

## **Redução de Impactos Ambientais com uso de Gabiões: um estudo do Córrego das Pombas no Município de Itumbiara-Go.**

Guilherme Henrique do Santos (Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-Go ILES/ULBRA)

Alexandre Neves Pereira (Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-Go ILES/ULBRA)

**Resumo:** O artigo faz parte de um projeto de pesquisa sobre um comparativo entre gabiões e pré-moldados que visa decidir qual a melhor estrutura para solucionar os problemas atuantes no Córrego das Pombas que deságua no Rio Paranaíba em Itumbiara-GO. O solo é um dos elementos mais delicados na construção civil devido à sua grande complexidade e quando não é realizado um estudo mais aprofundado, pode ocasionar diversos problemas como, erosões, deslizamentos e outros, sendo estes, um dos responsáveis pela geração de impactos ambientais que acontecem frequentemente em períodos chuvosos. Através de análises para se conhecer o tipo do solo, torna-se possível determinar qual o elemento mais adequado para fazer-se a contenção e evitar demais patologias na obra. Os gabiões tem uma vasta utilização devido às suas características e ao fácil acesso do material, já os pré-moldados tem grandes vantagens quanto a durabilidade das estruturas e a praticidade de montagem das suas peças. A metodologia empregada foi um estudo de caso, em que foram utilizadas pesquisas bibliográficas e estudos de campo para solução do mesmo. Por fim espera-se que este trabalho contribua para uma maior noção e entendimento das principais estruturas de contenções existentes, para o caso.

**Palavras-chave:** Impacto Ambiental; Contenções; Deslizamentos; Erosões; Gabiões.

## **Reduction of Environmental Impacts with the use of Gabions: a study of the Córrego das Pombas in the Municipality of Itumbiara-Go.**

**Abstract:** The article is part of a research project on a comparison between gabions and precast which aims to decide which structure is best to solve the problems acting on the Pombas Stream that flows into the Paranaíba River in Itumbiara-GO. The soil is one of the most delicate elements in civil construction due to its great complexity and when a deeper study is not

performed, it can cause several problems such as erosion, landslides and others, which are responsible for generating environmental impacts that often occur in rainy periods. Through analysis to know the type of soil, it becomes possible to determine which is the most appropriate element to make the containment and avoid other pathologies in the work. The gabions have a wide use due to their characteristics and the easy access of the material, while the precast ones have great advantages regarding the durability of the structures and the practicality of assembling the pieces. The methodology used was a case study, in which bibliographical research and field studies were used to solve the problem. Finally, it is expected that this work contributes to a greater notion and understanding of the main existing containment structures for the case.

**Keywords:** Gabions. Preformed. Erosions. Slips. Containers.

## 1. Introdução

Com os diversos impactos ambientais, é muito comum nos depararmos com problemas relacionados à desmoronamentos de encostas, gerando uma gama extensa de discussões sobre formas de solucionar o mesmo, envolvendo a sustentabilidade na construção.

Segundo Massad (2010), estruturas de contenção ou de arrimo são construídas com o intuito de proporcionar a estabilidade para não haver ruptura dos solos e das rochas. Essas estruturas dão suporte aos maciços e impedem que ocorram escorregamentos causados pelo seu próprio peso ou por carregamentos do meio externo.

As paredes diafragma e cortinas de estacas, comumente buscam procedimentos para sustentarem-se, enquanto os elementos à gravidade usam o seu próprio peso e às vezes, parte da carga do bloco de solo anexo a ela, para se manter estável.

Segundo a NBR 11.682/2009, os gabiões possuem diversas propriedades, podendo apresentar estruturas com drenagem total, possibilitando a captação do lençol freático na área do talude, gerando a estabilidade do mesmo, podem também proporcionar a contenção dos fragmentos de solo não se impondo sobre o meio ambiente, mas trabalhando perfeitamente com ele.

Os gabiões são bastante utilizados para fazer contenções dos solos por meio de suas

características autodrenantes, são também executados facilmente, com flexibilidade e baixo custo em proporção às demais estruturas.

Os pré-moldados são compostos por peças rígidas que se sobrepõem ou encaixam umas com as outras tendo função de realizar o bloqueio desejado, estabilizando assim a pressão que é exercida pelo solo. O cribwall, muros de placas, blocos de concreto, são exemplos de contenção compostas por elementos pré-moldados. Estes métodos possuem vantagens como, a redução do tempo gasto na montagem, durabilidade da estrutura, maior economia com a mão de obra na hora da execução e facilidade no transporte das peças.

