

## Procedimentos de aprovação e Recepção

DMC – Departamento de Materiais de Construção	
<b>Calda de Cimento para Sistemas de Pré-Esforço</b>	Document no. <b>ARP/DMC/22</b>
	Rev. no. <b>A</b>
	Date: <b>01.01.2014</b>
	Page no. <b>1 of 6</b>

### 1 Documentos de Referência

ASTM C939: 2002 Método de ensaio padrão para escoamento de calda de cimento (Método do cone de escoamento)

ASTM C940-98a Método de ensaio padrão para expansão e sangramento de caldas de cimento recém misturadas em Laboratório

BS 1881-124: 1988 Ensaio de betão: Métodos para análise do betão endurecido

EN196-3: 2005 Métodos de ensaio cimento: Determinação do tempo de presa e consistência

ISO 1920-4: 2005 Resistência do betão endurecido

Em todas as questões relacionadas com a calda de cimento que não estejam abrangidos pelo presente ARP deverá ser feita referência ao LECM ARP/DMC/014.

### 2 Procedimentos de Aprovação

#### 2.1 Geral

Calda de cimento para o sistema de pré-esforço deve ser composta por cimento Portland, água e adjuvante. Areia e aditivos como o PFA não deve ser usado a não ser por aprovação do representante do Dono de Obra.

Calda de cimento deve ter uma resistência mínima à compressão de 25 MPa aos 7 dias e de 35 MPa aos 28 dias, ou em conformidade com os requisitos especificados pelo projecto.

Tempo de escoamento da calda de cimento imediatamente após mistura deve ser entre 11 e 30 segundos.

Tempo de presa da calda de cimento deverá ser superior a 3 horas e inferior a 12 horas.

A quantidade de sangramento da calda de cimento não deve exceder 2% nas primeiras três horas e não deve ser superior a 3% no total. A água deve ser reabsorvida pela calda de cimento durante as 24 horas após a mistura.

## Procedimentos de aprovação e Recepção

DMC – Departamento de Materiais de Construção	
<b>Calda de Cimento para Sistemas de Pré-Esforço</b>	Document no. <b>ARP/DMC/22</b>
	Rev. no. <b>A</b>
	Date: <b>01.01.2014</b>
	Page no. <b>2 of 6</b>

A expansão livre da calda de cimento não deve ser superior a 10%, à temperatura ambiente.

O teor máximo de cloreto total da calda de cimento, expressa como uma relação percentual entre o ião cloreto e o teor de cimento, em massa, na calda de cimento, não deve exceder 0,06%.

A calda de cimento terá uma razão água/cimento tão baixa quanto possível, consistente e com a trabalhabilidade necessária e sob nenhuma circunstância a razão água/cimento deve exceder 0,4.

As particularidades dos elementos da calda de cimento e o procedimento proposto para os sistemas de pré-esforço deve ser submetido:

- Evidências de implementação do controle de produção,
- Razão água/cimento em massa,
- Detalhes da mistura e equipamentos de injeção da calda de cimento,
- Método de controlo de qualidade durante a injeção de calda de cimento, e
- Detalhes dos ensaios da calda de cimento.

Uma mistura experimental da calda de cimento que esteja em conformidade com os requisitos especificados para a mistura da calda de cimento e a injeção experimental da calda de cimento poderá ser uma mistura de calda de cimento aprovada.

### 2.2 Ensaios da Mistura Experimental

A mistura experimental para a calda de cimento para sistemas de pré-esforço deve ser feito para demonstrar que os materiais propostos, mistura da calda de cimento e métodos de produção vão produzir calda de cimento que está em conformidade com os requisitos especificados.

As misturas experimentais devem ser completadas pelo menos 10 dias antes da mistura da calda de cimento ser usada no trabalho permanente.

## Procedimentos de aprovação e Recepção

DMC – Departamento de Materiais de Construção	
<b>Calda de Cimento para Sistemas de Pré-Esforço</b>	Document no. <b>ARP/DMC/22</b>
	Rev. no. <b>A</b>
	Date: <b>01.01.2014</b>
	Page no. <b>3 of 6</b>

O Empreiteiro deve informar o representante do Dono de Obra pelo menos 24 horas, ou um período mais curto que tenha sido acordado por representante do Dono de Obra, antes de fazer misturas experimentais.

