

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS NA COMPLETAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

Natielly Andressa da Silva Souza

Aluna de Graduação de Engenharia Química – UFRJ
Período PIBIC/CETEM :abril de 2014 a julho de 2014,
nasouza@cetem.gov.br

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Eng. Químico, D.Sc.
rcarlos@cetem.gov.br

Joedy Patrícia Cruz Queiroz

Co-Orientadora, Geóloga, D.Sc.
jqueiroz@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Em quarto lugar na produção mundial de rochas ornamentais em 2011 e com produção de 9,3 milhões de toneladas em 2012, a perspectiva do Brasil é aumentar 45% dessa produção em apenas oito anos (ABIROCHAS, 2013). Atrelado a esse aumento prevê-se o aumento dos resíduos gerados no processo, pois desde a lavra ao beneficiamento das rochas ornamentais, cerca de 70%, em massa, são considerados resíduos.

Conclui-se que essa atividade tem grande importância econômica, entretanto, apresenta o inconveniente de ser uma grande geradora de resíduos. É preciso, então, que se encontrem finalidades para estes resíduos, de modo a reduzir impactos ambientais, como deposição e acúmulo na natureza, uma vez que apresentam uma riqueza mineral com potencialidade de comercialização.

Dentre algumas linhas de aplicação, está a utilização do resíduo como material alternativo nas pastas de cimentação para poços de petróleo. A cimentação dos poços de petróleo é uma prática comum e essencial na indústria do petróleo. É preciso selar as tubulações para que não haja vazamento de petróleo ou gás para formações rochosas e superfície. Tendo em vista tal importância, a cimentação é algo que compromete todo o processo de produção do petróleo. Se a cimentação primária não for bem-sucedida, esta precisará de uma reparação, que é a cimentação secundária, que atrapalhará o funcionamento do poço e também acarretará muitos prejuízos.

A pasta é injetada no espaço entre a formação rochosa e o tubo de revestimento que recebe a bainha de pasta de cimento. É de extrema importância que o cimento usado tenha propriedades químicas, mecânicas e térmicas apropriadas, assim como comportamento plástico, baixa permeabilidade e propriedades que impeçam que sofra fissura. Como a pasta é submetida a temperaturas, pressões, tensões e compressões elevadas, ela precisa apresentar tenacidade, resistência, resiliência também em graus elevados. O cimento Portland especial para cimentação de poços de petróleo é o mais utilizado (BEZERRA, 2006).

2. OBJETIVOS

Verificar a possibilidade de utilização de diferentes resíduos gerados no beneficiamento de diferentes rochas ornamentais como elemento para completação de poços de petróleo.

3. METODOLOGIA

3.1 Origem dos Materiais

Os resíduos de rochas utilizados nesse trabalho são oriundos do beneficiamento das seguintes rochas: Calcário Cariri –CE (RCC); Calcário Apodi - RN (RCA); Mármore Branco - ES (RMC); Mármore Bege da Bahia – BA (RMB); Pegmatito – PB (RP); Granito – ES (RG) e Ardósia – MG (RA). O Cimento Portland será identificado como CP.

3.2 Composição Química do Cimento Portland

O cimento utilizado para estas operações é muito específico, Portland, e de acordo com Freitas (2008) é o material mais utilizado na cimentação de poços de petróleo. Sua fabricação ocorre através das operações de mineração e britagem do calcário, preparo e dosagem da mistura crua, homogeneização da mistura, clínquerização e resfriamento e moagem de cimento. O clínquer pode ser definido como o cimento na primeira fase do fabrico, a partir do qual se fabrica o cimento Portland, geralmente com adição de sulfato de cálcio, calcário ou escória siderúrgica. Do ponto de vista químico, os pós são considerados como misturas de óxidos de cálcio, alumínio, silício, magnésia, ferro, potássio e sódio que durante o aquecimento se combinam para formar silicatos de cálcio e aluminatos, os quais são referenciados como clínquer. (FREITAS, 2008). A Tabela 1 indica a composição química do Cimento Portland, ideal para utilização na completação.

Tabela 1: Composição Química do Cimento Portland

Cal (CaO)	Sílica (SiO ₂)	Alumina (Al ₂ O ₃)	Óxido de Ferro (Fe ₂ O ₃)
60 a 67 %	< 25 %	3 a 8 %	0,5 a 6 %

3.3 Análise Química dos Resíduos

A caracterização química dos resíduos foi realizada por meio da técnica de Fluorescência de Raios-X e foi realizada pela Coordenação de Análises Mineraias do CETEM.

