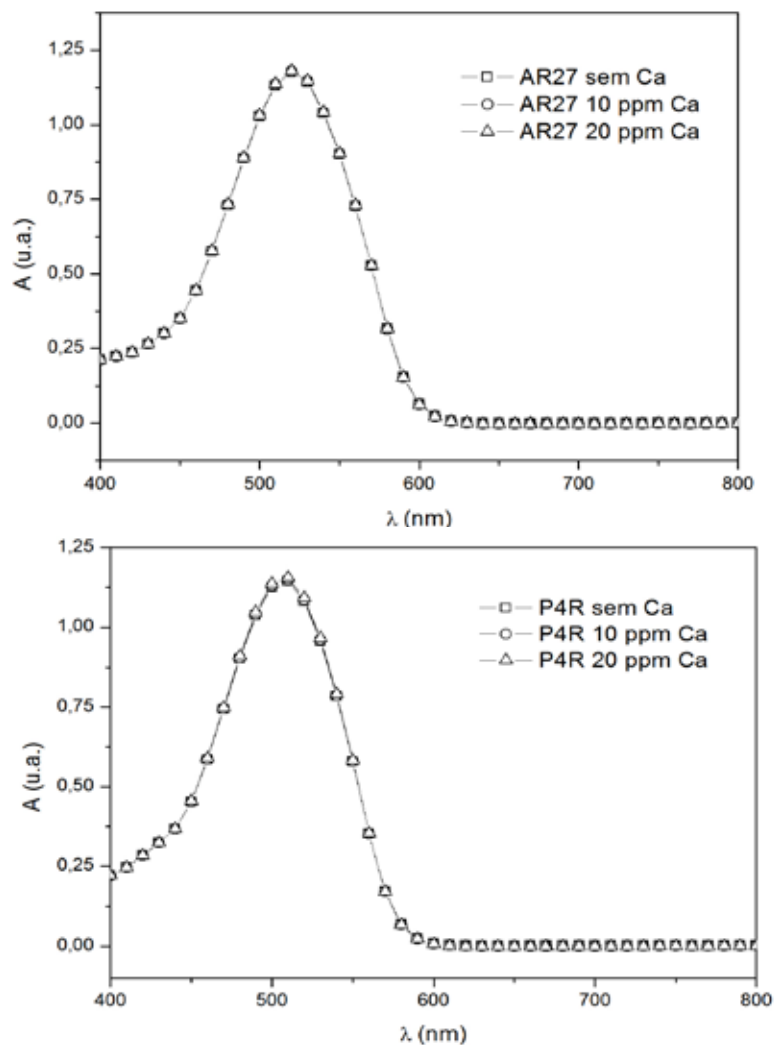
Para os corantes, observa-se na Figura abaixo que as maiores absorvâncias foram obtidas nos pHs ácidos e neutros entre os comprimentos de ondas de 500 a 520 nm. Como muitos efluentes de indústrias alimentícias têm pH próximo a 5, foi escolhido o tampão ácido para quantificação das amostras (STEIN, 2012; NECKEL, 2016).



**Figura 2** - Varreduras espectrofotométricas de 400 a 800 nm de soluções aquosas de  $40 \text{ mg.L}^{-1}$  dos corantes AR27 e P4R na presença dos tampões acético, de Mcllvaine e de Ringer.

A eficácia da solução estabilizante preparada para eliminar a possível interferência do cálcio da água, viabilizando a seletividade do método desenvolvido, foi

