

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**COMPARATIVO DA ESTRUTURA DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO
EXECUTADA NA CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO MACAMBIRA E
UMA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO**

FELIPE FERREIRA VENÂNCIO ZAKAN
KIANNY ZAKAN MATOS

GOIÂNIA
Maio/2019

FELIPE FERREIRA VENÂNCIO ZAKAN

KIANNY ZAKAN MATOS

**COMPARATIVO DA ESTRUTURA DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO
EXECUTADA NA CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO MACAMBIRA E
UMA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob orientação da Professora Especialista Helena Cortez, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Maio/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

FELIPE FERREIRA VENÂNCIO ZAKAN

KIANNY ZAKAN MATOS

COMPARATIVO DA ESTRUTURA DE CONTENÇÃO TIPO GABIÃO EXECUTADA
NA CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO MACAMBIRA E UMA ESTRUTURA EM
CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 30 de Maio 2019 pela banca examinadora constituída por:


Professora Especialista Helena Bernardes Cortez

Orientadora



Professora Ms. Kelen Cristiane Noleto da Costa

Membro



Professora Ms. Rafaella Oliveira Guimarães Santos

Membro

RESUMO

Este trabalho se trata de um estudo de caso no qual compara a estrutura de contenção tipo gabião executada na canalização do Córrego Macambira, Goiânia, e uma simulação de uma estrutura em concreto armado, que por sua vez desenvolveria a mesma função da estrutura utilizada, como meio de conter as erosões e preservar a fauna e flora. O objetivo do trabalho é realizar um comparativo de custo x benefício entre a estrutura de gabião e uma estrutura de concreto armado. Para isso, foi feita a análise da viabilidade de execução através de uma triagem do terreno, estudos de implantação dos tipos de contenção, custos de mão de obra e de materiais, durabilidade, ciclo de vida da execução no nível de projeto. A estrutura de contenção tipo gabião se mostrou ser um recurso muito eficiente, levando a considerar que ela pode sim ser boa tanto quanto o concreto, e/ou até melhor para determinados tipos de obra. Sendo assim, foram avaliados orçamentos, relatórios e levantamentos da obra, sobre tal estrutura e para a realização desse comparativo, foi utilizada a seção simulada da estrutura de concreto, fazendo assim avaliações de ambas as estruturas com uma pesquisa quantitativa e qualitativa para obter o resultado desejado. Dentre todos os quesitos de avaliações, obtivemos um custo unitário de R\$544,92 por metro cúbico para o gabião, e R\$483,55 por metro cúbico para o concreto armado, logo, o gabião apresentou um valor 12,69% mais caro em relação ao concreto armado. Contudo, o gabião atende aos princípios de resistência, desempenho e durabilidade, apesar de possuir um custo unitário mais elevado a estrutura é executada em menor tempo e seu método construtivo possui baixo impacto ambiental, o que o levou a obter o título de melhor estrutura indicada à questão analisada.

PALAVRAS-CHAVE: Custo, Erosões, Desempenho.

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil são criadas estruturas nas quais geram grandes impactos e são diretamente influenciadas pelas leis da natureza, algo perceptível quando se fazem modificações na geologia do terreno. Um corte ou escavação exige um método de reestabilização, e segundo Wolle (2004) quando se modifica uma encosta, em geral, piora-se a estabilidade do solo. Quando se opta por uma obra de contenção seu objetivo principal é o de parar a série de alterações decorrentes das intervenções que já foram feitas.

Quando se retira parte de um maciço de solo, é provocado um alívio de tensões e acontecem deformações na parte remanescente. A estabilização se faz necessária, pois o que se cortou e foi removido tende a se deformar. Diz-se que esse tipo de intervenção tem êxito quando se consegue cessar ou estabilizar as deformações. A estrutura de contenção tem como função envolver o solo para evitar deslizamentos, nivelar terreno, e por fim a principal relevância, garantir a segurança.

O Córrego Macambira Anicuns apresentou um índice elevado de erosões e deslizamentos nas encostas, o que ocasionou na elaboração de um projeto de contenção das encostas e da canalização do córrego. De acordo com Portes (2008), a análise de qualquer estrutura de contenção consiste no equilíbrio do sistema solo-estrutura. Sendo assim, foi realizado um estudo visando um projeto que gerasse o menor impacto ambiental possível, sendo construído nas margens do Córrego Macambira, o Parque Linear Macambira Anicuns, que proporcionou a conservação e preservação da fauna e flora local, gerando arborização urbana, qualidade de vida para a população dos arredores do parque, e agregando valor aos imóveis.

Se tratando de estruturas de contenção utilizadas em canalizações, faz-se o uso dos muros de gabião que são elementos construídos com gaiolas metálicas e pedras de mão que são arrumadas dentro das gaiolas fabricadas por arame galvanizado que apresenta alta resistência mecânica suportando as deformações. Este tipo de muro é permeável não necessitando de sistema de drenagem. Por ser flexível, suporta muito bem os recalques do terreno. (Gerscovich 2007).