Ensaio experimentais devem ser feitos usando os materiais, mistura da calda de cimento e métodos de produção submetidas ao representante do Dono de Obra.

Uma amostra de calda de cimento deve ser fornecida a partir da mistura experimental para determinar o tempo de escoamento, tempos de presa, a quantidade de sangramento, expansão livre e resistência à compressão da calda de cimento. A amostra deve ser fornecida e ensaiada iniciada dentro de 1 hora após a mistura. A amostra deve ser protegida da chuva antes da realização dos ensaios .

A partir de cada amostra de calda de cimento feita para determinar a resistência à compressão, deverão ser feitos nove (9) cubos de 100 mm. Cada conjunto de cubos devem ser ensaiados para determinar a resistência à compressão (3, 7 e 28 dias). O método de fabrico, cura, ensaio dos cubos e cálculo dos resultados dos ensaios, serão de acordo a ARP/DMC/014, excepto que a compactação da calda de cimento que não é necessária.

Se o resultado de qualquer ensaio para o tempo de escoamento, tempos de presa, a quantidade de sangramento, expansão livre ou compressão não estiver em conformidade com os requisitos especificados para a propriedade da mistura da calda de cimento, a indicação de alterações propostas para os materiais, mistura da calda de cimento ou métodos de produção devem ser submetidos ao representante do Dono da Obra. Outras misturas experimentais deve ser efectuadas até o resultado de todos os ensaios estarem em conformidade com os requisitos especificados para a propriedade.

Se os ensaios experimentais da calda de cimento forem realizadas usando a mistura experimental não conforme, novos ensaios deverão ser realizados.

### 2.3 Ensaio experimentais da Calda de Cimento

Ensaio experimentais da calda de cimento para sistemas de pré-esforço deve ser realizado para demonstrar que os materiais propostos, mistura de calda de cimento, métodos de

## Procedimentos de aprovação e Recepção

DMC – Departamento de Materiais de Construção	
<b>Calda de Cimento para Sistemas de Pré-Esforço</b>	Document no. <b>ARP/DMC/22</b>
	Rev. no. <b>A</b>
	Date: <b>01.01.2014</b>
	Page no. <b>4 of 6</b>

produção e métodos de construção irá produzir uma bainha preenchida, que está em conformidade com os requisitos especificados. Os valores e os detalhes dos ensaios da calda de cimento deverão ser acordados antecipadamente ou o que esteja indicado nas especificações técnicas do projeto.

Ensaio experimental da calda de cimento devem ocorrer com a utilização dos materiais, mistura da calda de cimento, métodos de produção e métodos de construção submetidos ao representante do Dono de Obra.

Ensaio experimental de calda de cimento devem ser realizados pelo menos 3 dias antes do início da aplicação. O Empreiteiro deve informar o representante do Dono de Obra 24 horas antes, ou num período mais curto acordado pelo representante do Dono de Obra, antes da realização dos ensaios.

O perfil das bainhas e o método de apoio para os ensaios devem ser acordadas pelo representante do Dono de Obra. As bainhas devem ter aberturas e os tendões devem estar bem fixos.

Os ensaios experimentais da calda de cimento não devem fazer parte do trabalho permanente e devem ser removidos.

Três secções selecionadas pelo representante do Dono de Obra devem ser cortadas após a injeção da calda de cimento na bainha e inspecionados nunca menos de 2 horas após a calda de cimento usada atingir o seu preenchimento final.

As secções de corte para ensaio da bainha com calda de cimento devem ser completamente preenchidas, e os tendões de pré-esforço devem estar completamente envolvidos com calda de cimento.

