



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título:				CONCRETO PRÉ-MOLDADO		
Identificação: CPTM AK 4916-3		Linha :	Km i: 999+000	Km f: 999+000	CPTM	
Classificação: Z-999-C-99-99		Sistema: CONSTRUÇÕES			Área Emitente GEE	Ordem de Serviço:
Arquivo: AK491630.DOC		Subsistema: OUTROS			Resp. Técnico (Verif.):	Resp. Técnico:
Folha: 1/19	Revisão: Ø	Conjunto: OUTROS			Aprovação (Aceite):	Aprovação: / / .

Documentos de Referência:

1. Documento da Companhia do Metropolitano de São Paulo: ET-4.00.00.00/3J5-001
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Documentos Resultantes:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Observações:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

E.				J.			
D.				I.			
C.				H.			
B.				G.			
A.				F.			
Re	Resp. Técnico	Aprovação	Data	Re	Resp. Técnico	Aprovação	Data



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 2/19

1. OBJETIVO

Esta especificação técnica tem por objetivo a caracterização do desempenho mínimo exigido para as estruturas executadas com peças de concreto pré-moldadas, necessárias à implantação das obras das linhas da Companhia Paulista de trens Metropolitanos.

2. REQUISITOS DE DESEMPENHO

O projeto e a execução dos elementos de concreto pré-moldados, deverão atender aos requisitos constantes da Norma Brasileira NBR-9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado - Procedimento e os requisitos estabelecidos nesta Especificação Técnica.

2.1. Serviços Concluídos

2.1.1. Parâmetros de Resistência e Durabilidade (peças acabadas)

Para que o controle de aceitação das peças possa ser realizado via controle de corpos de prova moldados estes devem estar correlacionados com corpos de prova extraídos da peça confeccionada (sem a interferência de armadura).

A correlação deve ser estabelecida em corpos de prova moldados sem cura a vapor mesmo que as peças que estão sendo produzidas estejam sendo submetidas ao vapor.

Esta correlação deve ser confirmada a cada 2 meses de produção ou 500 m³ de concreto.

- Resistência a compressão axial (NBR-5739)

Deverão ser ensaiados CP's, moldados conforme lotes apresentados na Tabela 1, de forma a atender todos os controles de resistência intermediários (fcj) especificados para as peças;

como resistência de transferência da protensão, resistência de saque e içamento, etc; conforme definidos em projeto.

Deverão ser ensaiados CP's, moldados por lotes estatísticos, conforme Tabela 1 para o controle de resistência característica do concreto (fck), também definido em projeto.

- Módulo de deformação estática (NBR-8522)

Deverão ser ensaiados CP's, moldados conforme lotes apresentados na Tabela 1, de modo a atender os valores mínimos para liberação da transferência de protensão, e/ou levantamento de peça, conforme definido em projeto.

- Absorção de água por imersão e fervura (NBR-9778)

Os resultados dos CP's ensaiados; moldados conforme lotes apresentados na Tabela 1, deverão apresentar resultados inferior ou no máximo igual a 8%, aos 28 dias de idade.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 3/19

- Absorção capilar (SIA 162/1)

Plotar a curva de desempenho da absorção capilar x tempo, para o período de 0 a 15 dias após a idade de liberação (28 dias), sendo o limite de aceitação dado pela absorção capilar para 24 horas de ensaio: $a_{24} \leq 15,0 \text{ g/m}^2/\text{s}^{1/2}$.

- Penetração de água sob pressão (NBR-10787)

Os resultados dos CP's ensaiados, moldados conforme lotes apresentados na Tabela 1, deverão apresentar resultados inferior ou no máximo igual a 5 cm de profundidade de penetração, aos 28 dias de idade.