Segundo a norma DNIT 103/2009 gabiões são elementos de forma prismática ou cilíndrica, constituídos por uma rede metálica de malha hexagonal de dupla torção, fabricada com arame de baixo teor de carbono (BTC), com zincagem pesada, revestidos ou não com cloreto de polivinil (PVC) e preenchidos com pedras de mão ou seixos rolados.

Já para Barros (2008) o tipo gabião, é um muro de gravidade flexível constituídos de elementos metálicos feitos com telas de malha hexagonal de dupla torção, preenchidos com pedras que podem ser seixos rolados, pedras basálticas e granito. Sua origem é italiana e foram empregadas pela primeira vez, em sua versão moderna, no final do século XIX. Desde então sua utilização é crescente, e os campos de utilização são mais amplos a cada dia. No Brasil esta solução começou a ser utilizada no início dos anos 70 e hoje já existem muitas obras em todas as regiões do país.

As estruturas em gabiões e colchões Reno, devido à sua notável flexibilidade, podem absorver acomodações sem perder a sua eficiência e função estrutural, ao contrário das estruturas rígidas ou semirrígidas, que podem danificar totalmente quando ocorrerem recalques e erosão do solo de apoio. (Manual Técnico Obras de Contenção Maccaferri).

O Manual Técnico também diz que considera-se o gabião como um muro por gravidade, excluindo a contribuição da parte metálica que proporciona um coeficiente de segurança adicional, devido à sua resistência a tração.

É vital que juntamente com o estudo da estrutura de contenção inclua o estudo de drenagem para que a água da chuva seja destinada a uma estruturação correta. A erosão ocorre por meio de fatores naturais como a percolação da água da chuva sobre a superfície do terreno, o que causa deslizamentos, assoreamento, e movimentação de terra.

Outra estrutura de contenção citada no trabalho é a de concreto armado, nela é utilizada barras de aço, pois, o concreto apresenta uma baixa resistência á tração, e as ferramentas atende a esse esforço, já que o forte do concreto é a compressão. Com isso, a estrutura tem uma capacidade para suportar grandes esforços.

Na estrutura de concreto armado são conhecidas as cortinas atirantadas que se vale de tirantes protendidos ou chumbadores para dar sustentação ao terreno. O tirante é um elemento metálico que ao ser introduzido no solo transfere carga de dentro de um maciço para uma parede ou outra estrutura de contenção. Todo processo está diretamente ligada aos tirantes que são ancorados no talude.

Vale lembrar que o principio para o funcionamento de toda e qualquer estrutura de contenção parte do mesmo principio, que independentemente do método adotado, que é o de promover de forma ativa ou passiva resistência ao deslocamento de terra e ruptura gerado devido ao corte efetuado no terreno. A diferença fundamental esta relacionada ao local de apoio de tais estruturas.

Esse trabalho tem como objetivo realizar um comparativo de custo x benefício entre a estrutura de contenção em gabião utilizada na canalização do Córrego Macambira e uma estrutura em concreto armado que teoricamente desenvolve a mesma função, uma vez que ela não foi executada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi feito a partir da coleta de dados obtida nas visitas técnicas e acompanhamento da execução da obra de canalização do córrego Macambira, o trecho estudado tem a extensão de 4km e está situado às margens da Avenida Macambira, no Conjunto Cachoeira Dourada, na cidade de Goiânia, no Estado de Goiás, tendo -16.723355 de latitude e -49.326304 de longitude. Para tanto foi obtido informações através do acompanhamento da obra que possibilitou a medição da seção transversal da estrutura de contenção utilizada na canalização, à obtenção da planilha de levantamento de custos, planilha de quantitativo de mão de obra e produtividade, laudo de sondagem, medição da extensão da canalização, realizando relatórios fotográficos dos processos construtivos para uma análise da produtividade da estrutura em execução para a realização de planilhas. Com o laudo de sondagem, vazão do córrego e seção transversal do canal, foi possível realizar a simulação de uma estrutura em concreto armado, com o auxílio do CAD/TQS, que é um sistema computacional gráfico destinado à elaboração de projetos de estruturas de concreto armado e o apoio do Engenheiro Civil Ricardo Braga. A estrutura simulada por sua vez tem as mesmas funções da estrutura de contenção em gabião executada, com a sessão tipo definida e a extensão da canalização obtida, foi realizado um orçamento com base na tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), análise do sistema construtivo e uma planilha de quantitativo de mão obra e produtividade.

Tendo todos os dados foi possível a realização do comparativo entre a estrutura de contenção tipo gabião executada na canalização do córrego Macambira e a estrutura de contenção simulada em concreto armado. Considerando como parâmetro para o comparativo o levantamento do custo unitário por m³ de cada estrutura e o custo total, através dos dados em planilhas do Excel foi feito gráficos ilustrando a diferença entre os custos de cada estrutura.

Com as fotos tiradas *in loco* possibilitou a realização do método construtivo da estrutura de contenção tipo gabião, e com o acompanhamento da obra obteve dados de quantitativo de volume produzido por cada operário, viabilizando assim a construção de planilhas e gráficos ilustrando a produtividade mensal pela quantidade de operários. Quanto à estrutura simulada, com base em artigos e estudos foi realizado o método construtivo e considerado a mesma quantidade de operários utilizado na contenção tipo gabião, divididos nas funções necessárias para a execução da contenção, em proporções corretas, tendo assim um volume de produção mensal para a realização das planilhas e gráficos para ilustração, podendo assim gerar o comparativo entre as estruturas de contenção, mostrando qual tipo de contenção

tem maior produção em menor prazo, resultando em um período de menor de execução e conclusão da obra.