Se o resultado de qualquer ensaio nas secções cortadas da bainha preenchida com calda de cimento não cumprir com os requisitos especificados para o ensaio, ou se, na opinião do representante do Dono de Obra qualquer aspecto do processo de enchimento, como demonstrado pelo ensaio experimental é insatisfatório, indicação de alterações propostas

## Procedimentos de aprovação e Recepção

DMC – Departamento de Materiais de Construção	
<b>Calda de Cimento para Sistemas de Pré-Esforço</b>	Document no. <b>ARP/DMC/22</b>
	Rev. no. <b>A</b>
	Date: <b>01.01.2014</b>
	Page no. <b>5 of 6</b>

para os materiais, mistura de calda de cimento, métodos de produção ou métodos de construção devem ser submetidos ao representante do Dono de Obra. Mais ensaios experimentais devem ser realizados até que o resultado de todos os testes das seções da bainhas preenchidas com calda de cimento estejam em conformidade com os requisitos especificados para o ensaio e, até, na opinião do representante do Dono de Obra todos os aspectos do processo esteja satisfatório. Além disso o ensaio da mistura de calda de cimento deve ser feita a menos que, na opinião do representante do Dono de Obra a não conformidade da calda de cimento não foi devido à mistura da calda de cimento.

### 3 Procedimento de Recepção

As amostras devem estar protegidas da chuva antes dos ensaios para o tempo de escoamento, tempo de presa, quantidade de sangramento, expansão livre e resistência à compressão serem realizadas.

#### 3.1 Lote

Um lote de calda de cimento para os sistemas de pré-esforço é qualquer quantidade de calda de cimento produzidos em um ciclo de operações de um misturador.

#### 3.2 Amostras: tempo de escoamento, tempos de presa, sangramento e expansão livre da calda de cimento

Para cada calda de cimento misturada, uma amostra deve ser retirada a partir de cada 25 lotes de calda de cimento, ou a partir da quantidade de calda de cimento produzida em um dia, escolher a que for menor, para determinar o tempo de escoamento, quantidade de sangramento e expansão livre da calda de cimento. O tempo de presa deverá ser testado se necessário.

As amostras devem ser fornecidas e os ensaios iniciados dentro de 1 hora após a mistura da calda de cimento.

#### 3.3 Amostras: resistência à compressão de calda de cimento

Para cada mistura de calda de cimento uma amostra deve ser fornecida a partir de cada 25 lotes de calda de cimento, ou a partir da quantidade de calda de cimento produzida em um

## Procedimentos de aprovação e Recepção

DMC – Departamento de Materiais de Construção	
<b>Calda de Cimento para Sistemas de Pré-Esforço</b>	Document no. <b>ARP/DMC/22</b>
	Rev. no. <b>A</b>
	Date: <b>01.01.2014</b>
	Page no. <b>6 of 6</b>

dia, escolher o que for menor, para determinar a resistência à compressão da calda de cimento.

As amostras devem ser fornecidas não mais de 1 hora após a mistura da calda de cimento e deve ser protegido da chuva antes dos cubos de ensaio serem feitos.

Seis (6) cubos de 100 mm devem ser feitos a partir de cada amostra de calda de cimento. Cada conjunto de cubos de calda de cimento devem ser testados para determinar a resistência à compressão (7 e 28 dias).

O método de fabrico, a cura e ensaios dos cubos, e o cálculo dos resultados dos ensaio, são como indicado na ARP/DMC/014, excepto que a compactação da calda de cimento não é necessária.

#### 4 Critérios de Aceitação

##### 4.1 Não conformidade: tempo de escoamento, tempos de presa, sangramento, expansão livre e resistência à compressão da calda de cimento

Se o resultado de qualquer ensaio para tempo de escoamento, tempos de presa, quantidade de sangramento, expansão livre ou resistência à compressão da calda de cimento para os sistemas de pré-esforço não cumprir com os requisitos especificados para a sua propriedade, a indicação das alterações propostas aos materiais, mistura de ou métodos de produção devem ser submetidos ao representante do Dono de Obra . Outras misturas de ensaio devem ser feitas e mais ensaios devem ser realizados a menos que seja autorizado o contrário pelo representante do Dono da Obra.