UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2021

DETERMINAÇÃO DE CLORO RESIDUAL EMPREGANDO IMAGENS DIGITAIS

Albert Martins Dias[1] e Ivanice Ferreira dos Santos[2]
1. Bolsista PROBIC/UEFS, Graduando em Licenciatura em Química, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: albertdias360@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ivanicefs@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: cloro; imagens digitais; quimiometria.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e sua concentração em grandes cidades, os sistemas de distribuição e desinfecção de água se tornaram cada vez mais complexos e necessários. A poluição hídrica exige o desenvolvimento de métodos para tornar a água potável, sendo um dos mais utilizados a cloração, que consiste na adição de cloro como agente desinfectante que inativa e destrói organismos nocivos (BARROS, 2018).

Baseado na portaria 518 do Ministério da Saúde, após o processo desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,50 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo 0,20 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. Algumas das consequências do alto teor de cloro residual livre é a formação de compostos como trihalometanos e compostos halogenados, que oferecem riscos à saúde, como a exposição prolongada a agentes cancerígenos (ZAMPIER, 2017)

Para determinação de cloro residual o método colorimétrico com uso do reagente orto-tolidina é comercialmente o mais utilizado. Este reagente cromogênico depende do pH do meio reacional, na qual para determinação do cloro deve estar na faixa de 0,8 a 2,8. O produto da reação possui solução de tonalidade amarela, que corresponde a oxidação rápida da orti-tolidina (SALAMI, 2008).

Nos últimos anos diversas metodologias de utilização de imagens digitais vêm sendo desenvolvidas, com aplicações nas indústrias farmacêutica, alimentícia e química. A análise pode ser feita a partir da composição dos canais de cores RGB (red-blue-green) de imagens capturadas por dispositivos eletrônicos como *webcams*, *scanners* ou *smartphones*. (CORTEZ, 2018). As principais vantagens são o barateamento, a acessibilidade e a mobilidade do método.

A otimização de métodos é resultado de um conjunto de técnicas que tem como objetivo ampliar a sensibilidade da resposta e melhorar características analíticas. É crescente a utilização de ferramentas quimiométricas para a otimização de métodos analíticos, tendo vantagens como a diminuição do número de experimentos, menor gasto de

reagentes e de tempo. Quando há fatores de interação entre as variáveis, todas podem ser testadas simultaneamente com auxílio de um planejamento fatorial, que ainda possibilita realizar uma triagem das variáveis, destacando as mais significativas e suas interações (NOVAIS e cols, 2017).

O presente trabalho objetiva desenvolver um método analítico para detecção e quantificação de cloro residual livre empregando orto-tolidina como reagente cromogênico, baseado na análise química de imagens digitais.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

O sistema foi montado utilizando uma caixa fechada com tampa com dimensões 9 cm (L) x 15,5 cm (C) x 20 cm (A) que comporta um *smartphone* (Lenovo K8 Plus) e a célula de quartzo (cubeta). Uma lâmpada LED foi utilizada como fonte de luz. O interior da caixa foi revestido de papel branco para evitar interferência (SANTOS, 2013). Para auxiliar na fixação da cubeta e do celular foi utilizado uma espuma rígida.

O aplicativo padrão de câmera foi utilizado na captura. O aplicativo *TeamViewer QuickSupport* e o *TeamViewer* foram utilizados para controle remoto do *smartphone* via computador. As imagens foram analisadas pelo software C*hemoStat*.

O reagente utilizado consiste em uma solução aquosa de cloridrato de orto-tolidina a 0,05% (marca: Organicoat). Uma solução de hipoclorito de sódio 10% m/V PA (Quality CN, Brasil) vendida comercialmente foi utilizada para preparo da solução padrão (0,01%). Para construção da curva de calibração foram preparadas soluções diluídas da solução padrão que variaram de 0,15 à 0,90 mgL^{-1} em meio ácido (pH < 2).

A otimização das configurações do sistema de aquisição de imagens foi baseada em testes univariados com solução de hipoclorito de sódio a 0,90 mgL^{-1}, definindo a distância câmera e cubeta (Dcc) (3.0, 4.0 e 5.0 cm), a distância da cubeta e da fonte de luz (Dcl) (3.5, 4.5 e 5.0 cm) e a região de interesse (ROI) (32, 64 e 96 px^2). Foi aplicado o planejamento fatorial completo de dois níveis (2^k), com variáveis volume da amostra (4,0 a 10,0 mL), volume de reagente (3 a 7 gotas) e tempo de reação (20 a 30 min).

Para a validação do método foi obtida a curva de calibração com uso de um espectrofotômetro UV-Vis Kazuaki IL-226-NM (433 nm) (ROSA, 2020).

Após a validação, foi realizada a quantificação de cloro residual em amostras de água potável coletadas no Laboratório de Ciência Exatas - LABEXA/módulo 5 da UEFS.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

O canal B (blue) foi selecionado para o desenvolvimento do método pois apresentou uma resposta linear entre o sinal analítico e a variação da concentração da espécie de interesse. Os valores fixados que apresentaram os melhores resultados nos testes univariados foram: Dcc de 4.5 cm, Dcl de 5.0 cm e ROI de 64 px^2.

Os resultados obtidos pelo planejamento fatorial utilizado estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Como pode ser visualizado no gráfico de Pareto (Fig. 1), os efeitos dos fatores e suas interações não são significantes, a um nível de confiança de 95% ($p = 0,05$), caracterizando assim um sinal analítico robusto para faixas experimentais estabelecidas por três fatores.

