
POLIMEROS COMO METODOS PARA RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO

Landson S. Marques*; Cristina M. Quintella; Guilherme João Musse Neto; David Falcão Cavalcanti;
Lauro Tiago Souza Santos

Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Bahia. (*land_ufba@hotmail.com)

RESUMO

A recuperação terciária ou avançada de petróleo (EOR) com a injeção de soluções diluídas de um polímero nos reservatórios ajuda a deslocar o óleo dos poros atuando na viscosidade do fluido injetado e na molhabilidade. EOR é utilizada especialmente quando aumenta a demanda por petróleo e seus derivados. EOR com polímeros tem sido patenteada desde 1967 e continua até aos dias de hoje em pequenas ondas. Os EUA têm o maior número de patentes. As grandes depositantes são as maiores empresas de petróleo, além da instituição acadêmica Institute Français du Pétrole et Energies Nouvelles. Os inventores mais produtivos são dos EUA, Alemanha e Rússia, mas encontram-se poucas colaborações entre eles, levando a crer que é uma tecnologia de desenvolvimento compartimentalizado.

Palavras Chave: Polímero, petróleo, recuperação; EOR.

ABSTRACT

The tertiary recovery or enhanced oil recovery (EOR) with the injection of dilute polymer solutions in the reservoirs helps to displace the oil in the pores by increasing the injected fluid viscosity and changing the wettability. EOR is specially used when the demand for petroleum and its products increases and the reservoirs are depleted. Polymers EOR has been patented since 1967 until today in small waves. The USA have the higher number of patent applications. The major applicants are the Petroleum Majors, as well as the academic organization Institute Français du Pétrole et Energies Nouvelles. The inventors with more patents are from USA, Germany and Russia, but have almost no collaborations among them, leading to the impression that this technology development is essentially compartmentalized.

Key words: Polymer, petroleum, recovery; EOR.

Área tecnológica: Recuperação de petróleo; materiais

INTRODUÇÃO

Em 1859, o primeiro poço de petróleo foi perfurado na Pensilvânia – Estados Unidos da América; inaugura-se, então, a indústria moderna do petróleo. Daquela época até a atualidade, o petróleo tornou-se essencial para o desenvolvimento humano. Pensando nisso, as empresas têm investido no desenvolvimento de tecnologias para incrementar a produção (recuperação) de petróleo dos seus campos terrestres (MARQUES, 2009).

A recuperação avançada ou especial de petróleo (EOR) visa remediar a baixa eficiência da produção de hidrocarbonetos. Dentre esses métodos, existem os métodos químicos, através da adição de produtos químicos à água, atuam no aumento da viscosidade do fluido injetado e nas condições interfaciais para o deslocamento do óleo (SEGUNDO et al., 2007). Um exemplo é a adição de uma solução polimérica diluída com o intuito de aumentar a eficiência da recuperação que já vem sendo aplicada em diversos projetos de no ramo petrolífero (BORGES, 2009).

Estudos mostram que a correta aplicação dos polímeros pode aumentar as atuais reservas em cerca de 50% (THOMAS, 2001). Paralelamente, com a injeção de polímeros, ocorre a redução da produção de água nos poços de petróleo, tendo como consequência a redução de custos de descarte de água com efeitos ambientais positivos (DINIZ et al., 2012).

Dessa forma, torna-se necessária a exploração de técnicas que visem suplementar a energia dos seus poços através da injeção de soluções especiais a fim de incrementar a produção do petróleo (BORGES et al., 2007)

Tornando esses poços produtivos, as principais consequências serão: o aumento da produção de óleo e conseqüentemente um aumento da receita de impostos, impacto social devido ao estabelecimento de pequenos produtores, promovendo desenvolvimento local e geração de emprego (BORGES et al., 2005).

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

Os polímeros agem essencialmente controlando a viscosidade da água injetada, geralmente na recuperação de petróleo com viscosidade moderada, fazendo com que esse fluido resultante tenha mobilidade semelhante a do óleo (QUINTELLA e CASTRO, 2009, QUINTELLA et al., 2006). Devido a essa semelhança, o fluido injetado, em vez de escolher caminhos preferenciais e se dirigir rapidamente para os poços de produção, se difundem mais no meio poroso, inclusive bloqueando os caminhos preferenciais, aumentando a eficiência de varrido (SANTOS et al., 2007)

Dois tipos de polímeros são comumente utilizados para EOR: poliácridamidas parcialmente hidrolisadas e polissacarídeos (RHUDY e GIBB, 1980). O polissacarídeo mais empregado é a goma xantana que reduz a mobilidade das soluções pelo aumento da viscosidade e apresenta uma maior resistência aos efeitos de cisalhamento (ROSA et al., 2006).

