



**comitê brasileiro
de grandes barragens**

**XIV
seminário
nacional de
grandes barragens**

TECNOLOGIA DO CONCRETO MINIMIZA ETAPA DE
EXECUÇÃO DE CONCRETO EM SEGUNDO ESTÁGIO

**anais
volume II
temas III e IV**

recife, agosto 1981

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS

RECIFE

SETEMBRO/1981

TECNOLOGIA DO CONCRETO MINIMIZA ETAPA DE EXECUÇÃO DE CONCRETO EM
SEGUNDO ESTÁGIO

TEMA III

ENGº FRANCISCO R. ANDRIOLO
- DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA
DOS MATERIAIS E TÉCNICA DAS
CONSTRUÇÕES

THEMAG ENGENHARIA

Este trabalho vem divulgar uma técnica de construção, utilizada para a execução de concretos em segundo estágio.

A técnica de construção usada, baseia-se no aproveitamento de uma expansão do concreto, para combater o efeito de assentamento, ou sedimentação, causada pela elevada plasticidade (trabalhabilidade) desse tipo de concreto.

A expansão desses concretos é obtida pela ação de um agente (aditivo) expensor adicionado como ingrediente de mistura, durante a "betonagem".

A expansão obtida minimiza o aparecimento de vazios, que ocorreria pelo assentamento do concreto, e dessa forma minimiza ou elimina a etapa de injeção do contato, que deveria ser feita.

O trabalho objetiva trazer algumas informações orientativas sobre a possibilidade de uso de "concretos com aditivos expansores" para a execução de concretagens em segundo estágio.

A utilização de "concretos com expansores" pode minimizar os serviços de injeção normalmente indicados como etapa complementar para o preenchimento dos vazios.

UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS SECUNDÁRIOS

Os "Concretos Secundários" ou "Concretos em Segundo Estágio" são conceituados como sendo concretos aplicados para envolvimento de embutidos ou peças metálicas, que por conveniências, cronogramas ou desvinculamento de atividades, são colocadas em recessos previamente moldados no concreto primário.

Na construção de obras de Usinas Hidroelétricas os "Concretos Secundários" são utilizados em vários locais, como ilustram as Figuras I e II.

Devido às dificuldades de acesso, densidade de armadura, confinamento, ou pelo próprio plano de concretagem estabelecido, os concretos utilizados para envolvimento das blindagens e embutidos, geralmente, requerem trabalhabilidades (pelo abatimento do tronco de cone) entre 8 a 15cm, dependendo do grau de dificuldade para a concretagem.

É sabido e conhecido, entretanto, que para se elevar a trabalhabilidade há necessidade de se aumentar o teor de água (devido a um maior argamassamento) da mistura. Esse aumento do teor de água provoca uma sensível instabilidade de mistura, que se traduz pelo assentamento do concreto.

Esse assentamento é perfeitamente notório, através de ensaios.

Desta forma, se esse concreto com elevada trabalhabilidade for aplicado por debaixo de uma blindagem, ou estrutura, ocorrerá o assentamento, e no contato sob a blindagem aparecerão vazios, indesejáveis.

Esses vazios serão maiores a medida, que se elevar a trabalhabilidade, ou quanto maior for a altura da camada a ser executada como Concreto Secundário.