- Resistividade Elétrica-Volumétrica (NBR-9204)

Os resultados dos CP's ensaiados moldados conforme a Tabela 1, deverão obedecer os seguintes limites:

- concreto entre terra externo e terra do túnel $\leq 15.000 \text{ ohm.cm}$;
- concreto entre terra do túnel e terra da via $\leq 60.000 \text{ ohm.cm}$;

- Teor de lixiviação do concreto (inclusive através das fissuras)

Limite: zero

2.1.2. Verificações nas Peças Concluídas

2.1.2.1. Após a desforma deverá ser feita uma inspeção criteriosa de cada

peça antes da liberação para montagem

Nesta inspeção deverão ser observados:

- Verificação dimensional atendendo no mínimo às disposições constantes na NBR 9062, item 5.2.2;
- Identificação da Peça (obrigatório);
- Ausência de fissuras;
- Distorções: flechas/contra-flechas/arqueamentos, conforme limites estabelecidos na NBR 9062, item 5.2.5;
- Ausência de falhas e/ou defeitos de concretagem como ninhos, vazamentos de pasta, rebarbas, etc;
- O acabamento deve apresentar homogeneidade de coloração, totalmente isento de segregações, fissuras, bolhas e micro-bolhas e reparos visíveis, atendendo às exigências estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

2.1.2.2. Estanqueidade à Água

Quando o concreto tem responsabilidade de estanqueidade à água este deve atender às exigências estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes, referente à concreto ou argamassa polimérica.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 4/19

2.2. Serviço em Andamento

Caberá à Contratada, dentro de seu Procedimento Executivo, propor os parâmetros e limites que adotará durante a etapa em execução, para assegurar que sejam atendidos todos os parâmetros especificados na Etapa do Serviço Concluído.

2.2.1. Parâmetros e Amostragem Mínimos

Materiais

- Cimento

Conforme as especificações brasileiras NBR-5732, NBR-5733, NBR-5735, NBR-5736, NBR-5737 e NBR-11578.

Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 2. Nas regiões de acesso visual do público o cimento empregado na confecção do concreto deve apresentar coloração homogênea atendendo ao item de acabamento descrito na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

- Agregados

Conforme a especificação brasileira NBR-7211.

Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 3. Nas regiões de acesso visual do público, estes devem ser controlados, para o concreto apresentar coloração homogênea, atendendo ao acabamento descrito na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

- Aditivos

Conforme a especificação brasileira NBR-11768 .

Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 4.

- Fibras

Conforme as especificações ASTM-C 1116/91 e ASTM-A 820/90

- Adições

Sílica Ativa ou Polímeros.

A composição química e os requisitos físicos a serem controlados e atendidos pela Sílica Ativa, deverão estar de acordo com a especificação ASTM C-1240/93.

No caso do emprego de polímeros, estes devem ser à base de acrílicos ou metacrilatos e obedecer as especificações dos fabricantes.

- Água

Atender aos parâmetros exigidos na NBR-6118, item 8.1.3, analisada no início do estudo de dosagem e regularmente a um intervalo máximo de 6 meses ou sempre que houver suspeitas.

- Aço



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 5/19

Conforme as especificações brasileiras NBR-7480, NBR-7481, NBR-7482 e NBR-7483; sendo o lote de amostragem definido respectivamente nos itens 3.1, 6.3, 6.2 e 6.2 das normas citadas.

- Bainhas

Aplicar o disposto na NBR-7197, item 10.1.9, empregando-se as bainhas semi-rígidas galvanizadas.

- Aparelhos de apoio de elastômero

Conforme a especificação brasileira NBR-9783, além das disposições dadas na NBR-9062 item 7.2.1.5, sendo o lote de amostragem dado na NBR 9783 item 3.2.

Armaduras

Deverão ser obedecidas as disposições construtivas conforme NBR-9062, item 9.2, verificadas em todas as peças a executar.

Formas

Deverão ser obedecidas as disposições, construtivas conforme NBR-9062, item 9.5, observadas as tolerâncias dadas na NBR-9062 item 5.2.2., para todas as peças a executar.

Concreto Fresco

Nas etapas de mistura e transporte deverão ser realizadas inspeções visuais, visando a garantia da homogeneidade e inexistência de segregação dos materiais. Para cada tipo e classe de concreto a ser lançado na estrutura, devem ser realizados os seguintes ensaios:

- Abatimento do Tronco de Cone (NBR-7223)

Concreto preparado em betoneiras estacionárias

- a) na primeira amassada;
- b) ao reiniciar a concretagem após uma interrupção de pelo menos 2 horas;
- c) na troca de operadores;
- d) cada vez que forem moldados corpos de prova, conforme dado na Tabela 1.

Concreto Preparado em Betoneiras Móveis

- a) Em cada betonada

- Massa Específica (NBR-9633) e Teor de Ar Incorporado (NBR 11686)

A cada moldagem de corpos de prova, para ensaio de absorção de água conforme dado na Tabela 1.