METODOLOGIA

A pesquisa por depósitos de patentes buscou identificar o número máximo de documentos (doravante denominados patentes), com carta patente já concedida ou não.

Utilizaram-se códigos e palavras-chave que tornassem possível uma pesquisa representativa e fiel da utilização da técnica de recuperação avançada de petróleo com uso de polímeros.

Trabalhos anteriores nesse mesmo segmento foi possível verificar a superioridade do número de depósitos referentes a recuperação terciária ou métodos especiais de recuperação. Dentre os métodos de recuperação avançada, foi verificada a maior participação dos métodos químicos, por exemplo, injeção de surfactantes, seguido pelos métodos miscíveis (19%) e térmicos (14%) (MUSSE e QUINTELLA, 2010).

A Tabela 1 mostra o escopo da estratégia utilizada para a pesquisa de patentes realizadas através do banco de patentes europeu (Espacenet) na base Worldwide. Foram utilizadas combinações entre códigos, cujos significados encontram-se abaixo da Tabela 1, tendo sido selecionadas as Buscas 8, 9 e 10.

Quando baixados, excluídas as repetições e as famílias de patentes, chegou-se a um número de 643 documentos que foram processados um a um.

Cada resumo foi lido, sendo excluídos os que não correspondiam ao tema de interesse, chegou-se a um número final de 604.

Tabela 1: Escopo da estratégia da prospecção tecnológica mostrando em cinza as buscas selecionadas para este estudo.

Busca	EOR	inject*	polym*	oil*	petrol*	E21B43	C08F20	C09K8/588	EPN
1	X								780
2		X							>100.000
3			X						>100.000
4				X					>100.000
5					X				78.581
6						X			94.676
7							X		64,693
8								X	2
9						X	X		62
10						X		X	579

Fonte: Autoria própria, 2012.

Os códigos utilizados significam:

- E21B43 - Métodos ou aparelhos para obter óleo, gás, água, matérias solúveis ou fundíveis ou uma lama de minerais de poços (aplicável apenas a água E03B ; obtenção petrolíferas depósitos ou materiais solúveis ou fundíveis por técnicas de mineração E21C41/00); bombas de F04.
- C08F20 - Homopolímeros e copolímeros de compostos tendo um ou mais radicais alifáticos insaturados, cada um possuindo apenas uma ligação carbono-carbono dupla, e apenas uma sendo terminados por apenas um radical carboxila ou um sal, anidrido, éster, amida imida, ou nitrilo.
- C09K8 - Composições para perfuração de poços artesianos ou poços; Composições para tratamento de furos ou poços, por exemplo, para a conclusão ou para operações de reparação.
- C09K8/588 - Caracterizado pelo uso de polímeros específicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das patentes envolvidas na pesquisa, a primeira foi requerida em 1967, mostrando que o desenvolvimento de tecnologias para incremento da recuperação do petróleo demorou um pouco frente à perfuração do primeiro poço de petróleo do mundo, em 1859.

Nos últimos 50 anos o depósito de patentes apresenta três ondas tecnológicas (Figura 1).

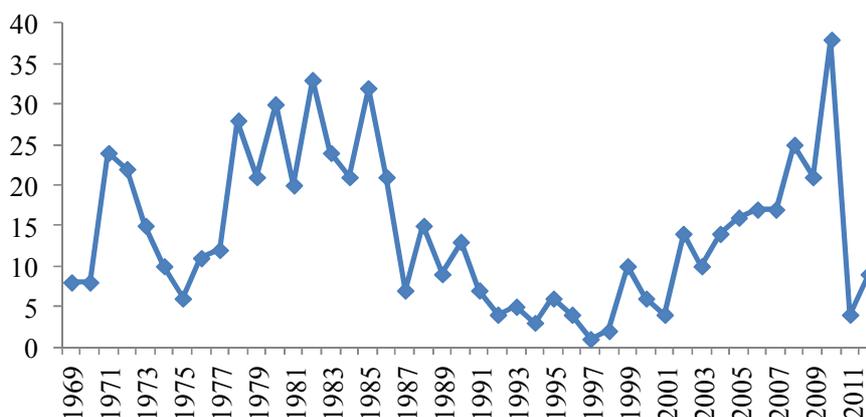


Figura 1: Evolução anual do depósito de patentes mostrando as três ondas tecnológicas. Fonte: Autoria própria, 2012.

