

Método de Ensaio de Estimativa do Teor de Cimento Portland Pozolânico em Concreto ou Argamassa

Estimate Assay Method of the Cement Portland Pozzolanic Content in Concrete or Mortar

André. T. C. Guimarães, Celso L. S. Pedreira & Júlio C. P. Oliveira

Departamento de Materiais e Construção – FURG, Rio Grande, RS – atcg@mikrus.com.br

RESUMO: Este trabalho foi motivado devido à falta na literatura nacional atual de métodos de ensaios que determinem a quantidade de cimento Portland pozolânico existente em uma amostra de concreto. Este tipo de cimento é indicado para concretos localizados em ambientes agressivos, como marítimo, e ataque por sulfatos (ambiente industrial e solos com águas com alto teor de sulfatos). O método de ensaio estima uma faixa entre teores mínimo e máximo de cimento Portland pozolânico em amostra de concreto ou argamassa. O método de ensaio foi utilizado em dois concretos de traços conhecidos. Em ambos os concretos o teor de cimento previamente conhecido se apresentou aproximadamente no centro da faixa de teores mínimos e máximos estimados. Os valores mínimos e máximos apresentaram diferenças em relação ao teor previamente conhecido da ordem de 20% a 25%, valores estes considerados não muito altos se comparados a resultados obtidos por métodos de ensaio utilizados para concretos executados com cimento Portland comum. Estes estudos devem ter continuidade visando melhorar a precisão do método de ensaio.

ABSTRACT: This work was motivated due to lack in the current national literature of methods of assays that determine the amount of existing pozzolanic Portland cement in a sample of concrete. This type of cement is indicated for concrete located in aggressive environments, as maritime, and attack for sulfate (surrounding industrial and ground with waters with high concentration of sulfate). The assay method estimation values between minimum and maximum content of pozzolanic Portland cement in sample of concrete or mortar. The assay method was used in two concrete of mix known. In both concrete the cement content previously known if presented approximately in the center of estimated the minimum and maximum content values. The minimum and maximum values had presented differences in relation to the concentration previously known of the 20% - 25% order, values these considered not very high if compared the results gotten for executed used methods of assay for concrete with common Portland cement. These studies must have continuity aiming at to improve the precision of the assay method.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi motivado devido à falta na literatura nacional atual de métodos de ensaios que determinem a quantidade de cimento Portland pozolânico existente em uma amostra de concreto. Este tipo de cimento é indicado para concretos localizados em ambientes agressivos, como marítimo, e ataque por sulfatos (ambiente industrial e solos com águas com alto teor de sulfatos). Este ensaio pode ser utilizado para perícias, por exemplo, quando a contratante deseja

saber se a contratada cumpriu ou está cumprindo o que foi estipulado no projeto. Pode também ser utilizado em pesquisa ou em investigação patológica, quando deseja-se obter esta informação de um concreto existente.

2. MÉTODO UTILIZADO

2.1. Amostras

O método utilizado constitui-se em retirar amostras da área onde se pretende ensaiar. Cada amostra é separada em duas sub-amostras, uma para sofrer ataque com solução de ácido clorídrico e outra para ser seca em mufla a 1000 °C.

2.2. Procedimentos

Cada amostra é partida formando duas sub-amostras que após são moídas, procurando separar a argamassa do agregado graúdo, evitando formar muitos finos. O motivo de primeiro dividir em duas sub-amostras e depois moer é que para pequenas quantidades fica difícil manter a proporção do traço original em sub-amostras com massa de aproximadamente 100g devido principalmente a presença de agregado graúdo.

O método de ensaio teve como base o método IPT de Reconstituição de Traço de Argamassa [3]

Ambas porções foram secas em forno a 105± 5 °C até obter-se massa constante. Após, uma é atacada com uma solução de ácido clorídrico (1 + 2) e a outra colocada em um forno a 1000 °C. Depois do ataque com ácido o material foi filtrado, seco e pesado. A diferença encontrada em relação ao peso inicial representa a quantidade de cimento hidratado que foi dissolvido. Esta quantidade é calculada como a quantidade mínima de cimento pozolânico, visto que parte da pozolana que ainda não reagiu fica misturada ao agregado.

