



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: ESTUDO COMPARATIVO DE AGREGADOS DA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL, FRENTE A UTILIZAÇÃO DE CIMENTO PORTLAND: CPV ARI.

**Alexander Ian Ferreira Dutra**

Acadêmico/Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa  
[AlejandroDutra@gmail.com](mailto:AlejandroDutra@gmail.com)

**Simone Dornelles Venquiaruto**

Professora Doutora/Pesquisadora, do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa  
[Sivenquiaruto@gmail.com](mailto:Sivenquiaruto@gmail.com)

**Aldo Leonel Temp**

Professor Mestre/Pesquisador, do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa  
[Eng.aldotemp@gmail.com](mailto:Eng.aldotemp@gmail.com)

**Resumo.** A respectiva pesquisa, apresenta um estudo comparativo de dois agregados da região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, combinados ao cimento Portland-CPV ARI, frente a reação álcali-agregado (RAA). Os métodos de ensaio atenderam as determinações da ABNT NBR 15577-4 e NBR 15577-5 de 2008, os principais aspectos analisados foram, as expansões das barras de argamassa pelo método acelerado. Os testes indicaram que os agregados ensaiados (areia e rocha) apresentaram potencialidade reativa para ambas idades de controle (16 e 30 dias).

**Palavras-chave:** Reação Álcali-Agregado. Reatividade dos Agregados. Cimento Portland.

### 1. INTRODUÇÃO

Através de sua vasta gama de características, o concreto pode ser considerado o material mais utilizado na engenharia (VALDUGA [4]). Devido a sua ampla utilização, a composição físico-química e o local onde está inserido, se tornam relevantes, visto que a interação do concreto com o meio ambiente pode resultar

em ocorrências patológicas, entre elas a reação álcali-agregado (RAA).

Para Mehta e Monteiro[6] a RAA, é uma manifestação que causa efeitos negativos na conservação do concreto. A reação acontece entre os íons alcalinos do cimento e prováveis minerais reativos presentes nos agregados, utilizados para dosar o concreto. Sendo o produto desta reação um gel expansivo, que gera um aumento dos esforços internos, ocasionando fissuração das estruturas de concreto. Para Rasparyk [3] as reações de RAA são mais incidentes em obras hidráulicas, devido as mesmas sempre estarem em contato com a água/umidade.

Também segundo a autora este fenômeno passou também a ser diagnosticado em fundações em edificações no Brasil, desafiando a engenharia nacional.

Como exemplo, no Brasil esta manifestação patológica que deixou de ser preocupação apenas de obras hidráulicas a partir de 2004, quando a RAA foi identificada em fundações de edificações na cidade de Recife- PE.

Tiecher [5] afirma que os danos causados a estrutura pela RAA são irremediáveis, se

não forem descobertos a tempo. Uma vez, que é muito complexo deter a reação depois que ela se propaga pela estrutura. A autora também ressalta que a mitigação ou diminuição da reação de expansão no interior do concreto pode ser conquistada com a utilização de cimento Portland com adições pozolânicas, com baixo teor de álcalis e também com a utilização de agregados não reativos.

## 2. OBJETIVOS

O principal objetivo deste estudo consiste em verificar a reatividade potencial de dois diferentes agregados (areia e rocha) da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, combinados com cimento Portland CPV-ARI.

## 3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

### 3.1 Métodos de Ensaio

A avaliação da potencialidade reativa, foi realizada através do método acelerado das barras de argamassa (ABNT NBR 15577-4 e NBR 15577-5). O método busca observar possíveis variações dimensionais nas barras de argamassa imersas em uma solução de 1 mol de Hidróxido de Sódio (NaOH) à 80°C. As leituras de controle foram realizadas nas idades de 16 e 30 dias, conforme as prescrições normativas.

## 4. MATERIAIS UTILIZADOS

### 4.1 Cimento

Para a pesquisa experimental foi utilizado o cimento Portland CPV ARI. O aglomerante foi adquirido na cidade de Rosário do Sul/RS e a sua caracterização físico/química é apresentada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Propriedades físicas dos cimentos, segundo dados do fabricante.

Propriedades Físicas	CPV ARI	
	Valor	Limites
Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	4439	≥ 2600
Tempo de Pega	Inicial (h: min)	2:13 ≥ 01:00
	Final (h: min)	3:00 ≤ 10:00
Finura na peneira # 200 (%)	0,13	≤ 6
Finura na peneira # 325 (%)	1,24	-
Consistência normal (%)	29,20	-
Massa específica (kg/dm <sup>3</sup> )	3,12	-

Limites Normativos - NBR 5733 (ABNT, 1991)

Tabela 2: Propriedades químicas dos cimentos, segundo dados do fabricante.

Composição Química	CPV ARI	
	Valor (%)	Limites
Trióxido de enxofre (SO <sub>3</sub> )	3,15	≤ 4,0
Óxido de magnésio (MgO)	4,99	≤ 6,5
Óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,24	-
Óxido de silício (SiO <sub>2</sub> )	19,06	-
Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,58	-
Óxido de cálcio (CaO)	60,23	-
Perda ao fogo	3,24	≤ 6,5
Resíduo insolúvel	0,68	-
Óxido de cal livre (CaO livre)	1,43	-
Equivalente alcalino	0,59	-

Limites Normativos - NBR 5733 (ABNT, 1991)

### 4.2 Agregados

Como agregados foram utilizados areia natural, proveniente do rio Ibicuí (Manoel Viana/RS) e areia de brita de origem basáltica, oriunda de jazida da região de Alegrete/RS. Para comparação dos resultados, como referência, foi utilizado um agregado potencialmente inócuo (areia do Tietê).