2.1 Contenção tipo Gabião: Processo Construtivo e Levantamento de Custos

O sistema de contenção consistiu em uma estrutura de contenção tipo gabião, que são elementos modulares, com formas variadas, confeccionados a partir de telas metálicas em malha hexagonal de dupla torção que, preenchidos com pedras de granulometria adequada e costurados juntos, formam estruturas destinadas à solução de problemas geotécnicos, hidráulicos e de controle da erosão. A montagem e o enchimento destes elementos foram realizados manualmente e com equipamentos mecânicos comuns como escavadeiras hidráulicas.

Para as estruturas de contenção à gravidade executadas foram utilizadas os seguintes tipos:

2.1.1 Gabião tipo caixa

O gabião tipo caixa é uma estrutura metálica, em forma de paralelepípedo, produzida a partir de um único pano de malha hexagonal de dupla torção, que forma a base, a tampa e as paredes frontal e traseira.

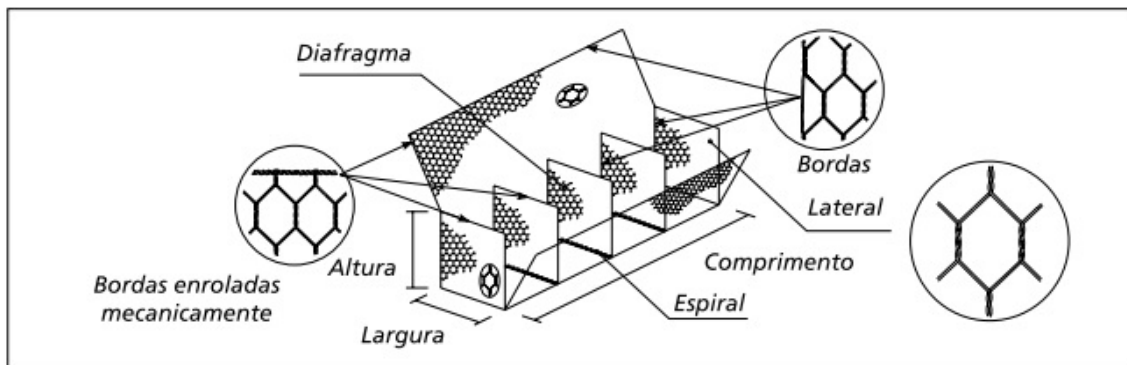


Figura 01. Elementos constituintes dos gabiões tipo caixa.
Fonte: Manual de Obras de Contenção MACCAFERRI.

Depois de retirado do fardo, cada elemento foi completamente desdobrado e montado em obra, assumindo a forma de um paralelepípedo (Figura 01). Posteriormente foi transportado e instalado, conforme definido em projeto, e amarrado, ainda vazio, aos gabiões adjacentes. Os mesmos foram preenchidos com material pétreo, com diâmetro médio superior à menor dimensão da malha hexagonal. A rede, em malha hexagonal de dupla torção confere proteção contra a corrosão. Devido o contato com água, foi utilizada a malha produzida com arames de revestimento adicional em material plástico, que ofereceu uma proteção definitiva contra à



corrosão. As dimensões do gabião tipo caixa são padronizadas, sendo que as dimensões do gabião caixa utilizado na contenção foram: 1x1x1m (1 metro de largura por 1 metro de comprimento por 1 metro de altura).

Figura 02. Fechamento lateral das caixas. Figura 03. Montagem das caixas de gabião.

2.1.2 Colchão Reno®

O colchão Reno® é uma estrutura metálica, em forma de paralelepípedo, de grande área e pequena espessura. É formado por dois elementos separados, a base e a tampa, ambos produzidos com malha hexagonal de dupla torção.

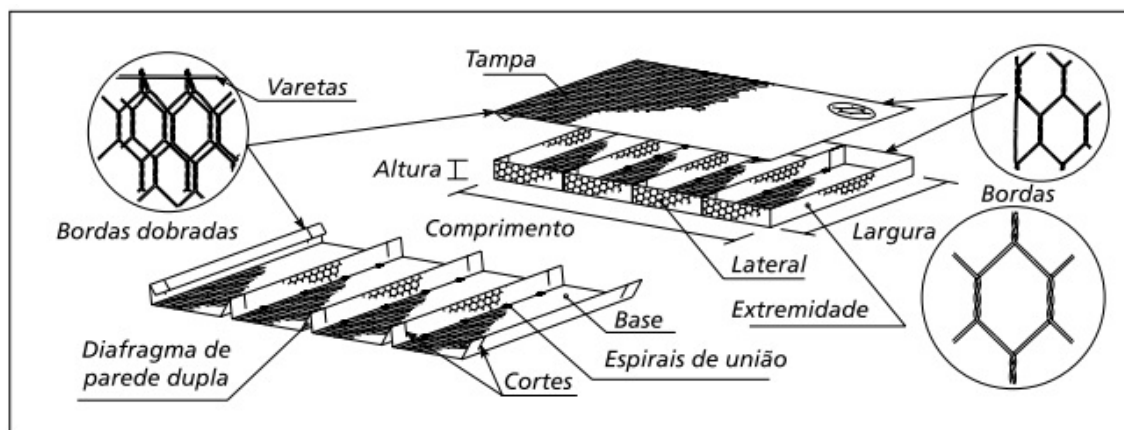


Figura 04. Elementos constituintes do Colchão Reno®.