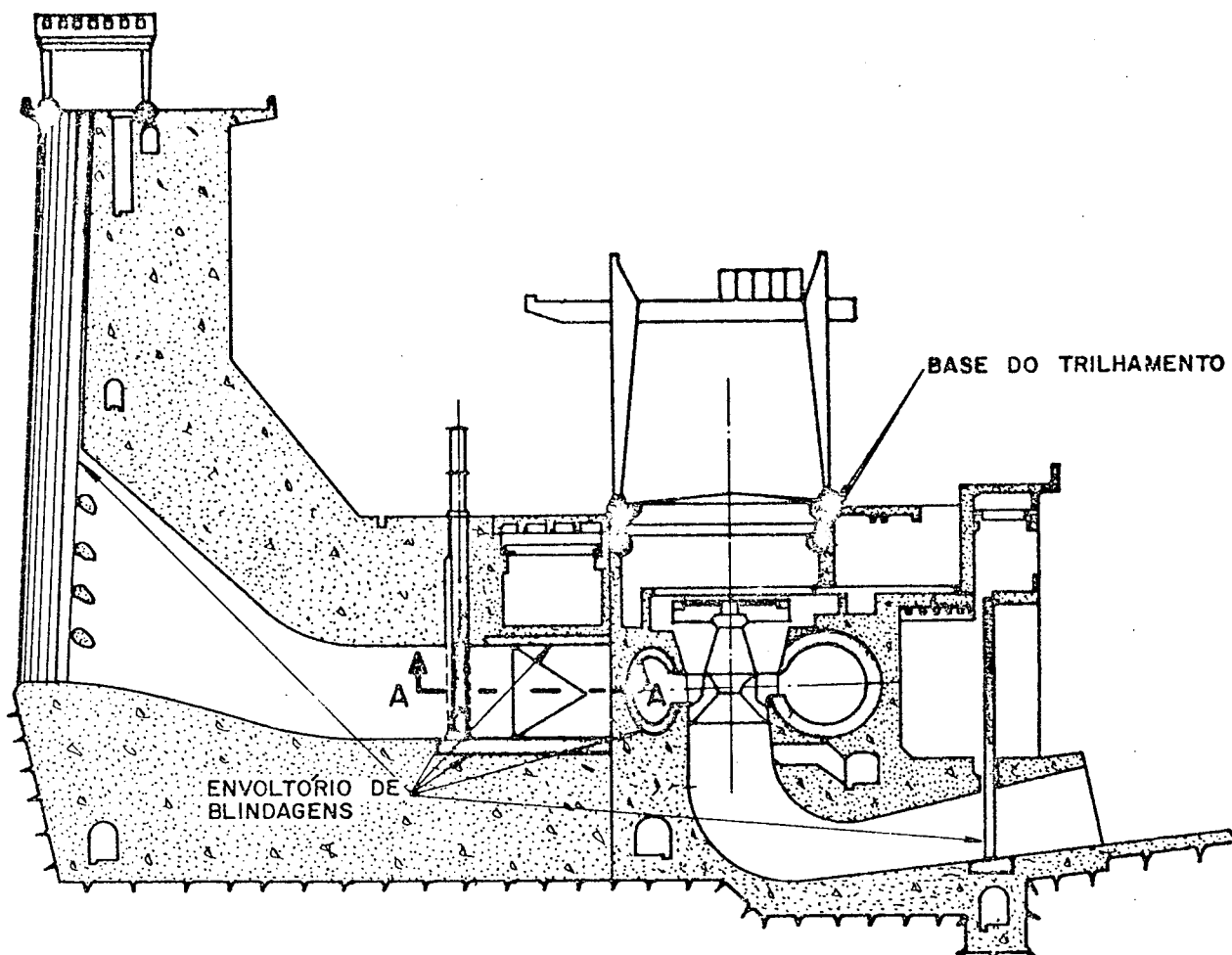


FIGURA I - Locais de utilização de Concreto Secundário.