Neste presente artigo, será abordado o estudo referente aos problemas existentes no Córrego das Pombas em Itumbiara-GO, em que ocorrem deslizamentos de terra em épocas chuvosas devido aos elementos existentes não serem adequados para suportar os esforços atuantes. O intuito principal é verificar qual seria a melhor opção para solucionar os problemas e trazer menos riscos para a população da região, uma vez que o córrego se localiza perto de escola, faculdade, da Avenida Beira Rio sendo que esta, é um ponto onde diversos moradores da cidade e turistas utilizam, tendo amplo tráfego de veículos.

O trabalho tem como objetivo propor qual a melhor estrutura de contenção irá ser utilizado no Córrego das Pombas em Itumbiara-GO. Como objetivos específicos, é necessário:

- Desenvolver o estudo do material do leito;
- Comparar os elementos de contenção;
- Apresentar relatório fotográfico dos pontos críticos onde ocorreram deslizamentos;
- Levantamento de dados;
- Definir qual estrutura mais adequada para resistir a tais intempéries.

Com os diversos casos de deslizamentos das encostas do Córrego observou-se a importância de realizar um estudo para fazer a contenção da estrutura local. Mediante aos acontecimentos, viu-se que era primordial utilizar métodos de contenções, visando o custo benefício e reduzir os impactos ambientais e também acabar com os problemas atuantes, pois já foram feitos diversos reparos ineficientes.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Introdução**

As erosões conforme Carvalho (2006), são definidas como, o processo em que os

solos e as rochas da superfície sofrem desagregação, desgastes ou são dissolvidos e transportados através das ações de agentes erosivos podendo ser a chuva, gelo, marés, ondas, ventos e correntezas de rios. Vários fatores podem influenciar o processo erosivo, dentre eles o clima, a geologia, a hidrologia, a geomorfologia, sua proteção superficial e a ação humana. Quando não tem infiltração da água no solo, pode ocorrer o surgimento da erosão superficial, que está relacionada ao transporte de agregados ou partículas que são fragmentados dos maciços por meio da chuva, já a erosão interna, é um fenômeno subterrâneo onde acontece a percolação de água provocando a remoção de fragmentos do solo, gerando cavidades em formatos de tubos, as quais prosseguem para a parte interna do solo.

Devido a essa movimentação do solo, surge a necessidade de fazer a contenção em diversos tipos de obras civis, como por exemplo dos rios, córregos, construções que devem ter variações de níveis elevados e entre várias outras.

A contenção tem como objetivo de fazer a estabilidade das partículas de rocha ou terra evitando com que haja ruptura e, portanto o escorregamento através de seu próprio peso ou de cargas externas. Eles são extremamente empregados nos projetos de subsolos, canalizações, projeto para estabilizar os deslizamentos de encostas, etc.

## **2.2 Elementos de contenção**

Conforme Maccaferri (2015), os muros de gravidade têm como principal vantagem a sua forma simples de ser executada. Diferente de várias outras formas de contenção, no geral, não precisam de mão de obra especializada, porém, usam grandes quantidades de materiais quando tem que suportar alturas elevadas, gerando restrições na utilização em obras de médio e pequeno porte. Pode ser dividido em rígido, pois os materiais não permitem deformações (ex.: pedras argamassadas, concreto ciclópico, etc.) e o flexível que incorpora elementos deformáveis (ex.: blocos articulados, gabiões, etc).

De acordo com Maccaferri (2015), os gabiões são elementos modulares, que tem diferentes modelos, produzidos de telas metálicas em malha hexagonal de dupla torção que, ao serem preenchidos com pedras de adequada granulometria e costurados juntos, criam sistemas destinadas a solucionar os problemas geotécnicos, de controlar a erosão e hidráulicos. A construção e o enchimento podem ser de forma manual ou mecanizada. Suas principais funções são de conter, controlar a erosão e estabilizar taludes em obras civis, hidráulicas e geotécnicas.

É utilizado arame galvanizado preenchidos por pedras conforme a NBR 8964/2013. Sendo assim, as mesmas precisam ter granulometria adequadas, portanto, o diâmetro tem que ser no mínimo 1,5 vezes maior que o tamanho da malha.

