

# INFLUÊNCIA DO DICROMATO DE POTÁSSIO NO TEMPO DE PEGA E RESISTÊNCIA MECÂNICA DO CIMENTO PORTLAND E DO CIMENTO ALUMINOSO

Marta Arnold<sup>(1)</sup>, Eloise A. Langaro<sup>(2)</sup>, Raphael Coelli Ivanov<sup>(3)</sup>, Caroline Angulski da Luz<sup>(4)</sup>

(1) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco-PR, Brasil, e-mail: [marta-arnold@hotmail.com](mailto:marta-arnold@hotmail.com)

(2) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco-PR, Brasil, e-mail: [elolangaro@hotmail.com](mailto:elolangaro@hotmail.com)

(3) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco-PR, Brasil, e-mail: [raphaelcoelli@gmail.com](mailto:raphaelcoelli@gmail.com)

(4) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco-PR, Brasil, e-mail: [angulski@utfpr.edu.br](mailto:angulski@utfpr.edu.br)

## Resumo

*O processo de Solidificação e Estabilização (S/E) implica em adicionar aglutinante ao resíduo, de forma a transformá-lo em um sólido atóxico. A identificação de cimentos capazes de solidificar o resíduo e assumir a fixação do contaminante é de extrema importância. Cimentos do tipo Portland e aluminoso podem ser utilizados neste processo, uma vez que a ativação da hidratação necessita apenas de água. Estudos mostram que a incorporação de metais como Cromo (VI) pode alterar o tempo pega e a formação de compostos hidratados. Sendo assim o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da adição do sal dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) em três diferentes cimentos, Portland V (ARI), aluminoso (Secar 51) e aluminoso (Fondu), frente ao tempo de pega, resistência mecânica. Para ambos os testes, as concentrações adotadas de Cromo (VI) foram 0, 1, e 5% em relação à massa. Os resultados mostraram que os cimentos Aluminosos (Secar e Fondu) foram sensíveis à ação do sal, tendo um tempo de pega (início e fim) fortemente retardado. Já o cimento Portland apresentou um tempo de pega acelerado, principalmente nos primeiros dias. Os testes de resistência mecânica apresentaram valores mais baixos em 7 e 28 dias, tanto para o cimento Portland quanto para os cimentos Aluminosos. As amostras do cimento aluminoso tipo Fondu com adição de 5%, não apresentaram resistência em 28 dias. Pelos resultados apresentados, tem-se constatado que o cimento aluminoso é mais sensível à presença do sal que o cimento Portland, resultado que difere não se confirma quando o cromo é inserido em forma de óxido, conforme trabalhos publicados.*

**Palavras-chave:** Cromo, CAC, Cimento Portland.

## Abstract

*The process of Solidification/Stabilization (S/E) implies adding binder to the residue in order to transform it into a non-toxic solid. The identification of cements able to solidifying the residue and secure the attachment of contaminant is very important. Portland cement and aluminous one can be used in this process, since the activation requires only water to hydration. Research shows that the incorporation of metals such as chromium (VI) can change the setting time and the conversion of hydrated compounds. Therefore this study aims to evaluate the effect of adding potassium dichromate salt ( $K_2Cr_2O_7$ ) in three different cements, Portland V (ARI), aluminous (Secar 51) and aluminous (Fondu), compared to the setting time, mechanical strength. For both tests, the concentration of Chromium (VI) were 0, 1 and 5% relative to cement mass. The results have showed that the Aluminous cement (Secar e Fondu) were sensitive to the action*

XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 29 a 31 Outubro 2012 - Juiz de Fora

*of salt, with a setting time (start and end) strongly retarded. The Portland cement showed an accelerated setting time, particularly in the initial. The mechanical strength tests have showed lower values of 7 and 28 days for both the cements. Samples of Fondu aluminous cement with the addition of 5%, haven 't showed compressive strength at 28 days. For the results, it has been found that the aluminate cement is more sensitive to the presence of salt that the Portland cement, this result is not confirmed when chromium is inserted into the oxide form, as published works.*

**Keywords:** Chrome, CAC, Portland Cement.

## 1. INTRODUÇÃO

Compostos de cromo são amplamente utilizados na indústria metalúrgica, galvanoplastia, manufatura de pigmentos, tratamento de madeira, entre outros. Os resíduos gerados por esses setores contendo cromo no seu estado hexavalente tem por característica elevada toxicidade e alta solubilidade fatores que acarretam na necessidade de deposição segura, evitando assim a poluição de aquíferos e solo (HAYASHI, 2001).