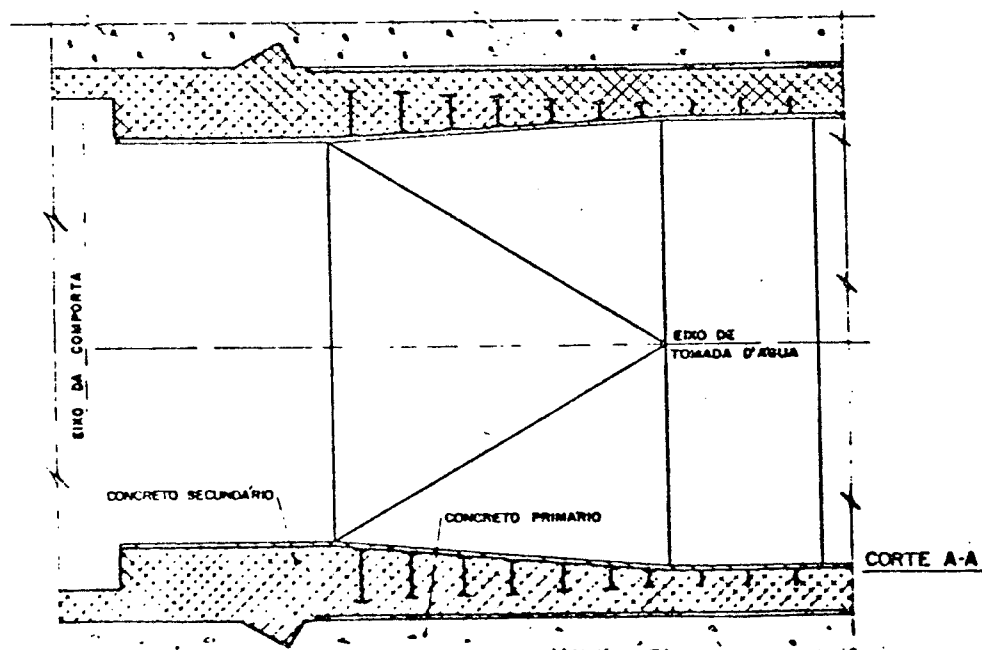


FIGURA II - Detalhe de concretagem em segundo estágio.

Para a execução dos serviços de concretagem envoltória de equipamentos normalmente são desenvolvidas as seguintes etapas:

ETAPA I - Execução do concreto primário deixando o recesso para a montagem do equipamento ou da blindagem. A Figura III ilustra uma sequência de execução de uma blindagem de comporta.

ETAPA 2 - "Block-out" executado

ETAPA 3 - Posicionamento e fixação da blindagem

ETAPA 4 - Execução do concreto em segundo estágio através de furos (de diâmetros entre 10 a 15 cm) deixados na blindagem

Os concretos, normalmente, utilizados nessas situações possuem $\emptyset$ máx 19 a 38 mm , e trabalhabilidade entre 8 e 15cm.

O adensamento é feito através de vibradores de mangotes com agulhas de diâmetros inferiores a 7cm.

ETAPA 5 - Término da concretagem

ETAPA 6 - Colocação dos tampões (arruelas metálicas) com diâmetros compatíveis com os furos das blindagens. Execução da solda e colocação de tubos de injeção nos furos (normalmente 3/4 a 1") das arruelas (dos bujões).

ETAPA 7 - Execução da injeção com caldas com água/cimento entre 0,8 a 0,5 (peso).

ETAPA 8 - Retirada dos tubos de injeção, colocação dos tampões (bujões), soldagem dos bujões, esmerilhamento (esmerilhamento).

