

Correção e mudanças dos cursos dos rios com gabião para barragens

Correction and changes in rivers courses with gabion for dams

DOI: 10.34188/bjaerv5n4-003

Recebimento dos originais: 05/082022

Aceitação para publicação: 30/09/2022

Gregore Leal Pereira

Graduando de Engenharia Civil

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua Maria de Carvalho dos Santos, N°20, Miguel Pereira -RJ, CEP: 26900.000

E-mail: eng.gregoreleal@gmail.com

Laysa Tamer Alves

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua Professora Dulce.P. Bernardes, N°20, Paty Do Alferes - RJ, CEP: 26950-000

E-mail: laysatamer004@gmail.com

Leandro Bastos Barbosa

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua Agostinho De Souza Amaral, N°409, Vassouras- RJ, CEP: 27700-000

E-mail: leandrobbarbosa@yahoo.com

Cláudio Bonfante de Oliveira

Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas de Engenharias

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua João Fabrício José, 195 - Vila Isabel Três Rios RJ, CEP: 25812-030

E-mail: claudiobonfa@yahoo.com.br

RESUMO

O gabião vem desde o século XVI utilizado inicialmente em grandes guerras graças a sua resistência, peso, facilidade de transportar e seus diversos tamanhos, trata-se de algo bem antigo assim como a prática de criação de barragens e desvio de rios. Com a evolução industrial os gabiões ganharam uma produção ainda mais prática e vários modelos de utilização assim eliminando diversos outros métodos mais caros e que acabam agredindo mais o meio ambiente. Ao longo do tempo, este elemento começou a ser usado no sistema hídrico para correção de cursos d'água. Sob à ótica, de um estudo real, bacia “el ventilador”, desenvolveu-se um projeto em miniatura, onde foram examinadas a utilização de colchão de reno em margens e canais, diques longitudinais gabiões tipo caixa e seu alteamento, a fim de comprovar sua eficácia em desvios de rios para barragens.

Tendo em vista, a percolação da água entre as pedras, foram usados materiais impermeáveis para conter a água, um bloco de concreto simulando um barramento em curva de concreto armado e um vertedouro lateral utilizado para medir o volume de água controlando a vazão com função de extravasor, sendo assim concluindo que uso de gabião e mais eficiente para mudança dos cursos dos rios e contenção de encostas, do que para conter à água tendo em vista que a mesma percola com muita facilidade entre os espaços vazios do gabião sendo necessário adotar medidas para conter a água. Os resultados gerados mostram que os gabiões se consolidaram como uma técnica multiuso por obter uma aplicabilidade sem tamanho.

Palavras-chave: gabião, rios, barragens, água.

ABSTRACT

The gabion has been used since the 16th century, initially used in major wars thanks to its resistance, weight, ease of transport and its different sizes. With industrial evolution, gabions gained an even more practical production and several models of use, thus eliminating several other more expensive methods that end up harming the environment more. Over time, this element began to be used in the water system to correct water courses. From the perspective of a real study, the “el fan” basin, a miniature project was developed, where the use of rein mattresses on banks and channels, longitudinal gabion-type box-type dikes and their elevation were examined, in order to prove effectiveness in diverting rivers to dams.

In view of the percolation of water between the stones, impermeable materials were used to contain the water, a concrete block simulating a curved reinforced concrete dam and a side spillway used to measure the volume of water controlling the flow with a function of overflow, thus concluding that the use of gabion is more efficient to change the courses of rivers and containment of slopes, than to contain the water, considering that it percolates very easily between the empty spaces of the gabion, being necessary to adopt measures to contain the water. The generated results show that gabions have consolidated themselves as a multipurpose technique for obtaining an applicability without size.

Keywords: gabion, rivers, dams, water.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização as barragens e os gabiões se mostraram fundamentais para o desenvolvimento da espécie humana que por sua vez eram construídas para combater a escassez de água nos períodos de seca, feita para acumular o máximo de água possível seja pela captação caudal do rio existente ou através das chuvas.