Conforme a NBR 10.514/1988, é fixada as condições exigíveis para encomenda, fabricação e fornecimento de redes metálicas em malha de formato hexagonal possuindo dupla torção, tendo como princípio a produção dos gabiões, aplicando-se também a revestimento de escarpas.

Segundo Maccaferri (2015), o material comumente empregado são pedras britadas e os seixos rolados. No caso destes materiais terem um custo elevado, como as pedras britadas, que são consideradas um material artificial devido a sua derivação de um procedimento industrial de rochas maiores, pode-se utilizar outros materiais encontrados no local, ou até mesmo os blocos feitos de cimento, sacos preenchidos com areia, cimento, escória de alto forno, entre outros, ainda que, estes outros elementos possam significar uma redução das propriedades do muro, como a permeabilidade e flexibilidade. Desta forma, os gabiões tem possibilidade de unir com os outros, acarretando na utilização de diferentes tipos estruturas, sendo comumente usadas para compor estruturas monolíticas, permeáveis e flexíveis, as de controle hidráulico, proteções contra erosão, revestimentos de canais e também como elemento de contenção.

Segundo Arames (2014), às facilidades que tornam o gabião extremamente executável são:

Os Gabiões são facilmente conduzidos vazios e trabalhados de forma mais simples no canteiro:

- As estruturas de gabiões possibilitam ser armadas e alçadas com a mão de obra existente no local, desde que haja uma orientação correta e adequada no momento da execução;
- As pedras que faz o preenchimento dos gabiões podem ser obtidas na obra desde que atendam as medidas específicas;
- Não há envolvimento de concreto e argamassa na constituição do gabião, ela é preponderantemente seca;
- Podem ser executados até mesmo, sob lâmina d'água;
- Depois de totalmente preenchido e fechado, o gabião está preparado para desempenhar sua função estrutural.

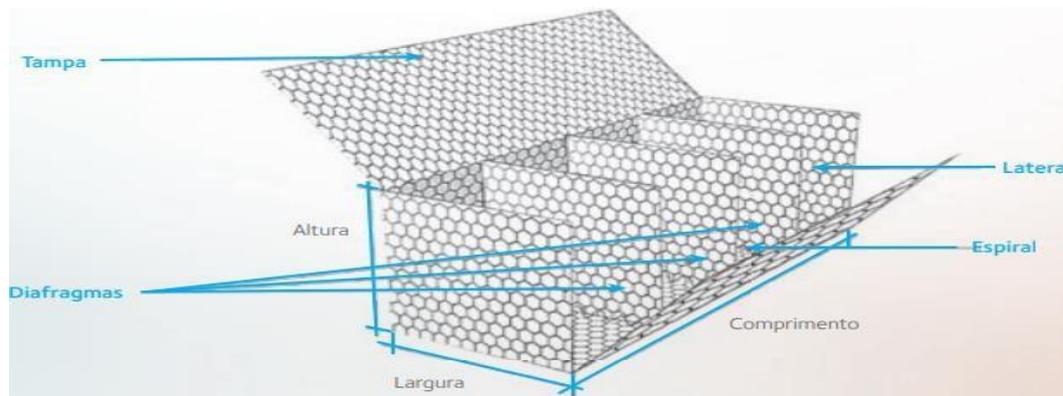
Os gabiões possuem variados modelos no qual cada um tem sua particularidade específicas, sendo que os mesmos serão apresentados abaixo.

## 2.3 Gabiões

### 2.3.1 Gabião do tipo Caixa

Empregado principalmente para fazer contenções, os gabiões do tipo caixa são indicados na aplicação de obras como, barragens, defesas hidráulicas, revitalização de canais d'água, proteção e apoio de pontes, contenções à gravidade, proteção de bueiros, marinas, píeres, obras defletoras (espigões), etc.

Conforme Arames (2014), os gabiões do tipo caixa são compostos por estruturas metálicas com formato de paralelepípedo. Sua fabricação é através de um único pano em malha de formato hexagonal contendo dupla torção. Essa malha compõe as paredes traseira, frontal, a tampa e a base.



