

UMA TÉCNICA SIMPLES E EFICIENTE PARA A DETECÇÃO E O TRATAMENTO DE INFILTRAÇÕES EM BARRAGENS DE CONCRETO

JOÃO FRANCISCO ALVES SILVEIRA - Promon Engenharia Ltda

RESUMO: Apresentam-se neste trabalho os resultados dos testes dos drenos de junta e dos drenos internos do concreto, realizados nas barragens de Itaipu, Três Irmãos e Xingó, que consistiram na sua pressurização com água ao final do período construtivo, permitindo uma maneira simples para a detecção de locais de infiltração através dos estruturas de concreto. Comenta-se o fato destes testes revelarem usualmente uma elevada porcentagem de drenos obstruídos, por materiais caídos durante a construção, e as técnicas utilizadas em sua limpeza. Apresenta-se o critério utilizado para classificação dos drenos quanto às vazões de infiltração, assim como a técnica empregada para o tratamento dos drenos de elevada vazão.

INTRODUÇÃO

Infiltrações através de barragens de concreto são frequentemente observadas após a fase de enchimento do reservatório, provocadas por eventuais fissuras, juntas de concretagem ou de vedação deficientes ou segregação do concreto, que acabam implicando em vazões elevadas através dos drenos de junta entre blocos, dos drenos internos do concreto ou do paramento de jusante.

Apresenta-se neste trabalho a metodologia empregada com sucesso nas barragens de Itaipu, Três Irmãos e Xingó, que permitiu a detecção de locais de infiltração e o seu tratamento, antes da fase de enchimento do reservatório, empregando-se para isto os próprios drenos de junta ou drenos internos do concreto. Conseguiu-se desta forma evitar infiltrações que viriam ocorrer após a fase de enchimento do reservatório, implicando muitas vezes em tratamentos demorados, dispendiosos e nem sempre eficientes.

Julga-se que a aplicação rotineira da técnica aqui apresentada, já aplicada com sucesso nas três barragens supra citadas, viria melhorar o desempenho das barragens de concreto, por ocasião das fases de enchimento do reservatório e operação, evitando operações dispendiosas no tratamento de eventuais infiltrações elevadas através do concreto.

TESTE DE INFILTRAÇÃO

O teste de infiltração consistiu em se empregar os drenos de junta entre blocos ou os drenos internos do concreto, para se testar a estanqueidade do concreto. Através do fechamento destes drenos em sua extremidade inferior, empregando-se para tal um registro, procedeu-se ao seu enchimento total com água, em estágios, observando-se simultaneamente a existência de infiltrações para o paramento de montante ou para as galerias e poços internos da barragem. O período de observação se estendeu por cerca de 24 horas, empregando-se quando necessário água com corante, para diferenciar de outras eventuais fontes de infiltração.

A época recomendada para a execução destes testes é ao final do período construtivo, quando os blocos da barragem estão construídos até a crista. Se possível, devem ser realizados no período de inverno, época em que as juntas entre blocos e as fissuras do concreto apresentam-se mais abertas.

Toda infiltração deve ser mapeada, registrando-se as vazões de infiltração em um ensaio a carga constante, onde o nível d'água no interior do dreno deve ser mantido constante. Quando a infiltração for muito elevada, não se conseguindo realizar o ensaio à carga constante, deve-se avaliar a vazão através da velocidade de descida do nível d'água no interior do dreno.

O critério normalmente empregado para a avaliação da necessidade de tratamento dos drenos é quando as vazões, nos ensaios de infiltração, ultrapassarem 0,1 l/min por metro linear de dreno. Assim, um dreno com 50 m.c.a. (metros de coluna d'água) pode apresentar uma infiltração de até 5 l/min. Vazões acima deste valor vem recomendar o seu tratamento.