O conceito de Barragens se baseia em estruturas projetadas por engenheiros utilizadas para sistematização e correção dos rios com uso de gabião para represamento e derivação de substâncias líquidas ou mistura de sólidos e líquidos com a finalidade de irrigação, armazenamento ou abastecimento público.

Durante anos foram surgindo alguns tipos de barragens, entre elas está a de gabião. Usualmente, os gabiões marcavam presença na área militar, em cenário de guerra, posteriormente, começou-se a usá-los para estabilização de taludes, em obras hidráulicas e viárias.

Se tratar de um muro de gravidade, segundo Schneider (2020), solicitações, empurrões, slides e despejos são realizados por seu próprio peso estrutura sem elementos externos. geralmente são usados para infraestruturas como: pontes, obras rodoviárias, viadutos, ferrovias, bacias, rios, sistemas de drenagem, entre outros

Nas obras hidráulicas, são amplamente utilizadas para a sistematização e correção dos rios e para represamento e derivação de água (para irrigação ou abastecimento público); são obras de barramento, cuja utilização, geralmente, é feita em cursos de água que atravessam trechos

montanhosos e semi-montanhosos. Podem ser dimensionadas com paramento a jusante vertical, em degraus, ou inclinados, em função das características geomorfológicas e hidráulicas.

O avanço tecnológico vem desenvolvendo práticas inovadoras que antes ou não eram possíveis, ou demandava mais esforço e tempo de dedicação, o que gerava um custo maior. Com tamanho impacto e evolução em tão pouco tempo, esse período passou a ser comparado com as três revoluções industriais, que propuseram um salto enorme nas evoluções produtivas, passando a ser chamado de Quarta Revolução Industrial. A chamada Primeira Revolução Industrial aconteceu na metade do século XVIII e marcou o emprego de máquinas nas produções agrícolas, marcada também pelo uso de combustíveis fósseis para alimentar essas máquinas, como o carvão, que proporcionou um aumento significativo na produção do aço, o que aumentou de forma exponencial a construção civil e as indústrias, implementando modelos que são utilizados até os dias atuais. A chamada Segunda Revolução Industrial foi ocorrer cerca de um século depois e ficou marcada pelo uso da eletricidade como fonte energética, substituindo o uso do vapor gerado pela queima de carvão vegetal, expandindo suas capacidades produtivas.

2 HISTÓRIA DOS GABIÕES

O gabião foi criado de forma a ser um sistema defensivo em grandes guerras utilizado pelos soldados para proteger a posição de fogo de artilharia, eram feitos com uma espécie de cesto em vime cheio de terra e gravilha, resistente o suficiente para amortecer as explosões e impedir que as balas atravessam. Após a definição do local eram colocados na posição cheios de terra para que de fato forme um verdadeiro muro no contorno de metralhadoras e canhões. Eram leves e de fácil transporte produzidos de diversos tamanhos de modo conveniente para que possa ser transportado em um carro

Foi criada por volta do século XVI, sobreviveu por um período até ser substituída no século XX por um sistema mais simples de utilizar que é o saco de areia.

3 APLICAÇÃO DE GABIÃO EM CURSOS DE ÁGUA

O gabião comumente é usado como uma alternativa para desvio e proteção nos leitos dos rios. Fatores como morfologia do curso de água, custo, época da construção, disponibilidade de materiais, influência ambiental e influência paisagística são relevantes para definição do tipo de obra a ser executada. Para aplicar o gabião como alternativa de construção os efeitos adversos devido a sua implementação devem ser estudados criteriosamente, pois a permanência da estrutura e sua execução nas margens interferem no comportamento e desenvolvimento contínuo natural do rio.

Gabiões facilmente são adaptados para o uso como espigões, seus módulos e suas variações são definidas durante o projeto. As particularidades deste tipo de construção são reconhecidamente vantajosas como rapidez e facilidade na execução, possibilidade de execução a seco ou na água, uso intensivo de mão de obra, absorção de eventuais recalques devido a erosão, todas essas características corroboram concomitante para essa solução de engenharia ser frequentemente adotada nos cursos de água.

