

REF: CEP-1793-GE-REL-0004_REV_00

RELATÓRIO OCORRENCIAS CONTENÇÃO EM BELO VALE– RIO PARAÓPEBA.

O objetivo desta instrução relatar as soluções adotadas para contenção em cortina cortinas atirantadas, executadas na margem direita do Rio Paraopeba em Belo Vale – MG, e justificar as ocorrências advindas das últimas chuvas.

A contenção da margem do Rio Paraopeba constitui em uma cortina atirantada, apoiada sobre estacas do tipo raiz.

A obra em questão foi caracterizada por duas premissas básicas:

- ✓ Contenção do terrapleno situado junto à margem direita do Rio Paraopeba;
- ✓ Contenção da ação das cheias, nas edificações adjacentes à referida margem.

Assim, mesmo com as variações nas elevações no topo do terrapleno junto ao tardo da contenção, foi mantido o topo da contenção, em função do nível das cheias do rio Paraopeba, conforme ilustrado na figura 01 e foto 01.

Por questões técnicas, o material de composição de aterro do terrapleno, foi caracterizado por partículas granulares com reduzidos índice de material argiloso, obtendo-se um material com baixa compressibilidade, elevado ângulo de atrito interno dos grãos, mas com reduzida coesão. Esta ausência de finos, determinou ainda um material de grande capacidade suporte e com grande coeficiente de permeabilidade.

A possibilidade de ação direta das águas do curso do rio atuando diretamente junto ao terrapleno, poderia comprometer a estabilidade da contenção, com carreamento de material, exposição dos tirantes, início de processo corrosivo e concorrer para o comprometimento da durabilidade da obra.

Em função destas particularidades, foi previsto drenos ao longo da cortina, de maneira a permitir o esgotamento da pressão freática atuando no tardo da contenção.

Foi ainda previsto um colchão drenante do tipo Reno, na região frontal do pé da contenção, de maneira a determinar uma redução da energia das águas do rio Paraopeba.

Observa-se assim que, além dos cuidados estruturais, foram tomadas diversas medidas e adotados diversos procedimentos para compatibilizar a estrutura com a ação das águas.