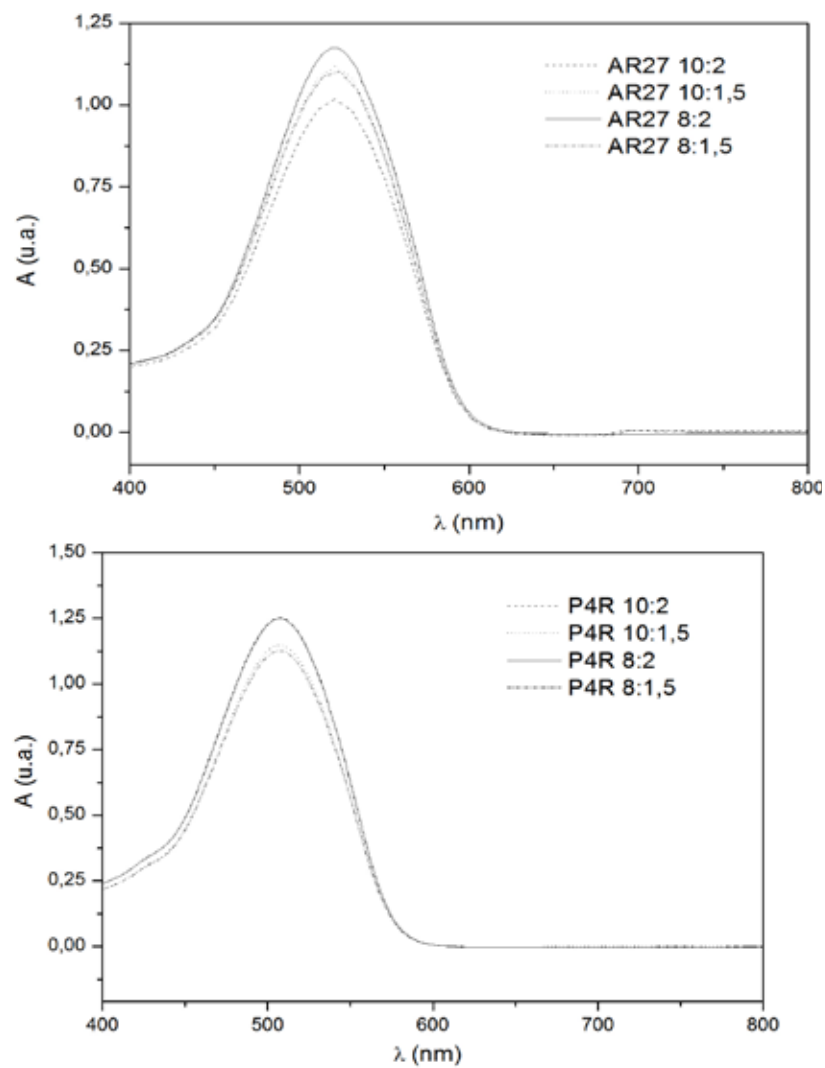
verificada a partir da análise das varreduras espectrais dispostas no diagrama da Figura 3, as quais se sobrepõem para diferentes teores de cálcio para os corantes.



**Figura 3** - Varreduras espectrofotométricas de 400 a 800 nm (visível) dos corantes AR27 e P4R ( $40 \text{ mg.L}^{-1}$ ) contendo concentrações de 10 e  $20 \text{ mg.L}^{-1}$  de cálcio e sem conter cálcio após adição da solução estabilizadora.

A análise das varreduras obtidas para as diferentes razões de volume amostral e volume de solução estabilizante consideradas, apresentadas na Figura 4, indica que as variações não se devem somente às correspondentes variações nas concentrações da mistura final. Des-

sa forma, para o Amarantho escolheu-se a proporção 8:2, e para Ponceau 4R, 10:2, por terem melhores respostas e por apresentarem maior facilidade operacional, pois podem ser usadas pipetas volumétricas usuais em laboratórios na amostragem das soluções.



**Figura 4** - Varreduras espectrofotométricas de 400 a 800 nm (visível) de soluções aquosas de  $40 \text{ mg.L}^{-1}$  dos corantes AR27 e P4R em diferentes relações de volume de amostra e de solução estabilizadora.

### 3.2 Validação do método para quantificação dos corantes

A determinação da linearidade, por intermédio de seis curvas padrão, forneceu os dados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores médios de absorvâncias e concentrações dos analitos nos testes de linearidade.

	Concentrações teóricas dos corantes	Valor médio de absorvância ( $\pm$ DP)	Valor médio de concentração ( $\pm$ DP)
AR27	5	0,149 $\pm$ 0,006	5,02 $\pm$ 0,01
	15	0,436 $\pm$ 0,005	15,11 $\pm$ 0,01
	30	0,863 $\pm$ 0,023	30,09 $\pm$ 0,59
	40	1,150 $\pm$ 0,013	40,16 $\pm$ 0,25
	50	1,433 $\pm$ 0,027	50,09 $\pm$ 0,76
	60	1,712 $\pm$ 0,019	59,87 $\pm$ 0,48
P4R	5	0,146 $\pm$ 0,001	5,02 $\pm$ 0,01
	15	0,444 $\pm$ 0,003	15,12 $\pm$ 0,01
	30	0,881 $\pm$ 0,014	30,28 $\pm$ 0,10
	40	1,140 $\pm$ 0,034	39,18 $\pm$ 0,01
	50	1,451 $\pm$ 0,005	49,86 $\pm$ 0,00
	60	1,757 $\pm$ 0,034	60,38 $\pm$ 0,01