Figura 1 – Correção do curso do rio com gabião



Fonte: Entenda Antes, Engenharia Civil (2019)

3.1 ESTUDO DE INVENTÁRIO DE VIABILIDADE DE PROJETO

3.1.1 Métodos Avaliativos

- Local da obra;
- Análise de viabilidade do local da obra;
- Análise de fluxo de águas dos rios;
- Avaliar a finalidade da barragem (controle de fluxo / hidroelétrica)
- Visita técnica no local da obra;

3.1.2 Métodos construtivos:

- Execução de projeto;
- Estudo de solo;
- Avaliação do impacto na natureza devido a obra;
- Logística de material e mão de obra;

Orçamento dos custos globais da obra;
Planejamento da obra;
Avaliar necessidade de troca de solo do local da obra;
Movimentação do solo.

3.2 ANÁLISE DE CASO REAL, BACIA DE “EL VENTILADOR”

A bacia hidrográfica “El Ventilador”, localizada em Angangueo, estado de Michoacán no México, foi atingida por uma chuva atípica em 2010, o qual causou danos substanciais à infraestrutura e infelizmente, mortes humanas.

Devido a sua estrutura hidráulica e porosa, e seu sucesso no controle da erosão e fluxo nas bacias hidrográficas, os açudes de gabião vem ganhando destaque e se mostrando uma solução para mitigar esses efeitos. Tais estruturas afetam minimamente o ambiente aquático e são consideradas mais ecologicamente corretas do que a maior parte dos açudes impermeáveis.

Construídas na seção do canal, essas barreiras rochosas semipermanentes, diminuem a velocidade do fluxo de água a montante, impedem a passagem de sedimentos e promovem a infiltração da água. Além de uma fácil adaptação às condições geométricas do canal natural.

Poucos estudos sobre a eficiência e eficácia na retenção de sedimentos foram realizados, a maioria se concentrou em investigações sobre a influência do gabião na perda de velocidade do fluxo, contudo, o principal objetivo desse estudo de caso é determinar a efetividade ao reter sedimentos.

3.2.1 Dados e Medidas:

A bacia conta com uma área de 362 hectares (ha), localizada entre as coordenadas 2171553 Norte, 2174046 Sul, 366083 Oeste e 368636 Leste, tem suas elevações topográficas variadas entre as cotas 2740 a 3400 metros acima do mar.

Hidrologicamente está situada na Região Hidrológica do Rio Balsas (RH18) e particularmente na bacia do Rio Cutzamala e sub-bacia do Rio Chiquito. Presença de solos de origem vulcânica com textura média, predominantemente Andossolo Ócrico (290.26 ha, 80.2%), seguido de Litossolo (42.8 ha, 11.8%) e Andossolo Húmico (28.93 ha, 8%).

Já a vegetação é composta em sua maioria por florestas de Abetos Oyamel, com 47.93% da superfície total, em segundo lugar encontramos florestas de Carvalhos, com 11.36%, entretanto 17% do total é ocupado pela agricultura, os demais tipos de vegetação ocupam áreas inferiores a 8%.

Treze barragens foram construídas com rochas angulares em 2011 pelo projeto de cooperação entre a “Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)” e a “Comisión Nacional del agua (CONAGUA)”, totalizando oito barragens de gabiões e cinco barragens de alvenaria.

Três amostras foram obtidas e levadas ao laboratório para determinar o tipo de sedimento retido em cada barragem, expostas a uma secagem a 105°C por 24 horas e depois peneiradas com um conjunto de malhas (3/4, 3/8, 4, 10, 35, 60, 120). A Classificação foi realizada com o auxílio da granulometria e a “American Geophysical Union”. A capacidade de retenção de sedimentos foi estimada com base na altura efetiva, comprimento do reservatório, largura e declividade do trecho a montante do rio.