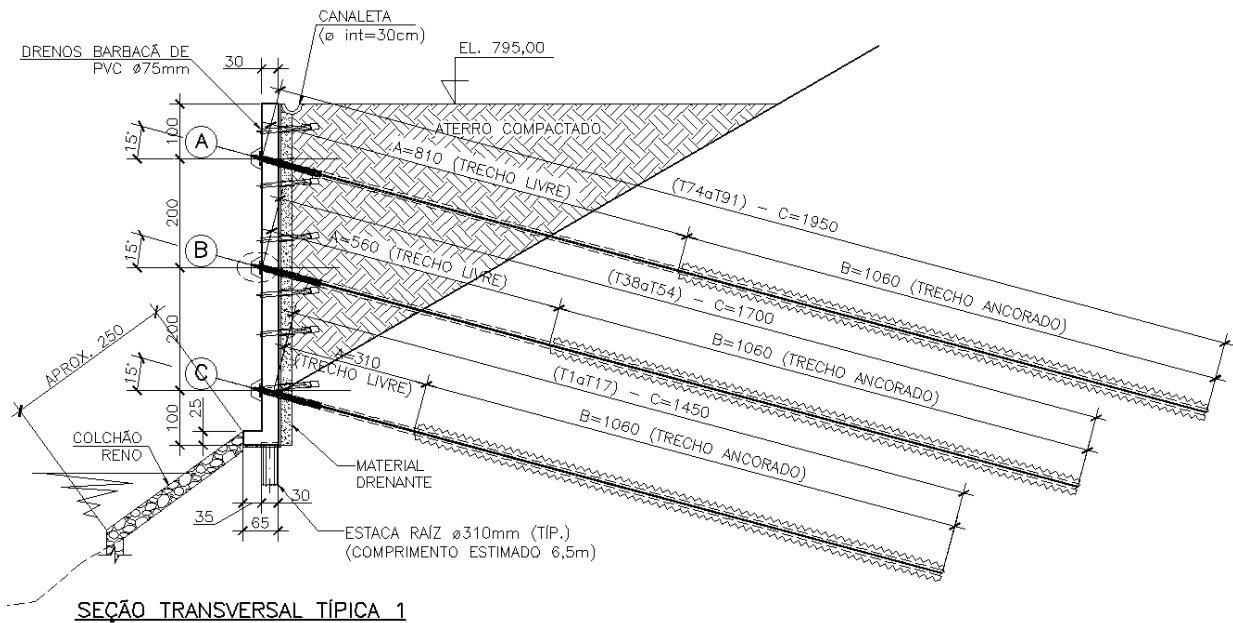


Figura 1 - Seção típica da Contenção



Foto 1 – Vista frontal no início da Contenção

A chuvas e o aumento do nível rio, conforme pode ser parcialmente observado na foto 01, determinou um comportamento atípico e inusitado, que culminou com o carreamento do material do aterro posicionado junto ao tardo de alguns trechos situados no início da contenção, com extensão aproximada de 25 metros, notadamente no trecho coincidente com um muro remanescente de blocos (foto 2).

Observou-se ainda uma pequena movimentação de solo também, junto à extremidade final da contenção (foto 3).



Foto 2- Erosão no trecho inicial da contenção, no trecho da contenção existente



Foto 3 - Erosão no final da contenção

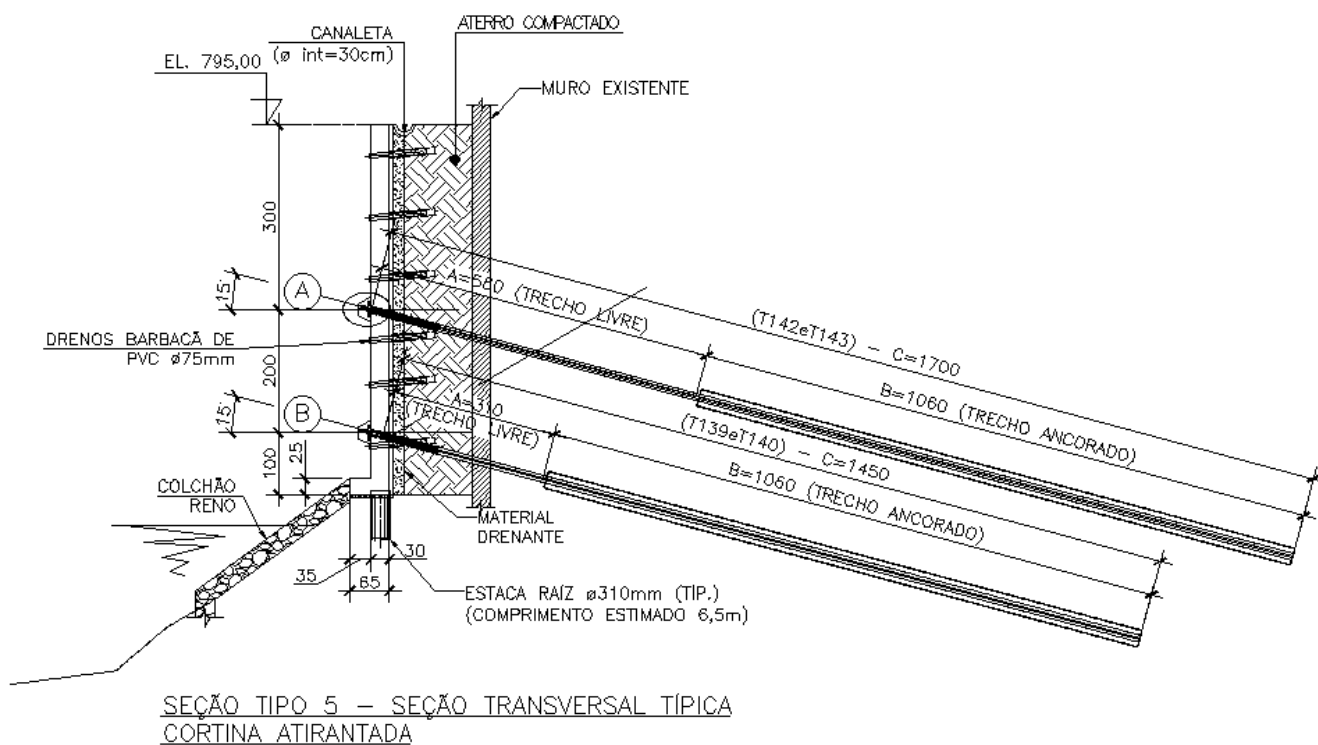


Figura 2 - Seção da contenção no trecho Inicial

Descrição das Intervenções:

Intervenção 01- Erosão no trecho inicial da Contenção:

Em toda a contenção, foi originalmente previsto uma proteção de colchão Reno, localizada no pé da parede, de maneira a se preservar a integridade do solo, dissipar a energia da ação das águas do rio e coibir o carreamento de solo junto à base.