Fonte: Manual Obras de Contenção MACCAFERRI.

O pano que forma a base foi dobrado durante a produção para formar os diafragmas, um a cada metro, os quais dividiram o colchão em células de aproximadamente dois metros quadrados. Na obra foi desdobrado e montado assumindo a forma de paralelepípedo. Posteriormente transportado e posicionado conforme especificado em projeto, e então, costurado, ainda vazio, aos colchões Reno adjacentes. Essa estrutura teve como função proteger a base dos muros, e sua função principal, atuando como revestimento flexível de margens e fundo de cursos d'água. Como estes elementos trabalham em contato constante com água e em ambientes normalmente agressivos, utilizou-se a malha produzida com arames com revestimento adicional de material plástico, que ofereceu uma proteção definitiva contra a corrosão. O período de baixa no córrego permitiu a instalação do Colchão Reno® sem a

necessidade da realização de ensecadeira, e a resistência à corrosão da tela revestida permite que o colchão tenha contato permanente com a água sem nenhum dano.



Figura 05. Instalando tampas nos Colchões. Figura 06. Costura dos Colchões Reno.

2.1.3 Material de Enchimento

Para o enchimento dos gabiões foi utilizado material pétreo, pedras britadas, “pedras de mão”, com dimensões que variam de 76 a 250mm, também conhecida como pedra rachão, pedra pulmão ou pedra amarrada. O uso da pedra rachão foi devido seu peso e suas características satisfazerem as exigências técnicas, funcionais e de durabilidade exigidas para a obra. Devido ao grande volume de pedras empregadas na obra e a necessidade de grandes carregamentos e entregas diárias, foi necessária a aquisição do material em pedreiras mais próximas à região, facilitando o controle da entrega diária de material, controle de estoque e rápido atendimento, visando também a diminuição do custo de transporte podendo ser utilizado os próprios caminhões basculantes do Consórcio Construtor PUAMA, sendo assim o material foi adquirido na Pedreira Izaira, situada na Avenida Sibipiruna, Zona Rural, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil, e por vezes na Pedreira Araguaia, situada na Avenida Das Palmeiras Fazenda Santo Antônio - Zona Rural, Goiânia – GO.

O uso de pedra amarrada, foi preferido devido o material ter maior peso específico, porque o comportamento da estrutura a gravidade depende diretamente do seu peso próprio. O peso do muro depende também do índice de vazios do material de enchimento, daí resulta o trabalho artesanal realizado pelos profissionais “gabioneiros”, organizando as pedras uma a uma, evitando assim grandes vazios entre pedras, protegendo a estrutura para que com a movimentação através da passagem da água do córrego a caixa não possa murchar, influenciando no peso próprio da estrutura e estética.

2.1.4 Colocação do gabião tipo caixa em obra

Os Gabiões tipo Caixa foram fornecidos dobrados e agrupados em fardos. Os fardos eram armazenados, sempre no almoxarife situado no pátio do Consórcio Construtor PUAMA, situado na Avenida Cesar Lates e transportado para a obra de acordo às necessidades para serem montados. O gabião era constituído por um pano único que formava as paredes superior, anterior, inferior e posterior da caixa. A este pano eram fixados dois panos menores que, uma vez levantados, constituíam as faces laterais. Outros panos eram colocados unidos ao pano maior com uma espiral para permitir a formação dos diafragmas internos, que eram posicionados no centro, dividindo a caixa em dois módulos, cada um com 1m³, garantindo maior conformidade ao conjunto e mantendo a flexibilidade que caracteriza as peças.

Passo1: Montagem

A montagem consistiu, inicialmente, em retirar cada peça do fardo e transportá-la, ainda dobrada, ao lugar preparado para a montagem, e, com os pés, foram tiradas todas as irregularidades dos painéis (figura 07). A seguir, a face frontal e a tampa foram dobradas e levantadas até a posição vertical, assim como a face posterior. Obtendo assim o formato de um paralelepípedo aberto (uma caixa). Formada esta caixa, foi unido fios de borda que se sobressaem nos cantos dos panos de tela torcendo-os entre si (figura 08).

