

## ANALISE DE CINÉTICA QUÍMICA DA REAÇÃO DE FORMALDEÍDO E HIDRÓXIDO DE AMÔNIO

Gabriel Duarte Ribeiro<sup>(1)</sup>; Dayene do Carmo Carvalho<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando em Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.  
gabriel.dracademico@outlook.com.

<sup>(2)</sup> Professor do curso de Engenharia Química - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.  
dayenec@unipam.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O formaldeído ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) é um gás obtido a partir do metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Comercialmente é encontrado em soluções aquosas, com odor pungente, conhecido como formol. É classificado como altamente tóxico e carcinogênico, tanto para os seres humanos quanto ao meio ambiente (SILVA, 2015). A produção anual brasileira de formol é de aproximadamente 21 milhões de toneladas (INCA, 2016). Comparado com outros países, o Brasil possui uma produção mediana de formaldeído, com uma crescente a partir dos anos 90.

Em algumas de suas aplicações, têm-se os laboratórios de anatomia e patologia, que utilizam o formol para a preservação de tecidos devido às diversas contaminações. Com a necessidade de reposição, os laboratórios acabam gerando um efluente muito tóxico e rico em formaldeído. Esses podem conter entre 100 e 10.000 mg/L de formaldeído (SILVA, 2015), inviabilizando seu descarte em vias públicas sem um tratamento prévio. A ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), no entanto não apresenta informações sobre ecologia e nem mesmo sobre seu tratamento e disposição no meio ambiente.

Existe diversas maneiras de degradar o formaldeído utilizando métodos oxidativos avançados com eficiência de até 98%. Segundo SILVA(2015), quando o alvo passa a ser a degradação de efluentes contendo formaldeído, a eficiência cai para 91%. Assim, há interferência de outros contaminantes presentes neste poluente, confirmado pelo menor desempenho na redução de DQO, que fica em torno de até 48%. O objetivo do estudo é avaliar a cinética química do processo por degradação através de reação química com  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Universitário de Patos de Minas, no laboratório de química analítica, Bloco M, segundo piso. A concentração de formaldeído foi avaliada de acordo com a norma ABNT NBR 15316-2:2014, seguindo o método de Hantzch (ABNT, 2014). A vantagem deste método é por ser colorimétrico sensível e que envolve reações brandas.

O processo adaptado de acordo com o protocolo dos procedimentos do Center for Environmental Science, Universidade de Maryland, EUA (ARMOUR, 1991). Comparando os resultados com o processo oxidativo avançado.

O procedimento se realizou em um reator tipo batelada sob agitação, lenta e continua com reagentes de padrão analítico, otimizando as proporções de reagentes para a melhor eficiência de conversão utilizando  $\text{NH}_4\text{OH}$  a 26% (m/v).

A proposta de reação está disposta abaixo:



A reação pode liberar calor e foi colocada em repouso por três horas para reação.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reator batelada é largamente utilizado para determinação dos parâmetros cinéticos de reações homogêneas. Para tal propósito mede-se a concentração de uma determinada espécie em função do tempo, permitindo a aplicação do método diferencial, integral ou de regressão não linear para determinação da ordem de reação, bem como a constante cinética envolvida (FOGLER, 1939).

O tratamento envolvido no processo teve concentração de  $\text{NH}_4\text{OH}$  constante em relação à concentração de formaldeído, o processo apresentou fatores aceitáveis de consumo. O valor de rendimento do processo foi avaliado com a equação de eficiência, apresentando como resultado de 94,81% de degradação de formaldeído, se encaixando no que foi relatado por Silva (2015), encontrando valores acima de 91%.

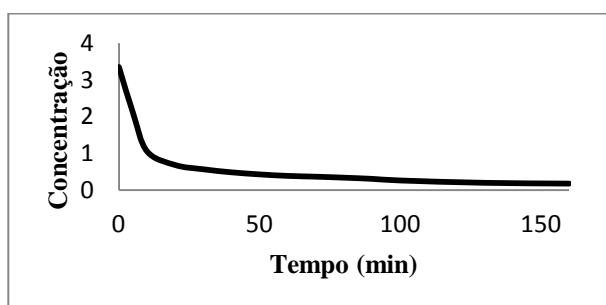
$$X = \frac{C_{F0} - C_F}{C_F} \quad (1)$$

Sendo X o valor da eficiência,  $C_{F0}$  a concentração de formaldeído inicial e  $C_F$  a concentração final de formaldeído.