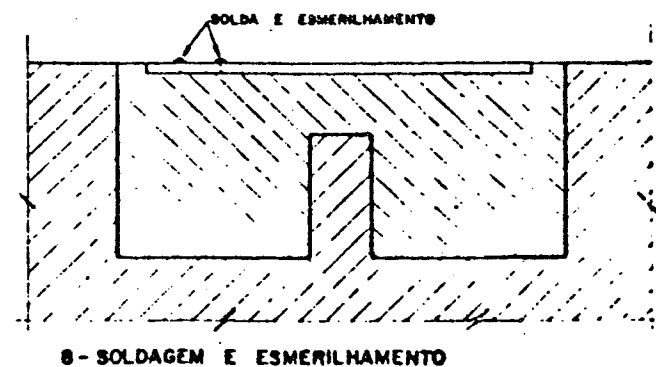
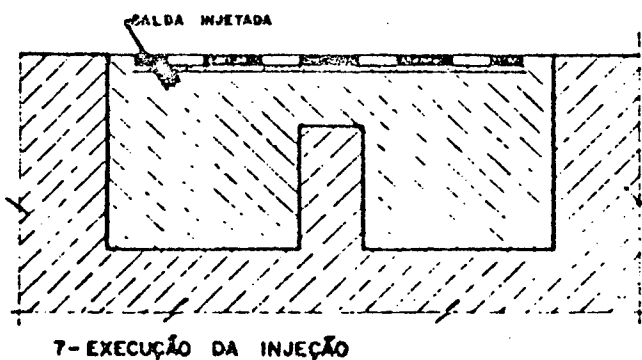
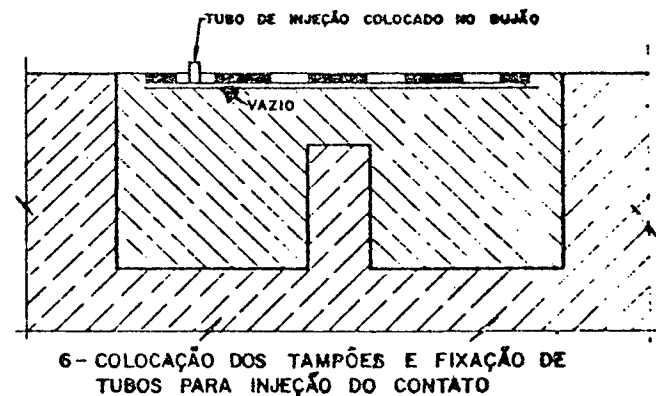
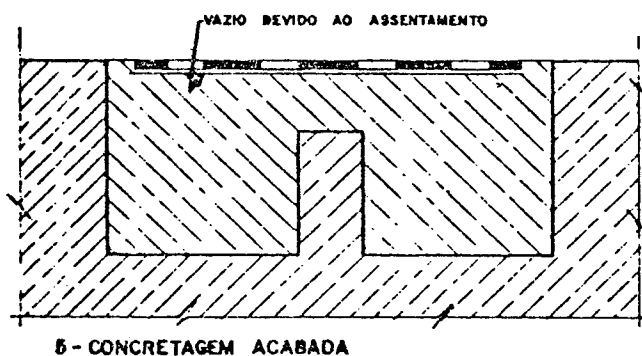
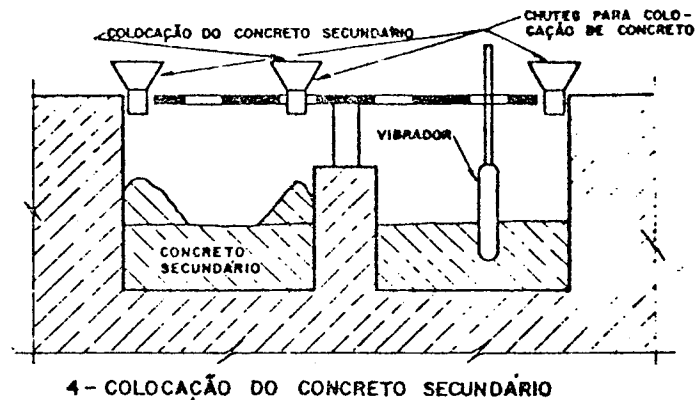
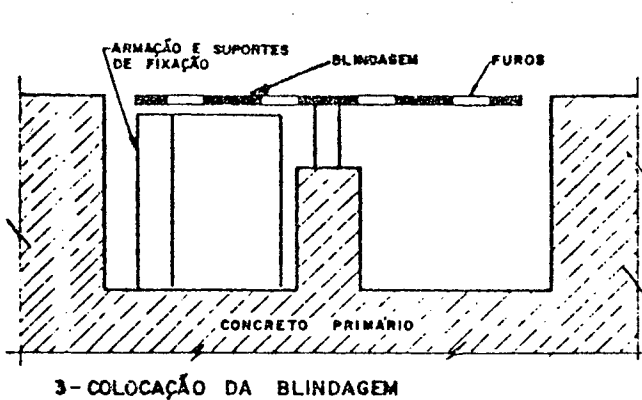
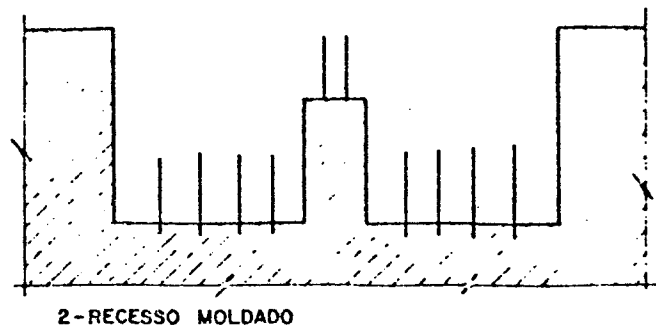
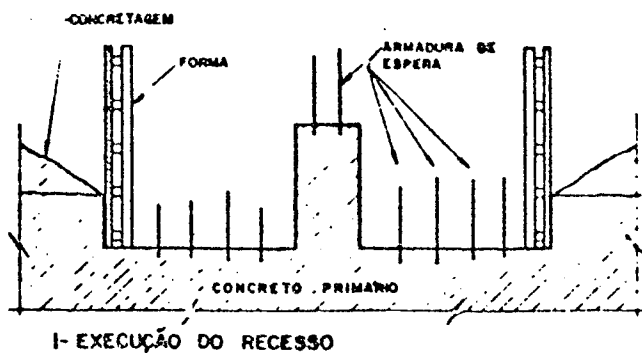


FIGURA III - Etapas normais de concretagem

5.1 GENERALIDADES

Com intuito de combater sedimentação, dos concretos de elevada trabalhabilidade, pode-se proporcionar as misturas, com certas quantidades de aditivos expansores, que provocam a expansão do concreto.