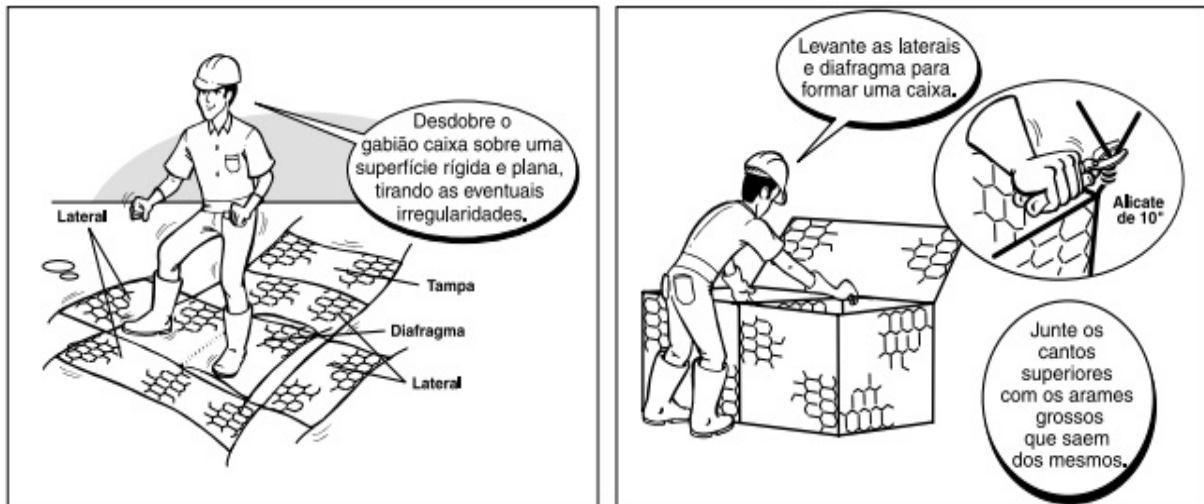


Figura 07. Preparação para montagem do gabião.
 Fonte: Catálogo Maccafferri.

Passo 2: Colocação

Os elementos, já montados, foram transportados um a um até o lugar definido no projeto e posicionado apropriadamente. Os elementos, então, foram amarrados, ainda vazios, uns aos outros ao longo de todas as arestas de contato (menos as das tampas), formando a primeira camada da estrutura.

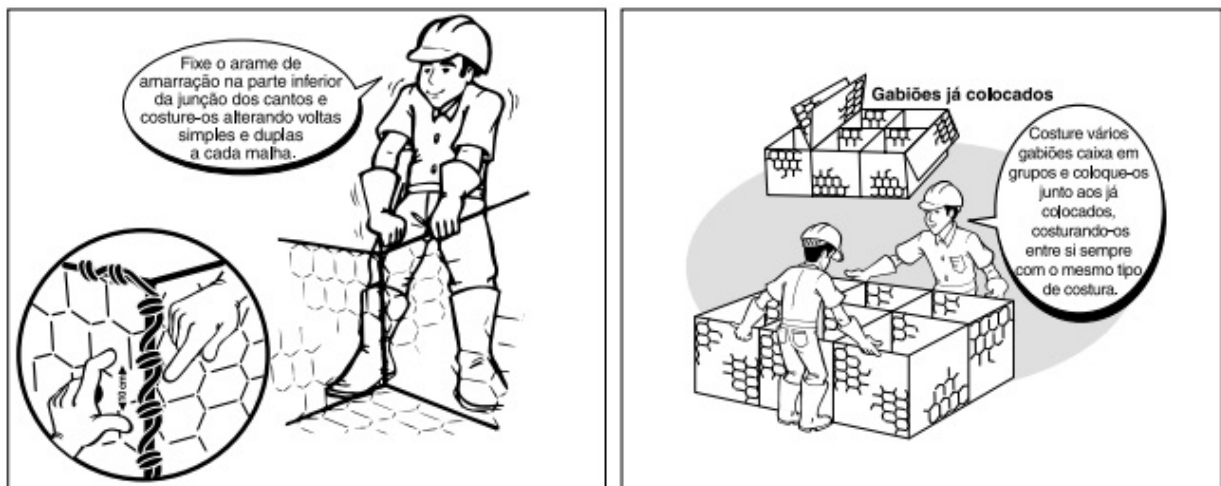


Figura 08. Costura das arestas com arame.
 Fonte: Manual Obras de Contenção MACCAFERRI

O plano de apoio estava previamente preparado e nivelado. Sendo assegurado que as características de resistência do terreno foram àquelas consideradas no projeto. Neste caso a camada superior do terreno foi substituída por material granular de boas características, sendo feito o agulhamento de aproximadamente 1m com pedras de mão, garantindo assim uma superfície rígida o suficiente para acomodar a estrutura.

Para garantir que a estrutura apresentasse a estética esperada, e a garantia de um bom acabamento da fachada frontal foi preciso recorrer à utilização de um gabarito. O gabarito era formado por quatro tábuas de madeira de aproximadamente 4 a 5m de comprimento e 10cm de largura, mantidas paralelas horizontalmente a uma distância de 10cm uma da outra por tábuas verticais menores, formando grelhas de aproximadamente 1 x 4m ou 1 x 5m. O gabarito era fixado firmemente ao lado externo, usando o mesmo arame de amarração.