OBSTRUÇÃO DOS DRENOS DO CONCRETO

Ao se proceder ao teste de infiltração nos drenos é muito comum se constatar que uma grande porcentagem dos drenos de junta, ou drenos internos do concreto, apresentam-se obstruídos. Estas obstruções localizam-se na parte inferior dos drenos, junto às curvas que os interligam com as galerias de drenagem, nas proximidades da fundação. São geralmente provocadas por materiais caídos durante a construção, tais como pedaços de madeira, pontas de ferro, concreto, etc.

O processo de desobstrução empregado nas barragens de Itaipu, Três Irmãos e Xingó consistiu em se tentar remover os materiais depositados com pontaletes de aço e lavagem, e no emprego de sondas rotativas quando necessário. Quando estas técnicas não surtiram efeito, a alternativa encontrada consistiu na perfuração de uma nova saída para os drenos, um pouco acima do trecho obstruído, interligando-os novamente às galerias internas de drenagem.

TRATAMENTO DOS DRENOS DE ELEVADA VAZÃO

O tratamento dos drenos de elevada vazão, que muitas vezes ultrapassaram em até 10 vezes os valores estabelecidos pelo critério supra mencionado, consistiu inicialmente no esvaziamento do dreno, retirando-se toda a água colocada durante os testes de infiltração. O dreno foi então preenchido com calda de cimento com traço 1:1, injetada de baixo para cima, mantendo-se a mesma em seu interior durante um intervalo de tempo correspondente à metade do tempo de início de pega. Todos os locais da saída de calda foram devidamente registrados, para sua associação com os resultados do teste de infiltração dos drenos.

Decorrido o tempo acima especificado, o dreno foi descarregado, lavando-o a seguir com jatos de água lançados a partir do topo do dreno, porém sem pressurizá-lo. Após 48 horas da retirada da calda e da sua lavagem o dreno foi novamente testado com água, repetindo-se o ensaio de infiltração. Caso as vazões permanecessem superiores a 0,1 l/min/m, o dreno foi preenchido com caldas progressivamente mais grossas e em seguida lavados, até que as vazões no teste de pressurização se mantivessem dentro de valores aceitáveis.

Bons resultados foram obtidos com a seguinte sequência de caldas:

- Primeiro tratamento.....calda 1:1
- Segundo tratamento.....calda 0,7:1
- Terceiro tratamento.....calda 0,5:1,

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Na Barragem de Itaipu os 36 blocos tipo gravidade aliviada da Barragem Principal, com 34 metros de largura cada e altura máxima de 190 metros, são drenados internamente por furos com 30 cm de diâmetro e espaçados de 3 metros entre si, conforme ilustrado na Figura1.

Antes do período de enchimento do reservatório estes drenos foram submetidos individualmente à um teste de pressurização e tratamento com calda de cimento, conforme anteriormente descrito. Exceção se fez à 4 blocos (F33/34 e F35/36), que não puderam ser testados individualmente, devido ao fato de suas saídas comunicarem com um tubo coletor único, com 1 metro de diâmetro na parte inferior. Temeu-se que a pressurização simultânea dos 10 drenos de um mesmo bloco, pudesse originar uma fissura interna no concreto.

Quando da realização dos testes com água nos drenos internos, constatou-se problemas de obstrução em um grande número destes drenos. A eliminação destas obstruções exigiu extensos trabalhos de campo, tendo-se, em 23% dos drenos, que perfurar saída adicional na parte inferior, uma vez que não se conseguiu a sua total desobstrução.

Esses testes de infiltração nos drenos internos foram de grande valia, uma vez que permitiram detectar várias imperfeições no concreto, condicionadas geralmente à presença de juntas permeáveis entre camadas de concretagem, concreto segregado e à fissuras internas, comunicando o dreno ao paramento de montante. Estas imperfeições foram tratadas adequadamente com calda de cimento, o que veio assegurar um bom desempenho destes drenos quando do período de enchimento do reservatório.

Para a avaliação da eficiência do tratamento dos drenos internos com calda de cimento, conforme procedimentos anteriormente apresentados, cabe lembrar que os 4 blocos não tratados, que correspondem a 11% do total de blocos gravidade-aliviada, foram responsáveis por 85% da vazão total dos drenos internos deste trecho da Barragem de Itaipu, ao final da fase de enchimento do reservatório.