A primeira onda no final dos anos 60 e inicia dos anos 70. Possivelmente se deu depois que o presidente do Egito na época, Gamal Nasser, nacionalizou o Canal de Suez até então propriedade de

uma empresa Anglo-Francesa. O canal é uma importante passagem para exportação de produtos da região para países ocidentais, pelo que em virtude dessa crise, o abastecimento foi interrompido, com o bloqueio do Canal, levando a um aumento súbito do preço do petróleo (TORRES & TEIXEIRA, 2007). É comum quando se fala em polímeros ter como primeiro exemplo os plásticos que há anos vem sendo usado em geral como isolantes elétricos, porém nessa primeira onda, devido a crise já mencionada os polímeros passam de isolantes a condutores, pela adição de cargas condutoras (negro de fumo, fibras metálicas ou fibra de carbono), são os chamados polímeros condutores.

A segunda onda do final da década de 70 até ao início da década de 90, com pico na metade da década de 80. Nela ocorreram as crises mundiais do petróleo pelas quais o mundo passou na década de 70 devido a conflitos na região de maior produção mundial do óleo. Com isso, provavelmente, intensificou-se os esforços para desenvolver novas tecnologias de recuperação a fim de maximizar a produção daqueles reservatórios que não estavam sendo afetados diretamente pelos conflitos na região do Oriente Médio (MIRANDA, 2011). A segunda onda foi marcada pela descoberta do poliacetileno condutor, mostrando que um polímero orgânico poderia ser um bom condutor de eletricidade.

A terceira onda no início do século XXI até os dias atuais. Nela, economistas, cientistas e as companhias de petróleo, começaram a discutir mais sobre o “PeakOil” que seria o pico associado à curva (curva de Hubbert) característica da produção de petróleo. Após esse pico, normalmente a produção de petróleo, seja a nível local, nacional ou global, decai, porém os custos para a extração do óleo tendem a aumentar, sendo que os estudos mais otimistas apontam que o pico será atingindo entre os anos de 2020 e 2035. Já outras interpretações, baseadas nos dados de produção atual, afirmam ser possível que esse PeakOil tenha sido atingido na primeira década do século XXI. A partir dessas informações, e levando-se em consideração a dinâmica geopolítica do período em questão, principalmente o recorrente clima de instabilidade na região de maior produção de petróleo do mundo, tem-se um indicativo do por que das companhias produtoras do óleo investir no desenvolvimento e depósito de tecnologias voltadas para o incremento da recuperação de petróleo no período compreendido entre 2000 e 2012 (KAMINSKY, 2007). Atualmente, as pesquisas estão direcionadas para o desenvolvimento de polímeros que conduzam corrente elétrica sem a incorporação de cargas condutoras, são os “polímeros condutores intrínsecos”.

Observa-se, na Figura 2 que os EUA se encontram bem à frente dos demais países apresentando mais de 400 patentes o que representa aproximadamente 70% das patentes depositadas na área, seguidos pela Rússia e França que apresentam cada uma menos de 70 patentes depositadas. Tal situação é reforçada por os EUA possuírem sua economia bastante voltada para o consumo, sendo o maior consumidor para a produção da área petrolífera e o segundo maior produtor.

No Figura 3 pode-se observar os titulares que mais depositaram patentes. As empresas norte-americanas, principalmente a Marathon Oil Co e a Texaco Corp, despontam como as que mais requereram patentes, o que demonstra, mais uma vez, o interesse e a necessidade do país na produção e intensificação da recuperação de petróleo nos poços já perfurados. A empresa norte americana Schlumberger requereu 21 patentes, sendo uma empresa multinacional que deposita patentes em diversos países, inclusive no Brasil. Nesse ranking, a única que não é do setor empresarial é a

organização acadêmica francesa Institute Français du Pétrole et Energies Nouvelles que requereu 13 patentes, conseguindo uma classificação importante em meio ao domínio estadunidense.