Onde:

L = Comprimento do Reservatório (metros);

He = Altura efetiva da parede (metros);

S = Inclinação a montante (%).

Área do perfil foi obtida pela equação:

$$A = (L \times He) / 2$$

A largura média da área de armazenamento (T) foi calculada por pelo menos três medidas transversais, e a equação:

$$V = T \times A \times 1.5$$

Onde:

V = Volume dos sedimentos (metros cúbicos);

A = Área do perfil (metros quadrados);

T = Largura média (metros).

4 METODOLOGIA

Serão examinadas as seguintes alternativas:

- A utilização de colchões Reno* e geomantas para preenchimento das margens dos canais e rios;
- Os diques longitudinais, espigões, gabiões tipo caixa e geotubos.

Se a fundação for realizada em área alagada, nos diques em gabiões caixa e nas proteções mais longas, poderão ser utilizados os gabiões saco (circulares). Caso seja preciso conservá-la da erosão, poderá ser utilizado os colchões Reno. Em proteções ao longo do canal, também poderão ser consideradas soluções mistas com gabiões caixa na parte inferior e colchões Reno no topo.

É importante ressaltar algumas informações sobre a distribuição da velocidade em um curso de água e analisar os procedimentos de vários materiais, naturais e artificiais, que podem envolver o leito de um curso de água.

Tabela 1 – Velocidades médias máximas admissíveis em cursos d'água

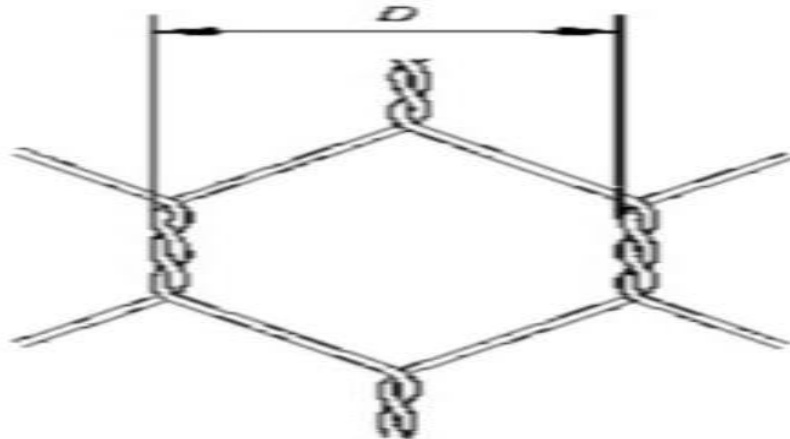
Tipos de solo natural:	Velocidade média máxima admissível da água:
Argila mole ou muito fria	0,2
Areia pura muito fina ou muito solta	0,3
Areia solta ou lama	0,4
Areia grossa ou solo arenoso	0,5
Solo arenoso médio e lama de boa quantidade	0,7
Lama arenosa, cascalho pequeno	0,8

Fonte: ABNT NBR 6502 (1995).

Gabiões são confeccionados, a partir de telas metálicas em malhas hexagonais, preenchidos com blocos de rochas de granulometria e costuradas juntas, formando uma estrutura flexível. Como são elementos permeáveis, recomenda-se que entre o solo e o gabião, coloca-se o geotêxtil, para prevenir entradas de partículas do solo no fluxo de água.

De acordo com a NBR 10514, que fixa as condições da rede de aço para malha hexagonal de dupla torção, para fins de confecções de gabião. O entrelaçamento de dois fios à dupla torção forma uma malha hexagonal, determinada pelo diâmetro do fio galvanizado e dimensão da malha. mesmo em casos de fios revestidos com PVC. O tamanho da malha refere-se à distância entre duas torções paralelas da mesma malha, medida da parte interna de uma torção até a parte externa da outra, conforme mostrada na figura 1, 2 e tabela 2. Esta medida é determinada pela média das medidas D em dez malhas consecutivas, dispostas lateralmente ao longo da textura da malha.