Avaliando a superfície de contorno (Fig. 2) pode-se observar o aumento do sinal analítico em com maior concentração de orto-tolidina e menor tempo de reação. As condições selecionadas para realização do experimento foram um volume de amostra de 4 mL, um volume de reagente de 5 gotas e um tempo de reação de 20 minutos.

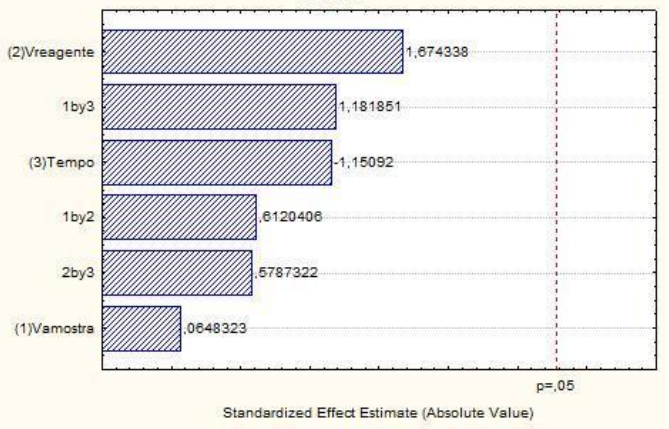

Figura 1. Gráfico de Pareto para o planejamento fatorial 2^3.

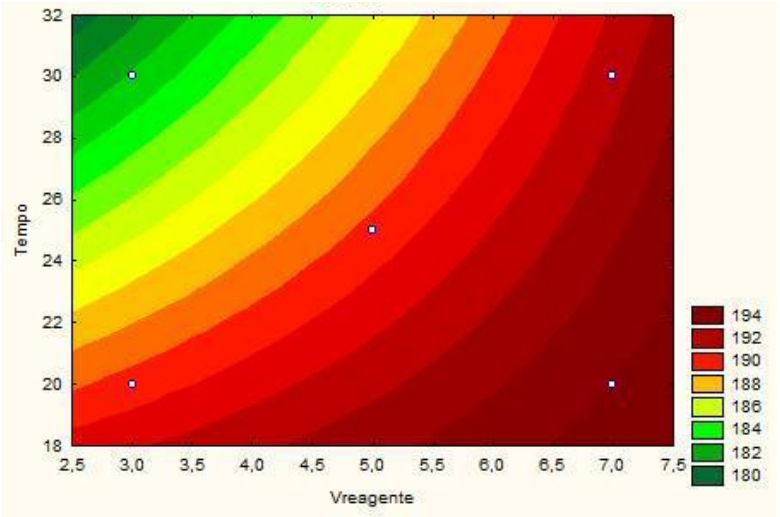

Figura 2. Gráfico de contorno (Volume de reagente x tempo de reação)

Tabela 1. Parâmetros analíticos para a validação.

	Imagens digitais	Espectrofotômetro UV-Vis
Equação da curva	y =17,41 x + 63,02	y =0,0074 x - 0,0012
Coeficiente de correlação (R^2)	0,987	0,985
Limite de detecção (mg/L)	0,021	0,020
Limite de quantificação (mg/L)	0,074	0,056

A comparação dos parâmetros analíticos obtidos está presente na tabela 1. A linearidade da curva de calibração caracteriza uma relação direta entre concentração de cloro

residual livre e a intensidade do sinal analítico dentro da faixa testada de 0,15 à 0,90 mgL^{-1}, sendo o coeficiente de correlação linear obtido (R^2) de 0,99, que representa uma boa linearidade. Os limites de detecção e quantificação foram, 0,021 e 0,074 mgL^{-1}, respectivamente. Na quantificação em amostras reais de água potável, os testes foram realizados em triplicata, e a concentração obtida foi de 0,136 ± 0,02 mgL^{-1}, o que diverge da portaria 518 do Ministério da Saúde (2004, p. 17), na qual é estabelecido um teor mínimo de 0,20 mgL^{-1} em de cloro residual em qualquer ponto de distribuição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

A quantificação do teor de cloro residual em água potável por imagens digitais foi realizada com sucesso. As amostras de torneira no Laboratório de Ciência Exatas - LABEXA/módulo 5 da UEFS apresentaram concentrações médias abaixo do valor mínimo estabelecido pela portaria do Ministério da Saúde.

REFERÊNCIAS

BARROS, W.M. 2018. Riscos associados a utilização do agente desinfetante cloro no tratamento de água potável: Uma revisão de literatura. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Trabalho de Conclusão de Curso.

CORTEZ, Á.V. 2018. Determinação de cloreto em águas por imagens digitais. Universidade Federal do Amazonas, Dissertação.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria nº 518 de 25/03/2004 2006.

NOVAIS, C.G. e cols, 2017. Otimização de métodos analíticos usando metodologia de superfícies de resposta - Parte I: Variáveis de processo. *Rev. Virtual Quim.* 9 (3): 1184-1215.

ROSA, T.R. 2020. Desenvolvimento de softwares para aplicações quimiométricas. Universidade Federal do Espírito Santo, Tese.

SALAMI, F.H. 2008. Determinação espectofotométrica de hipoclorito em alvejantes e cloro em águas de abastecimento empregando sistema em fluxo por multicomutação e células convencional e de longo caminho óptico. Universidade Federal de São Carlos, Dissertação.

SANTOS, J.L.O. 2013. Estratégias analíticas para determinação de nitrito e nitrato em amostras ambientais e alimentícias, empregando análise de imagens digitais. Universidade Federal da Bahia, Dissertação.

ZAMPIER, L.M. 2017. Desenvolvimento de métodos analíticos baseados na análise por imagens digitais para determinação de ozônio e hipoclorito em águas. Universidade Federal de Viçosa, Dissertação.