Nota: Os valores das concentrações dos corantes são medidos em mg.L<sup>-1</sup>

Os valores médios foram ajustados por análise de regressão linear, cuja equação da reta é expressa na Equação (1) para o AR27 e Equação (2) para o P4R.

$$\text{Absorvância} = 0,0285 \times \text{Concentração} + 0,0018 \quad (1)$$

$$\text{Absorvância} = 0,0291 \times \text{Concentração} + 0,0009 \quad (2)$$

Os coeficientes de correlações estão na tabela 2. O teste unilateral de análise de variância (ANOVA) avaliou a qualidade do ajuste do modelo linear. As análises dos dados da linearidade demonstraram ser uma regressão altamente significativa para os corantes, bem como não foi evidenciada a falta de ajuste do modelo, uma vez que os valores de F calculados para os corantes (Tabela 2) foram menores do que valor de F crítico (3,23) no nível de 95% de confiança. Portanto, os métodos analíticos desenvolvidos possuem faixa de linearidade entre as concentrações de corante de 5 e 60 mg.mL<sup>-1</sup>.

**Tabela 2** - Coeficientes de correlação e valores de F calculado nos testes de linearidade.

Corantes	Coeficientes de correlação	F calculado
AR27	0,9998	3,16
P4R	0,9997	1,06

A precisão foi avaliada pelos estudos de repetibilidade. Os resultados desses testes estão mostrados na Tabela 3. Os testes da repetibilidade revelaram coeficientes de variância menores do que o valor máximo exigido, que é de 5%.

Mais uma vez, por meio da análise unilateral de variância foi avaliada a possível existência de diferença estatisticamente significativa entre os resultados obtidos para as leituras realizadas (Tabela 3). Os resultados mostraram ser satisfatórios, visto que os valores de F calculados são menores do que F crítico (3,23) no nível de 95% de confiança (Tabela 3).

**Tabela 3** - Valores de absorvância e concentrações dos analitos nos testes de precisão.

Corante	Dados Estatísticos	Ab.	Conc.	Corante	Dados Estatísticos	Abs	Conc.
AR27		0,878	30,81	P4R		0,896	30,76
		0,887	31,12			0,878	30,14
		0,849	29,79			0,883	30,31
		0,884	31,02			0,881	30,24
		0,852	29,89			0,896	30,76
		0,831	29,16			0,862	29,59
	Média	0,860	30,30		Média	0,882	30,30
	DP	0,02	0,80		DP	0,01	0,44
	CV (%)	2,63	2,63		CV (%)	1,44	1,44
	Fcal	2,19			Fcal	2,23	

Nota: Os valores das concentrações dos corantes são medidos em mg.L<sup>-1</sup>



Os dados experimentais obtidos nos testes de exatidão são mostrados na Tabela 4 e revelaram que o maior coeficiente de variação foi de 4,18% para a concentração de 5 ppm do corante Amarantho, porém esse valor ainda é menor do que o valor má-

ximo permitido (5%). Os resultados do estudo de exatidão demonstram que pequenas variações da concentração da solução podem ser prontamente quantificadas pelo método, portanto o método analítico desenvolvido é suficientemente exato.

**Tabela 4** - Valores de concentração e respectivas estatísticas obtidas nos testes de exatidão.

	Concentrações das soluções							Dados Estatísticos			Exatidão
	Teórica	Experimental						Média	DP	CV(%)	
AR27	5,00	5,18	5,22	5,07	5,05	4,63	4,99	5,02	0,21	4,18	100,48
	40,00	40,58	40,69	40,05	40,26	39,51	39,86	40,16	0,45	1,11	100,39
	60,00	60,23	60,58	59,94	60,37	59,06	59,00	59,87	0,68	1,13	99,78
P4R	5,00	5,05	4,93	4,95	5,02	5,02	4,98	4,99	0,05	0,93	99,83
	40,00	41,06	40,62	40,55	41,06	39,76	40,58	40,61	0,48	1,17	101,51
	60,00	61,17	60,03	60,31	60,03	62,06	58,66	60,38	1,15	1,91	100,63

**Nota:** Os valores das concentrações dos corantes são medidos em  $\text{mg.L}^{-1}$

Nos testes de limite de detecção (LD) e quantificação (LQ), ficou demonstrado que os métodos detectam concentrações tão baixas quanto, por exemplo,  $1,17 \text{ mg.L}^{-1}$  (limite de detecção) para o corante Amarantho, mas quantificam com precisão concentrações a partir de  $5,60 \text{ mg.L}^{-1}$  (limite de quantificação) para o Ponceau 4R (Tabela 5). Assim, ficou definido como intervalo de medição a faixa de 5 a  $60 \text{ mg/L}$ .