Os aditivos utilizados provocam a expansão durante o período anterior a "Pega" do concreto, ou seja, enquanto o concreto é ainda trabalhável, não havendo expansões, pela ação do aditivo, após o enrijecimento do concreto.

5.2 CARACTERÍSTICAS DOS CONCRETOS COM EXPANSOR

Os concretos são dosados, com agente expensor em quantidades suficiente, para se obter uma expansão "sólida" ao redor de 3%. Por expansão "sólida" entende-se a expansão da massa de concreto, descontando-se a parte sedimentada. A Figura IV ilustra este conceito.

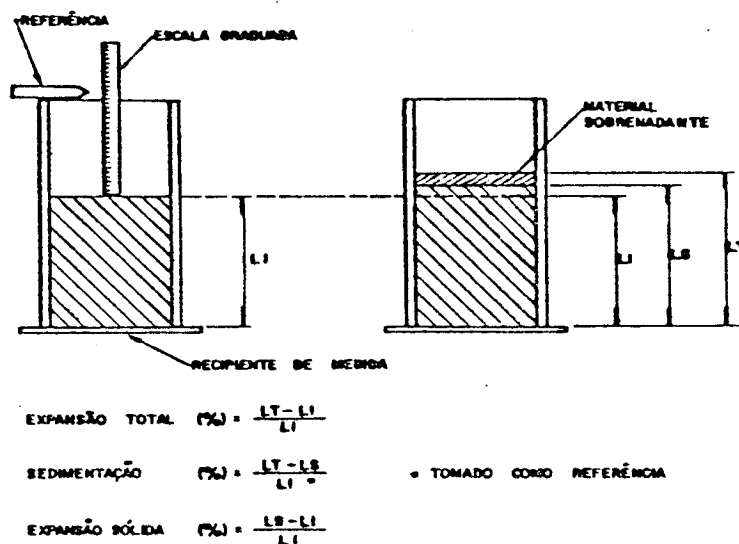


FIGURA IV - Ilustração sobre a expansão.

A Figura V mostra a ação do aditivo expensor em um concreto.

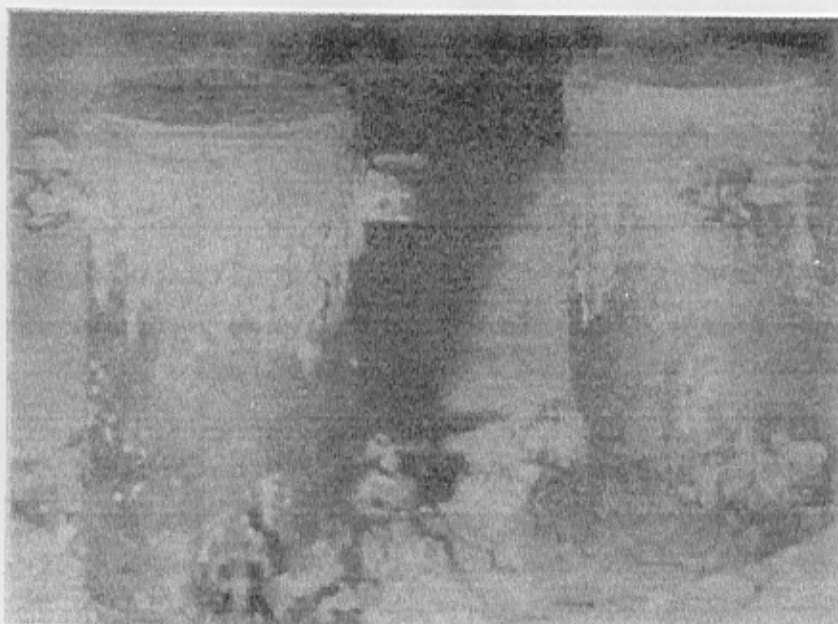


FIGURA V - Ação do aditivo expensor no concreto, evidenciando-se a expansão, sobressaindo ao molde.

Observa-se, entretanto, como ilustrado na Figura V, que a expansão, se ocorrer livremente, pode enfraquecer a parte não confinada, pela porosidade oriunda da expansão livre. O enfraquecimento é maior à medida que se aumenta a expansão.