**Figura 1** - Imagem detalhes gabião do tipo caixa.

**Fonte:** BELGO, 2014.

Maccaferri (2015), traz que a confecção dos gabiões é feita de forma padronizada. Sua montagem deve ser na obra sendo que as amarrações e instalações devem seguir o projeto. O aço utilizado para confeccionar as malhas possuem pequeno teor de carbono e são revestidos com alumínio, liga de zinco e terras raras, porém, quando tem água, é utilizado materiais plásticos para proteger contra o processo de corrosão. O elemento possui tirantes ligando a tampa ao fundo de forma vertical, e horizontalmente, a cada 1/3 da altura para evitar possíveis deformações. Ao passar dessa fase inicial de preenchimento, os gabiões com 1,0 metro de altura, devem completar o outro terço da célula e repetir a operação anterior referida para os tirantes. É importante ter uma atenção maior para que, a diferença entre o nível dos materiais de

enchimento de duas células adjacentes não supere 0,30 m, para impedir a alteração do diafragma ou das faces laterais e, por conseguinte, promover de forma mais fácil o preenchimento e o futuro fechamento da tampa.

Abaixo segue a tabela 1, com as dimensões dos gabiões tipo caixa.

**Tabela 1** - Dimensões padrão dos gabiões tipo caixa.

<b>Gabiões Caixa com Diafragmas</b>				
<b>Dimensões Padrão</b>			<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Diafragmas</b>
<b>Comprimento [m]</b>	<b>Largura [m]</b>	<b>Altura [m]</b>		
1,50	1,00	0,50	0,75	-
2,00	1,00	0,50	1,00	1
3,00	1,00	0,50	1,50	2
4,00	1,00	0,50	2,00	3
1,50	1,00	1,00	1,50	-
2,00	1,00	1,00	2,00	1
3,00	1,00	1,00	3,00	2
4,00	1,00	1,00	4,00	3

Fonte: MACCAFERI, 2015.

A seguir uma imagem demonstrando o emprego do gabião tipo caixa em um córrego fazendo a contenção e verticalização, juntamente com o gabião do tipo saco para resolver problemas de recalques e vencer níveis.

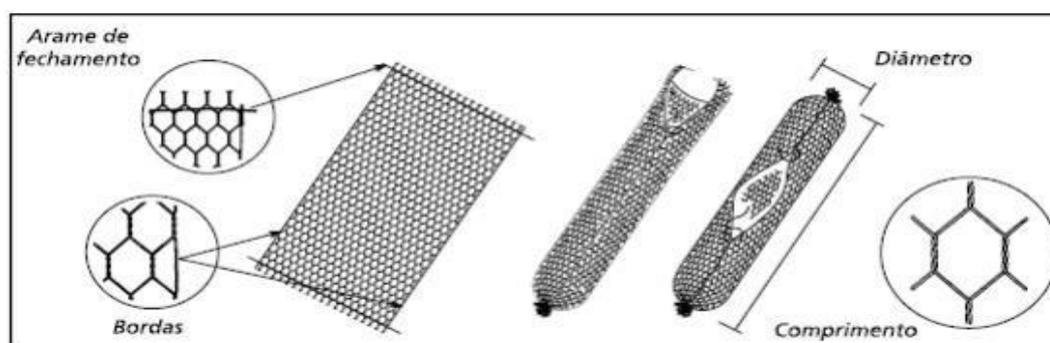


**Figura 2** - Gabião do tipo caixa em córrego

Fonte: BELGO, 2014.

### 2.3.2 Gabião do tipo saco

Segundo Maccaferri (2015), Gabiões do tipo saco são formados por estruturas hexagonais tendo dupla torção, com bordas livres e uma vareta que passa aleatoriamente e irá proporcionar a montagem na obra. O produto é constituído por fio de arame com pouco teor de carbono podendo ser ou não revestido com PVC. É possível ser usado em base de córregos para fazer o revestimento, nivelamento e ser aplicado em ambientes marítimos, que exijam certa proteção, devido aos efeitos corrosivos. Atualmente é encontrado em comprimentos de 1 a 6 metros com diâmetro de 0,65 metros.



**Figura 3** - Esquema de montagem de gabião tipo saco

Fonte: BARROS, 2016.

Este método de contenção é aplicado principalmente onde o solo não disponibiliza boa condição de suporte, sendo que quando contém água ou para obras que demandam certa agilidade, assim são extremamente empregados em bases de córregos para fazer o revestimento e vencer níveis.

**Tabela 2** - Dimensões padrão dos gabiões saco

<b>Gabiões Tipo Saco</b>		
<b>Dimensões Padrão</b>		<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>
<b>Comprimento [m]</b>	<b>Diâmetro [m]</b>	
2,00	0,65	0,65
3,00	0,65	1,00
4,00	0,65	1,30
5,00	0,65	1,65
6,00	0,65	2,00

Fonte: MACCAFERRI, 2015.