Concreto Endurecido

- Compressão Axial (NBR-5739)

Para cada lote conforme definido na Tabela 1, deverão ser moldados corpos de prova para cada idade intermediária de controle ou liberação.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 6/19

- Módulo de Deformação Estática (NBR-8522)

Para cada lote, conforme definido na Tabela 1, deverão ser moldados corpos de prova para cada idade intermediária de controle ou liberação

2.3. Normas e Especificações Técnicas a serem Atendidas

2.3.1. Especificações Técnicas da CPTM:

CPTM AK 4892-2 - Sistemas Impermeabilizantes

CPTM AK 4915-5 - Concreto Convencional Armado ou Protendido

2.3.2. Especificações de Órgãos Normativos

Normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

NBR-5732 - Cimento Portland Comum;

NBR-5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial;

NBR-5735 - Cimento Portland de Alto Forno;

NBR-5736 - Cimento Portland Pozolânico;

NBR-5737 - Cimento Portland Resistente a Sulfatos;

NBR-6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;

NBR-7197 - Projeto de Estrutura de Concreto Protendido □

NBR-7211 - Agregado para Concreto

NBR-7226 - Cimento - Terminologia;

NBR-7480 - Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado;

NBR-7481 - Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto;

NBR-7482 - Fios de Aço para Concreto Protendido

NBR-7483 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido

NBR-9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado

NBR-9935 - Agregados - Terminologia;

NBR-10788 - Concreto Protendido com Aderência Posterior - Execução da Injeção.

NBR-10789 - Execução da Protensão em Concreto Protendido com Aderência Posterior

NBR-11578 - Cimento Portland Composto;

NBR-11768 - Aditivos para Concreto de Cimento Portland;

NBR-12317 - Verificação de Desempenho de Aditivos para Concreto - Procedimento;

NBR-12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto - Procedimento;



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 7/19

NBR-12655 - Preparo, Controle e Recebimento de Concreto - Procedimento;

Normas ASTM (American Standard for Testing Materials)

C-494-92 - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete

C-1116-91 - Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete;

C-1240-93 - Standard Specification for Silica Ativa for use in Hydraulic - Cement Concrete and Mortar.

A-820-90 - Standard Specification for Fibers in Fiber Reinforced Concrete

Normas CETESB

L1.007 - Determinação da Agressividade da Água ao Concreto

Normas C.E.B (Comite Euro International du Beton)

CEB - FIP Model Code 1990

2.3.3. Métodos de Ensaio de Órgãos Normativos

Normas ABNT

NBR-5739 - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos de Concreto;

NBR-5740 - Análise Química de Cimento Portland - Disposições Gerais;

NBR-5742 - Análise Química do Cimento Portland - Processos de Arbitragem para Determinação de Dióxido de Silício, Óxido Férrico, Óxido de Alumínio, Óxido de Cálcio e Óxido de Magnésio;

NBR-5743 - Cimento Portland - Determinação de Perda ao Fogo

NBR-5744 - Análise Química de Cimento Portland - Determinação do Resíduo Insolúvel;

NBR-5745 - Cimento Portland - Determinação de Anidrido Sulfúrico

NBR-5750 - Amostragem de Concreto Fresco Produzido por Betoneiras Estacionárias

NBR-5753 - Cimentos - Método de Determinação de Atividade Pozolânica em Cimento Portland Pozolânico;

NBR-5754 - Determinação do Teor de Escória Granulada em Cimento Portland de Alto Forno;

NBR-6474 - Cimento Portland e Outros Materiais em Pó - Determinação da Massa Específica;

NBR-7215 - Ensaio de Cimento Portland;

NBR-7217 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica;



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 8/19

NBR-7218 - Agregados - Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis;

NBR-7219 - Agregados - Determinação do Teor de Materiais Pulverulentos;

NBR-7220 - Agregados - Determinação de Impurezas Orgânicas Húmicas em Agregado Miúdo;

NBR-7223 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;

NBR-7224 - Cimento Portland e outros Materiais em Pó - Determinação da Área Específica;

NBR-8548 - Barras de Aço Destinadas a Armadura para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda - Determinação da Resistência à Tração;

NBR-9203 - Cimento Portland Comum e Clínquer - Análise Química por Complexometria;

NBR-9204 - Concreto Endurecido - Determinação da Resistividade Elétrica - Volumétrica;