Para garantia de esquadro e que a estrutura estivesse em prumo era instalado o gabarito tanto na parte frontal quanto na parte posterior do gabião, mesmo que a parte posterior não ficará visível após o aterramento, mas isso é uma maneira de evitar desperdício de materiais enchendo as caixas demasiadamente e garante que a estrutura não deforme, podendo comprometer a resistência da tela e perder a angulação de 6° que é exigida em projeto para que não haja tombamento.



Figura 10. Instalação do gabarito na parte frontal. Figura 11. Uso do gabarito.

Passo3: Enchimento

Como já mencionado, para o preenchimento foram usadas pedras limpas, compactas, não friáveis e não solúveis em água, tais que garantiram o comportamento e a resistência

esperada para a estrutura. As pedras devem foram acomodadas apropriadamente para reduzir ao máximo o índice de vazios, conforme previsto no projeto (entre 30% e 40%), até alcançar aproximadamente 0,30m de altura, no caso dos gabiões com 1,0m de altura. Foram, então, colocados dois tirantes (tensores) horizontalmente a cada metro cúbico (em cada célula). Tais tirantes foram amarrados a duas torções (mínimo quatro arames distintos) da face frontal (aproveitando o espaço existente entre as tábuas do gabarito) e a duas da face posterior de cada célula. Após esta etapa inicial do enchimento, para os gabiões com 1,0m de altura, foi preenchido outro terço da célula e repetida à operação de aplicação de tirantes. Foi tomado o devido cuidado para que a diferença entre o nível das pedras de duas celas vizinhas não ultrapassasse 0,30m, para evitar a deformação do diafragma ou das faces laterais e, conseqüentemente, facilitar o preenchimento e posterior fechamento da tampa.

O enchimento dos gabiões tipo caixa foram realizados manualmente e com o auxílio de uma escavadeira hidráulica, que fazia o transporte do material que era trazido por caminhões basculantes e depositado nas margens do córrego até o local de despejo, em seguida as pedras eram lançadas no gabião e reorganizadas uma a uma pelos operários.

Passo 4: Fechamento

Após o preenchimento das células, a tampa, que havia ficado dobrada, foi desdobrada e posicionada sobre a caixa com a finalidade de fechar superiormente o gabião, sendo amarrada ao longo de seu perímetro livre a todas as bordas superiores dos painéis verticais. A amarração deve, sempre que possível, unir também a borda em contato com o gabião vizinho.



Figura 12. Preenchimento da última camada. Figura 13. Fechamento da tampa do gabião.

2.1.5 Planilhas de custo

A planilha apresenta o custo para proteção de margens em estrutura de gabião um custo total de R\$ 1.544.596,52 (Um milhão quinhentos e quarenta e quatro mil quinhentos e noventa e seis reais e cinquenta e dois centavos), valor referente à mão de obra para montagem e o fornecimento do gabião tipo caixa e Reno, para o preenchimento das caixas e a realização do embasamento (agulhamento) a planilha mostra um custo de R\$ 4.487.220,80 (Quatro milhões quatrocentos e oitenta e sete mil duzentos e vinte reais e oitenta centavos), em material granular (pedra rachão). A planilha mostra um custo unitário de R\$ 544,92 (Quinhentos e quarenta e quatro reais e noventa e dois centavos) por metro cúbico (m³) de proteção de margens em estrutura de gabião, considerando mão de obra, gabião e material de enchimento.

Tabela 04: Planilha de custo de proteção de margens em estrutura de gabião.

Fonte: Planilha orçamentária do Parque Linear Macambira Anicuns.

| | | | | | | |
|-------|--|---|----|-----------|----------|---------------|
| 1.8 | PROTEÇÃO DE MARGENS(ESTRUTURA EM GABIÃO) | 5 | M3 | 3.378,30 | 4.077,21 | 13.774.052,99 |
| 1.8.1 | EMBASAMENTO DE MATERIAL GRANULAR - RACHÃO (transporte de material incluso) | | M3 | 51.159,74 | 87,71 | 4.487.220,80 |
| 1.8.2 | GABIÃO TIPO CAIXA H = 1,0M E COLCHAO | | M3 | 3.378,30 | 457,21 | 1.544.596,52 |
| 1.8.3 | MOVIMENTO TERRA | | M3 | 88.033,32 | 87,95 | 7.742.235,67 |

2.1.6 Cronograma físico - financeiro

O cronograma acima demonstra que para a proteção de margem foi programada para ser executada em um período de 13 meses, dando início no mês de abril e tendo sua finalização no mês de março do ano seguinte, ou seja, levando em consideração um período de 22 dias trabalhados por mês, temos um total de 286 dias trabalhados para a execução de 3.378,30 metros cúbicos em gabião tipo caixa e colchão Reno, considerando também a regularização do terreno e solidificação da base com a inserção de elemento granular (agulhamento).