Estudos apontam que a incorporação de resíduos contendo metais pesados em matrizes cimentícias podem melhorar significativamente as propriedades mecânicas do material final, além de possibilitar o tratamento do resíduo incorporado, possibilitando vantagens econômicas e ecológicas (ARNOLD et al., 2011).

O aproveitamento de resíduos industriais em materiais cimentícios através de técnicas de Solidificação e Estabilização (S/E) vem sendo tema de diversos estudos (CONNER et al., 1998; LUZ et al., 2006). Este processo denominado (S/E) implica adicionar aglutinante ao resíduo para transformá-lo num sólido atóxico. Sendo assim, a identificação de cimentos capazes de imobilizar o resíduo e assumir a fixação de contaminantes é de extrema importância (GONÇALVES et al., 2006).

Cimentos do tipo Portland e aluminoso podem ser utilizados para este processo, uma vez que a ativação da hidratação necessita apenas de água (GONÇALVES et al., 2006; WENG et al. 1996; IVANOV et al., 2012).

Neste trabalho o objetivo foi avaliar a influência da adição de sal dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) no cimento Portland e o cimento aluminoso, frente a resistência mecânica e ensaios de tempo de pega. Para o cimento aluminoso tipo Fondu, foi realizado o estudo dos compostos hidratados formados nos primeiros 7 dias através de análise térmica diferencial DTA.

## 2. OBJETIVO

Avaliar a influência que o sal dicromato de potássio causa nas propriedades dos cimentos Portland e aluminoso.

## 3. METODOLOGIA

Nos ensaios foram utilizados três tipos de cimento: cimento Portland de alta resistência inicial (ARI), cimento alumino (Secar 51) e cimento aluminoso (Fondu). O sal utilizado foi o dicromato de potássio (Figura 1).



Figura 1- Dicromato de potássio

### 3.1. Tempo de pega

Os ensaios de tempo de pega foram realizados conforme NBR NM 65:2003 – Determinação do tempo de pega, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. O sal foi incorporado as pastas de cimento na proporção de 0, 1 e 5%, em relação a massa. A relação (a/c) foi de 0,40.

### 3.2. Resistência mecânica

Para os ensaios de resistência mecânica, adotou-se a mesma proporção de dicromato de potássio utilizada no ensaio de tempo de pega: 0, 1 e 5%. A resistência mecânica das argamassas foi medida aos 7, 28 e 90 dias, sendo moldados quatro corpos de prova para cada idade. Os ensaios foram realizados conforme NBR 7215:1996 - Determinação de resistência à compressão.

Os corpos de prova foram desmoldados após 24 horas, sendo envoltos em sacos plásticos e colocados em tanque para controle da temperatura (23°C).

### 3.3. Análise Térmica Diferencial (ATD)

A análise térmica foi realizada somente para pastas de 7 dias de idade, confeccionadas com cimento aluminoso tipo Fundu. Foram realizadas no Laboratório da Química, utilizando o equipamento TA Instruments, modelo SDT Q600. O gás utilizado foi N<sub>2</sub> (100mL min<sup>-1</sup>) ultrapuro, com fluxo constante. O fluxo de aquecimento foi de 10°C min<sup>-1</sup> variando de 30°C a 600°C.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Tempo de pega

Para as pastas confeccionadas com cimento Portland, foi verificado que o aumento da concentração de cromo (VI), acelera o tempo de início e fim de pega conforme apresentado na Tabela 1.

Analisando os cimentos aluminosos tipo (Secar 51) e (Fondu), verifica-se que quanto maior a concentração de cromo (VI) nas pastas, maior é o tempo de início e fim de pega, Tabela 1.

