

ESTUDO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS EM CONCRETO ARMADO E EM GABIÃO PARA PROJETO DE VERTEDOIRO

Eduardo de Assis Cabral, Giovana Batista Andreis e Ricardo Magno Priester

E.A.C Consultoria Ltda., Brasil.

E-mail: eduardo@consultoriaeac.com.br, giovana@consultoriaeac.com.br y ricardo@consultoriaeac.com.br

Introdução

Conforme publicação da Revista Técnica (Loturco, 2006), a aplicação de gabiões é uma das soluções de engenharia mais antigas para problemas de infraestrutura, como a necessidade de contenções.

Basicamente, o gabião é um muro de gravidade flexível constituído de elementos metálicos feitos com telas de malha hexagonal de dupla torção, preenchidos com pedras que podem ser seixos rolados, pedras basálticas e granito (Barros, 2008).

Sua aplicação tem se diversificado cada vez mais, encontrando aceitação em outros ramos, como em obras hidráulicas, nas quais são empregados para construção de canais, proteção de margens e revestimento de fundos (Loturco, 2006).

Ainda segundo Barros (2008), a preferência pelo uso dos gabiões se dá principalmente devido ao fato de possuir características como flexibilidade, sustentação por gravidade, simplicidade de execução, menor custo, durabilidade, permeabilidade, versatilidade, entre outros.

Portanto, o presente artigo teve como objetivos apresentar a remodelagem de um vertedouro projetado convencionalmente em concreto armado, para a estrutura de gabião e realizar um estudo comparativo de ambas as soluções conforme aspectos qualitativos e quantitativos. Foi utilizado, como estudo de caso, o projeto de macrodrenagem e contenção de cheias desenvolvido pela E.A.C Consultoria Ltda., em um dos trechos do Rio Cambuí, localizado no município de Campo Largo – Paraná – Brasil.

Metodologia

O projeto de macrodrenagem e contenção de cheias, fornecido pela empresa, propôs a regularização do canal existente e de suas interferências com o meio urbano, a fim de sanar os problemas com alagamentos na região.

Além disso, o projeto subdividiu o segmento do rio Cambuí que cruza a cidade em quatro novos trechos, sendo que foi utilizado, para a remodelagem sugerida nesta pesquisa, um dispositivo indicado no segundo trecho. Este dispositivo possui basicamente três elementos: o canal, uma bacia de detenção e um vertedouro, conforme a Figura 1 seguinte.



Figura 1.- Elementos do dispositivo de controle de cheias no trecho 2 do rio Cambuí

O funcionamento do sistema se dá da seguinte maneira. O canal, em sua altura menor, conduz o volume de chuvas de tempo de retorno de até 5 anos. As chuvas excedentes serão transbordadas lateralmente e serão armazenadas na bacia de detenção. O vertedouro, nesta fase, funcionará afogado. Caso a bacia de detenção atinja sua capacidade máxima, o canal extravasará o volume excedente pelo vertedouro de soleira livre.

Em termos construtivos, os materiais indicados no projeto original para estes elementos são concreto armado moldado in-loco para a estrutura do vertedouro e sua base, concreto pré-moldado para o revestimento do canal e grama para o revestimento da bacia de detenção. É exibido, na Figura 2 abaixo, um corte esquemático da estrutura convencional.

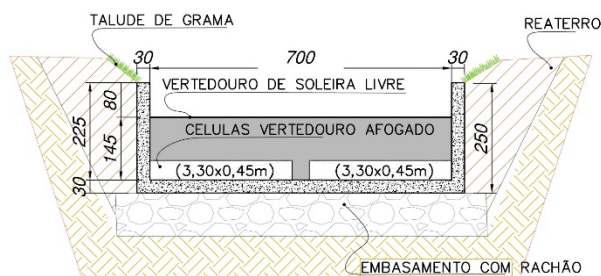


Figura 2.- Seção transversal do vertedouro projetado em concreto armado (medidas em cm)

Tendo em vista a situação apresentada, o primeiro passo foi a substituição de toda a estrutura do vertedouro, ora em concreto armado, por gabião caixa e a sua base por gabião tipo colchão, de maneira a atender ainda às necessidades hidráulicas do projeto. Ademais, foram criados novos cronograma e orçamento para o vertedouro em gabião.