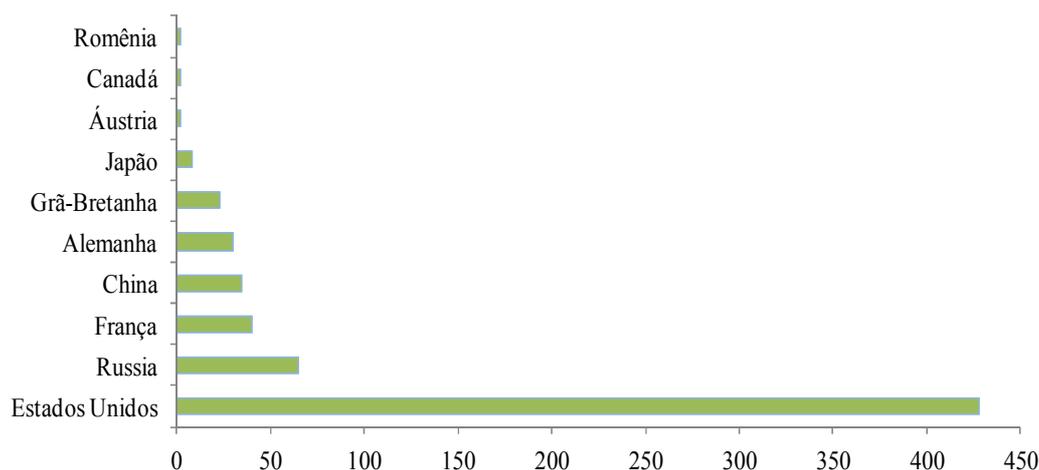


Figura 2: Distribuição dos depósitos de patentes por país de origem. Fonte: Autoria própria, 2012.

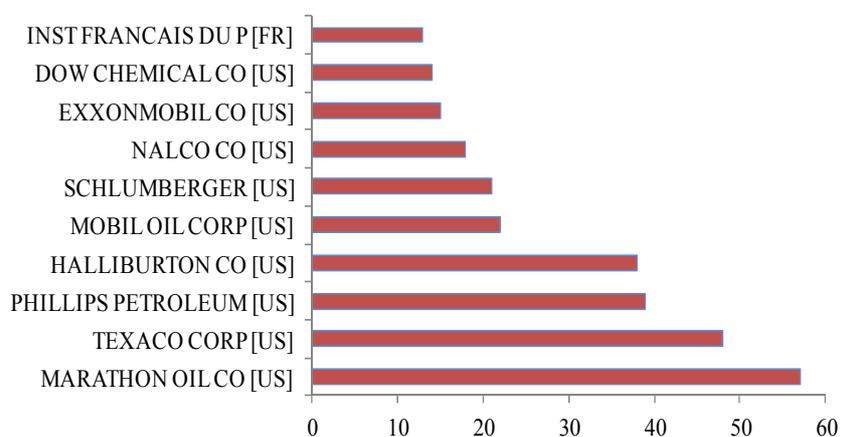


Figura 3: Titulares que mais depositaram patentes. Fonte: Autoria própria, 2012.

Através da Figura 4, percebe-se, mais uma vez, que a grande maioria dos inventores é de origem norte americana. Das patentes envolvidas na análise, mais de 90 são de inventores dos EUA, o que representa cerca de 80% das patentes depositadas. Walter D. Hunter aparece como o inventor com maior depósito

de patentes (19). Por outro lado, temos a presença de um inventor alemão (7 % das patentes) e de inventores russos (cujas patentes somam 12,5%); revelando, com isso, que a disparidade entre o incentivo e busca por esse tipo de tecnologia é muito grande entre os países.

