



A IMPORTÂNCIA DOS ADITIVOS ACELERADORES À BASE DE CLORETO DE CÁLCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Renato Mota de Siqueira Júnior

Graduando em Engenharia Civil – Centro Universitário do Norte – UNINORTE

MSc. Eng^a. Nagilla Huerb de Azevedo

Doutorando em Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

RESUMO

O presente artigo objetiva a colaboração do entendimento acerca do uso de aditivos aceleradores em materiais de matriz cimentícia, visando a sua contribuição e suas precauções quanto a sua utilização, assim como a quantidade a ser usada de acordo com o material em que será empregado. Para isso é necessário entender o significado de “pega”, além dos diversos tipos de cura utilizados no concreto, como por exemplo, a cura a vapor, a qual tem a recomendação de não ser usada no caso da utilização do acelerador com Cl_2Ca – cloreto de cálcio – devido sua atuação exotérmica e propiciar a perda excessiva de água durante o processo de hidratação do cimento. Os aditivos aceleradores como qualquer outro não possuem a função de remediar problemas já existentes na estrutura do empreendimento, porém eles se fazem úteis na produção do concreto a ser utilizado durante o processo da concretagem, pois contribuem para que o processo construtivo se dê de forma mais rápida e eficiente.

Palavras chave: Aditivo acelerador, pega, concreto e cimento.

ABSTRACT

The present article has the collaboration to understand the use of accelerating additives in the matrix materials, considering their application and their precautions in their use, as well as a the quantity to be used according to the material, to understand the meaning of "concrete setting time" and understand the correct the effects of curing on the concrete in which we can highlight the cure, which has a recommendation of non - use when using the accelerator with Cl_2Ca – calcium chloride – due to its functional and exudative explanation for the loss during the process of hydration of the cement. Accelerating additives, like any other additive don't have the function of remedying problems already existing in the structure, they become useful in the production of the concrete to be used during the concreting process.

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil como qualquer outra área de tecnologia vem necessitando cada vez mais ser aperfeiçoada, tanto no setor de materiais, quanto em tempo e custo de realização de obras e serviços, para isso podemos fazer o uso de alguns materiais, como os aditivos, para auxiliar na rapidez do processo construtivo.

De acordo Mehta e Monteiro (1994) as propriedades do concreto tanto no estado fresco como no endurecido, podem ser modificadas pela adição de certos materiais utilizados durante a mistura do concreto.

Aditivos são produtos empregados na produção de concretos e argamassas de cimento para modificar certas propriedades do material fresco ou endurecido (FREITAS JR, 2013), em que atuam nas propriedades físico-químicas do material em questão, modificando sua trabalhabilidade nas diversas etapas construtivas e com isso obtendo-se um resultado desejado.

Os aditivos podem ser definidos como substâncias que são adicionadas na mistura do concreto com o objetivo de aperfeiçoar algumas características do mesmo, seja ela redução de água, retardo de pega, fluidificação, aceleração de pega, dentre outros, no entanto o principal objetivo em fazer o uso dos aditivos é suprir uma necessidade construtiva, a fim de viabilizar o trabalho em obra, visando à otimização do processo construtivo e consequentemente uma considerável economia.

Nesse artigo o foco será referente ao aditivo acelerador de pega que como o próprio nome já indica tem a função de acelerar o tempo de pega do concreto, agilizando o processo de hidratação do cimento e consequentemente o enrijecimento da estrutura concretada, já que muitas vezes o tempo em obra é escasso. (BERTÓ, BEULKE, 2006).

2. DESENVOLVIMENTO

Aditivos são produtos adicionados ao concreto e argamassas com o intuito de facilitar a sua utilização, aperfeiçoando a forma como esses materiais podem ser trabalhados. Os aditivos são produtos aplicados em pequenas quantidades no concreto modificando determinadas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas situações. (NBR 11768, 2011).

Os aceleradores são materiais que adicionados ao concreto diminuem o tempo de início de pega e auxiliam no desenvolvimento das resistências mecânicas iniciais. (BAUER, 2013).