Tabela 05: Planilha de cronograma físico – financeiro.

| ITEM | DESCRIÇÃO | TOTAL (R\$) | MÊS | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| 1 | ENGENHARIA | 58.494.042,46 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | TERRAPLENAGEM | R\$ 4.744.120,54 | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | |
| 1.2 | PAVIMENTAÇÃO | R\$ 4.341.354,86 | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | |
| 1.3 | DRENAGEM SUPERFICIAL | R\$ 1.329.669,07 | | | | | | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | 9,09% | |
| 1.4 | OBRAS COMPLEMENTARES | R\$ 2.603.463,85 | | | | | | | | | | | | 16,67% | 16,67% | 16,67% | 16,67% | 16,67% | 16,67% |
| 1.5 | OBRAS DE ARTE CORRENTES | R\$ 1.786.572,18 | | | | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | |
| 1.6 | ESCADARIAS DE DISSIPACÃO | R\$ 3.743.783,95 | | | | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | 8,33% | |
| 1.7 | GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS | R\$ 25.910.204,57 | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | 6,67% | |
| 1.8 | PROTEÇÃO DE MARGENS | R\$ 13.774.052,99 | | | | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% | 7,69% |
| 1.9 | PASSARELA DE PEDESTRES | R\$ 260.820,45 | | | | | | | | | | | | 16,67% | 16,67% | 16,67% | 16,67% | 16,67% | 16,67% |

Fonte: Planilha orçamentária do Parque Linear Macambira Anicuns.

2.1.7 Mão de Obra

Para a execução da canalização a obra desfrutava de uma mão de obra contendo 20 gabioneiros para a contenção das margens, sendo 10 em cada lado do córrego, 2 gabioneiros para a execução dos colchões Reno, 3 escavadeiras hidráulicas, 1 pá carregadeira e 2 caminhões basculantes, totalizando em uma mão de obra de 28 funcionários contando com os operadores das máquinas e caminhões.

Segundo dados obtidos *in loco*, cada gabioneiro produz em média 6m³ de gabião por dia, dotado de uma mão de obra de 22 gabioneiros a produção semanal é de 132m³, resultando em um montante mensal de 528m³ de gabião. Porém levando em consideração que não se trata somente de gabião tipo caixa, mas que no volume também contempla gabião tipo colchão Reno, que reduz um pouco a produção diária, devido o volume unitário do colchão Reno ser inferior ao do gabião caixa, considerando também os contratempos e tempos gastos com agulhamento, montagem de caixas, transporte de materiais e demais acontecimentos a produção mensal era de 475m³ entre gabião e colchão Reno.



Figura 14: Operários e escavadeira hidráulica.

2.1.8 Projeto

O projeto contemplava uma seção de 5m de largura por 3,50m de altura, sendo que as paredes de contenção em gabião caixa de 1m, sendo uma base em gabião de 0,50m e 3 camadas em gabião caixa de 1m, com uma base de 2,50m sendo escalonado de 0,50m em 0,50m, obtendo assim uma escadaria onde seria revestida com a manta geotêxtil, na obra conhecida como “Bidim”, que garantia que a terra não adentrasse no gabião, podendo assim preencher os vazios impedindo que a água percolasse, influenciando diretamente na permeabilidade da estrutura que poderia resultar em tombamento, deste modo a estrutura estaria protegida quando fosse realizado o aterramento da encosta. Para garantia de estabilidade a cada 40m se fazia uso do contraforte, que nada mais é que uma estrutura em gabião tipo caixa executada perpendicular à estrutura de contenção das encostas, tendo um comprimento de 2,5m, começando da base da estrutura até a última camada do gabião acompanhando o escalonamento da parte posterior do gabião.



Figura 18: Imagem ilustrando as três camadas do gabião.

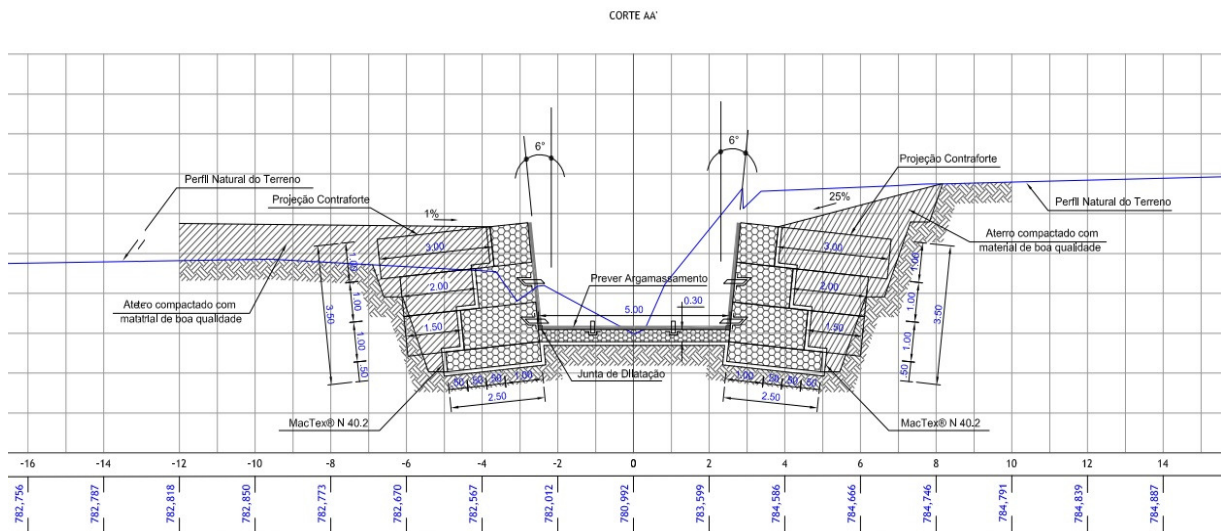


Figura 19: Seção transversal da canalização.