Através de ensaios, executados sobre corpos de prova moldados com concreto com e sem aditivo expensor, encontrou-se que a Resistência à Compressão Axial Simples dos espécimes moldados com concreto com expensor (para se obter uma expansão sólida de 3%), em expansão livre, é de aproximadamente 50% da Resistência à Compressão do concreto referência (sem expensor).

Lembra-se entretanto que a utilização dos concretos com expensor, geralmente se faz em locais confinados, ou seja, a expansão não se dá livremente, mas confina-

da.

Desta forma ao se comparar a Resistência à Compressão de espécimes moldados com concretos com expensor (para expansão sólida ao redor de 3%) em situação confinada (com pesos sobre o topo do corpo de prova), com espécimes de concreto referência (sem expensor), observou-se que o concreto referência apresenta resistência, em média, 20% superior ao concreto com expansão confinada.

Essa diferença cai para valores entre 10% e 5% se além de haver o confinamento, se aplicar uma contra pressão, através de uma coluna de concreto fresco, permitindo então um melhor adensamento do concreto.

É importante salientar que ao se propiciar uma expansão sólida (ao redor de 3%) em situação confinada, a expansão poderá atuar como uma pressão contra o elemento confinante (no caso as blindagens).

Através de ensaios efetuados, colocando-se pesos no topo do espécime com intuito de controlar o confinamento (ver Figura VI), determinou-se que a pressão devido a expansão confinada, de 3%, esta ao redor de 300 g/cm^2 .

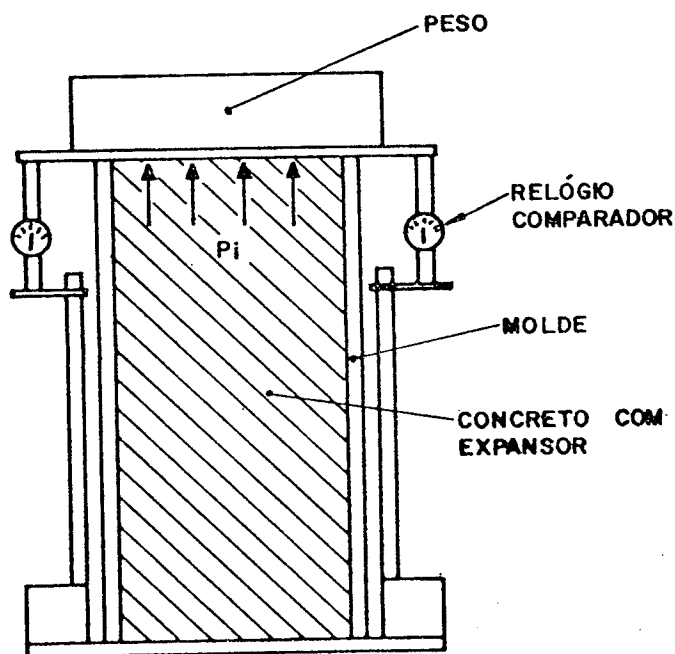


FIGURA VI - Esquema para determinar a pressão, da expansão, de confinamento.

Através da adição de pesos sobre o espécime mantem-se expansão confinada (relógios comparadores sob leitura constante) podendo-se determinar a pressão de confinamento "pi" ao término do período de expansão.

6

ETAPAS DE EXECUÇÃO COM CONCRETO COM EXPANSOR

Para a execução da concretagem em segundo estágio, do exemplo da Figura III, com concretos com expansor são desenvolvidas as seguintes etapas (Ver Figura VII):

ETAPA A - Execução do concreto primário, deixando o recesso para a montagem do equipamento ou da blindagem;

ETAPA B - Recesso executado;

ETAPA C - Posicionamento e fixação da blindagem;

ETAPA D - Execução do concreto em segundo estágio através de furos e chutes, colocando-se e adensando-se concreto de $\varnothing$ máx 38mm com expansor até aproximadamente 50cm da blindagem. Os últimos 50cm de altura são preenchidos com concreto com expansor, porém com agregados de bitola menor, visto que, normalmente, nessa região, sob as chapas das blindagens, existem "nervuras". Substituição do concreto fresco com expansor, ainda em estado plástico, da região não confinada, por concreto normal ou executar um confinamento com contrapeso.