Entretanto, com a ação de melhoria da vazão do rio, limpeza e desassoreamento do vão inicial das OAES situadas à montante, verificou-se a formação de vórtex de água, direcionado para o início da contenção.



Foto 4 – Vórtex formado a partir da limpeza do apoio e do desassoreamento do vão inicial sob as OAES

Esse direcionamento exatamente para o pé do início da contenção, determinou que a força da ação do rio desestabilizasse a proteção do colchão drenante.

Com o espaço confinado entre a parede da nova contenção e a parede do muro existente, e sem a proteção do colchão Reno, verificou-se a formação de zonas de baixa pressão e consequente carreamento de material, em função das suas características granulares (figura 3).

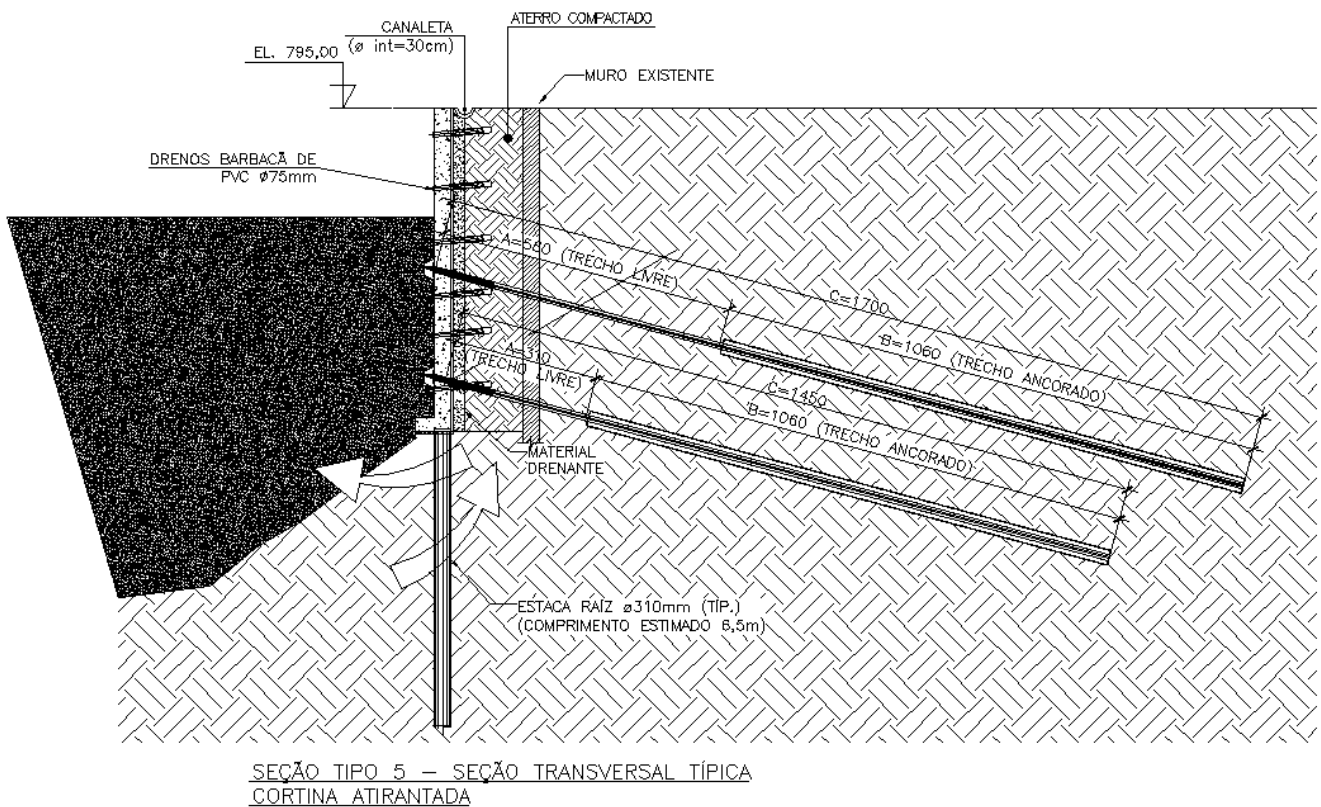


Figura 3 - Seção típica na região da ocorrência 1

O caráter inusitado da ocorrência, não permitiu a adoção de medidas preventivas.