Figura 1 – Dimensão da malha



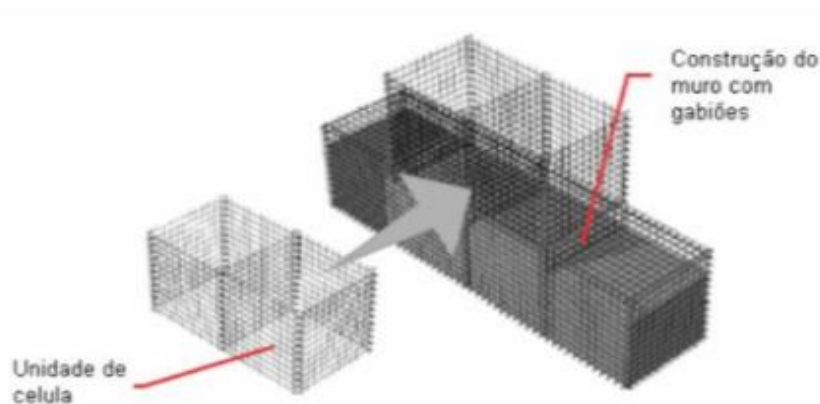
Fonte: Adaptado, NBR 10514 (1988)

Tabela 2 – Malha, fio da malha e fio da borda- Características

Malha		Fio da Malha		Fio da Borda		Massa por área da rede sem o fio da borda (kg/m ²)
D (mm)	Afast. (%)	Diâm. (mm)	Afast. (%)	Diâm. (mm)	Afast. (%)	
50	+ 16	2,0	+/-0,05	2,4	+/-0,06	1,20
	- 4	2,2	+/-0,05	2,7	+/-0,06	1,60
60	+ 16 - 4	2,0	+/-0,05	2,4	+/-0,06	1,00
		2,2	+/-0,05	2,7	+/-0,06	1,20
		2,4	+/-0,06	3,0	+/-0,07	1,40
		2,7	+/-0,06	3,4	+/-0,07	1,70
80	+ 16 - 4	2,4	+/-0,06	3,0	+/-0,07	1,10
		2,7	+/-0,06	3,4	+/-0,07	1,40
		3,0	+/-0,07	3,9	+/-0,08	1,70
100	+ 16 - 4	2,7	+/-0,06	3,4	+/-0,07	1,20
		3,0	+/-0,07	3,9	+/-0,08	1,40
		3,4	+/-0,07	4,4	+/-0,08	1,90

Fonte: Adaptado, NBR 10514 (1988)

Figura 3 – Modelagem do Gabião caixa.



Fonte: PUC- Rio- Certificação digital N° 0321276/CA

No método, de alteamento com gabiões, é construído em forma de degraus. Pôde-se suportar o movimento sem a perda de eficiência, por conta da sua flexibilidade, além disso tem grande simplicidade para construção e manutenção.

5 PROJETO EM MINIATURA

Para uma melhor análise e visualização dos estudos realizados sobre a utilização do Gabião caixa na correção e mudanças dos cursos dos rios para construção de barragens, foi realizada a execução de uma maquete dinâmica com a finalidade de observar o comportamento dos gabiões em prática levando em conta custo, benefício e funcionalidade.

5.1 DESENVOLVIMENTO DA MAQUETE

A realização da maquete contou com os seguintes materiais: recipiente plástico tipo masseira de obra usado como base para maquete, isopor, artefato de concreto moldado em curva simulando barragem contraforte de concreto em arco, tela flexível de alumínio e pedra brita 01 para a execução dos gabiões caixa, impermeabilizante tecryl, bomba d'água, tubo plástico, cola, grama sintética, vegetação plástica.

O isopor foi disposto no recipiente plástico de forma a moldar o relevo, o pedaço de concreto foi posicionado de forma a represar a água, a tubulação foi fixada ligando os dois pontos da barragem, permitindo assim o fluxo da água quando a bomba estiver em funcionamento. A tela foi dobrada para formar pequenos cubos e foram preenchidos com pedra brita. Na base de isopor foi aplicado o impermeabilizante com a finalidade de conduzir a água por onde era esperado, após a aplicação do impermeabilizante foi também aplicada uma camada de resina epóxi para auxiliar e concluir o processo. As caixas do gabião foram dispostas no leito do rio, o restante foi caracterizado com a grama sintética.