Na fase de execução, o enchimento poderá ser feito manualmente ou utilizando algum equipamento mecânico. No caso do gabião do tipo saco, deverá ser feito a partir de suas extremidades chegando ao centro, sendo pedras limpas, com tamanho mínimo 1,5 vezes maior que o tamanho da malha. Após encher, deverá ser feito o fechamento unindo as duas faces laterais usando um fio contínuo. A seguir a tabela com os tamanhos padrões de gabiões do tipo saco, desenvolvidos pela empresa Maccaferri.

As pedras devem ser assentadas, desde os extremos até o centro do gabião, com a precaução de minimizar ao máximo possível o índice de vazios (FINOTTI, 2013).



**Figura 4** - Gabião Saco

**Fonte:** CADIGEO, 2014.

Toda vez que um tirante diametral for alcançado, este deverá ser enlaçado às bordas da abertura, desta maneira, o gabião será gradativamente fechado. Introduzidos durante a etapa de montagem os tirantes perimetrais, precisam ser presos às malhas para impedir eventuais deformações do elemento durante seu transporte.

### **2.3.3 Gabião do tipo Colchão Reno**

Maccaferri (2015) informa que os Gabiões em colchão Reno são compostos por estruturas metálicas com formatos de paralelepípedo, na qual contém uma pequena espessura e grande área. Ele possui base e tampa, sendo separados esses elementos, e mediante a sua produção, é utilizada a malha de formato hexagonal possuindo dupla torção. Devem ser revestidos em plásticos quando forem aplicados em ambientes onde há presença de água para fazer proteger contra a corrosão. O colchão reno pode ser aplicado em canais, revestimentos de taludes, proteções hidráulicas, escadas dissipadoras, entre outros.

Após a sua produção, é transportado para o local e em sequência, colocado no seu devido lugar conforme as especificações feitas em projeto. O diâmetro das pedras deve seguir as mesmas especificações dos gabiões do tipo caixa e tipo saco. Sempre que empregado em terrenos inclinados, o enchimento deve-se iniciar na parte inferior do talude, e assim como nos gabiões do tipo saco, o assentamento das pedras tem pelo mesmo objetivo diminuir ao máximo os índices de vazios. As pedras necessitam ser superiores à das aberturas das malhas, a fim de que se garanta pelo menos duas camadas de pedras, para um preenchimento e acabamento eficientes.

**Tabela 3** - Dimensões padrões dos gabiões tipo colchão Reno

<b>Colchões Reno</b>				
<b>Dimensões Padrão</b>			<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Diafragmas</b>
<b>Comprimento [m]</b>	<b>Largura [m]</b>	<b>Altura [m]</b>		
3,00	2,00	0,17	6	2
4,00	2,00	0,17	8	3
5,00	2,00	0,17	10	4
6,00	2,00	0,17	12	5
3,00	2,00	0,23	6	2
4,00	2,00	0,23	8	3
5,00	2,00	0,23	10	4
6,00	2,00	0,23	12	5
3,00	2,00	0,30	6	2
4,00	2,00	0,30	8	3
5,00	2,00	0,30	10	4
6,00	2,00	0,30	12	5

Fonte: MACCAFERRI, 2015.

É necessário tomar os devidos cuidados na fase do preenchimento para que os tirantes verticais se predominem das pedras, assim como para que os diafragmas fiquem na posição vertical, para que ambos consigam ser amarrados às tampas.

Maccaferri (2015) traz que se deve terminar o enchimento das células até que fique

acima da sua própria altura, tendo o cuidado devido para que essa parte que vai exceder a célula, não ultrapasse à medida de 3 a 5 centímetros, que poderá ocasionar dificuldades na hora do fechamento.

É extremamente importante analisar diversos tipos de elementos de contenção, uma vez que cada um possui suas particularidades e custos diversificados. Desta forma, quando é feito o levantamento de todos os dados, torna-se possível avaliar o custo-benefício de cada um e também escolher aquele que será mais eficiente para cada situação. Desta forma, finaliza a parte de apresentação dos gabiões e será abordado no próximo tópico, os elementos de contenção pré-moldados.

