

Avaliação da Durabilidade de Pasta de Cimento

Eduardo Gurzoni Alvares Ferreira e Roberto Vicente
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Rejeitos Radioativos (LRR) do IPEN-CNEN/SP desenvolve um conceito de repositório para fontes radioativas seladas descartadas (FRSD), tipo poço tubular, cujo espaço anular entre o tubo de revestimento e a formação geológica é preenchido com pasta de cimento.

Para que o repositório atinja o desempenho desejado, é preciso que a pasta de cimento tenha alta durabilidade. A avaliação da durabilidade do cimento é feita por meio de ensaios acelerados [1] em que corpos de prova (cp's) são submetidos às condições ambientais do repositório, como ação de temperatura e pressão elevadas, ação corrosiva de compostos químicos presentes na água subterrânea e irradiação decorrente do campo de radiação gama e de nêutrons criado pelos rejeitos. O efeito é avaliado por resistência à compressão axial em corpos de prova cilíndricos. Medições preliminares mostraram uma variabilidade muito acima da esperada para cp's de mesma composição.

OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi estabelecer protocolos para preparação dos cp's de pasta de cimento e para os ensaios de ruptura, visando identificar as causas e reduzir a variabilidade dos resultados.

METODOLOGIA

Ensaio padronizados da ABNT [1] foram usados como referência para os testes de ruptura de cp's. Algumas causas prováveis para a grande variabilidade observada podem ser: erros na confecção dos cp's, má

qualidade do cimento utilizado, condições de cura inadequadas, recipiente de moldagem dos cp's inadequados e equipamento de ensaio com defeito ou descalibrado. Para avaliar a influência de cada uma dessas variáveis nos resultados, foram feitos os ensaios descritos a seguir: a) local de confecção dos cp's: LRR ou no laboratório de cimento do IPT; b) origem do cimento: marca adquirida pelo LRR ou amostra fornecida pelo IPT; c) modo de cura: conforme norma da ABNT, realizada no IPT ou cura selada, realizada no LRR; d) equipamento de ensaio: prensa do LRR ou prensa do IPT; e) recipiente de moldagem: moldes de plástico ou moldes de ferro da norma ABNT.

A confecção de cada um dos lotes de cp's seguiu as condições indicadas na tabela 1.

Tabela 1 - Número de lote e variáveis.

Lote	Confecção	Origem	Cura	Ruptura	Molde
A	IPT	IPT	IPT	IPT	Plástico
B	IPT	IPT	IPT	IPT	Ferro
C	IPT	IPT	IPT	LRR	Plástico
D	IPT	IPT	IPT	LRR	Ferro
E	IPT	LRR	IPT	IPT	Plástico
F	IPT	LRR	IPT	IPT	Ferro
G	IPT	LRR	IPT	LRR	Plástico
H	IPT	LRR	IPT	LRR	Ferro
I	LRR	LRR	LRR	IPT	Plástico
J	LRR	LRR	LRR	IPT	Ferro
K	LRR	LRR	LRR	LRR	Plástico
L	LRR	LRR	LRR	LRR	Ferro

RESULTADOS

Os resultados da pressão de ruptura dos cp's estão mostrados nas tabelas de 2 a 4.

Tabela 2 - Pressão - lotes A, B, C, D.

Lote A		Lote B		Lote C		Lote D	
c.p. n ^o	P (MPa)						
1	32,37	1	35,50	1	31,4	1	42,5
2	19,37	2	42,48	2	38,2	2	40,5
3	19,35	3	45,88	3	33,4	3	35,8
4	25,22	4	46,57	4	13,0	4	40,4
5	31,90	5	23,19	5	34,0	5	40,0
Méd	25,64	Méd	38,72	Méd	30,0	Méd	39,8
D.P.	6,39	D.P.	9,73	D.P.	9,8	D.P.	2,5

Tabela 3 – Pressão - lotes E F, G e H.