Outro problema constatado nos blocos que não puderam ter seus drenos internos pressurizados com água, diz respeito ao dreno No 10 do bloco F35/36, que revelou um aumento súbito de vazão na fase final de enchimento do reservatório. A vazão deste dreno saltou de 15 l/min para 490 l/min de um dia para outro, se elevando nos dias subsequentes para 528 l/min. Esta constatação levantou de imediato alguma preocupação, que veio motivar uma série de investigações neste bloco. Estas investigações vieram revelar que as infiltrações estavam ocorrendo através de juntas

de concretagem, localizadas na parte inferior do bloco. As tentativas de injeção destas juntas foram infrutíferas, uma vez que toda calda injetada comunicava com o dreno No 10, que acabou por ser finalmente preenchido com calda de cimento.

Este último exemplo vem revelar a importância destes testes de infiltração dos drenos internos, antes da fase de enchimento do reservatório, pois enquanto que no bloco F35/36 foram extensivos os trabalhos de investigação e tratamento, para redução da vazão por um dos drenos internos, o desempenho dos 320 drenos internos dos demais blocos (testados e tratados antes do enchimento do reservatório) foi normal, não havendo necessidade de nenhum tratamento.

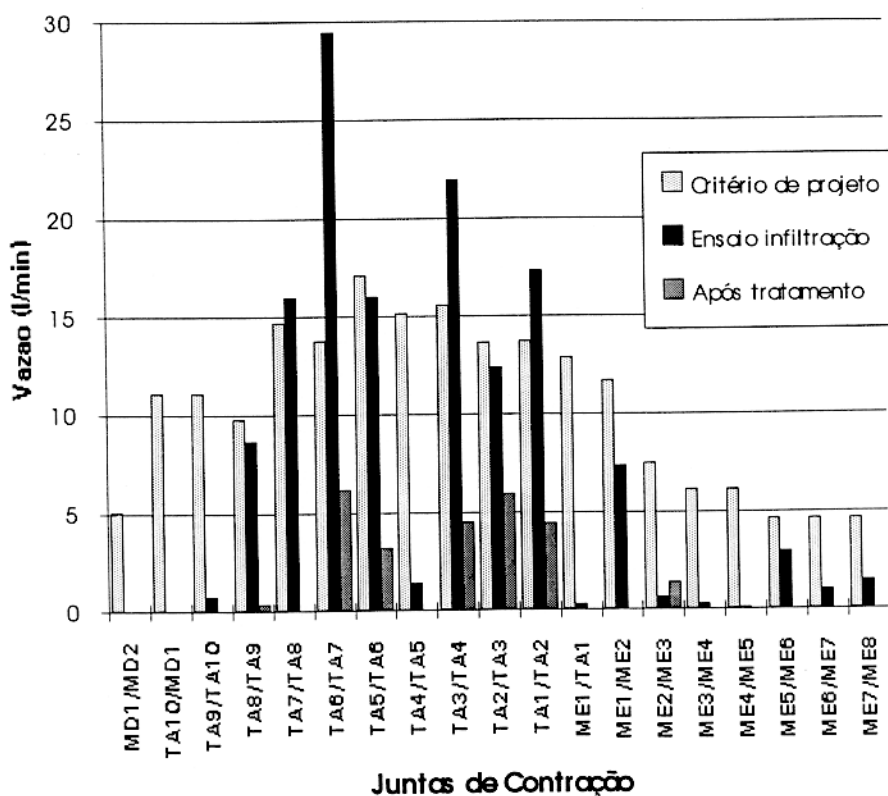
Na Barragem de Três Irmãos, que só dispõe de drenos de junta entre blocos, os testes de infiltração mostraram um bom desempenho do concreto, só havendo a necessidade de tratamento de dois drenos do vertedouro, o que representou apenas 8% do total de drenos. O tratamento destes drenos com calda de cimento apresentou-se plenamente satisfatório.