NBR-8522 - Concreto - Determinação do Módulo de Deformação Estática e Diagrama Tensão e Deformação;

NBR-9606 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Espalhamento do Tronco de Cone;

NBR-9773 - Agregado - Reatividade Potencial de Álcalis em Combinação Cimento - Agregado

NBR-9774 - Agregado - Verificação da Reatividade Potencial pelo Método Químico;

NBR-9775 - Agregados - Determinação da Umidade Superficial em Agregados Miúdos por meio do Frasco de Chapman;

NBR-9776 - Agregados - Determinação da Massa Específica de Agregados Miúdos por Meio do Frasco de Chapman;

NBR-9777 - Agregados - Determinação da Absorção de Água em Agregados Miúdos;

NBR-9778 - Argamassa e Concreto Endurecidos - Determinação da Absorção de Água por Imersão - Índice de Vazios e Massa Específica;

NBR-9832 - Concreto e Argamassa - Determinação dos Tempos de Pega por Meio de Resistência à Penetração;

NBR-9833 - Concreto Fresco - Determinação da Massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico;



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 9/19

NBR-9936 - Agregados - Determinação do Teor de Partículas Leves;

NBR-9937 - Agregados - Determinação da Absorção e da Massa Específica de Agregado Graúdo;

NBR-10787 - Concreto Endurecido - Determinação da Penetração de Água sob Pressão;

NBR-10908 - Aditivos para Argamassa e Concreto - Ensaios de Uniformidade

NBR-11579 - Cimento Portland - Determinação da Finura por Meio da Peneira 0,075mm (nº 200)

NBR-11581 - Cimento Portland - Determinação dos Tempos de Pega;

NBR-11582 - Cimento Portland - Determinação da Expansibilidade de Le Chatelier;

NBR-11583 - Cimento Portland e Matérias Primas - Determinação de Anidrido Carbônico (CO₂) por Gasometria;

NBR 11686 - Concreto Fresco - Determinação do Teor de Ar pelo Método Pressiométrico

Normas ASTM

C-227-80 - Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement – Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method);

Outros

Ensaio de NBRI - Reatividade Potencial Cimento-Agregado;

CEN/TC/165/WG9 (Comité Européen de Normalisation)

3. IMPOSIÇÕES DE PROJETO

3.1. Vida Útil

Devem ser tomadas todas as medidas tecnológicas para assegurar vida útil, mínima, de 100 anos.

3.2. Resistência à Compressão Axial

3.2.1. Resistência Característica (fck)

O valor mínimo da resistência do concreto (fck_{est}) dada segundo a NBR-6118 deverá ser maior ou igual ao valor da resistência característica do concreto, especificada em projeto (fck), e nunca menor que 30 MPa. O limite superior do fck é de 80 MPa.

3.2.2. Resistências Efetivas (fcj)

Deverão ser definidas em projeto as resistências efetivas no concreto, exigidas para o manuseio, transporte e início dos serviços de protensão, no caso de elementos pós tracionados e para a transferência da protensão para o elemento, no caso de pré-tracionados, determinadas de acordo com a NBR 9062 item 9.2.5.3.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 10/19

3.3. Durabilidade

3.3.1. Absorção de Água por Imersão e Fervura (NBR-9778)

O revestimento deverá ser projetado para valores de absorção máximos de 8%.

3.3.2. Penetração de Água sob Pressão (NBR-10787)

O projeto deverá fixar valor máximo de 5cm.

3.3.3. Resistividade Elétrica Volumétrica (NBR-9204)

O revestimento deverá ser projetado para atender aos seguintes valores de resistividade elétrica - volumétrica do concreto:

- concreto entre terra externo e terra do túnel □□15.000 ohm.cm;
- concreto entre terra do túnel e terra da via □□60.000 ohm.cm ;

3.3.4. Tipo e Consumo de Cimento

Para as obras enterradas, deve-se empregar Cimentos Portland Resistentes à Sulfatos (NBR5737). O consumo mínimo de cimento deverá ser igual ou superior a 320 kg/m³ de concreto.

3.3.5. Relação Água/Cimento

A relação água /cimento real na estrutura deverá ser, no máximo, de 0,55.