Com a adaptação pronta, foi possível estabelecer comparações entre os dois modelos, seguindo parâmetros qualitativos e quantitativos. Dentre os critérios de qualidade avaliados, foram definidas a harmoniosidade dos elementos com o ambiente, facilidade construtiva e a facilidade de manutenção/limpeza. Já para os critérios quantitativos ficaram estabelecidos os parâmetros de tempo e custo.

Diante disto, atribuíram-se as notas 1, 2 e 3 para cada um dos fatores em cada modelo, sendo que a nota 1 indica baixo desempenho ou pior em relação ao outro modelo, a nota 2 aponta um desempenho mediano, ou seja, traduz a igualdade de resultados e a nota 3 significa um bom desempenho inclusive melhor que o outro modelo. Terminantemente, considerou-se a melhor alternativa aquela que obteve a maior quantidade de resultados favoráveis nos critérios quali-quantitativos.

Resultados e discussões

Os principais resultados da análise feita são apresentados a seguir.

É possível observar na Figura 3 a seguir, como ficou a concepção do modelo em gabião.

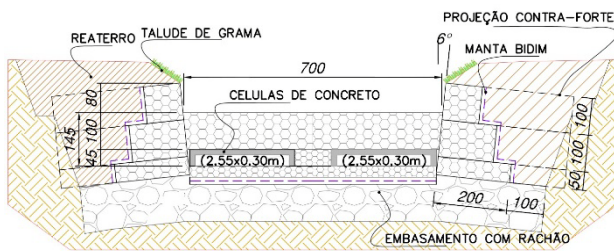


Figura 3.- Seção transversal do vertedouro projetado em gabião (medidas em cm)

A remodelagem da solução construtiva de gabião, a fim de manter a capacidade de retenção e vazão, exigiu adaptações em alguns aspectos. O vertedouro afogado foi mantido em concreto armado, tendo suas propriedades geométricas adaptadas para facilitar a modulação dos gabhões caixas no corpo do dispositivo. Suas paredes laterais em gabião foram projetadas com uma inclinação de 6° em modulação escalonada, atendendo a um requisito construtivo dos gabhões caixa em seções trapezoidais e para garantir a estabilidade do mesmo. A adaptação das células afogadas exigiu uma inclinação longitudinal maior para o dispositivo, de modo a manter o dimensionamento hidráulico projetado anteriormente. Desta forma, a solução de vertedouro utilizando gabião, no que diz respeito a sua funcionalidade hidráulica, permaneceu tão eficaz quanto a solução em concreto armado.

Em relação ao estudo qualitativo realizado, seguem relacionadas as principais considerações, bem como as notas dadas a cada parâmetro analisado.

HARMONIOSIDADE: Buscou-se avaliar neste critério a integração das estruturas projetadas com o meio onde estão. Esteticamente, o gabião, por ter sua estrutura de pedra exposta, associa-se facilmente com a natureza, permitindo inclusive o crescimento de plantas em sua face, diferente do concreto. Assim, atribuíram-se as notas 1 e 3 para o vertedouro em concreto e em gabião, respectivamente.

FACILIDADE CONSTRUTIVA: Neste aspecto, é importante ressaltar que a estrutura em concreto armado necessita de tempo de cura para ganhar resistência, sendo que o fator climático pode ainda interferir neste processo. No caso do gabião, sua resistência é garantida por gravidade, independente de reações químicas, e, também, não tem impeditivos climáticos, como a chuva, em sua construção. Por estes e outros quesitos, foram indicadas as notas 1 para o modelo em concreto e 3 para o modelo em gabião.