Para melhor entendimento do que são aceleradores e como eles agem nos concretos é necessário compreender a definição de certos materiais que fazem parte da mistura em que o aditivo é utilizado.

2.1. AGLOMERANTES

Os aglomerantes podem ser definidos como um material ativo, ligante, cuja principal função é formar uma pasta que promove a união entre os agregados (AMBROZEWICZ, 2012), e unir os fragmentos de outros materiais (PINHEIRO *et al.*, 2010).

De acordo ainda com Centurione (1999), os aglomerantes podem ser caracterizados como inorgânico, orgânico e polimérico, no entanto na confecção do concreto utilizado na construção civil faz-se o uso de um aglomerante hidráulico, o Cimento Portland, que são aqueles que não só endurecem em decorrência das reações com o contato com a água mas também formam produtos resistentes à água, no seu estado endurecido.

2.2. CIMENTO PORTLAND

O cimento Portland é um dos principais produtos empregados na construção civil contemporânea, por conta disso é um produto mundialmente fabricado em grande escala. No entanto, são creditadas a ele diversas críticas por conta de seu método de fabricação e o quão elevado é o consumo de energia dispendido para sua obtenção. (CENTURIONE, 1999).

O cimento Portland é formado pelo clínquer que pode ser definido como um material resultante da sinterização de rochas carbonáticas e argilosas. Esses materiais são moídos e dosados, em seguida são levados a um forno com temperatura de aproximadamente 1450°C, resultando em um pó de cor cinza (TAYLOR, 1990).

Segundo Petrucci (1998) o cimento Portland é um material em forma de pó, que tem em sua composição silicatos e aluminatos. Tais materiais pulverulentos ao receber adição de água iniciam o processo de hidratação do cimento na qual uma das etapas é a “pega”, que resulta no enrijecimento da pasta e consequentemente na obtenção de resistência mecânica do produto cimentício.

2.3. PROCESSO DE HIDRATAÇÃO DO CIMENTO PORTLAND

A pasta cimentícia é a união entre água e cimento, com a adição de silicatos e aluminatos, presentes na Tabela 1, podem ocorrer reações químico-físicas que formam produtos hidratados que com o tempo resultam numa massa dura e resistente. (NEVILLE, 2016).

Tabela 1: Principais compostos do cimento Portland

NOME DO COMPOSTO	COMPOSIÇÃO EM ÓXIDOS	ABREVIATURA
Silicato tricálcico	$3CaO.SiO_2$	C_3S
Silicato dicálcico	$2CaO.SiO_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A
Ferroaluminato	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	C_4AF
Tetracálcico		

Fonte: Neville, 2016, p 8.

O aluminato (tricálcico) – C_3A – é o componente mineralógico mais reativo do clínquer, responsável pela pega, o qual apresenta grande importância no desenvolvimento da resistência mecânica durante as primeiras idades. Tais cristais de C_3A são os responsáveis pela “pega” do cimento, ou seja, pelo início do endurecimento do composto. (CENTURIONE, 1999).

2.3.1. PEGA

A pega é a perda de fluidez da pasta de cimento, ou seja, após certo período de tempo a pasta inicia seu processo de desidratação na qual começa o seu processo de perda de água para o meio, transformando tal produto inicialmente deformável em parcelas mais rígidas e apresentando certa resistência mecânica. (AMBROZEWICZ, 2012).

A pega é basicamente dividida em duas etapas, início e fim, a partir do momento em que o composto cimentício recebe a adição de água, já se inicia o processo de hidratação do cimento e após algumas horas o início de pega que altera a viscosidade e a tensão de escoamento da mistura, decorrente da liberação do

calor do composto.

É possível encontrar duas versões amplamente difundidas na literatura sobre fim da pega, uma delas é a da NBR MN 65 (2002), em que diz que seu fim ocorre desde a adição de água no cimento até o momento que a agulha de Vicat, equipamento que pode ser verificado a seguir, penetra até 0,5 mm na pasta cimentícia, e em contrapartida Ambrozewicz (2012) complementa que fim de pega se caracteriza com o completo enrijecimento da pasta.