3.3.6. Grau de Agressividade do Meio Aquoso ao Concreto

Deverá ser levado em consideração o grau de agressividade do meio aquoso ao concreto, dado conforme norma CETESB L1.007, de modo a serem incorporados ao projeto, cuidados relativos a durabilidade da estrutura, sujeita a estas águas.

3.4. Tolerâncias

Deverão ser definidas em projeto as folgas e as tolerâncias dimensionais admissíveis aos elementos, pré-moldados, no mínimo conforme estabelecido na NBR 9062 item 5.2.2 .

3.5. Concreto como Sistema Impermeabilizante

Caso o Concreto Pré Moldado tenha participação como elemento de estanqueidade à água, este concreto deverá ser polimérico, conforme indicado na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

3.6. Cobrimento de Qualquer Armadura Estrutural

As armaduras deverão apresentar um cobrimento mínimo de concreto de 3cm.

Complementarmente, deverão ser obedecidos os valores de cobrimentos, mínimos, preconizados pela NBR-6118, mas nunca inferior a 3 cm, tanto para estruturas moldadas “in loco”, como pré-moldadas.

3.7. Túneis: Instalação de Chumbadores e Insertos - Etapa em Execução e Obra Concluída

Deverá ser previsto pelo Projeto a delimitação de áreas para a instalação de chumbadores.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 11/19

É vedado, tanto na etapa durante a execução, como na etapa obra concluída, o emprego de insertos ou chumbadores que comuniquem o concreto projetado de primeira fase com o concreto (projetado ou convencional) de segunda fase, integrantes do revestimento do túnel.

No caso de túneis em rocha em que tenhamos apenas uma fase de revestimento, o chumbador poderá atravessar o revestimento e se apoiar dentro da rocha.

Em qualquer dos casos acima citados, os chumbadores ou insertos deverão ser instalados com sistema vedante de infiltrações à base de resina epoxídica cerâmica, pois sob nenhuma circunstância estes poderão introduzir infiltrações. Estas resinas devem ter, no mínimo, a vida útil do concreto.

3.8. Aspecto Estético

A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregações, bolhas, lixiviação, fissuras e apresentar coloração homogênea e textura lisa.

Qualquer estrutura que tenha acesso visual do público, deve ser confeccionada com o mesmo tipo e marca de cimento, assegurando-se a mesma composição química para toda a obra.

3.9. Aços

Deverão ser especificados em projeto, a designação dos aços de protensão a serem utilizados (categoria e classe de relaxação), assim como: a categoria e classe dos aços da armadura passiva, o módulo de elasticidade (adotado para o cálculo dos alongamentos teóricos dos cabos), dimensões, bitolas, quantidades, formas, detalhes de solda e emendas.

3.10. Bainhas

Deverá ser especificada em projeto o tipo e dimensão da bainha a ser utilizada, sendo empregado bainhas semi-rígidas galvanizadas.

O material de enchimento das bainhas deverá ser isento de cloretos e de cimentos compostos com escória.

3.11. Protensão

3.11.1. Força de Protensão

Deverá ser especificada em projeto a força inicial de protensão, considerada antes do encunhamento. Deverão ser indicados os valores considerados para:

- deslocamento das ancoragens;
- perda por atrito em trechos curvos ($\square$);
- perda por atrito em trecho reto ($\square$)

(a notação exposta é da NBR-7197, item 8.5)

3.11.2. Seqüência de Protensão

Deverá ser especificada em projeto a seqüência de protensão dos cabos, de acordo com as diversas etapas previstas para a protensão da peça.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 12/19

3.11.3. Alongamento Teórico dos Cabos

Deverão ser especificados em projeto os alongamentos teóricos dos cabos, os quais deverão ser corrigidos, proporcionalmente, em função do módulo de elasticidade real dos aços utilizados em obra.

Os alongamentos teóricos corrigidos, não poderão deferir dos obtidos, para fins de aceitação, dentro dos seguintes limites:

variação, para mais ou para menos, de 10% em um único cabo;

variação, para mais ou para menos, de 5% para o conjunto de cabos de cada vão, para cada posição de momento (positivo ou negativo)

3.11.4. Acessórios para Injeção

Deverão ser indicadas em projeto as posições dos purgadores e respiros para a expulsão do ar, no decorrer da operação de injeção.

Também devem ser indicados, se necessários, pontos auxiliares intermediários de injeção.