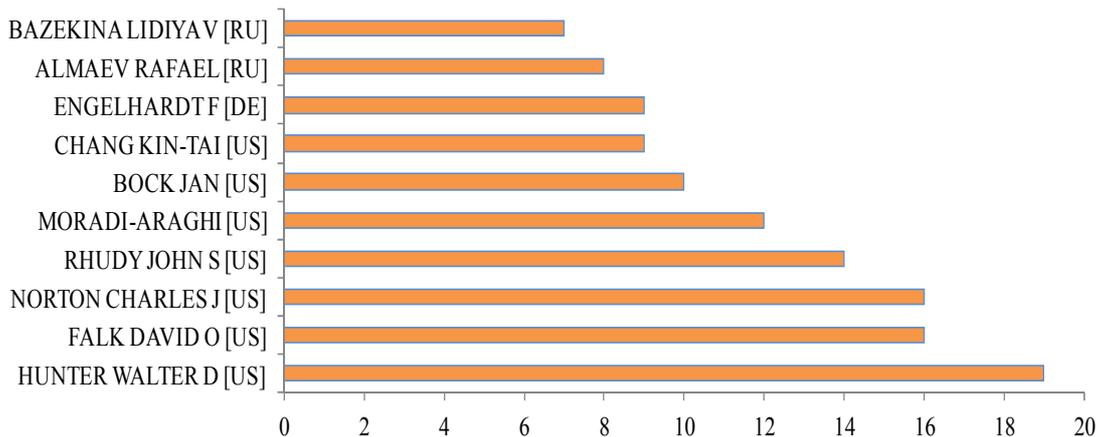


Figura 4: Inventores que mais depositam. Fonte: Autoria própria, 2012.

A Figura 5 correlaciona os inventores das patentes.

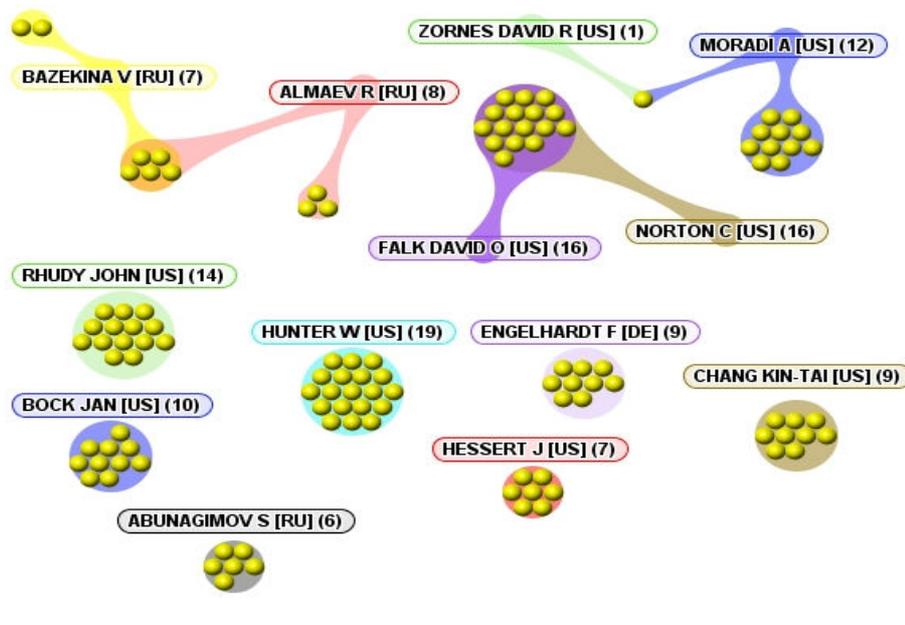


Figura 5: Correlação entre inventores das patentes (cada bolinha amarela representa uma patente). Fonte: Autoria própria, 2012.

Existem inventores (Figura 5) que são os únicos das suas patentes como o maior depositante Walter D. Hunter, dos EUA, há aqueles que só possuem patentes depositadas em conjunto com outros inventores, como os estadunidenses David O. Falk e David R. Zornes, e também há aqueles inventores que possuem algumas em conjunto, outras com apenas eles, como no caso dos inventores russos. Encontram-se poucas colaborações entre eles, levando a crer que é uma tecnologia de desenvolvimento compartimentalizado.

CONCLUSÃO

Nota-se a importância que os Estados Unidos dão ao setor petrolífero, uma vez que dominam a área de Titulares e Inventores. Os EUA ainda são mundialmente reconhecidos por serem um dos maiores produtores (detém a segunda posição, ficando atrás apenas da Arábia Saudita) e por serem o maior consumidor de petróleo.

As ondas tecnológicas de busca por novas tecnologias, bem como o depósito de patentes, estão intrinsecamente relacionada à dinâmica mundial e as relações estabelecidas entre os diversos governos. Nos períodos onde ocorreram crises nas áreas petrolíferas, notou-se um incentivo natural para o desenvolvimento de tecnologias que visam o incremento da produção dos poços já perfurados e que se encontram em áreas mais estáveis, em termos de produção. Guerras, conflitos civis e governos ditatoriais influenciam negativamente a estabilidade e produtividade das áreas de maior produção mundial. Tudo isso faz com que o custo para aquisição do petróleo e seus derivados aumente substancialmente. Tal fato afeta diretamente, não só os produtores, bem como toda a sociedade que se fundamenta, hoje em dia, predominantemente no mercado do óleo e dos seus subprodutos.

