

## Influência da composição na resistência mecânica da argamassa epoxídica

**Alcione de Abreu<sup>1</sup>, Juliana Fenner Ruas Lucas<sup>2</sup>, Gilmar Fabro<sup>3</sup>, & Nora Díaz Mora<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, PR

e-mail: [alce\\_beltrao@hotmail.com](mailto:alce_beltrao@hotmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil - UDC, Foz do Iguaçu, PR

e-mail: [juliana\\_fenner@hotmail.com](mailto:juliana_fenner@hotmail.com)

<sup>3</sup> Técnico Responsável pelos Ensaios - Laboratório de Tecnologia do Concreto de Itaipu Binacional, Foz do Iguaçu, PR

e-mail: [fabro@itaipu.gov.br](mailto:fabro@itaipu.gov.br)

<sup>4</sup> Coordenadora do Curso de Engenharia Mecânica e Orientadora do Projeto - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, PR

e-mail: [noradiaz@unioeste.br](mailto:noradiaz@unioeste.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Até início do século passado, imaginava-se que o aumento da resistência mecânica do concreto implicaria na integridade do material por tempo ilimitado, entretanto, como acontece com outros materiais, o concreto também se degrada, e com isso, torna-se necessário um estudo criterioso da durabilidade deste material [1].

Na aplicação do concreto em estruturas hidráulicas do tipo barragem, devido às grandes dimensões dos blocos de concreto envolvidos na construção da obra, gera-se uma excessiva quantidade de calor durante a hidratação do cimento que apresenta grande dificuldade de ser dissipada. O aumento inicial da temperatura do bloco acarreta sua dilatação, originando uma pré-compressão do mesmo. Porém, as sucessivas quedas de temperatura provocam uma descompressão que é superior a pré-compressão inicial, podendo surgir zonas localizadas de tração excessiva no maciço de concreto, prejudicando a segurança, a estabilidade e a impermeabilidade da obra.

Além disso, o desgaste da superfície de concreto em estruturas hidráulicas pode ocorrer de diversas formas, sendo que as principais causas são: a erosão por abrasão, a cavitação e os ataques químicos. As coberturas de vertedores e túneis hidráulicos são estruturas bastante susceptíveis à abrasão, visto que grandes quantidades de fluxo de água sob alta velocidade passam pelas mesmas [2].

O Laboratório de Tecnologia do Concreto da Itaipu Binacional realiza inspeções visuais periódicas frequentes das estruturas relevantes à segurança da barragem. Como resultado desse monitoramento, tem-se constatado o aparecimento de perfurações sucessivas no concreto que são decorrentes de zonas localizadas de tração excessiva associadas aos problemas de abrasão. Interessante seria impedir a ocorrência dessas perfurações na estrutura, porém, devido às características inerentes ao material e aos esforços

solicitantes das obras hidráulicas em questão, isto se torna impossível, surgindo a necessidade de ações corretivas, como a aplicação de argamassas reparadoras.

Considerando essa necessidade, Kormann [2] comparou o desempenho de quatro materiais diferentes (argamassa com sílica ativa, argamassa epoxídica, argamassa polimérica e concreto com fibras de aço) para reparo do vertedor da Usina Hidrelétrica Capivara. Foram realizados ensaios de resistência de aderência à tração, resistência à abrasão, resistência à compressão axial simples, módulo de deformação elástica, ensaio de permeabilidade e de envelhecimento acelerado. Considerando todas essas propriedades mensuradas e a aplicação prática em campo, o melhor desempenho observado foi o da argamassa epoxídica. O traço desta argamassa variou numa proporção de 1 de resina epóxi para 4,5 a 5 de areia, em peso.

Ao mesmo tempo, foi verificado por Jukoski [1] que a utilização da resina epóxi como argamassa reparadora, com uma porcentagem de 3,7% de epóxi em relação ao concreto, também promoveu uma drástica redução do índice de vazios. Esta redução de vazios tende a aumentar a dificuldade de difusão da água pela microestrutura resultante na fase de migração, causando uma diminuição no calor liberado durante a hidratação do cimento, reduzindo a dilatação e a contração térmicas que geram zonas localizadas de tração excessiva.

Com o objetivo de avaliar a variação da resistência mecânica e definir a composição mais eficiente e viável de argamassa para reparos, considerando especialmente os problemas de fissuração na superfície hidráulica do vertedor de Itaipu Binacional, construído em concreto de resistência de 35MPa, são realizados neste trabalho alguns ensaios para verificar o comportamento de argamassas epoxídicas de areia/cimento com diferentes proporções.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foram especificadas as propriedades da resina epóxi a ser utilizada, determinando sua viscosidade, densidade e seu Pot Life (tempo limite de trabalhabilidade). Foram moldados 8 corpos de prova da resina epóxi, com 0,05m de diâmetro e 0,10m de altura, resultando num volume de aproximadamente 0,0002m<sup>3</sup>, para ensaio de ruptura por compressão axial aos 1, 3, 7 e 28 dias.