3.12. Tubos de Concreto Pré Moldados

Deverão ser projetados e executados de acordo com a norma CEN/ TC/ 165/ WG 9 (Comité Européen de Normalisation). No caso de "Piping Jack" deve-se seguir as diretrizes "desempenho superior".

3.13. Identificação da Peça

Deverá ser definido no projeto, o nome identificativo da peça que deverá ser pintado gravado ou fixado na mesma. Esta identificação deverá ser idêntica à constante nos desenhos de montagem, conter a data de moldagem, o número do molde utilizado e a indicação de pertencente a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.

3.14. Alças e Apoio para Estocagem

Deverão ser definidas em projeto a locação das alças para içamento assim como a locação das regiões de apoio para estocagem e/ou transporte.

3.15. Correlação entre Corpos de Prova Moldados e as Peças

Deve-se estabelecer a correlação entre corpos de prova extraídos das peças e corpos de prova moldados sem cura térmica.

4. REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO EXECUTIVO

O Procedimento Executivo deverá constituir-se num conjunto de documentos informativos sobre as diretrizes a serem seguidas e os objetivos a serem alcançados pela Contratada, no que diz respeito às fases de Projeto Executivo e Produção.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 13/19

4.1. Estratégia de Suprimentos

4.2. Formas

As formas deverão ser executadas e montadas obedecendo rigorosamente as dimensões de projeto, sempre com os cuidados e procedimentos relativos a formas para concreto aparente. Deverão ser dimensionadas para suportar as pressões resultantes do lançamento e adensamento do concreto e do trânsito de pessoas e materiais.

No procedimento executivo deverão constar as especificações e os procedimentos para:

- materiais utilizados;
- montagem / desmontagem
- estanqueidade;
- limpeza;
- tolerância (mínima conforme item 3.3)
- fixação de insertos / nichos etc.;
- chanfros em arestas vivas;
- utilização de desmoldantes (marca/tipo/cuidados);
- deformações admissíveis;
- demais considerações constantes na NBR-9062, item 9.5.

4.3. Controle Tecnológico - Plano de Amostragem

4.4. Materiais Constituintes da Estrutura

A caracterização prévia dos materiais deverá apresentar marcas, tipos, procedência, fornecedores e as características físicas e químicas requeridas.

4.5. Estocagem e Movimentação de Materiais

4.6. Produção de Concreto

- Traços e seus respectivos resultados

O estudo deverá ser feito em laboratório idôneo e os resultados deverão ser apresentados com uma antecedência mínima de 30 dias do início da aplicação do concreto em estudo.

- Dosagem e Mistura
- Transporte
- Lançamento
- Adensamento
- Acabamento Superficial
- Correlação entre corpos de prova moldados e corpos de prova extraídos das peças.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 14/19

4.7. Cura

Deverão ser especificados pela Contratada, os tipos de cura a serem utilizados e seus respectivos equipamentos e procedimentos para execução, respeitando-se as disposições, constantes da NBR-9062 item 9.6 .

4.8. Protensão

Deverão ser informados pela Contratada, no seu Procedimento Executivo, os equipamentos e acessórios a serem utilizados nos serviços de protensão, bem como os procedimentos na execução dos mesmos, sendo que as operações de protensão deverão ser controladas com manômetro aferido pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), dentro do prazo de validade constante no certificado.

4.9. Manuseio

Deverão ser informados pela Contratada no seu Procedimento Executivo, os elementos e acessórios utilizados no içamento e transporte dos elementos de concreto pré-moldados, bem como os procedimentos e cuidados a serem obedecidos, visando a integridade das peças.

4.10. Estocagem

Deverão ser detalhados pela Contratada, no seu Procedimento Executivo, os procedimentos, os cuidados a serem observados, os equipamentos de içamento e os acessórios de apoio, utilizados na estocagem dos elementos de concreto pré-moldado.

Deve-se considerar no dimensionamento das pilhas, as tensões admissíveis do solo e as tensões nas áreas de contato entre apoios e o concreto dos elementos pré-moldados, de modo a garantir a estabilidade das pilhas e a integridade das peças. É de extrema importância o estudo prévio do “lay-out” do canteiro de estocagem, de forma a atender da melhor maneira a sequência de montagem.

4.11. Montagem

Deverão ser informados pela Contratada no seu Procedimento Executivo, os equipamentos e acessórios utilizados na montagem dos elementos de concreto pré-moldado, bem como os procedimentos, sequência e cuidados a serem observados, visando a integridade das peças.