A técnica possui um elevado potencial de desenvolvimento, uma vez que viabiliza o aumento da produção de óleo dos poços que já se encontram em declínio de produção, diminuindo, assim, a demanda pela perfuração de novos poços produtores.

PERSPECTIVAS

Mesmo a técnica de injeção de soluções poliméricas já ser bastante utilizada, o pico de patentes depositadas na última década revela a importância e necessidade que o esse recurso não renovável ainda detém na dinâmica mundial, refletindo no crescimento acentuado da tecnologia nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

- BORGES, S. M. S. **Recuperação Avançada de Petróleo (EOR) com a Utilização da Glicerina Bruta (GB) co-produto da produção de Biodiesel**. 93f. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.
- BORGES, S. M. S. Recuperação secundária de óleo pesado e completação de reservatórios de campos maduros utilizando o subproduto (glicerina bruta) da produção do biodiesel, I Premio Petrobrás de Tecnologia, 2005.

- BORGES, S. M. S.; LIMA, A. M. V.; MUSSE, A. P. S.; ALMEIDA, P. M. M.; QUINTELLA, C. M. Recuperação secundária de óleo pesado e completação de reservatórios de campos maduros utilizando o subproduto (glicerina bruta) da produção do biodiesel. *Boletim técnico da Produção de Petróleo*, v. 2, p. 131-152, 2007.
- DINIZ, D. M.; DRUZIAN, J. I.; AUDIBERT, S. Produção de Goma Xantana por Cepas Nativas de *Xanthomonas campestris* a Partir de Casca de Cacau ou Soro de Leite. *Polímeros*, v. 22, n. 3, p. 278-281, 2012.
- KAMINSKY, R. D.; WATTENBARGER, R. C.; SPE, IPTC 11200-MS, 2007, 1.
- MARQUES, L. S. **Aplicação em escala de bancada do método de recuperação secundária de petróleo no Campo de Quiambina, utilizando a água produzida**. 93f. 2009. Trabalho de Conclusão do Curso - Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA, 2009.
- MIRANDA, N. De **Sonhos e Conflitos**: A Disputa Federativa em Torno aos Royalties do Pré-sal, Impactos sociais, ambientais e urbanos das atividades petrolíferas: o caso de Macaé. Cap. 1-4: Napoleão Miranda, Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2011.
- MUSSE, A. P. S.; QUINTELLA, C. M. Prospecção Tecnológica de Recuperação Avançada de Petróleo. *Cadernos de Prospecção*, v. 2, p. 07-16, 2010.
- QUINTELLA, C. M.; CASTRO, M. P. Glicerina Bruta (GB) oriunda da produção de biodiesel: transformando este subproduto em co-produto com alto valor agregado e baixo custo preparativo, uma oportunidade de negócio. *Bahia Análise& Dados*, v. 18, p. 635-646, 2009.
- QUINTELLA, C. M.; MUSSE, A. P. S.; CASTRO, M. T. P. O.; WATANABE, Y. N.; MIKELSONS, L.; SCAIANO, J. C. Polymeric surfaces for heavy oil pipelines to inhibit wax deposition: PP, EVA28 and HDPE. *Energy & Fuels*, v. 20, n. 2, p. 620-624, 2006.
- RHUDY, J.; GIBB, C. L. Recovery of petroleum with chemically treated high molecular weight polymers; Pat.US4234433, 1980.
- ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S.; XAVIER, J. A. D. **Engenharia de Reservatórios de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
- SANTOS, F. K. G.; ALVES, J. V. A.; DANTAS, T. N. C.; NETO, A. A. D.; DUTRA JÚNIOR, T. V.; NETO, E. L. B. Seleção de tensoativos não iônicos para uso na recuperação avançada de petróleo. *In: PDPETRO*. 4. Campinas, SP, 2007, 1-9p.
- SEGUNDO, A. R. S. S.; SILVA, W. C.; VALENTIM, A. C. M.; MEDEIROS, A. C. R.; GARCIA, R. B. Caracterização de poliacrilamidas comerciais visando sua aplicação na recuperação avançada de petróleo. *In: PDPETRO*. 4. Campinas, SP, 2007, 1-6p.
- THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.
- TORRES F.; TEIXEIRA, E. O Papel do Petróleo na Geopolítica Americana. *In: O Poder Americano*. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.