Amostras	Portland		Secar		Fondu	
	Início (h:min)	Fim (h:min)	Início (h:min)	Fim (h:min)	Início (h:min)	Fim (h:min)
0%	03:50	06:40	04:30	06:15	05:55	07:25
1%	01:30	05:00	09:30	72:00	24:00	144:00
5%	01:00	05:00	24:00	72:00	48:00	96:00

Tabela 1 – Tempos de Pega

### 4.2. Resistência mecânica

As argamassas com cimento Portland apresentaram baixa resistência na presença do dicromato de potássio aos 7 e 28 dias, onde maiores concentrações de cromo (VI) resultaram em baixos valores de resistência mecânica. Já aos 90 dias a resistência mecânica do cimento aumentou com base no aumento da quantidade de sal incorporado (Figura 2).

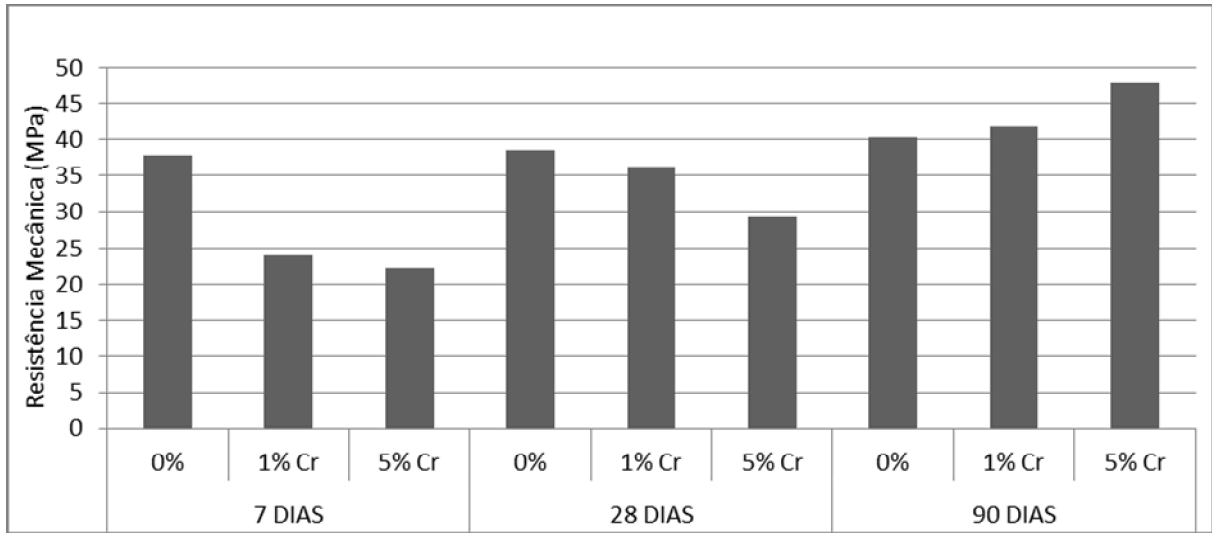


Figura 2 - Resistência mecânica do cimento Portland com dicromato de potássio.

As argamassas com cimento aluminoso (Secar 51) e cimento aluminoso (Fondu) apresentaram baixa resistência na presença do dicromato de potássio em todas as idades (Figura 3 e Figura 4). O Fondu apresentou-se extremamente sensível a adição de 5% do sal, sendo que os corpos de prova aos 28 e 90 dias não apresentaram nenhuma resistência.