A medida que for desenvolvendo a expansão, "revibrar" o concreto pelos furos das chapas expulsando o ar e a água sobrenadante, Limpar a região dos furos.

ETAPA E - Colocação dos tampões e bujões e execução da soldagem e "escariamento".

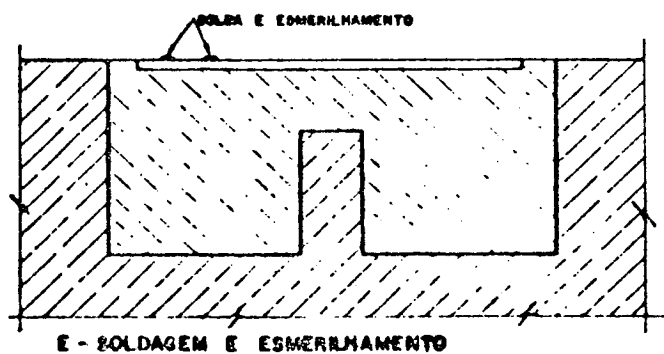
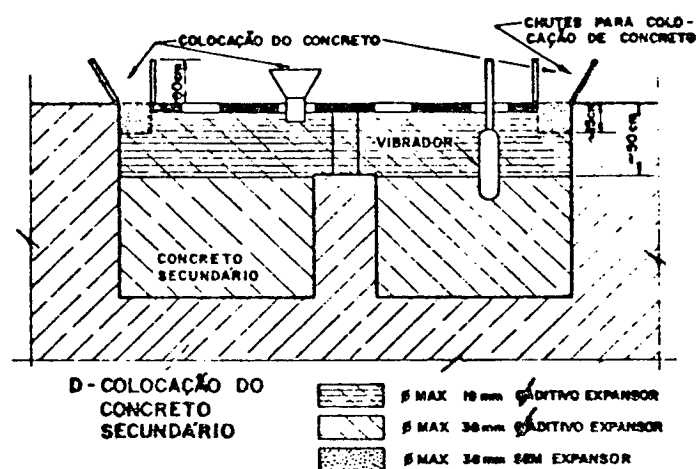
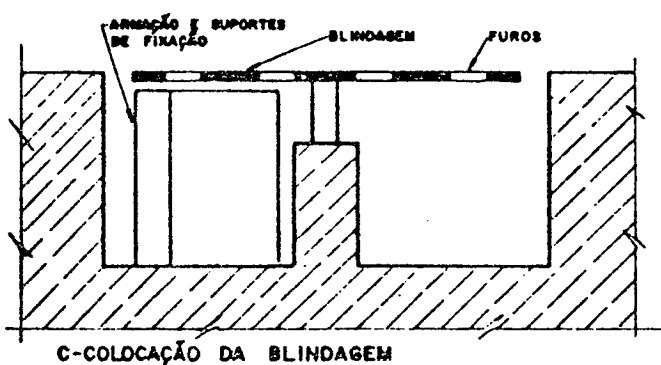
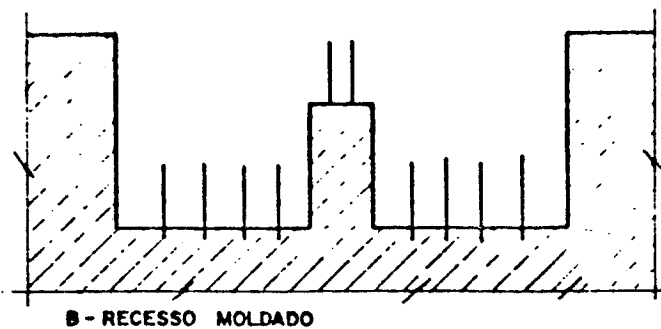
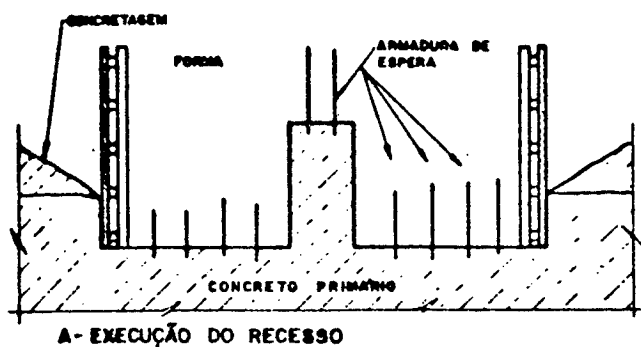


FIGURA VII - Execução do Concreto Secundário com Expansor

AVALIAÇÃO DO PROCESSO EXECUTIVO

Afim de avaliar o processo e garantir a inexistência de vazios, podem ser feitas verificações, como sugere a Figura VIII, através da tentativa de se injetar água com corante, procurando-se observar os pontos de fuga dessa injeção.