### **3. Pré-moldados**

As contenções em pré-moldados de concreto armado são construídas, para que depois de formadas as peças, possam suportar certo grau de resistência, antes do seu posicionamento definitivo, ou seja, o equilíbrio é obtido devido a propriedade de resistir aos esforços fletores da seção de concreto e aço, esforços estes que são provenientes de empuxos do solo ao tardo, sobrecargas, poro-pressão da água etc. São elementos rígidos, tem função de resistir aos esforços atuantes, sem sofrerem alterações significativas na sua estrutura.

As peças pré-moldadas podem ser empregadas como canais abertos, onde suas armações são produzidas com ferragem de aço CA-50, e são precisamente calculadas e dimensionadas para suportar as necessidades de cada situação, ou particularidade.

Na utilização destas estruturas muito rígidas, deve ter cuidado com o solo de fundação e a sua propriedade de suporte, pois poderão gerar deslocamentos das peças, fissuras, desnivelamentos e outros danos, por não serem flexíveis. Se o solo possuir pouca capacidade de suportar carga, irá ocasionar assentamentos logo quando for aplicado às peças.

## **4. Propriedades e comparativos entre gabiões e estruturas pré-moldadas**

### **4.1 Flexibilidade**

Flexibilidade é definida como a possibilidade que um objeto tem de se movimentar, é uma propriedade própria de cada componente de suas organizações e ligações (MACCAFERRI, 2015).

Maccaferri (2015) também diz que os gabiões, devido a sua flexibilidade, torna-se

o único método que dispensa a uso de fundações profundas, mesmo sendo construídos em cima de solos onde oferecem pequenas propriedades de suporte. Devido a essas características, ao invés de ocorrer um colapso imediato, fica visível quando começa a ocorrer falhas na sua estrutura, dando possibilidades para solucionar as patologias e evitando assim acidentes trágicos, além de reduzir gastos.

As canalizações pré-moldadas, não apresentam a mesma segurança que uma estrutura semiflexível ou flexível pois são totalmente rígidas. Em um solo que disponibiliza pouca capacidade de suporte irá ocorrer assentamentos logo após o carregamento. Devido a esse fator, será necessário que se faça uma acomodação na estrutura rígida. Toda essa movimentação irá acarretar fissuras, descolamento das peças pré-moldadas e desnivelamento.

## 4.2 Permeabilidade

É chamada de permeabilidade toda a ocasião que ocorra passagem da água por meio dos espaços vazios no solo. O que aumenta ou diminui essa característica são os tamanhos das partículas e o seu arranjo. A seguir uma fotografia de um gabião, onde ocorre a percolação da água por entre as pedras sem prejudicar a função estrutural do elemento.



**Figura 5** - Detalhe da característica de ser autodrenante, passagem de água dentro da estrutura de gabiões.

**Fonte:** MACCAFERRI, 2015.

A implantação de um sistema drenante, acarreta a preservação dos elementos de contenção, sendo de grande valia, já que, isso influencia no seu desempenho e na vida útil. Devido às estruturas serem autodrenantes, eliminam assim, o empuxo hidrostático que ocorre ao decorrer do tempo gerando instabilidades em outros métodos de contenções.

Os pré-moldados, devido os revestimentos e as suas paredes de contenção serem constituídos em concreto armado, se tornam praticamente impermeáveis. Como é necessário

reduzir a poropressão que atua, eles são feitos com passagens circulares que possibilitem a passagem para a saída de água.

### 4.3 Impacto ambiental

O impacto ambiental pode ser compreendido como qualquer alteração nas propriedades do meio ambiente, ocasionadas por qualquer forma de matéria ou energia derivada das ações humanas.

Com os diversos métodos de construção, torna-se primordial buscar formas de reduzir ao máximo os problemas ambientais. Os gabiões possuem qualidades que fazem com que eles se adaptem facilmente ao meio em que são inseridos, não impedindo a infiltração e percolação de água, permitindo novamente o crescimento da vegetação.



**Figura 6** - Exemplos de contenções com baixo impacto ambiental.

**Fonte:** MACCAFERRI, 2015.

Já em comparação com as estruturas pré-moldadas, ocorrem certas dificuldades com essa integração, principalmente devido a serem praticamente impermeáveis, e com isto, podemos determinar que este elemento ocasionará alguns impactos para o meio ambiente, e que após a execução da estrutura de concreto, não possibilita a regeneração da área verde antiga pela instalação do elemento.