4.12. Acabamentos

Deverão ser informados pela Contratada, os equipamentos, procedimentos e métodos executivos a serem utilizados na execução das emendas, ligações e calafetação de juntas, etc., conforme especificados em projeto, para serem realizados após a montagem.

4.13. Procedimentos de Controle da Agressividade ao Concreto

- Água: agressividade medida pela Norma L1.007 da CETESB
- Solo: agressividade medida pela Norma L1.007 da CETESB
- Atmosfera.



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 15/19

5. DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA A COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS

5.1. Antes do Início das Atividades

- Procedimento Executivo
- Relatório de Estudo de Dosagem

Antes do início das atividades deverá ser emitido o Relatório completo de Estudo de Dosagem. Este relatório deverá ser fornecido a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos com uma antecedência, mínima, de 30 dias do início efetivo de aplicação do concreto, para a execução de peças pré moldadas.

Este estudo deverá ser confirmado em, no máximo, 30 dias de produção da estrutura, através dos ensaios exigidos no item 2.1. desta Especificação.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Dados de entrada para o estudo de dosagem;
- Metodologia adotada;
- As dosagens experimentais (executadas em laboratórios idôneos, levando em consideração as características de agressividade do meio);
- Dados obtidos durante o estudo (relação água-cimento real para cada mistura experimental aprovada para utilização, curvas de evolução de resistência, etc);
- Traços experimentais aprovados para utilização e correlação entre corpos de prova extraídos das peças e corpos de prova moldados sem cura térmica.

5.2. Durante a Execução

- Relatórios Periódicos de Controle da Obra em Execução

Ao serem iniciadas as atividades de execução das peças pré moldadas deverão ser enviados a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos os Relatórios Periódicos de Controle da obra em execução, com frequência mínima quinzenal.

Nestes Relatórios Periódicos da Obra em Execução, deverão ser fornecidos todos os dados do controle exercido pela Contratada, com uma sistemática tal que permita a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos , de forma ágil, o conhecimento detalhado e atualizado da situação da qualidade da obra.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Controle efetuado no período;
- Concreto (ensaios com corpos de prova moldados);
- Verificações na estrutura concluída;
- Gráficos de acompanhamento e evolução;



Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 16/19

- Análise e interpretação dos resultados;
- Aceitação ou rejeição do lote.

Apresentação das Informações:

Os Relatórios Periódicos deverão conter tabelas e gráficos de consolidação, para uma melhor visualização da situação da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle das Etapas em Andamento. Deverão ser apresentados no mínimo os gráficos:

- crescimento da resistência versus tempo;
- variabilidade dos parâmetros de durabilidade e resistência dentro do período.
- correlação entre corpos de prova extraídos da estrutura e os corpos de prova moldados sem a influência da cura térmica.

5.3. Após o Serviço Concluído

- Relatório Final do Concreto Pré-Moldado Concluído

A Contratada deverá formular um relatório técnico final de consolidação dos resultados de controle obtidos durante e após concluídos os serviços.

Este relatório técnico deverá ser conclusivo e avaliará a estrutura executada sob os aspectos de estabilidade e durabilidade, podendo esta consolidação e análise ser feita para os diferentes tipos de estruturas pré-moldadas.

- Apresentação das Informações:

Os Relatórios Periódicos deverão conter tabelas e gráficos de consolidação para uma melhor visualização da situação da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle das Etapas em Andamento. Deverão ser apresentados, no mínimo, os gráficos:

- crescimento da resistência versus tempo;
- variabilidade dos parâmetros de durabilidade e resistência dentro do período.
- correlação entre corpos de prova extraídos da estrutura e os corpos de prova moldados sem a influência da cura térmica.