As figuras 3, 4, 5, 6 e 7, demonstram o passo a passo da execução do modelo reduzido da barragem em estudo:

Figura 3 – Apontamento do formato da maquete.



Fonte: Autores (2022)

Figura 4 – Impermeabilização da maquete.



Fonte: Autores (2022)

Figura 5 – Teste de estanqueidade da maquete.



Fonte: Autores (2022)

Figura 6 – Ornamentação da maquete.



Fonte: Autores (2022)

Figura 7 – Maquete em funcionamento.



Fonte: Autores (2022)

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O grande desafio de construir uma barragem de gabião é a impermeabilidade, já que ele é pedra e trabalha com o peso próprio então a água percola entre as pedras e acaba tendo que usar um método para impermeabilizar a barragem, até para que a força da água não a rompa. Sob esta ótica a torna inviável para esse fim.

Então esse estudo conta com o modelo gabião para correção de curso do rio, pegou-se uma barragem e vertedouro na lateral, de concreto armado, por ser mais viável e uma solução mais barata. Tendo em vista rios estreitos, o uso de gabião é muito factível para correção e alarga o leito dele. A grande vantagem é a rápida execução e o baixo impacto ambiental.

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o uso do gabião está muito mais ligado ao desvio dos cursos d'água e contenções em estradas, do que para conter a própria água. Quando falamos em desvio de cursos d'água devemos levar em consideração o solo e dimensionar uma contenção apropriada, o qual irá diminuir a velocidade do curso a patamares menos agressores para o tipo de solo do local. Existem diversos tipos de gabiões para as mais diversas funções, entre eles podemos citar: a utilização de colchões Reno e geomantas para preenchimento das margens dos canais e rios; os diques longitudinais, espigões, gabiões tipo caixa e geotubos. Os gabiões tipo caixa pode ser alteados em forma de degrau para aumentar a resistência sendo um método simples. A maior parte

dos estudos de gabiões foram sobre a sua influência para perda de velocidade dos cursos d'água, poucos estudos sobre sua eficiência na retenção de sedimentos foram realizados.

O objetivo inicial deste trabalho era construir uma barragem utilizando gabião-caixa, mas diante dos estudos realizados chegamos à conclusão de que o método de contenção com gabião é mais adequado para proteção de encostas e desvio nos cursos dos rios para barragem. por se tratar de gabião ele é muito mais eficiente na redução da velocidade da água para os desvios de cursos do que para conter água. A realização do projeto em miniatura possibilitou visualizar como os gabiões se comportam nas correções dos cursos dos rios.

Recomendam-se futuras investigações nas obras de desvios de fluxos de água, a fim de minimizar problemas oriundos de grandes fluxos de água, dentre os quais se destacam barragens, inundações e enchentes.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10514: Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de Gabião. Brasil. 1988.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Brasil. 2004.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 08964 – Arame de Aço para Gabiões. Brasil. 1985.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682 – Estabilidade de Encostas. Brasil. 2009.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações. Brasil, 1996.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502 – Rochas e Solos. Brasil, 1995.
- ENTENDA ANTES, Arquitetura, Engenharia Civil, construção com muro de gabião. disponível em :<https://entenda-antes.com.br/o-que-e-muro-de-gabiao-e-como-e-utilizado-na-arquitetura-entenda-antes/>
- VELASQUEZ, Perfil longitudinal do acúmulo dos sedimentos nas estruturas de controle. Disponível em :
https://www.researchgate.net/publication/312148290_Effectiveness_of_Gabions_Dams_on_Sediment_Retention_A_Case_Study
- MAXWELL, Alçamento de Barragens. PUC- Rio- Certificação digital N° 0321276/CA. Brasil, 2006.