A variação de concentração com o tempo disposta na Figura 2, descreve a variação da velocidade da reação de acordo com a quantidade de excesso de  $\text{NH}_4\text{OH}$  nas amostras. É notório a diferença entre a velocidade de reação conforme houve a redução de hidróxido de amônio no processo. A velocidade de reação permite saber o quão rápido é a interação entre as espécies químicas e a formação de outra espécie química (FOGLER, 1939; SCHMAL, 2013; LEVENSPIEL, 2000; ROBERTS, 2010 ).

O reator batelada é largamente utilizado para determinação dos parâmetros cinéticos de reações homogêneas. Para a determinação mede-se a concentração de uma determinada espécie em função do tempo, permitindo a aplicação do método diferencial, integral ou de regressão não linear para determinação da ordem de reação, bem como a constante cinética envolvida (FOGLER, 1939).

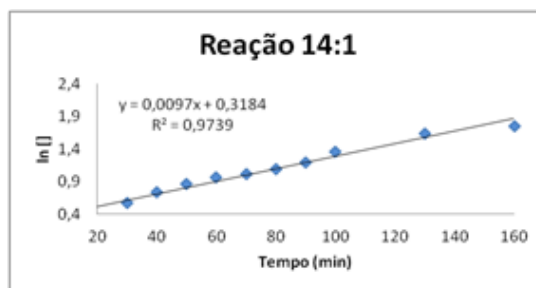
Figura 2 – Variação da Concentração de Formaldeído com o Tempo



Fonte: Autoria própria, Ribeiro (2017).

A reação com excesso de  $\text{NH}_4\text{OH}$ , faz com que a reação se comporte como reação elementar, provocando a grande queda de concentração de formaldeído nos primeiros 30 minutos, a medida que a concentração do hidróxido de sódio começa a diminuir a reação tende a se estabilizar em regime estacionário (FOGLER, 1939). A linearização do modelo nos permite evidenciar a confirmação do esperado, sendo que a ordem da reação se aproximou bastante da ordem 0 com o valor de 0,0097 e também se identificou a constante cinética da reação através do método integral com valor de 0,3184 mol/s.

Figura 3 – Modelo Linearizado do processo



Fonte: Autoria própria, Ribeiro (2017).

#### 4. CONCLUSÕES

- (i) a avaliação da cinética química da reação de formaldeído obteve avaliação satisfatória;
- (ii) a reação se mostrou eficiente quando comparada a os resultados citados por Silva (2015) estando acima de 91% de degradação;
- (iii) o método teve resultados satisfatórios e pode ser aplicada como forma alternativa para remoção de formaldeídos em resíduos.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **PAINÉIS DE FIBRAS DE MÉDIA DENSIDADE PARTE 2: REQUISITOS E MÉTODOS DE ENSAIO NBR 15316-2:2014**: Painéis de fibras de média densidade Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. 1 ed. São Paulo: Abnt, 2014. 78 p.

BRASIL. ANVISA. . **Escova Progressiva, Alisantes e Formol**. 2005. Ministério da Saúde. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/alisante\\_formol.htm](http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/alisantes/alisante_formol.htm)>. Acesso em: 14 jan. 2017.

FOGLER, H. Scott. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas**. 4. ed. Ann Arbor: Gen, 1939. 853 p. Tradução: Veronica Calado, Evaristo C. Biscaia Jr.; Rio de Janeiro, 2012.

LEVENSPIEL, Octave. **Engenharia das Reações Químicas**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2000. 561 p. Tradução: Verônica M. A. Calado.

ROBERTS, George W.. **Reações Químicas e Reatores Químicos**. Rio de Janeiro: Gen, 2010. 414 p. Tradução: Eduardo Mach Queiroz, Fernando Luiz Pellegrine Pessoa.

BRASIL. INCA. (Ed.). **Formol ou Formaldeído**. 2016. INCA - Ministério da Saúde. Disponível em: <[http://www1.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?ID=795](http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=795)>. Acesso em: 14 jan. 2017.

SCHMAL, Martin. **Cinética e Reatores: Aplicação na Engenharia Química**. 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2013. 678 p.

SILVA, Michele Goulart da. **Tratamento de Efluentes de Laboratórios Contendo Formaldeído com Peróxido de Hidrogênio, Ozônio e Peróxido de Hidrogênio + Ozônio**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, 2015.