A engenharia tem sempre a característica de prever situações usuais ou até especiais, e sempre procurando conciliar o menor custo possível. Caso se procure prever todas as ações excepcionais que poderiam ou não ocorrer, a obras ficariam com custo inviável.

Infelizmente, até a execução do projeto, não se possuía elementos que indicasse a situação de redirecionamento e potencialização da força das águas.

Os conceitos estruturais adotados se mostram adequados, pois diante desta ocorrência, a estrutura permanece estável, sem deformações significativas e não corre risco de colapso.

Contudo, é necessário a recomposição do aterro, agora com a implementação de soluções que garantam a não percolação da água e não permita o carreamento do material do terrapleno.

Realizou-se então a colocação de pedras rachão, manualmente disposta, confinada pelo muro existente e pela parede do novo muro, envolvidas por manta geotêxtil e mobilização em 15/08/2023.

Desta forma, a força das águas terá sua energia dissipada, não irá desestabilizar esta camada de proteção, e a parcela de água que por ventura adentrar o terrapleno, atrás da contenção, não terá condições de carrear material do aterro.

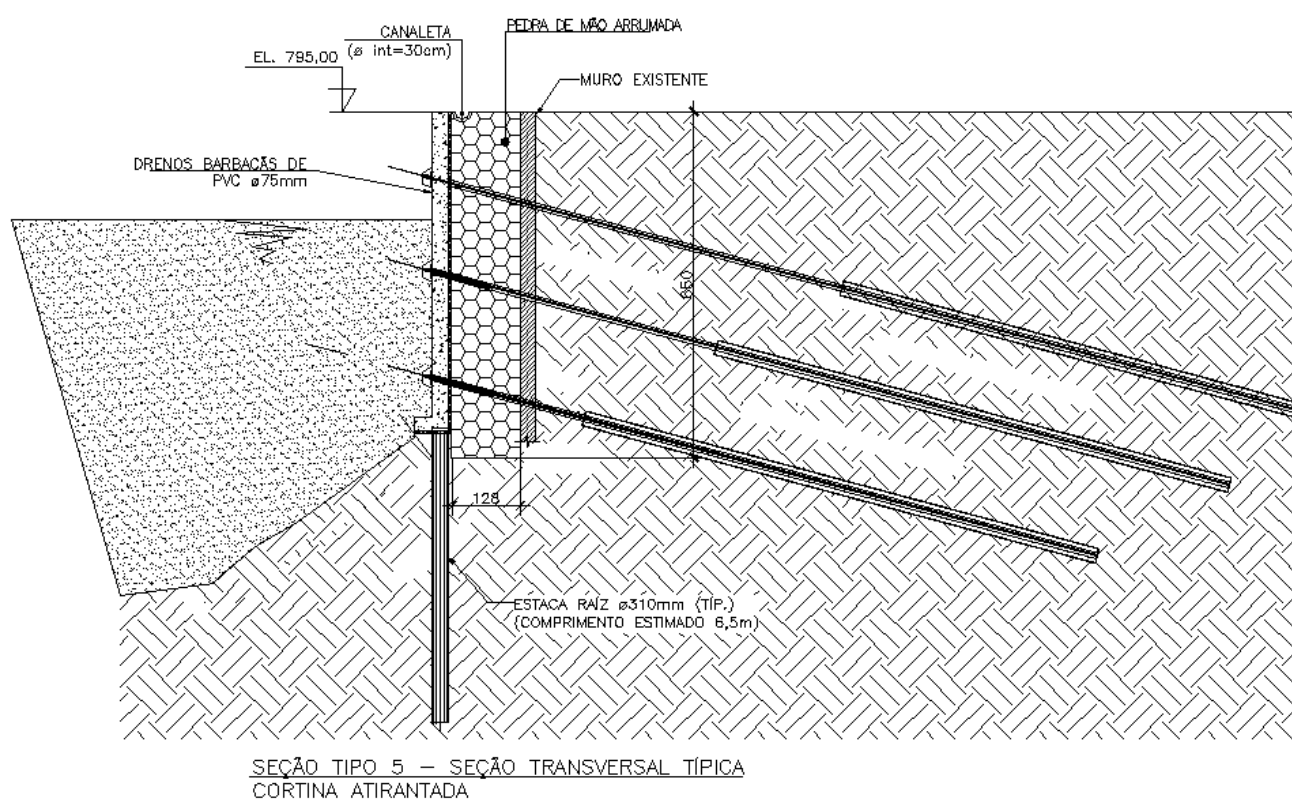


Figura 4 – Recuperação tardoz com pedra de Rachão arrumada

A sequência dos trabalhos executados, foram:

- 1) Retirada de todo material desagregado na região do tardoz do muro atirantado;
- 2) Disposição de pedra rachão arrumada, manualmente, preservando os tirantes existentes em todo tardoz da região afetada, entre a cortina Atirantada e o muro existente espaço (foto 5);
- 3) Proteção da camada sobrejacente em pedra rachão, com manta geotêxtil (foto 6);
- 4) Compactação manual da camada superficial do terrapleno (foto 7);
- 5) Colocação de canaleta meia cana, para captação e condução da drenagem superficial (foto 8);



Foto 5 – Recuperação tardoiz com pedra rachão arrumada



Foto 6 - Proteção com manta geotêxtil



Foto 7 - Compactação manual da camada superficial do terrapleno



Foto 8 - Colocação de canaleta meia cana, para captação de condução da drenagem superficial

Intervenção 02- Erosão na Extremidade da Contenção:

Também, na extremidade final da contenção, formou-se um vórtex que determinou um carreamento de um pequeno trecho do aterro do terrapleno anterior à contenção.