Figura1: Agulha Vicat.



Fonte: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/10/cimento-portland-determinacao-do-tempo.html>

De forma mais simplificada, a pega nada mais é que o endurecimento e enrijecimento da pasta cimentícia em que esta sofre um aumento significativo de sua resistência mecânica, entretanto, um concreto comum necessita muitas vezes percorrer um tempo significativo até atingir uma resistência inicial considerável para desforma das estruturas, contudo muitas vezes é necessária, por motivos de custos e prazos, a obtenção de uma resistência inicial elevada em poucos dias de idade o que só é possível através do uso de aditivos aceleradores.

2.4. ADITIVO

Segundo Mehta e Monteiro (1994) aditivos são produtos utilizados para incrementar o concreto a fim de melhorar a sua trabalhabilidade, acelerar seu processo de hidratação, aumentar o tempo de pega, controlar o desenvolvimento da resistência, dentre outros aspectos.

Alves (1977, p. 55) comenta: “O aditivo não tem por função corrigir as deficiências que por ventura um concreto tenha, como um mau proporcionamento, um mau adensamento e, de um modo geral, uma má fabricação do concreto”.

Bauer (2013) cita ainda que os aditivos podem ser classificados em causas e efeitos, e desses pode-se subdividir em aditivos que facilitam a trabalhabilidade do concreto (plastificantes redutores, incorporadores de ar e fluidificantes), modificadores da resistência mecânica do concreto (redutores plastificantes), modificadores das resistências do concreto a condições especiais de exposições (incorporadores de ar), modificadores de tempo de pega e endurecimento (retardadores e aceleradores), impermeabilizantes (repelentes a absorção capilar e redutores de permeabilidade), expansores (geradores de gás, estabilizadores de volume e geradores de espuma), adesivos, anticorrosivos, coroantes, fungicidas, germicidas e inseticidas.

2.4.1. Aditivos aceleradores de pega

ASTM C494-10 classifica o aditivo acelerador como Tipo C, no qual sua função primordial é acelerar a resistência inicial do concreto, ou seja, seu enrijecimento, decorrente da aceleração da pega do concreto. Os aceleradores podem ser utilizados quando o concreto estiver sendo lançado a baixas temperaturas, variando, de 2 a 4°C, na produção de pré-moldados onde a desforma necessita ser rápida ou em serviços de urgência. (NEVILLE, 2016).

O mesmo autor ainda acrescenta que a utilização de aceleradores em altas temperaturas podem ocasionar fissuras por retração devido à propagação de elevadas taxas de liberação de calor.

Os aceleradores combinam quimicamente com o cimento apressando o processo de hidratação e o endurecimento do concreto, e para isso esse aditivo se utiliza de produtos químicos como o cloreto de cálcio, cloreto de sódio, carbonatos, silicatos, fluossilicatos e hidróxidos (BAUER, 2013).

Como citado acima os aceleradores tem por características alterar as condições do concreto com finalidade de reduzir o tempo de pega inicial e final do concreto. Efeito esse que varia com a:

- Quantidade de aditivo empregado;
- Temperatura ambiente;
- Temperatura do concreto.

Os aceleradores podem apresentar as seguintes características:

- Aumento da resistência à compressão nas primeiras idades;
- Aumento de variação de volume;
- Diminuição da resistência aos sulfatos;
- Aumento da reação aos álcalis dos agregados;
- Aumento de corrosões de metais.

No processo de endurecimento do concreto ele precisa passar pela etapa de cura que nada mais é do que a hidratação do concreto visando diminuir a evaporação prematura da água da estrutura concretada (TECNOSIL, 2018), com isso diversos procedimentos são utilizados.

A determinação da melhor técnica de cura é escolhida a partir do método construtivo, verificando a velocidade de desforma e os tipos de elementos fabricados, e dentre as principais técnicas estão:

- Cura com molhagem constante;
- Cura via aspersão;
- Cura química;
- Cura a vapor;
- Cura térmica;
- Cura com agentes internos.