### 4.3 Água

Para a confecção das argamassas foi utilizada água desmineralizada.

## 5. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o resultado da expansão média ocorrida nas barras de argamassas decorrentes das reações álcali-agregado.

Na legenda (Figura 1) o “Agregado A” corresponde a areia de brita de jazida da região de Alegrete/RS, o “Agregado B”, a areia natural do rio Ibicuí e o “Agregado C”, a areia natural do rio Tietê/SP, respectivamente.

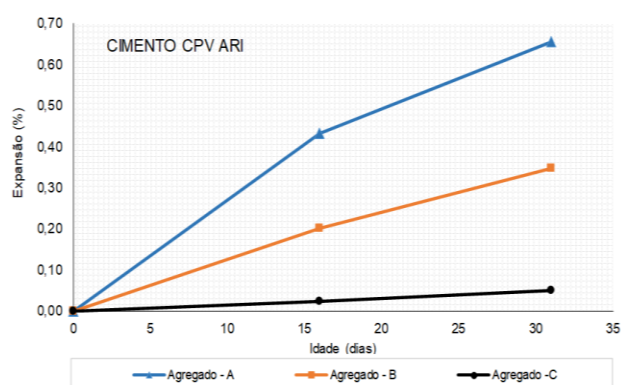


Fig. 01 Expansão das argamassas em função do tempo para as misturas com cimento CPV ARI.

A análise da Figura 01 mostra que o comportamento do agregado “C” foi classificado como inócuo para as misturas com o cimento CPV ARI. O agregado “B” foi classificado como potencialmente reativo, uma vez que as variações dimensionais das barras de argamassas foram superiores a 0,19 % nas idades de controle de 16 e 30 dias. O agregado “A” foi classificado como potencialmente reativo, uma vez que a mistura apresentou expansão superior a 0,19 % nas idades de 16 dias e 30 dias de acordo com NBR 15577-4/2008 e NBR 15577-5/2008. Na última idade de controle (30 dias), também foram observadas microfissuras superficiais em determinadas barras de argamassa.

A Figura 02 apresenta imagem de microscopia eletrônica de varredura por elétrons secundários (MEV), realizada após

os 30 dias em amostra extraída das misturas confeccionadas com cimento CPV ARI e agregado “A”.

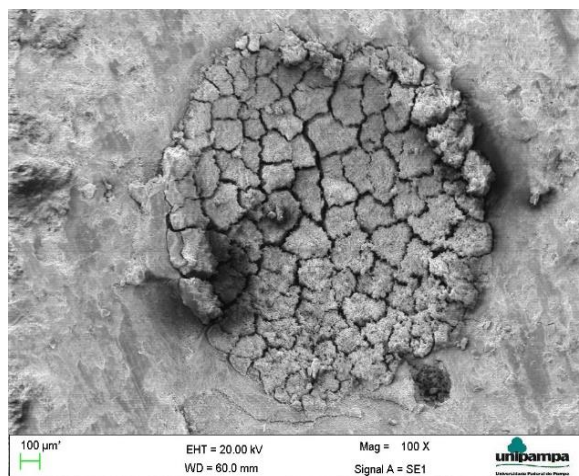


Fig. 02 Microscopia eletrônica de varredura (MEV) em uma amostra confeccionada com cimento CPV ARI e agregado “A”, na idade de controle de 30 dias.

A Figura 02 mostra o aspecto do gel incluso nos poros do concreto. De acordo com Prezzi [7], os vazios deixados pela incorporação de ar podem propiciar espaço para o gel expandir. Posteriormente, quando esses espaços estiverem preenchidos e ainda houver presença de minerais reativos na matriz cimentícia, a estrutura poderá ficar suscetível a um processo de fissuração e expansão.

Segundo a literatura (Valduga[4]; Sollero et al. [8]) é frequente encontrar gel dentro dos vazios do concreto em análises microscópicas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o resultado desta pesquisa, é possível classificar que os agregados estudados, combinados com o cimento Portland: CP V ARI, são potencialmente reativos para o método acelerado em barras de argamassa realizado de acordo com as NBR 15577-4/2008 e NBR 15577-5/2008.

## REFERÊNCIAS

Barragem de Pirapora. Ano 44. Ed. Ibracon, Jul-Set 2016, pp. 69-73.

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15577: Agregados – Reatividade álcali-agregado Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado. Rio de Janeiro, 2009.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15577: Agregados – Reatividade álcali-agregado Parte 5: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado. Rio de Janeiro, 2009.
- [3] Hasparyk, N. P. Investigação de concretos afetados pela reação álcali-agregado e caracterização avançada do gel exsudado. Porto Alegre, 2005, pp. 31.
- [4] Valduga, L. Reação álcali-agregado: mapeamento de agregados reativos do Estado de São Paulo. 2002, pp. 1. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- [5] Tiecher, F. B. Reação álcali-agregado: Avaliação do comportamento de agregados do sul do Brasil quando se altera o cimento utilizado. Porto Alegre, 2006, pp. 20-22.
- [6] Mehta, P.K.; Monteiro, P.J.M. Concreto: Estrutura, propriedades e materiais. 2ª ed. Ibracon, 2008, pp. 170-174.
- [7] Prezzi, M. Analysis of the mechanisms of concrete deterioration. 1995, 220f. PhD (Thesis). University of California, Berkeley, USA.
- [8] Sollero, M.B.S.; Baima, L.Q.G.; Bolorino, H., I. Associação Brasileira de Cimento Portland. Avaliação de RAA na