### 4.4 Praticidade e versatilidade

Os gabiões apresentam grande facilidade de construção, visto que os componentes utilizados são de fácil acesso possibilitando assim que sejam construídos em qualquer ambiente, sem que haja mão de obra especializada, podendo ser utilizado ferramentas manuais ou mecânicas. Um fator de grande importância, é as fáceis alterações previstas em fase de execução.

Os pré-moldados, como as peças já se encontram prontas, se torna muito prático, mas, por serem estruturas rígidas, não permitem assentamentos e nem movimentações referentes ao solo de fundação, visto que tem de ser feito uma análise bem aprofundada do solo com intuito de buscar a resistência necessária para suportar a canalização e isto demanda muito tempo. Este modo também possui um obstáculo que é a dependência de maquinários para dar continuidade sendo que várias canalizações não possuem acesso ou nem mesmo suporte.

## 5. Análise Córrego das Pombas

Foram realizadas visitas in loco e relatórios fotográficos após os períodos chuvosos, dos pontos críticos identificados ao leito do córrego. Seguem algumas imagens do córrego em questão.



**Figura 7** - Deslizamentos no Córrego das Pombas em Itumbiara-GO.

**Fonte:** Autor próprio, 2016.

No local estudado foi identificado elementos desprendidos do solo, ocasionando a dificuldade no fluxo da água, degradação do patrimônio público e privado, assoreamento do leito, impactos ambientais e obstruções parciais das vias de trânsito.

Um dos grandes problemas, é que, dependendo do volume de chuva que atinge as regiões apresentadas nas fotos abaixo, o córrego não consegue suportar tamanho fluxo, com isso, ocorre alagamentos, diversos prejuízos e riscos para a população, uma vez que o local não possui guarda corpos, a contenção conforme o relatório fotográfico, torna-se possível observar que em alguns trechos estão totalmente comprometidos.

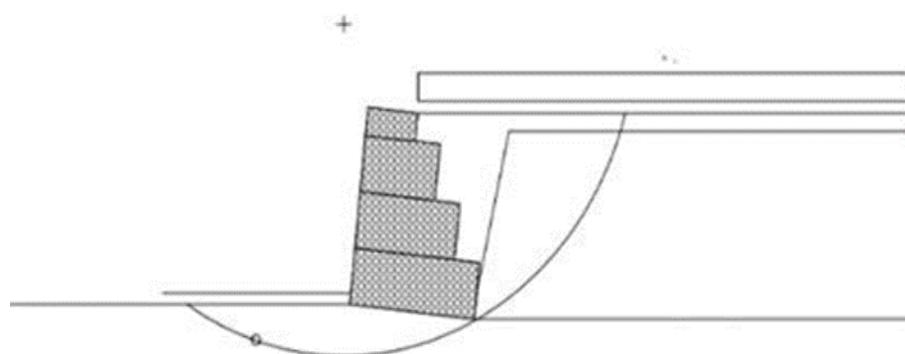
Com as situações decorrentes do desmoronamento, a prefeitura realizou alguns reparos nas estruturas onde não foram eficazes e voltaram a ocorrer novamente os

deslizamentos, sendo assim, solicitaram um estudo para solucionar o problema onde entraram em contato com a empresa mais apta. A Maccaferri desenvolveu então os devidos cálculos de dimensionamentos do córrego.

Segue abaixo o resumo das características gerais dos cálculos que foram desenvolvidos pela empresa Maccaferri após a vistoria in loco no qual foi feita para apresentar qual seria a estrutura ideal dos gabiões para solucionar os problemas de erosão.

Projeto: córrego das pombas  
 Arquivo: seção crítica h = 3,5m

Data: 22/03/2018



#### DADOS SOBRE O SOLO

Solo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	C kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ graus	Solo	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	C kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ graus
B <sub>s</sub>	18,00	5,00	25,00	F <sub>s</sub>	19,00	5,00	35,00

#### CARGAS

Carga	Valor kN/m <sup>2</sup>	Carga	Valor kN/m
q <sub>1</sub>	20,00		

#### VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE

Coef. de Seg. Deslizamento	2,35	Tensão na base (esquerda)	113,10kN/m <sup>2</sup>
Coef. de Seg. Tombamento	3,27	Tensão na base (direita)	18,51kN/m <sup>2</sup>
Coef. de Seg. Rup. Global	1,54	Máxima tensão admissível	298,35kN/m <sup>2</sup>

**Figura 8** - Relatório de cálculo do Córrego das Pombas.

Fonte: MACCAFERRI, 2018.