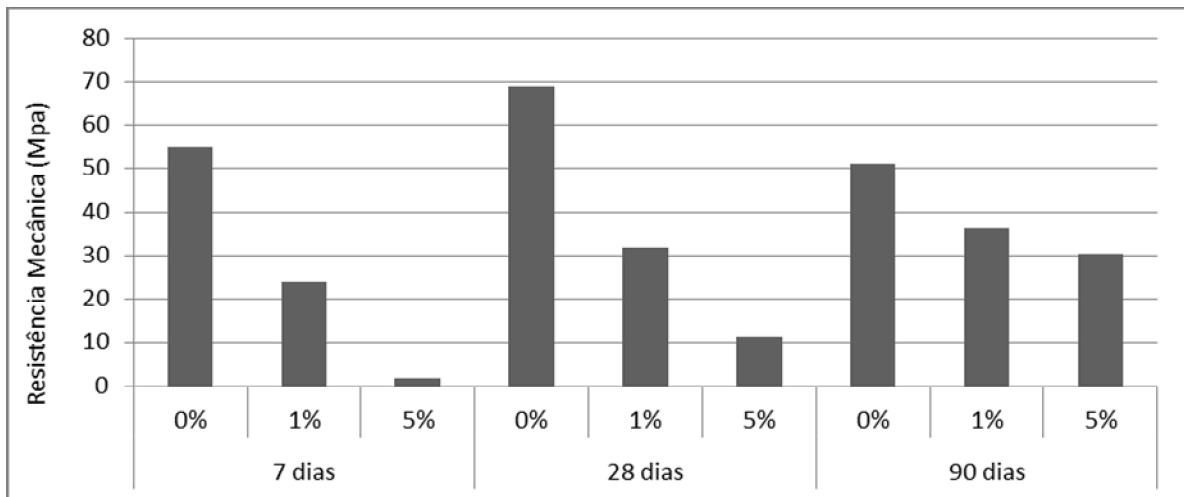


Figura 3 - Resistência mecânica do cimento aluminoso (Secar 51) com dicromato de potássio.

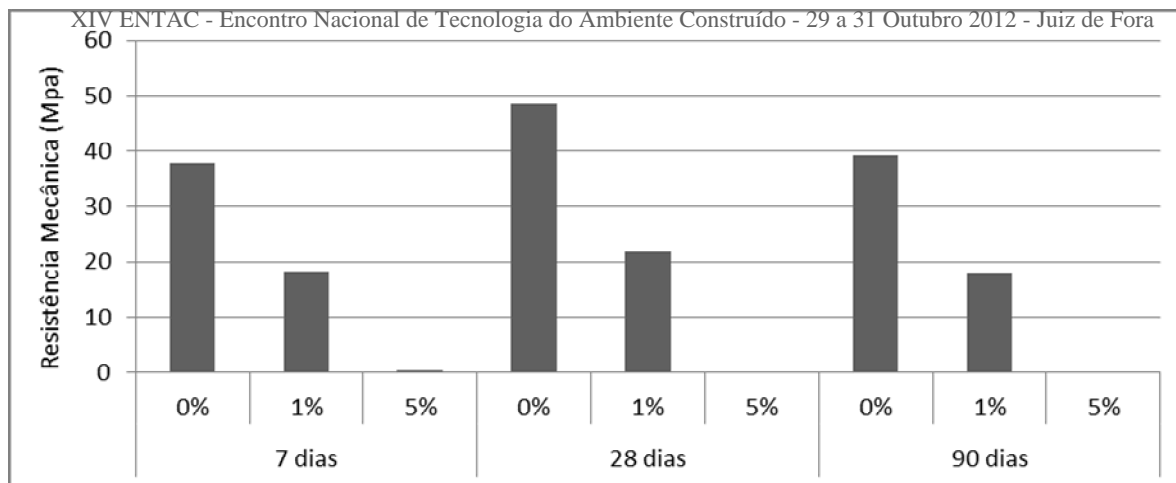


Figura 4 - Resistência mecânica do cimento aluminoso (Fondu) com dicromato de potássio.

#### 4.3. Análise Térmica Diferencial (ATD)

Para as pastas de 7 dias, confeccionadas com o cimento aluminoso tipo (Fondu), através da ATD verifica-se que o pico 1 endotérmico observado nas curvas Figura 5, que abrange a faixa de 30°C até 110°C é característico da desidratação da água superficial contida na estrutura hexagonal do monoaluminato de cálcio  $CAH_{10}$  (CARRASCO et al., 2008.).

Já o pico 2 presente somente nas amostras contendo 0%, 1% de cromo (VI), é característico da decomposição da gibsita gel (AH3 gel) que ocorre na faixa de 139°C.

Com relação ao pico 3 observado em todas as concentrações, refere-se à decomposição térmica da gibsita em sua fase cristalina ocorrendo no intervalo de temperatura 208°C à 339°C.