FACILIDADE DE MANUTENÇÃO: Como na estrutura do vertedouro pode ocorrer a retenção de objetos, faz-se necessária a limpeza do dispositivo com certa frequência. Sendo a superfície do gabião mais rugosa e porosa, a raspagem, para retirada de materiais retidos, é mais trabalhosa se comparada ao concreto, que, por sua vez, tem a superfície acabada mais lisa. Foram conferidas, então, as notas 3 e 1 para a estrutura em concreto e em gabião respectivamente.

CUSTO: Os orçamentos de ambas as soluções foram equalizados, tendo como base as tabelas de custos e composições da SINAPI (2017). O modelo projetado em concreto armado teve o orçamento final estimado em R\$ 202.447,33 e o vertedouro de gabião em R\$ 134.884,83. A diferença absoluta entre os custos dos modelos foi de R\$ 67.562,50, que equivale a 33,37%. Dada esta diferença significativa, as notas atribuídas foram 1 e 3 para a solução em concreto armado e em gabião, respectivamente.

TEMPO: Inicialmente, foram estabelecidas algumas premissas na estimativa do tempo de construção dos modelos, para

simplificação da análise. Uma delas é que os serviços foram ligados aos vínculos término-a-início (TI), ou seja, uma tarefa B, subsequente de uma A, só pode iniciar com o término da A. Isto possibilitou a simples soma dos dias de cada etapa. Também, foi considerada mão-de-obra unitária, conforme composições da tabela SINAPI (2017). Assim, o cronograma sugerido para a obra do vertedouro de concreto aponta a necessidade de 270 dias, já para a estrutura em gabião, 218 dias. Portanto, conferiram-se as notas 1 e 3 para o vertedouro em concreto e em gabião respectivamente, já que o dispositivo em gabião permite a conclusão da obra 52 dias antes que em concreto armado, ou seja, com redução do tempo próxima de 20%.

Por fim, apresentam-se, na Tabela 1, as notas dadas a cada tipo de dispositivo.

Tabela 1.- Resumo das notas atribuídas aos modelos.

| PARÂMETRO | Vertedouro em concreto | Vertedouro em gabião |
|--------------------------|------------------------|----------------------|
| Harmoniosidade | 1 | 3 |
| Facilidade construtiva | 1 | 3 |
| Facilidade de manutenção | 3 | 1 |
| Custo | 1 | 3 |
| Tempo | 1 | 3 |

A través da análise feita, pode-se definir que o modelo que alcançou melhor desempenho nos critérios estabelecidos foi o dispositivo em gabião.

Considerações finais

Através das etapas propostas neste trabalho, foi possível observar os detalhes construtivos de um vertedouro em gabião e compará-lo a um modelo semelhante em concreto, conforme parâmetros qualitativos e quantitativos.

A remodelagem do dispositivo atendeu igualmente aos critérios hidráulicos anteriores, passando apenas por alguns ajustes estruturais e o comparativo dos modelos mostrou que o gabião tem desempenho melhor que o concreto neste caso.

Fica sugerida para pesquisas futuras a análise comparativa entre o concreto armado e o gabião utilizando outros tipos de obras hidráulicas, também, usando outros critérios, como a sustentabilidade e durabilidade, inclusive atribuindo aos critérios pesos diferentes.

Referências

- Armelin, L.F.** (2011). “Estudo do comportamento dos resíduos sólidos veiculados pelos rios urbanos junto aos vertedores de entrada de reservatórios de controle de cheias”. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil. Tese de doutorado, 140 p.
- Barros, P. L. A.** (2008). *Manual técnico de obras de contenção*. Maccaferri do Brasil, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com.br/documentos/manual-tecnico/>>. Acesso em: 19 fev.2018.
- Canholi, A.L.** (2005). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil.
- Loturco, B.** (2006). “Gabiões”. Revista Técnica, Brasil. ed. 108. Disponível em: <<http://tecnica17.pini.com.br/engenharia-civil/108/artigo287069-1.aspx>>. Acesso em: 20 fev.2018.
- SINAPI** (2017). “Custo de composições – Sintético – Data de preço 01/12/2017”. Caixa Econômica Federal, Brasil. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_655>. Acesso em: 26 fev.2018.