Produziu-se dois tipos de argamassa epoxídica: uma com areia (Módulo de Finura = 1,70) e outra com cimento. As proporções foram de 1kg de resina epóxi para (n)kg de areia/cimento, com (n) variando de 1 a 6Kg e 1 a 3Kg, respectivamente. Foram determinados o Pot Life e a densidade para todas as proporções de argamassas produzidas. Posteriormente, foram moldados 8 corpos de prova de cada composição para ensaio de ruptura por compressão axial aos 1, 3, 7 e 28 dias.

## 3. RESULTADOS PARCIAIS

### 3.1 Especificação da resina epóxi e das argamassas epoxídicas

Foi estimado o Pot Life para a resina epóxi e para as argamassas epoxídicas de areia e de cimento e calculadas as suas densidades. Determinou-se a viscosidade da resina epóxi através de viscosímetro. Na Tabela 1, são apresentados os valores obtidos para a resina epóxi e para a argamassa epoxídica de proporção 1Kg resina : 3Kg areia/cimento.

Tabela 1: Especificações da resina epóxi e das argamassas epoxídicas

	Viscosidade (N.s/m <sup>2</sup> )	Pot Life (s)	Densidade (Kg/m <sup>3</sup> )
<b>Resina epóxi</b>	0,013	7200	1088,768
<b>Argamassa (1Kg resina : 3Kg areia)</b>	-	7200	1719,400
<b>Argamassa (1Kg resina : 3Kg cimento)</b>	-	7200	2035,370

### 3.2 Ensaio de ruptura da resina epóxi e das argamassas epoxídicas

A resistência à compressão das argamassas epoxídicas com diferentes composições e da resina epóxi foi obtida pela fórmula:

$$f_c = \frac{N_{rup}}{A} \quad (1)$$

em que:  $f_c$ : resistência à compressão do corpo de prova (MPa)

$N_{rup}$ : carga de ruptura do corpo de prova (N)

A: área da seção transversal do corpo de prova (m<sup>2</sup>)

Na Figura 1, é apresentado um gráfico comparativo dos valores da resistência à ruptura mensurados para a resina epóxi e para a argamassa de proporção 1Kg resina : 3Kg areia/cimento.

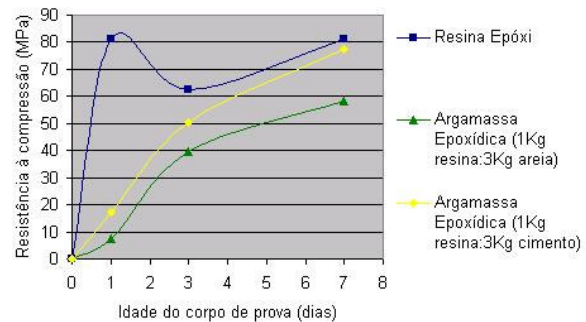


Figura 1: Resistência máxima à ruptura por compressão axial

Observa-se, pela análise da Figura 1, que os corpos de prova de argamassas epoxídicas de proporção 1:3 apresentam elevada e ascendente resistência à compressão a partir dos 3 dias de idade. Esta característica decorre diretamente das propriedades proporcionadas pela resina epóxi. Verifica-se uma resistência superior da argamassa de cimento em relação à argamassa de areia. O comportamento irregular apresentado pela resina deve-se ao fato de que, no primeiro dia, ocorre uma elevada deformação no corpo de prova, aumentando a área de sua seção transversal e, consecutivamente, este suporta uma carga maior. A partir do terceiro dia a resina passa a apresentar o comportamento previsto.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Laboratório de Tecnologia do Concreto de Itaipu Binacional pelo auxílio técnico e ao PDTA/PTI (Parque Tecnológico de Itaipu) pela concessão da bolsa de IC.

## REFERÊNCIAS

- Jukoski, A. *Estudo do desempenho de concretos para artefatos de redes de distribuição de energia elétrica destinados a ambientes litorâneos*. Curitiba. Dissertação de Mestrado - UFPR. 2003.
- Kormann, A. C. M. *Estudo do desempenho de quatro tipos de materiais para reparo a serem utilizados em superfícies erodidas de concreto de barragens*. Curitiba. Dissertação de Mestrado - UFPR. 2002.