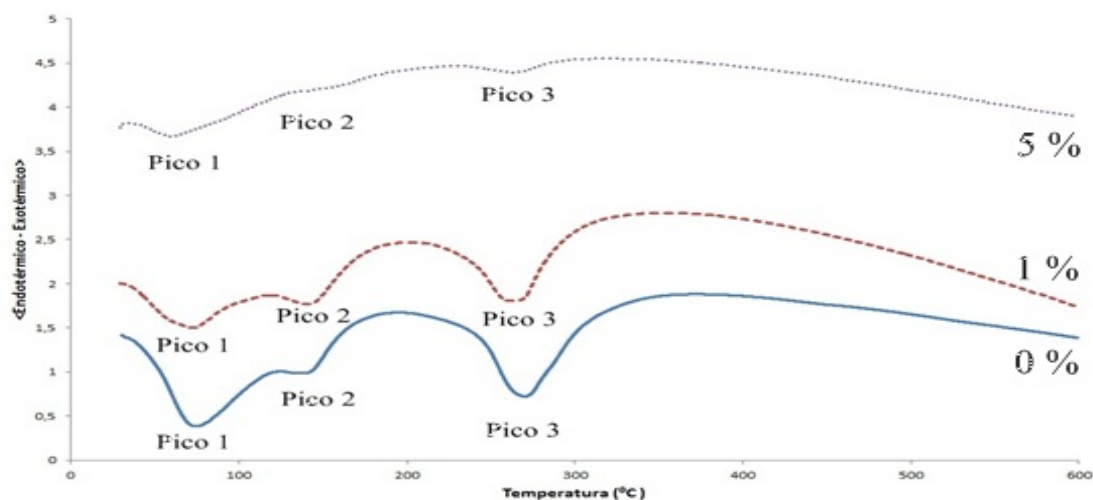


Figura 5 – Análise térmica diferencial (ATD) do cimento Fondu, aos 7 dias, com 0, 1 e 5% de dicromato de potássio

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar conforme os resultados obtidos, que o sal dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) tem forte influência sobre os dois cimentos aluminosos (Secar 51 e Fondu), principalmente em quantidades mais elevadas (5%). Os tempos de início e fim de pega, tiveram um retardo significativo quando comparados com as referências, sendo que o fim de pega para o cimento

XIV ENTAAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 29 a 31 Outubro 2012 - Juiz de Fora  
aluminoso (Fondu) foi drasticamente retardado. Para o cimento Portland, verificou-se que maiores concentrações de cromo (VI) aumentam o início e fim de pega.

Quando analisado os resultados de resistência mecânica, conclui-se que para os cimentos aluminosos tipos (Secar 51 e Fondu), conforme é adicionado cromo (VI) ocorre uma diminuição na resistência mecânica. Já para o cimento Portland, essa diminuição também é verificada nas idades de 7 e 28 dias, entretanto para a idade de 90 dias observa-se que maiores concentrações de cromo fornecem maiores resistência mecânica.

Através da utilização da análise ATD, na pasta de cimento aluminoso tipo Fondu foi possível identificar os principais compostos hidratados (monoaluminato de cálcio hidratado, Gipsita gel, e Gipsita cristalina).

Os termogramas mostram que conforme se adiciona cromo ao cimento ocorre uma diminuição na quantidade de produtos hidratados. No caso da pasta com 5% de cromo (VI) praticamente não houve a formação de compostos hidratados.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 65**: Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Determinação da resistência à compressão do cimento Portland. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ARNOLD, M.; LANGARO, E. ; ANGULSKI, LUZ C. **Influência do óxido de chumbo no tempo de pega e nas resistências à compressão do cimento Portland e cimento aluminoso**. VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, Vitória, ES, 2011.

CARRASCO, F. L. et al.; **Supercritical Carbonation of Calcium Aluminate Cement**. Cement and concrete research, Barcelona. p 1033- 1037, 2008.

GONÇALVES , J. P.; FILHO, R. D. T.; FARBAIRN, E. M. R. **Estudo da hidratação de pastas de cimento Portland contendo resíduo cerâmico por meio de análise térmica**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 83-94, 2006.

HAYASHI, A. M. **Remoção de cromo hexavalente através de processo de biossorção em algas marinhas**. 2001. 209f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UNICAMP. São Paulo. 2001.

IVANOV, Coelli R.; ANGULSKI, LUZ C.; ZOREL, Emilio H.; LANGARO, E.; ARNOLD, M.; BOSSE, R.; PIERI, M. **Análise da influência do cromo hexavalente na hidratação do cimento Aluminoso por análise térmica diferencia**. VIII Congresso Brasileiro e III Congresso Pan-Americano de Análise térmica e calorimetria, Campos do Jordão, SP, 2012.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica e apoio financeiro e à Capes pela bolsa de mestrado.