**Tabela 5** - Valores dos limites de quantificação e detecção.

Corantes	LD	LQ
AR27	1,17	4,38
P4R	1,54	5,60

**Nota:** Os valores de LD e LQ são medidos em  $\text{mg.L}^{-1}$

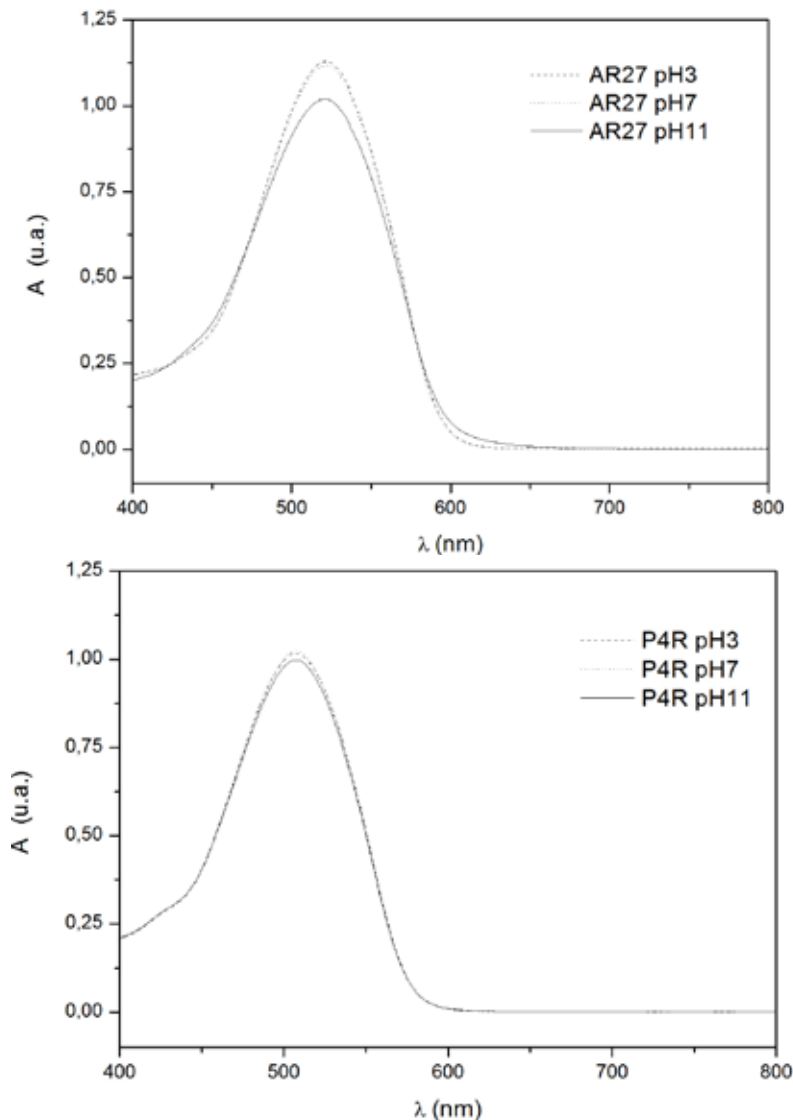
As absorvâncias médias determinadas ao longo do tempo nos testes de fotodegradação são apresentadas na Tabela 6. No período estudado,

observou-se que para os corantes não houve variação até 48 horas, mostrando que são bastante estáveis.

**Tabela 6** - Valores de tempos e absorvâncias médias nos testes de fotodegradação dos corantes.

Tempo (horas)	Absorvância (u.a.)	
	AR27	P4R
0	0,885	0,877
12	0,883	0,877
24	0,884	0,875
36	0,883	0,876
48	0,883	0,870
CV	0,10	0,33

Para verificar a robustez, ajustaram-se os pHs dos corantes com soluções de HCl e NaOH para os valores de 3, 7 e 11, posteriormente determinando-se as varreduras destas soluções. As varreduras mostraram a necessidade de soluções tampões para manter a coerência dos resultados como mostrado na Figura 5.



**Figura 5** - Varreduras espectrofotométricas de 400 a 800 nm (visível) no ensaio de robustez dos corantes AR27 e P4R.

#### 4 CONCLUSÕES

Foram desenvolvidos e validados métodos espectrofotométricos de absorção molecular para analisar corantes azos (Amaranto e Ponceu 4R) em meios aquosos oriundos numa faixa de concentrações de 5 a 60 mg L<sup>-1</sup>. Nos métodos é utilizada cubeta de vidro com caminho óptico de 1 cm

e soluções estabilizadoras (tampão e inibidor de interferentes metálicos). As soluções estabilizadoras eram constituídas de tampão (no pH 5,5 ou no pH 12) e 2,5 mg.L<sup>-1</sup> de EDTA. A quantificação deve ser conduzida em até 24 horas.

