



Hidrogéis nanocompósitos de partículas pré-formadas para aplicação na recuperação avançada de petróleo

Henrique A. V. Gonzaga^{*1,2}, Érica Camilly M. M. Silva^{1,2}, Sthéfany Zaida S. do Amparo^{2,3}, Marcelo M. Viana^{1,2}
*ricogonzaga31@gmail.com

¹Departamento de Química-ICEx, Universidade Federal de Minas Gerais, ZIP 30.270-901, Belo Horizonte, MG, Brazil; ²CTNano, Universidade Federal de Minas Gerais, ZIP 31.310-260; ³Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, ZIP: 32146-054, Contagem, Brasil.

RESUMO

Géis de partícula pré-formada são utilizados em técnicas de controle de mobilidade de fluidos em reservatórios, como no controle de água e recuperação avançada de petróleo. Este trabalho busca avaliar o comportamento de géis poliméricos submetidos a condições de reservatórios. Para isso, foram investigadas tanto a capacidade de intumescimento dos géis em meio salino quanto suas propriedades reológicas, visando entender seu desempenho em condições semelhantes às de reservatórios. Os resultados sugerem viabilidade de aplicação em ambientes de alta temperatura, e mostrar que esses materiais nanocompósitos são uma ferramenta útil no campo de recuperação avançada de petróleo.

Palavras-chave: hidrogéis, partículas pré-formadas, recuperação avançada de petróleo

Introdução

Em processos de extração de petróleo, a elevada tensão interfacial entre o fluido injetado e o óleo, aliada à menor mobilidade do óleo em relação ao fluido deslocante, compromete significativamente a eficiência da recuperação de hidrocarbonetos [1]. Além disso, o grande volume de água produzida acarreta aumento dos custos de separação óleo-água, riscos de corrosão em equipamentos, possibilidade de abandono prematuro do poço e preocupações ambientais quanto ao descarte da água [2]. Nesse contexto, métodos de controle de conformidade, que visam bloquear canais de alta permeabilidade responsáveis pelo desvio de fluidos injetados, têm sido amplamente estudados. Dentre os materiais empregados, destacam-se os géis de partículas pré-formadas (PPGs), reconhecidos por sua eficácia e viabilidade econômica ao reduzir a produção de água e redirecionar o fluxo para zonas de menor permeabilidade, favorecendo a recuperação de hidrocarbonetos remanescentes. [2]. Este trabalho apresenta um estudo voltado à síntese de hidrogéis de poli(acrilamida) reticulados com diferentes teores de bis(acrilamida) (BIS), com o objetivo de avaliar suas propriedades térmicas, mecânicas e estruturais. A investigação busca identificar o sistema mais promissor para posterior incorporação de nanomateriais, visando otimizar o desempenho dos hidrogéis de partículas pré-

formadas em aplicações de controle de conformidade em poços de petróleo.

Experimental

Síntese dos hidrogéis:

A síntese dos hidrogéis foi realizada em béquer sob agitação constante, utilizando acrilamida (AM) como monômero, N,N'-metilenobis(acrilamida) (BIS) como agente reticulante, cuja fração mássica foi variada em 1%, 1,5% e 2% (m/m), e persulfato de amônio (APS) como iniciador. Após a completa dissolução dos reagentes em água deionizada, adicionou-se N,N,N',N'-tetrametiletilenodiamina (TEMED) para ativar a polimerização. Em seguida, a solução foi purgada com gás nitrogênio até a formação do gel. Os hidrogéis obtidos foram lavados com água deionizada para remover resíduos não reagidos, secos e triturados para a obtenção das partículas de gel pré-formado (PPGs).

Swelling:

A capacidade de intumescimento dos hidrogéis PPGs foi avaliada por meio de ensaios em solução salina com força iônica de 0,6. Para isso, 0,1 g de PPG foram imersos em 15 mL da solução e mantidos em repouso por 24 h, nas temperaturas de 25 °C e 70 °C. A razão de



intumescimento foi determinada conforme a equação abaixo, em que W representa a razão de intumescimento (%), w_0 é a massa do PPG seco e w_t é a massa do PPG após o tempo t :

$$W = \frac{w_t - w_0}{w_0} \times 100$$

Resultados e Discussão

Foi avaliada a capacidade de inchamento dos hidrogéis com diferentes concentrações de agente reticulante: PAM_2%BIS, PAM_1,5%BIS e PAM_1%BIS. Após 24 horas de imersão, os materiais apresentaram razões de intumescimento de aproximadamente 1691%, 1970% e 3005%, respectivamente. Observa-se que géis com menor concentração de reticulante exibem porosidade maior, menor densidade de reticulação e maior flexibilidade das cadeias poliméricas, o que favorece a absorção de água na matriz do hidrogel [4]. Contudo, para uma caracterização completa do desempenho dos sistemas, testes adicionais, como análise reológica e avaliação da injetividade, são imprescindíveis.

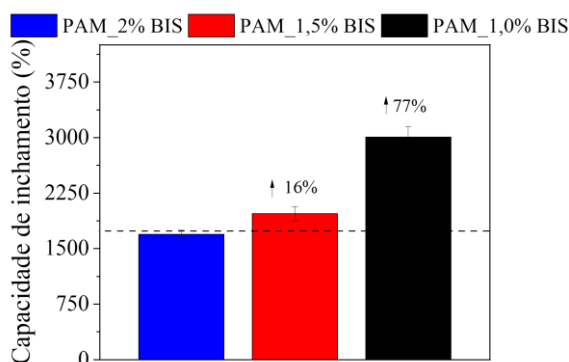


Figura 1 – Capacidade de inchamento após 24h para as PPGs PAM_2%BIS, PAM_1,5%BIS e PAM_1%BIS.

Conclusões

Os resultados obtidos com os géis de partículas pré-formadas para EOR evidenciam o potencial dos sistemas sintetizados com variação de reticuladores. O teste de intumescimento demonstrou que os hidrogéis apresentam elevada capacidade de inchamento em água salina com força iônica 0,6, reforçando sua aplicabilidade em ambientes severos típicos de reservatórios petrolíferos.

Agradecimentos

FINEP Número 1.23.0544.00, CNPq, Fapemig, CTNano/UFMG, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Capes (Código do Financiamento 001), Petrobras, LCPNano, Centro de Microscopia UFMG e INCT Cimol

Referências

- [1] F. Garcia Cordeiro Tessarolli; Y. Gomes De Carvalho Queirós; C. Regina Elias Mansur, Evaluation of pH-sensitive hydrogels to control the permeability anisotropy of oil reservoirs, *J. Appl. Polym. Sci.* **2014**, 131, n/a-n/a.
- [2] K. A. B. Pereira; P. F. Oliveira; C. R. E. Mansur, Hidrogéis compósitos poliméricos com possível aplicação no controle de permeabilidade em reservatórios de petróleo: uma revisão, *Rev. Eletrônica Perspect. Ciênc. Tecnol.* **2019**, 11, 20 dez.
- [3] Durán-Valencia; B. Bai; H. Reyes; R. Fajardo-López; F. Barragán-Aroche; S. López-Ramírez, Development of enhanced nanocomposite preformed particle gels for conformance control in high-temperature and high-salinity oil reservoirs, *Polym. J.* **2014**, **46**, 277–284.
- [4] Ninciuleanu CM, Ianchiș R, Alexandrescu E, Mihăescu CI, Scomoroscenco C, Nistor CL, et al. The Effects of Monomer, Crosslinking Agent, and Filler Concentrations on the Viscoelastic and Swelling Properties of Poly (methacrylic acid) Hydrogels: A Comparison. *Materials* **2021**;14:2305.