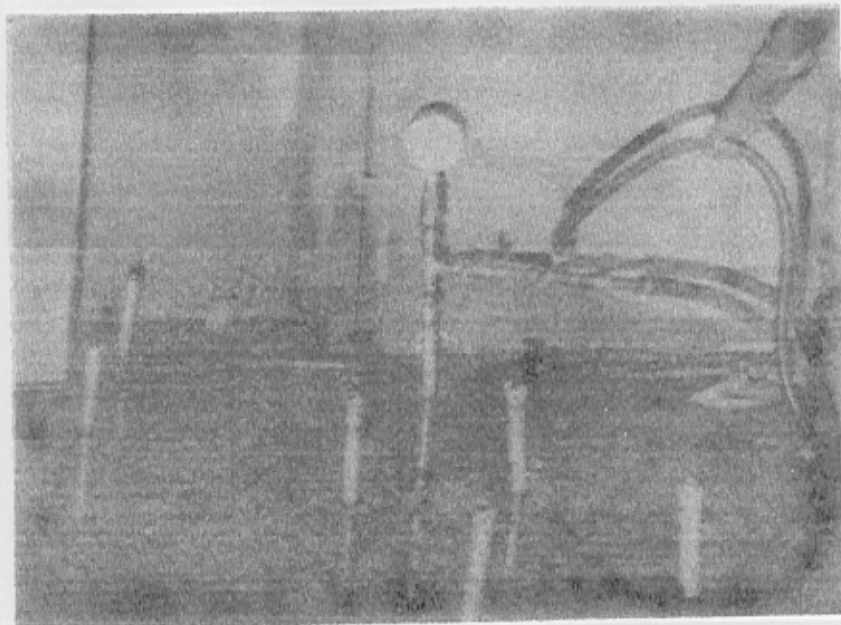


FIGURA VIII - Ensaio do tipo "Perda D'água". para verificação de eventuais vazios sob a blindagem.

Os ensaios executados, nas vezes em que essa técnica do concreto com expensor foi utilizada, mostraram a inexistência de vazios sob as blindagens, tornando-se desnecessária a injeção de contacto, eliminando-se dessa forma as etapas 5, 6 e 7 da Figura III.

COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

Pelo que se descreveu, observou-se que a utilização de concretos com expensor, para execução de concretagem em segundo estágio, pode eliminar etapas de serviços, reduzindo prazos e custos.

É importante lembrar que a utilização de concretos com expensor deve ser feita com base em estudos e acompanhamentos cuidadosos e criteriosos, devendo se considerar os seguintes itens:

- Características da mistura fresca do concreto referência (sem aditivo expensor);
- Escolha e pré-qualificação do aditivo expensor, dentro de uniformidade e características desejadas;
- Compatibilização do aditivo e os ingredientes do concreto;
- Proporcionamento correto do concreto para atingir a expansão desejada;
- Avaliar as propriedades do concreto com expensor, comparando-as com as do concreto referência ;
- Efetuar as correções necessárias;
- Fixar adequadamente os equipamentos e/ou blindagens com intuito de não sofrer os efeitos da pressão (da expansão de confinamento);
- Supervisionar, cuidadosamente, as operações de produção, transporte, colocação, adensamento e cura do concreto com expensor;
- Confirmar, eventualmente, a inexistência dos vazios através dos ensaios tipo "Perda D'Água".

- 8 BIBLIOGRAFIAS
- 8.1 PREPLACED AGGREGATE CONCRETE
- Corps of Engineers - Waterways Experiment Station -
U.S. Army
- 8.2 RELATÓRIOS C - CESP - ILHA SOLTEIRA
- 8.3 RELATÓRIOS C - ITAIPU BINACIONAL
- 8.4 CONCRETE CONSTRUCTION HANDBOOK - J.J.WADDELL
- 8.5 HANDBOOK OF HEAVY CONSTRUCTION - J.A. HAVERS - F.W.
STUBBS.