No desenvolvimento dos métodos, foram verificadas a influência do pH e da presença de metais no meio, especificamente da dureza da água. Dessa forma, tampões apropriados e uma solução inibidora de interferentes foram selecionados para

minimizar essa influência. Ademais, a seletividade na presença de íons cálcio também foi avaliada.

Testes estatísticos foram realizados para comprovar que os métodos seguem a Lei de Lambert-Beer. Foram também realizados ensaios de fotodegradação e quantificaram-se os limites de detecção e de quantificação.

Os métodos desenvolvidos apresentaram características interessantes para a determinação de corantes em meio aquoso, além de serem simples e baratos, com baixa produção de resíduos. Este artigo ainda contribui para a quantificação em meio aquoso de outros corantes azos que tenham fórmula estrutural e grupos cromóforos semelhantes aos dos avaliados nesse estudo, sejam eles provenientes de efluentes industriais ou não.

## REFERÊNCIAS

- BENINCÁ, C. **Degradação do corante alimentício Ponceau 4r e tratamento de efluente de uma indústria de alimentos utilizando processos oxidativos avançados**. 2012. 141f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos - PPGREAL, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº 899, de 29 de maio de 2003. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 02 de junho de 2003.
- CAMPOS, P. R. P. **Desenvolvimento e validação de um método de quantificação de corantes em amostra de suco artificial em pó**. 2014. 168f. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2014.
- CHEESEMAN, M. A. Artificial food color additives and child behavior. **Environmental Health Perspectives**, v. 20, n. 1, 2012, p. 15-16.
- FREIRE, L. F. R. **Processos Oxidativos Avançados usando reagente de Fenton para degradação do corante Remazol Azul RGB**. 2014. 239f. Dissertação (Mestrado de Tecnologias de Valorização Ambiental e Produção de Energia) - Instituto Politécnico de Portalegre Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Porto Alegre, 2014.
- GOMES, M. S., OLIVEIRA, M. V. G. A., CARVALHO, F. R. S., MENEZES, C. C., PERON, A. P., Citotoxicity of food dyes Sunset Yellow (E-110), Bordeaux Red (E-123), and Tartrazine Yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. **Keiva Food Sci. Technol.**, v. 33, p. 218-223, 2013.
- KUNZ, A. et al. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, v. 25 n. 1, p. 78-82, 2002.
- MILLER, J.A., MILLER, E.C., **Adv. Cancer Res.**, p. 340, 1953.
- MOHAN S. V. et al. Adsorptive removal of direct azo dye from aqueous phase onto coal based sorbents: a kinetic and mechanistic study **Journal of Hazardous Materials**, v. 90, p. 189-204, 2002.
- MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. **Manual de Soluções, Reagentes e Solventes: padronização, preparação, purificação com indicadores de segurança e de descarte de produtos químicos**. São Paulo: Blucher, 2007.
- NECKEL, et al. A eficiência no tratamento de efluente em indústria de balas com a modificação do lodo em reator anaeróbio. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REG-GET**, V. 20 (1), p.427-437, 2016.
- PRADO, M.A.; GODOY H.T. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 30, 2007, p. 268-73.
- POLÔNIO, M.L.T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, v. 25, n. 8, 2009, p. 1653-1666.
- SILVA, N. O.; REED, E. Estudos sobre corantes artificiais em alimentos: quais os riscos mais comuns pelo consumo excessivo. **CADERNOS DE EDUCAÇÃO, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**, v. 2, n. 1, 2011, p. 10-4.
- SIQUEIRA-MOURA, M. P.; LIRA, M. C. B.; SANTOS-MAGALHÃES, N. S. Validação de método analítico espectrofotométrico UV para determinação de ácido úsnico em lipossomas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44 (4), p. 621-628, 2008.
- SHENAI, V.A. **Chem. Weekly**, v. 26, p. 135, 1995.
- SRINIVASAN, A.; VIRARAGHAVAN, T. Decolorization of dye wastewaters by biosorbents: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 91, 2010, p. 1915-1929.
- STEIN, R. T. **Caracterização e avaliação do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia, visando reuso**. 2012. 83f. Monografia - Centro de ciências exatas e tecnológicas do centro universitário UNIVATES, Lajeado, 2012.