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 17/19

TABELA 1 - CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Controle do Serviço em Execução e Concluído- - Nº. de CP's a moldar por peça

Volume de Concreto da Peça (Vp)	Ensaio	Nº de CP's à moldar	Aplicação
Vp < 2,00 m³ (*)	Resistência a Compressão Axial	4 CP's por peça ou bateria	aceitação/controle fck
		2 CP's por peça ou bateria	liberação (fcj1) (a)
		2 CP's por peça ou bateria	liberação (fcj2) (a)
		2 CP's por peça ou bateria	liberação (fcj3) (a)
	Módulo Absorção Penetração Abs.Capilar Resistividade	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de liberação (a)
		3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)
		3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)
		2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação
2,00 m³ ≤ Vp < 5,00 m³	Resistência a Compressão Axial	2 CP's a cada 2 m³ ou fração	Aceitação/ controle fck
		2 CP's a cada 2 m³ ou fração	liberação (fcj1) (a)
		2 CP's a cada 2 m³ ou fração	liberação (fcj2) (a)
		2 CP's a cada 2 m³ ou fração	liberação (fcj3) (a)
	Módulo Absorção Penetração Abs.Capilar Resistividade	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de liberação (a)
		3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)
		3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)
		2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação
Vp ≥ 5,00m³	Resistência a Compressão Axial	6 CP's a cada 5 m³ ou fração	aceitação/ controle fck
		4 CP's a cada 5 m³ ou fração	liberação (fcj1) (a)
		4 CP's a cada 5 m³ ou fração	liberação (fcj2) (a)
		4 CP's a cada 5 m³ ou fração	liberação (fcj3) (a)



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 18/19

	Absorção	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de liberação (a)
	Penetração	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)
	Abs.Capilar	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)
	Resistividade	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação
		2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)

(*) No caso de peças de pequeno volume ($< 2,00 \text{ m}^3$) considerar como peça única, cada conjunto de peças (bateria) executadas simultaneamente, cujo volume não ultrapasse $2,00 \text{ m}^3$, utilizar controle para $V_p < 2,00 \text{ m}^3$.

(a) moldagens para idades intermediárias de controle e/ou liberação conforme especificadas em projeto (implantação da protensão/desforma/içamento, etc..)

(b) (b) ensaios a serem realizados em função do tipo e responsabilidade da estrutura, realizá-los para anéis de Shield, estacas, paredes diafragma e outras estruturas em contato com o solo.

TABELA 2 - CIMENTOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
A CADA 30t	Finura de peneira 0,075mm	NBR-11579
	Área específica (1) - (2)	NBR-7224
	Tempos de inicio fim de pega	NBR-11581
	Expansibilidade à quente	NBR-11582
	Resistência a compressão	NBR-7215
A CADA 8 AMOSTRAS DE RECEBIMENTO	Perda ao fogo	NBR-5743
	Resíduo Insolúvel (1)	NBR-5744
	Trióxido de enxofre (SO_3)	NBR-5745
	Óxido de magnésio (Mg) (2)	NBR-9203 NBR-5742
	Anidrido Carbônico (CO_2)	NBR-11583
	Teor de escória (4)	NBR-5754
	Atividade Pozolânica (5)	NBR-5753
	Indicação dos compostos C3A e C4AF + C2F (3)	NBR-9203 NBR-5740

(1) Exceto para o cimento CPIII (2) Exceto para o cimento CPIV (3) Somente para o cimento CPV
(4) Somente para os cimentos CPIII e CPII-E (5) Somente para os cimentos CPIV e CPII-Z



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título: CONCRETO PRÉ-MOLDADO			
Identificação: CPTM AK 4916-3	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 19/19

TABELA 3 - AGREGADOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
SEMANAL POR FORNECEDOR	Determinação da composição granulométrica	NBR-7217
	Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis	NBR-7218
	Determinação do teor de materiais pulverulentos	NBR-7219
	Determinação do teor de partículas leves	NBR-9936
	Determinação de impurezas orgânicas	NBR-7220
A CADA 2 H	Determinação da umidade superficial	NBR-9775
BIMESTRAL POR FORNECEDOR	Determinação da massa específica na condição saturada superfície seca	NBR-9776
	Determinação da absorção de água	NBR-9777
	Determinação da massa específica na condução saturada - superfície seca	NBR-9937
	Determinação da absorção de água	NBR-9937
	Determinação da reatividade potencial de álcalis em combinação cimento - agregado	NBR-9733

TABELA 4 - ADITIVO / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
A CADA 2000 kg DE ADITIVO	pH	NBR-10908
	Teor de sólidos	
	Densidade	
	Teor de cloretos	
CASOS ESPECÍFICOS QUANDO HOUVER SUSPEITAS QUANTO AO COMPORTAMENTO DO ADITIVO	Desempenho	NBR-12307
	Espectrofotometria de infravermelho	ASTM-C-494