Devido a finura do cimento, o material retido no filtro é passado na peneira #200, sendo que conteúdo passante é formado por uma quantidade de pozolana e uma pequena quantidade de finos dos agregados. O resultado deste peneiramento em percentual em relação a massa total da amostra seca em estufa a 105± 5 °C é somado ao percentual dissolvido. Este percentual é considerado o valor máximo de cimento pozolânico, pois apresenta uma porção de agregados finos.

A outra sub-amostra seca em estufa a 1000 °C determina a quantidade de água combinada do cimento. Este percentual de água combinada permite estimar a massa de cimento anidro por metro cúbico quando conhecida a massa específica seca do concreto.

3. APLICAÇÃO DO MÉTODO EM AMOSTRAS DE CONCRETOS DE TRAÇOS CONHECIDOS

Para se verificar a precisão do método de ensaio foram utilizadas duas amostra de concreto com traços conhecidos: uma amostra do cais do TECON, com aproximadamente 30 anos de uso [1], denominada PS4 e outra amostra de concreto executado em laboratório, com aproximadamente um ano, denominado Traço 2, amostra esta extraída de um bloco de concreto utilizado em trabalho realizado por Guimarães [2]. Ambas as amostras foram obtidas com extratora com brocas de 100mm de diâmetro e com aproximadamente 40mm de espessura.

Tabela 1 – PS4 – secagem em estufa a 105± 5 °C antes do ataque com ácido

ESTUFA A 100 °C	
T (g)	111,57
Ph + T (g)	204,5
Ps + T (g)	200,26
Ps (g)	88,69
Pa (g)	4,24
h %	4,78

Tabela 2 – PS4 – ataque com ácido

ATAQUE C/ ÁCIDO	
Cerâmica + material úmido (g)	219,59
Cerâmica + material seco (g)	182,29
Tara da cerâmica (g)	111,57
Material seco inicial (g)	88,69
Material seco final (g)	70,72
Percentual de cimento dissolvido%	20,26

Tabela 3 - PS4 – peneiramento do material retido no filtro após ataque com ácido

PENEIRAMENTO	
Retido na # 200 (g)	4,2
Passante na # 200 (g)	5,12
corresponde ao material seco inicial (%)	5,77

Tabela 4 – PS4 – secagem em estufa a 105 ± 5 °C antes da queima a 1000°C

ESTUFA A 100°C	
T (g)	121,43
Ph + T (g)	226,53
Ps + T (g)	223,08
Ps (g)	101,65
Pa (g)	3,45
h (%)	3,39

Tabela 5 – PS4 – queima a 1000°C

MUFLA A 1000°C	
T (g)	121.43
$P_{s0} + T$ (g)	223.08
P_{s0} (g)	101.65
$P_{sf} + T$ (g)	218.42
P_{sf} (g)	96.99
água combinada %	4.58

Tabela 6 - Traço 2 – secagem em estufa a 105 ± 5 °C antes do ataque com ácido

ESTUFA A 100°C	
T (g)	121.42
Ph + T (g)	235.59
Ps + T (g)	231.01
Ps (g)	109.59
Pa (g)	4.58
h (%)	4.18

Tabela 7 – Traço 2 - ataque com ácido

Cerâmica + material úmido (g)	257.68
Cerâmica + material seco (g)	212.57
Tara da cerâmica (g)	121.42
Material seco inicial (g)	109.59
Material seco final (g)	91.15
Percentual de cimento dissolvido%	16.83

Tabela 8 – Traço 2 - peneiramento do material retido no filtro após ataque com ácido