Foi adotada no projeto desta extremidade, um trecho com extensão de 10m, com uma inclinação de 35° em relação ao alinhamento longitudinal da contenção, exatamente para dirimir uma possível desestabilização do aterro.

Porém, o aumento da velocidade do rio, possivelmente em função da própria construção do muro de contenção, com um menor índice de rugosidade neste trecho da margem, ainda assim determinou a formação de um pequeno vórtex (figura 5).



Figura 5 – Vórtex formada na extremidade final da contenção

A recomposição da região afetada com pedra rachão arrumada possibilitará a proteção junto ao terrapleno da extremidade da contenção irá sanar este problema.

Esta pequena recomposição, envolvida por geotêxtil, irá possibilitar a dissipação da energia da força das águas, e não permitirá o carreamento de material.

A sequência dos trabalhos executados, foram:

- 1) Retirada de todo material desagregado na região do vortex do muro atirantado;
- 2) Disposição de pedra rachão arrumada, manualmente, preservando os tirantes existentes em todo tardo de da região afetada, entre a cortina Atirantada e o muro existente espaço (foto 9);
- 3) Proteção da camada sobrejacente em pedra rachão, com manta geotêxtil (foto 10);
- 4) Compactação manual da camada superficial do terrapleno;
- 5) Colocação de canaleta meia cana, para captação de condução da drenagem superficial (foto 11);



Foto 9 - Recuperação tardo de com pedra rachão arrumada



Foto 10 - Proteção com manta geotêxtil



Foto 11 - Colocação de canaleta meia cana, para captação de condução da drenagem superficial



Foto 12 – Separação de pedras rachão para sua instalação



Foto 13 – Instalação de Manta Geotextil tipo bidim para compactação de solo



Foto 14 – Instalação de Manta Geotextil tipo bidim para compactação de solo



Foto 15 – Instalação de Manta Geotextil tipo bidim para compactação de solo



Foto 16 – Instalação de Manta Geotextil tipo bidim para compactação de solo e instalação de novas canaletas de drenagem

Belo Horizonte, 08 de janeiro de 2024.

ENG. MARCELO HENRIQUE AVELAR COSTA- CREA 50.386/D

Tel.: + 55-31-3272 1822 (Cel.8814-7812)

CEPROL- Consultoria e Engenharia de Projetos Ltda.

Av. Álvares Cabral, 593 – conj. 801/802/804 - Lourdes

30170-912 – Belo Horizonte - Minas Gerais