Na Barragem de Xingó, que também não dispõe de drenos internos no concreto, foram testados todos os drenos de junta da tomada d'água, muros de ligação e casa de força, constatando-se que cerca de 80% dos drenos apresentavam algum tipo de obstrução, na sua porção inferior. Alguns drenos puderam ser desobstruídos, enquanto que outros necessitaram de uma perfuração, para a sua interligação com as galerias de drenagem.

Conforme pode-se observar na Fig. 1, quarenta por cento dos drenos da tomada d'água apresentaram vazões acima dos valores estabelecidos pelo critério de 0,1 l/min/m, tendo sido submetidos ao tratamento com calda de cimento. Na mesma figura apresentam-se as vazões de infiltração observadas antes e após o tratamento com calda, onde salienta-se a eficiência do tratamento realizado.

As infiltrações observadas através dos drenos de junta da Barragem de Xingó, com o reservatório na El. 134 m, ou seja, apenas 4 metros abaixo do nível normal do reservatório, são de pequena magnitude, não ultrapassando individualmente a 10 l/min.

Fig. 2 - TESTE DE INFILTRAÇÃO NOS DRENOS DE JUNT A DA BARRAGEM DE XINGÓ



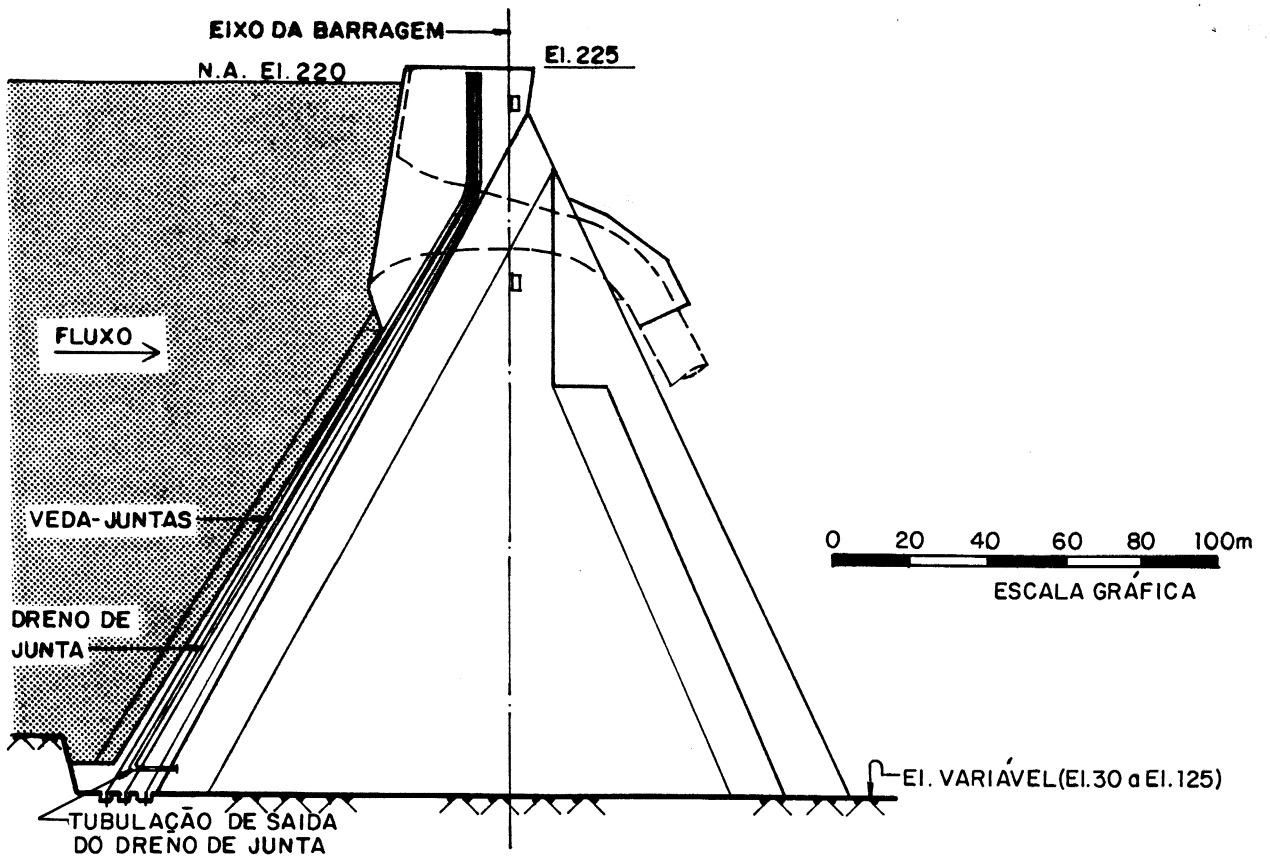
AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar especiais agradecimentos ao Eng. Ideval Betioli, da Itaipu Binacional, responsável direto pelo desenvolvimento do método de tratamento dos drenos, conforme técnica aqui apresentada.