Neville (2013) comenta que o cloreto de cálcio (Cl_2Ca) é o acelerador mais comum utilizado na construção civil, no entanto, como há liberação de calor de forma excessiva quando esse aditivo é incorporado ao concreto, existem algumas observações a serem tomadas, pois é possível que ocorra o processo de corrosão da estrutura do concreto armado, entretanto o autor salienta que há controversias quanto ao efeito de corrosão das armaduras com o uso do aditivo à base de cloreto de cálcio, pois se verificou que em alguns casos houve o devido fenômeno e nos demais não foi constatada a patologia.

O mesmo autor alerta que o Cl_2Ca deve ser cuidadosamente controlado na mistura, considerando-se a adição de 1 a 2% em relação à massa cimentícia que pode levar a um aumento de temperatura de cerca de 6°C.

O aditivo que possui em sua composição o cloreto de cálcio, não deve ser usado em cura a vapor, pois esse tipo de cura causa corrosão às estruturas metálicas presentes no concreto armado, já que acelera o desprendimento do calor de hidratação (BAUER, 2013), e para não ocorrer corrosão nas estruturas metálicas pode ser feito o uso de cimentos de pega mais rápida ou outros aditivos sem a presença de cloretos na sua composição química (NEVILLE, 2013).

Assim como Neville (2013), Bauer (2013) cita que o cloreto de cálcio é o acelerador mais utilizado, na tabela 2 a seguir analisamos a composição química desse acelerador do tipo 1 (em forma de escamas) e o tipo 2 (granular):

Tabela 2: As composições químicas dos tipos 1 e 2.

	Tipo 1	Tipo 2
	%	%
Colreto de Cálcio (como Cl_2Ca) mínimo.....	77,00	94,00
Cloreto alcalino (como $ClNa$) máximo.....	2,0	5,0
Magnésio (como Cl_2Mg) máximo.....	0,5	0,5
Outras impurezas (inclusive água) máximo.....	1,0	1,0

Fonte: BAUER (2013, p. 169).

Em relação à granulometria, temos:

Tabela 3: Peneira.

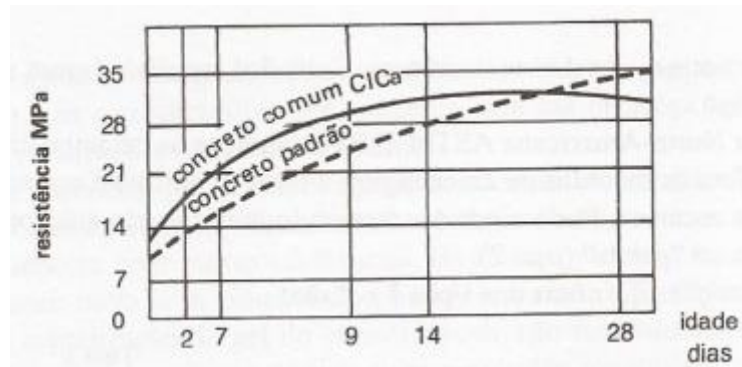
PENEIRA	Tipo 1 que passa (%)	Tipo 2 que passa (%)
3/8"	100	0
nº 4 (4,76 mm)	80	20
nº 20 (0.841 mm)	10	90

Fonte: BAUER (2013, p. 169).

O cloreto tipo 1 pode ser empregado com uma quantidade de até 2% do peso do cimento, no qual podemos identificar um aumento de resistência inicial na ordem de 40 a 90% nas primeiras 24 horas de endurecimento e de 30% aos 3 dias, onde nota-se com o decorrer do tempo, uma diminuição no percentual de evolução da resistência (BAUER, 2013).

No gráfico a seguir compara-se a diferença entre um concreto dosado com o aditivo de Cl_2Ca e um concreto comum sem qualquer tipo de aditivo acelerador.

Gráfico 1: Comparativo de resistência em MPa de concreto com Cl_2Ca e concreto padrão.



