

## INFLUÊNCIA DO TIPO DE CIMENTO NA PENETRAÇÃO DE CLORETOS EM CONCRETOS EXPOSTOS A ZONA DE ATMOSFERA MARINHA

Aluna: **Anna Carolina Christ Pietzsch**  
Graduanda em Engenharia Civil – UFRGS  
annacp95@hotmail.com

Orientadora: **Denise Carpena Coitinho Dal Molin**  
Profª Drª do Departamento de Engenharia Civil – UFRGS  
dmolin@ufrgs.br

Colaboradora: **Laura Silvestro**  
Mestranda em Engenharia Civil - NORIE, UFRGS  
laurasilvestro@gmail.com

### Introdução e Objetivo

Dentre os mecanismos de degradação que afetam a vida útil de estruturas de concreto armado, a corrosão da armadura é um dos mais frequentes e causa danos não apenas às próprias armaduras, mas também ao concreto, devido à formação de produtos expansivos que aumentam as tensões internas no material. Esse problema causa maior preocupação em regiões litorâneas, onde a presença de íons cloreto torna o ambiente mais agressivo.

Dentre os fatores que influenciam a forma como os cloretos penetram na estrutura de concreto destaca-se, neste trabalho, o tipo de cimento utilizado, que influencia na porosidade da matriz e na composição química desta, permitindo uma maior ou menor fixação de cloretos. Os cloretos podem se apresentar de três formas no concreto: ligados quimicamente a outros componentes, formando sais, adsorvidos fisicamente na estrutura da matriz, ou na forma de íons livres, sendo que apenas esta última é responsável pela despassivação das armaduras e diminuição da vida útil.

Ensaio feitos em ambientes marítimos com condições de exposição natural são os mais adequados para a previsão de vida útil, porém demandam maior tempo de exposição que ensaios acelerados e não são tão utilizados, de forma que há carência de dados de concentração de cloretos em concretos expostos a condições naturais. Assim, este trabalho tem como objetivo a avaliação da influência do tipo de cimento na penetração de cloretos em blocos de concreto expostos à atmosfera marinha na cidade de Vitória - ES.

### Metodologia

Os prismas de concreto avaliados foram moldados com quatro tipos de cimento Portland (CP II – F, CP III, CP IV e CP V – ARI) e três relações a/c (0,45, 0,55 e 0,65), e permaneceram expostos em local externo desprotegido da chuva (Figura 1). O topo e a base foram selados a fim de permitir a penetração de íons cloretos somente pelas faces laterais.

Fatias dos prismas foram retiradas após certo tempo de exposição e condicionadas em embalagens lacradas. Como os intervalos de exposição variaram conforme as relações a/c, foram avaliadas as fatias correspondentes a um período de exposição de 1, 2 e 3 anos para os concretos com relação a/c de 0,45; 1, 1,6 e 2 anos para os com relação a/c de 0,55 e de 0,3, 0,7 e 1 ano para os com relação a/c de 0,65.

Para a determinação do perfil de cloretos, foram extraídas amostras das fatias dos prismas de concreto sob a forma pulverulenta, utilizando uma furadeira de bancada. O material foi coletado em quatro intervalos de profundidade: 0 – 5 mm, 5 – 10 mm, 10 – 15 mm e 15 – 20 mm. Para garantir a obtenção de uma amostra representativa, foram feitos furos nas quatro faces laterais das fatias, evitando a região dos cantos (Figura 2).

Para a determinação do teor de cloretos solúveis das amostras, foi empregado o ensaio de potenciometria direta, utilizando o equipamento CL – 3000 da NDT James Instruments. O procedimento consistiu em:

- ✓ diluir de 3 g da amostra em 20 ml de água deionizada;
- ✓ misturar por 1 minuto em um agitador magnético;
- ✓ esperar 1 minuto para a solução estabilizar;
- ✓ inserir o eletrodo na solução, esperando um minuto para a realização da leitura;
- ✓ lavar o eletrodo com água deionizada e secar com papel toalha para a realização de novas leituras.



Figura 1: prismas de concreto expostos em Vitória - ES

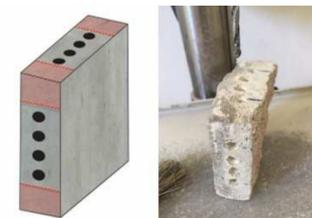


Figura 2: posição dos furos nas fatias

### Resultados e Conclusões

Para os concretos de todas as relações a/c que permaneceram expostos em ambiente desprotegido da chuva, o tipo de cimento que apresentou as maiores concentrações de cloretos foi o CP III, seguido pelo CP II – F e pelos CP V - ARI e CP IV.

Adições cimentantes e pozolânicas, como a escória de alto forno e a cinza volante, promovem uma redução no ingresso de cloretos para o interior de matrizes cimentícias. Contudo, as normas brasileiras que especificam as características físicas e químicas para estes tipos de cimento são bem flexíveis quanto ao teor de tais adições. No caso dos concretos moldados com CP III para essa pesquisa, é possível que o teor de substituição do cimento Portland utilizado por escória de alto forno esteja próximo do intervalo inferior estabelecido pela norma brasileira, o que explicaria as maiores concentrações de cloretos encontradas.

No caso do CP II – F, o pequeno teor de incorporação de adições limitado pela norma pode justificar as concentrações de cloretos superiores nos concretos moldados com este tipo de cimento quando comparados com aqueles moldados com CP IV e CP V – ARI.

O comportamento verificado para o CP IV justifica-se pelo refinamento dos poros e densificação da matriz cimentícia ocasionada pela presença de adição pozolânica. Além disso, a incorporação de cinza volante no concreto melhora a capacidade de fixação dos íons cloreto, diminuindo o teor de cloretos livres.

Por fim, os resultados dos concretos moldados com cimento CP V – ARI devem-se principalmente à maior finura deste tipo de cimento, que afeta a sua reatividade com água e intensifica o desenvolvimento da resistência à compressão, densifica a estrutura do material e, conseqüentemente, diminui a penetração de agentes agressivos.