## 6. Análise Córrego das Pombas

Para definir um elemento de contenção, é necessário avaliar todos os fatores do local, como as causas, a situação do solo, a estrutura utilizada, o entorno para ver se tem cargas atuantes, e, levando em consideração o local em estudo, observou-se que a estrutura do

elemento de contenção ao longo do leito do córrego era insuficiente em conjunto com o solo e também a vazão do mesmo. O que ocorre, é que devido ao grande volume de água que o córrego recebe, causa desprendimento dos elementos de contenção e percolação de água através das estruturas, uma vez que no seu entorno, possui duas vias, ambas com 2 faixas de rolamento, no qual através destas situações, causam instabilidades em certas regiões das áreas pavimentadas.

Desta forma, esses dados foram determinantes para escolher o melhor método a ser utilizado para acabar com os problemas, trazendo benefícios tanto para o município, que terá menos gastos com reparos paliativos, quanto para as pessoas usufruírem das vias com segurança e sem transtornos. Outra situação, é que quando é feita intervenções para resolver problemas de certos locais, contribui também para diminuir as degradações ambientais, preservação do local, diminuição do uso de materiais e também a menor geração de resíduos.

Uma obra de engenharia precisa atender alguns critérios como o meio ambiente, economia e técnica. A parte técnica pode influenciar de forma grandiosa pois quando uma obra é feita de maneira equivocada gera retrabalhos e conseqüentemente o aumento dos gastos, podendo até influenciar em novos impactos ambientais.

Após os cálculos realizados pela Maccaferri e as comparações entre os gabiões e os elementos pré-moldados em relação às propriedades de flexibilidade, permeabilidade, impacto ambiental, praticidade e versatilidade, é comum observar que os dois métodos de contenção que são extremamente utilizados, visto que, ambos possuem propriedades adequadas para solucionar os problemas de desmoronamentos, é possível através do estudo realizado notarmos que o gabião do tipo caixa se torna a melhor solução para fazer a verticalização e o tipo saco para vencer os níveis. Esses elementos têm maiores vantagens tanto no custo benefício, como na parte ambiental do Córrego das Pombas em Itumbiara-GO.

## **Referências**

- ARAMES, B. B. et al. **Gabiões Belgo: Informe Técnico**. Contagem, Minas Gerais, 2014. Disponível em: <<http://www.belgobekaert.com.br/>> Acesso em 19 de mar. de 2020.
- ARCELORMITTAL. **Gabiões Belgo**. São Paulo, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR-6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**, 2014. 221p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8964:** Arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos, para gabiões e demais produtos fabricados com malha de dupla torção. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9062:** Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado - 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10514:** Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões - Especificação, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11.682:** Estabilidade de encostas - Procedimento, 2009.

BARROS, P. L. A. **Obras de Contenção: Manual Técnico.** Maccaferri do Brasil Ltda. Jundiaí - São Paulo, 2016 Disponível

em:<[www.aecweb.com.br/cls/catalogos/maccaferri/obras\\_de\\_contencao\\_opt.pdf](http://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/maccaferri/obras_de_contencao_opt.pdf)> Acesso em 19 de mar. de 2020.

CADIGIO. **Soluções em Geossintéticos.** Campinas - São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.cadigeo.com.br>> Acesso em 18 de mar. de 2020.

CARVALHO, J. C. *et al.* **Processos Erosivos no Centro Oeste Brasileiro.** Editora FINATEC, 2006.

FINOTTI, G. B. S. *et al.* **Estruturas de contenção em gabiões para estabilidade de encostas em processos erosivos.** Goiânia, Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2013.

MACCAFERRI. **Como colocar os gabiões caixa.** 2001. Disponível em: <<http://www.belgobekaert.com.br/Produtos/Documents/Folder-Gabiao.pdf>> Acesso em 20 de mar. de 2020.

MACCAFERRI. **Gabiões Maccaferri.** Jundiaí - São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com/br/o-sucesso-duradouro-gabiao-da-maccaferri/>> Acesso em 20 de mar. de 2020.

MASSAD, F. **Obras de Terra: Curso Básico de Geotecnia.** 2. ed. São Paulo. Editora, SARAIVA, 2010.

TESKE, J. L.; SOUZA, L. S. **Sistema de contenção de encosta pré-moldado com fundação superficial.** Pato Branco, Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.