Fonte: BAUER (2013, p. 170).

No gráfico acima nota-se que o concreto que possui o aditivo com Cl_2Ca alcança uma resistência inicial mais elevada que o concreto convencional sem adição de aditivo, e assim se mantém até pouco antes dos 28 dias de idade, quando o concreto com Cl_2Ca sofre uma pequena diminuição de resistência em relação ao concreto padrão.

Sabendo que é aconselhada a dosagem de aditivo de até 2% da massa do cimento e que o aditivo em questão possui algumas restrições devido ao seu composto químico, o aumento percentual da quantidade de aditivo à massa cimentícia não apresenta aumento de resistência por conta disso, pelo contrário, pode ocasionar inconvenientes estruturais.

Como já dito anteriormente, a reação de hidratação do cimento é exotérmica, ou seja, é a liberação de energia para o meio que se dá em forma de calor e com o uso desse aditivo acelerador esse fenômeno é ainda mais acentuado, por isso aconselha-se a concretagem com adição desse aditivo em dias em que a temperatura ambiente é mais amena.

3. CONCLUSÃO

O aditivo acelerador proporciona um desenvolvimento do trabalho de concretagem em construções civis de forma mais rápida e dinâmica, ele auxilia no alcance de resistências expressivas do concreto em pouco tempo fazendo com que a obra

prossiga de forma mais ágil e garantindo assim uma estrutura mais robusta com maior resistência em poucas idades, resultando numa desforma da estrutura de forma mais rápida.

Os aditivos à base de Cl_2Ca são considerados os mais usuais no mercado construtivo, apesar de algumas vertentes afirmarem que esse material pode causar patologia nas estruturas metálicas do concreto armado, entretanto ainda não há um consenso entre os pesquisadores da devida afirmação, se tem conhecimento que o uso correto na proporção de forma homogênea e bem distribuída do Cl_2Ca proporciona resultados significativos quando se busca economia de tempo e resistência inicial superior em relação à concretagens convencionais.

Com o devido artigo podemos deduzir que esse material acelerador deve ser muito bem avaliado e estudado caso seja necessário ser utilizado em uma concretagem, pois além de ser um gasto a mais a ser considerado no plano orçamentário da obra é também um material que pode ocasionar malefícios estruturais caso seja empregado de forma equivocada.

REFERÊNCIAS

. ABNT. Norma Brasileira 11768:2011 Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

. Norma Brasileira NM 65:2003 Cimento Portland – Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2003.

ALVES, José Dafico. Manual de Tecnologia do Concreto. Goiânia: UFG, 1993.

AMBROZEWIC, Paulo Henrique Laporte. Materiais de Construção – Normas, especificações, Aplicações e Ensaio de Laboratório, São Paulo: Pini, 2012.

BAUER, L. A. Falcão. Materiais de Construção – 5. ed. Revisada, Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BERTÓ, Dalvio José e BEULKE, Rolando. Gestão de Custo, São Paulo: Saraiva, 2006.

CENTURIONE, SÉRGIO LUIZ. A mineração do clínquer Portland e seus benefícios. São Paulo: USP, 1999.

FREITAS JUNIOR, José de Almendra. Estudo comparativo de métodos de dosagem para concretos de alta resistência como o uso de materiais disponíveis na região metropolitana de Curitiba. Paraná: UFPR, 2005.

MEHTA, P. Kumar e MONTEIRO, Paulo J. M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais, São Paulo: Pini, 1994.

NEVILLE, A. M. Tecnologia do Concreto. Porto Alegre: Brookman, 2013.

NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. Porto Alegre: Bookman, 2016.

SILVA FILHO, JOEL RUBENS DA. Estudo da resistência mecânica de argamassar utilizadas para recuperação de estruturas de concreto. Paraná: UTFPR, 2013.

TAYLOR, H. F. W. Cement Chemistry. London: Academic Press Limited, 1990.

TECNOSIL, 2018. Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-e-cura-de-concreto-e-como-fazer-uma-cura-eficiente/>>. Acesso em: 03 Novembro 2018.