3.4 Ensaio Reológico

Para o ensaio de reologia, homogeneizou-se as pastas de cimento, em água, utilizando-se de 10 a 60%, em massa de cada um dos resíduos, a uma velocidade de 4.000 r.p.m., durante 20 min. Posteriormente, as pastas foram vertidas em um viscosímetro rotativo

de cilindros coaxiais, realizando-se as leituras nas rotações de 3, 10, 30, 60 e 200 r.p.m., de maneira ascendente e descendente. A temperatura de análise foi 26,7°C.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os resultados da análise química dos resíduos estudados no presente trabalho, enfatizando-se os principais elementos requeridos no cimento Portland. Pode-se verificar que os resíduos oriundos do beneficiamento de calcários apresentam características similares ao cimento Portland, com maiores valores de cálcio e os menores teores de sílica, alumina e ferro, sendo os de maior aplicabilidade para cimentação de poços de petróleo. O resíduo de mármore do Espírito santo é oriundo do corte e beneficiamento de uma rocha carbonática metamórfica, com maior dureza e características diferentes das rochas calcárias sedimentares que apresentaram características similares ao desejado no cimento Portland. Em relação aos resíduos das rochas silicáticas, os resíduos de pegmatitos, granito e ardósia, não apresentam características adequadas nos teores dos elementos avaliados.

Tabela 2: Análise Química dos resíduos – FRX.

	CaO	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃
RCA	54,7%	0,72%	0,24%	0,12%
RMB	48,5%	5,2%	0,4%	0,34%
RCC	54%	0,44%	0,09%	0,49%
RMC	34%	2,5%	0,06%	2,70%
RP	0,02%	67%	18,2%	0,41%
RG	4,48%	66,32%	19,27%	2,29%
RA	1,15%	57,7%	17,21%	7,28%

4.2 Avaliação Reológica

Na Figura 1 apresentam-se os resultados da viscosidade plástica (cP) *versus* a concentração de resíduo de rocha adicionado à pasta de cimentação. Observa-se que os resíduos carbonatados tendem a reduzir a viscosidade plástica, sendo que os resíduos de calcários sedimentares favorecem muito mais a redução da viscosidade, indicando que este tipo de resíduo aumenta o efeito de lubrificação entre as partículas de cimento dispersas no meio aquoso. O resíduo carbonático oriundo do corte de mármore (origem metamórfica) reduz a viscosidade plástica, porém com menor intensidade que os resíduos de origem sedimentar. O resíduo de pegmatito apresenta um comportamento similar ao resíduo de mármore, talvez pela alta concentração de caulim ou feldspatos. Por fim, os resíduos de granito e ardósia apresentam um comportamento diferente dos demais, visto que a alta concentração de sílica aumenta a viscosidade plástica, tornando-os não adequados para este fim.

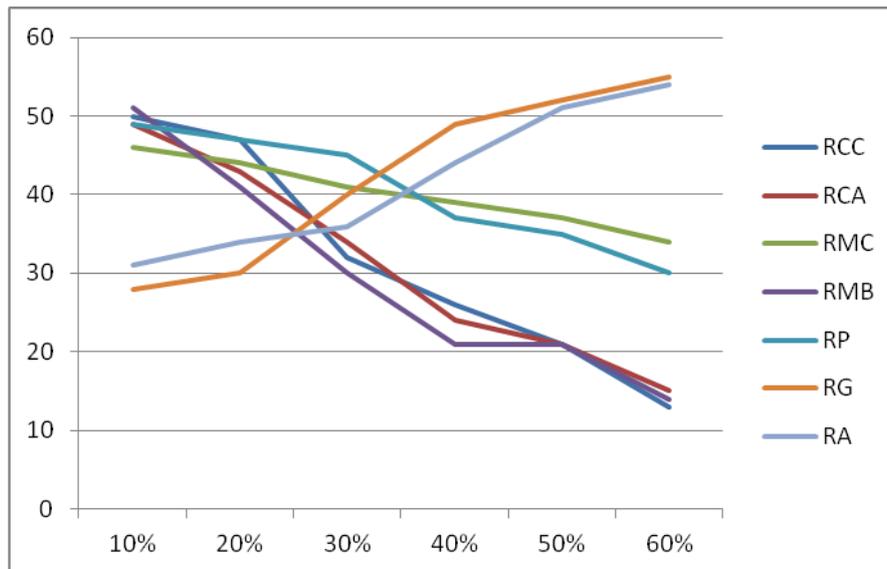


Figura 1: Viscosidade plástica (cP) versus concentração (%) de resíduos.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho foi elaborado com o intuito de buscar novas alternativas de utilização do resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais. Pelas características do resíduo de corte de rochas ornamentais conclui-se que a utilização dos Resíduos do Mármore Bege Bahia, Calcário Cariri e Calcário Apodi como agregado ao Cimento Portland é viável, uma vez que apresentam teores de óxidos de cálcio, sílica, alumina e óxido de ferro, condizentes com o do cimento, além de apresentarem os melhores comportamentos reológicos, obtendo-se alta fluidez sem efeito de sedimentação. Dessa forma, reduz-se o custo na produção do cimento, e, conseqüentemente, consegue-se mitigar o impacto ambiental causado por esse resíduos no ambiente.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro, à CATE e ao CETEM pela infraestrutura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, Informe 06/2013, São Paulo – SP, Brasil.

BEZERRA, U.T. **Compósitos portland-biopolímero para cimentação de poços de petróleo.** Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

FREITAS, J.C.O. **Adição de poliuretana em pastas de cimento para poços de petróleo como agente de correção de filtrado.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.