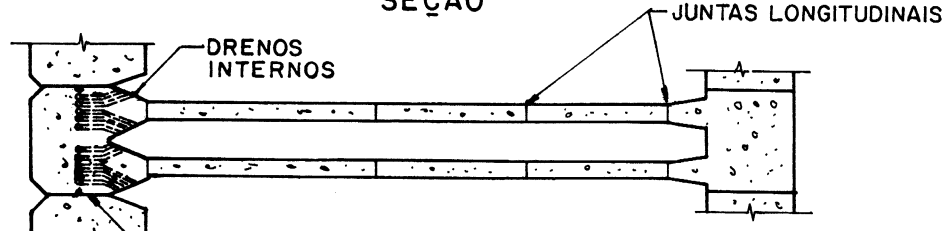
Agradecimentos também à Itaipu Binacional, à CESP e à CHESF, a autorização para divulgação de dados referentes às barragens de Itaipu, Três Irmãos e Xingó, e à Promon Engenharia o apoio e colaboração recebidos na preparação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

VILLALBA, J.R. - " Observação do Comportamento dos Drenos Moldados no Concreto dos Blocos da Barragem de Itaipu ", Conferência Íbero-Americana sobre Aproveitamentos Hidráulicos, Lisboa, 1987.

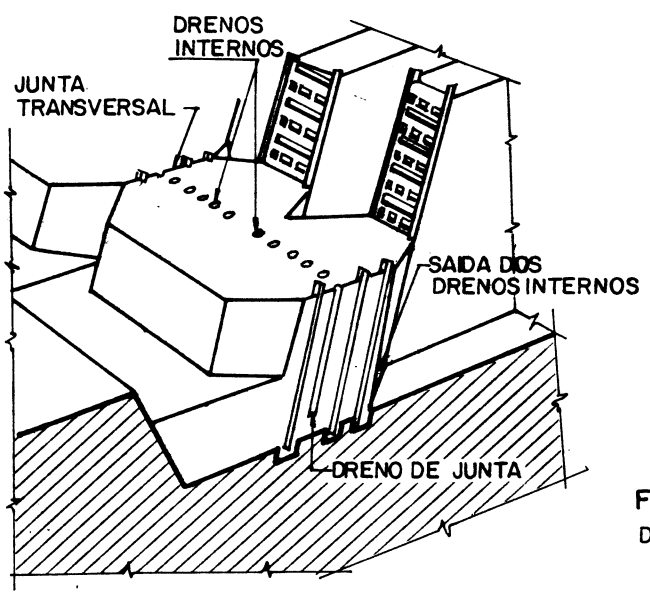


SEÇÃO



JUNTA TRANSVERSAL

PLANTA



PERSPECTIVA

Fig.1-BARRAGEM PRINCIPAL DE ITAIPU
DETALHE DOS DRENOS INTERNOS E DE JUNTA