PENEIRAMENTO	
Retido na # 200 (g)	5.99
Passante na # 200 (g)	9.92
corresponde ao material seco inicial (%)	9.05

Tabela 9 – Traço 2 - secagem em estufa a 105 ± 5 °C antes da queima a 1000°C

ESTUFA A 100°C	
T (g)	109,73
Ph + T (g)	207,49
Ps + T (g)	203,55
Ps (g)	93,82
Pa (g)	3,94
h (%)	4,20

Tabela 10 Traço 2 - queima a 1000°C

MUFLA A 1000°C	
T (g)	109.73
$P_{s0} + T$ (g)	203.55
P_{s0} (g)	93.82
$P_{sf} + T$ (g)	200.27
P_{sf} (g)	90.54
água combinada %	3.50

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para avaliar melhor os resultados é apresentada a Tabela 11.

Tabela 11 – Estimativa dos teores máximos, mínimos de cimento Portland pozolânico das amostras PS4 e Traço 2

PS4	Traço 2
$\delta = 2275 \text{ kg/m}^3$	$\delta = 2335 \text{ kg/m}^3$
$C = 403 \text{ kg/m}^3$	$C = 419 \text{ kg/m}^3$
<u>Ataque</u> <u>com</u> <u>ácido</u> C min= 20,26 % C máx = 20,26 % + 5,77 % = 26,06 %	<u>Ataque</u> <u>com</u> <u>ácido</u> C min= 16,83 % C máx = 16,83 % + 9,05 % = 25,88 %
<u>Estufa</u> <u>à</u> <u>1000</u> <u>°C</u> Queimou = 4,58 %	<u>Estufa</u> <u>à</u> <u>1000</u> <u>°C</u> Queimou = 3,5 %
<u>Estimativa</u> <u>de</u> <u>cimento</u> Cmin = (20,26% - 4,58%) x 2275 kg/m ³ Cmin = 356,6 kg/m ³ Cmáx = (20,26% + 5,77% - 4,58%) x 2275 kg/m ³ Cmáx = 487,9 kg/m ³	<u>Estimativa</u> <u>de</u> <u>cimento</u> Cmin = (16,83% - 3,50%) x 2335 kg/m ³ Cmin = 311,34 kg/m ³ Cmáx = (16,83% + 9,05% - 3,5%) x 2335 kg/m ³ Cmáx = 522,5 kg/m ³
356,7 kg/m³ < 403 kg/m³ < 487,9 kg/m³	311,34 kg/m³ < 419 kg/m³ < 522,5kg/m³

Pode-se observar na tabela 11 que em ambos os concretos o teor de cimento previamente conhecido se apresentou aproximadamente no centro da faixa de teores mínimos e máximos estimados. Os valores mínimos e máximos apresentaram diferenças em relação ao teor previamente conhecido da ordem de 20% a 25%, valores estes considerados não muito altos se comparados a resultados obtidos por métodos de ensaio utilizados para concretos executados com cimento Portland comum.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o momento mostram que o método confirma a faixa das quantidades mínimas e máximas de cimento existente na amostra. É necessário que este trabalho tenha uma continuação a fim de se desenvolver método para estabelecer a quantidade de pozolana e finos passante na peneira #200, podendo desta forma estabelecer um teor de cimento pozolânico, ao

invés de uma faixa entre um teor máximo e mínimo.

REFERÊNCIAS

1. GUIMARÃES, A. T. C. *Grau de saturação; sua variação com o tipo de concreto e sua influência na difusão de íons cloreto*. São Paulo, 2001. Monografia(Pós-doutorado), Universidade de São Paulo, Engenharia Civil.
2. GUIMARÃES, A. T. C. *Vida útil de estruturas de concreto armado em ambientes marítimos*. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Engenharia Civil.
3. QUARCIONI, V. A. *Reconstituição de traço de argamassas: atualização do método IPT*. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Engenharia Civil.