Lote E		Lote F		Lote G		Lote H	
c.p. n ^o	P (MPa)						
1	15,02	1	52,41	1	24,6	1	37,1
2	24,03	2	40,90	2	23,0	2	41,9
3	15,53	3	38,52	3	28,9	3	43,6
4	29,44	4	23,89	4	21,4	4	42,6
5	35,29	5	39,03	5	30,7	5	40,2
Méd	23,86	Méd	38,95	Méd	25,7	Méd	41,1
D.P.	8,8	D.P.	10,1	D.P.	4,0	D.P.	2,5

Tabela 4 – Pressão - lotes I, J, K e L.

Lote I		Lote J		Lote K		Lote L	
c.p. n ^o	P (MPa)						
1	34,27	1	12,40	1	26,1	1	39,4
2	16,08	2	35,98	2	34,3	2	41,0
3	13,77	3	35,03	3	30,5	3	38,0
4	35,15	4	40,11	4	33,2	4	24,8
5	36,05	5	36,92	5	36,3	5	38,9
Méd	27,06	Méd	32,09	Méd	32,1	Méd	36,4
D.P.	11,13	D.P.	11,17	D.P.	4,0	D.P.	6,6

Esses resultados estão apresentados nos gráficos 1 e 2, para os lotes indicados. As barras verticais indicam os valores máximo, mínimo e médio de cada lote.

O agrupamento dos lotes em cada gráfico, permite observar que todas as variáveis testadas foram incapazes de explicar a variabilidade observada.

CONCLUSÕES

Nota-se uma dispersão menor nos corpos de prova confeccionados em moldes de ferro do que em moldes de plástico. As demais variáveis indicam que uma variância elevada parece ser

intrínseca à pressão de ruptura da pasta de cimento.

Mais ensaios serão realizados para elucidar a causa desse fenômeno e para contornar essa dificuldade nos ensaios acelerados de degradação da pasta de cimento visando avaliar a durabilidade desse material.

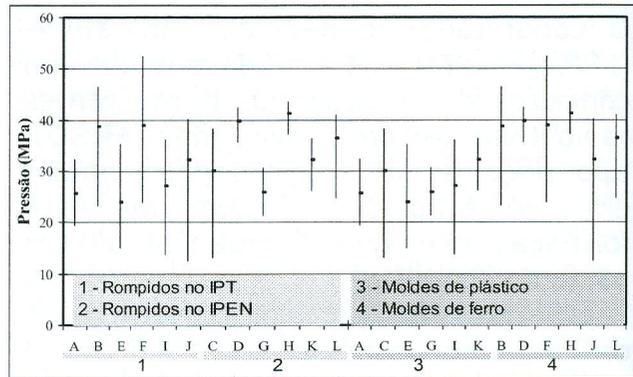


Figura 1: Comparação dos resultados (a)

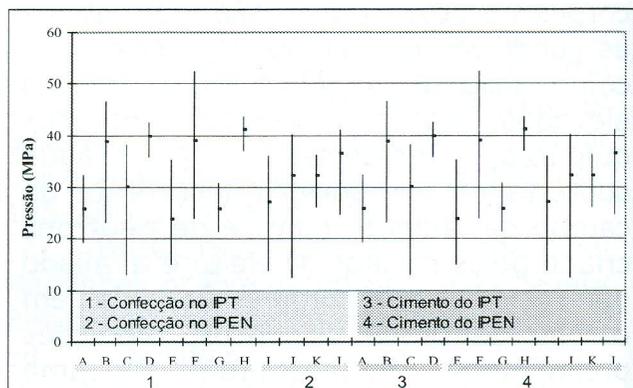


Figura 2: Comparação dos resultados (b)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Philipose, K.E., 500 year concrete for a radioactive waste repository., '88 Waste Management Conference. Tucson Arizona, Feb. 28 – Mar. 3, 1988 (AECL-9721)
- [2] ABNT. Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Dez., 2003 (NBR 5738)

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Agência Internacional de Energia Atômica. Contrato RC-14206-R0