Fonte: Projeto Parque Linear Macambira (2012).

2.2 Contenção em Concreto Armado: Processo Construtivo e Levantamento de Custos

A concepção apresentada nesta metodologia prevê a incorporação das fundações nas paredes da estrutura definitiva. O tipo de estrutura de contenção consiste em uma simulação de uma estrutura em concreto armado que por sua vez desenvolveria a mesma função da estrutura executada, obedecendo ao previsto em projeto, e com dimensões adequadas à sua incorporação na estrutura definitiva.

Para iniciar os serviços, deverá ser realizada a limpeza do terreno e remoção de construções que poderá interferir com a realização da obra. Devido ao custo de implantação, este tipo de obras é em geral utilizado em regiões em que haja carência de espaço disponível para execução das obras, ou se deseja aproveitar as faixas laterais do canal, para implantação de vias, por exemplo. O que não é o caso da canalização do Córrego Macambira, já que se tem por prioridade a proteção da Área de Preservação Permanente (APP).

O sistema consiste de parede de concreto moldada no local com os elementos que farão parte da construção final. (NBR 16055/2012.)

2.2.1 Execução da fundação

Após a limpeza e remoção de interferências, deverão ser executadas as fundações para implantação da estrutura. Conforme a solução adotada em projeto, estas poderão ser em estacas metálicas, injetadas, moldadas “in loco”, hélice contínua, parede diafragma, etc. Sua execução deverá seguir os procedimentos descritos para cada tipo de fundação. As fundações deverão ser executadas em ambas as margens do rio ou córrego, antes de se iniciarem os trabalhos de escavação.

2.2.2 Ensecadeira

Completados os trabalhos de fundação e escoramento das paredes laterais da escavação, deverá ser instalada a ensecadeira de primeira fase, para possibilitar a execução dos trabalhos de execução da galeria. O posicionamento da ensecadeira e sua extensão deverão estar de acordo com as especificações de projeto e o planejamento da obra.

2.2.3 Fôrmas

A moldagem dos elementos estruturais é executada com a utilização de fôrmas projetadas para cada empreendimento. Os materiais das fôrmas que serão utilizados são do seguinte tipo: (Fonte NBR 16055/2012)

- Metálicas e compensadas (quadros em alumínio ou aço e chapas de madeira compensada ou material sintético).

É necessário cuidado na utilização das fôrmas, pois o desmoldante a ser utilizado deve ser escolhido de acordo com o tipo de material desejado para modelar a estrutura, pois o desmoldante deve garantir que o concreto não tenha aderência para não deixar que haja resíduos na superfície das paredes ou que possa dificultar a remoção das fôrmas, podendo comprometer a aderência do aspecto da parede. É necessário esse cuidado para que ao desformar não possa danificar a superfície das fôrmas impossibilitando assim o reuso.

2.2.4 Concreto

O tipo de concreto utilizado para o sistema será o concreto autoadensável, pois de acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2010, p.52) o concreto autoadensável, quando economicamente viável, é a melhor opção técnica para paredes de concreto, pois as espessuras de paredes e lajes nesse sistema são muito pequenas, dificultando o lançamento e a vibração do material nas fôrmas. Este concreto possui dois atributos relevantes: a sua aplicação é muito rápida, feita por bombeamento, e a mistura é extremamente plástica, dispensando o uso de vibradores.

2.2.5 Concreto autoadensável

O concreto autoadensável é basicamente uma forma evoluída do concreto convencional, ele aumenta a composição de apenas 4 para 6 elementos: água, cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, finos e aditivos, tornando o equilíbrio um pouco mais complexo. Por este motivo o mesmo não deve ser rodado em obra, pois é necessário ter um controle de qualidade que apenas pode ser obtido no concreto usinado. (GOMES et al, 2009) Devido seu comportamento em estado fresco, o concreto convencional se diferencia do concreto

autoadensável, pois exige uma caracterização de seus aspectos de trabalhabilidade. O autoadensável possui inúmeras aplicações devidas ações de aditivos superplastificantes, que geram maior facilidade durante o bombeamento, promove maior homogeneidade, resistência e durabilidade. Nos sistemas de construções convencionais as fôrmas tem uma espessura limite que permite a utilização de vibradores para realizar o adensamento do concreto preenchendo todos os espaços. As paredes de concreto normalmente podem ter uma espessura mínima de 10 cm, logo o contato do vibrador com as formas ou armaduras podem provocar diversos problemas.

2.2.6 Planilha de custo

A planilha apresenta o custo final da estrutura de contenção em concreto armado com um custo total de R\$ 4.144.643,01 (Quatro milhões cento e quarenta e quatro mil seiscentos e quarenta e três reais e um centavo), contemplando desde a locação da obra à desforma.

Planilha de custo de contenção em concreto armado.

| 9. ESTRUTURA DE CONTENÇÃO - CANALIZAÇÃO | | R\$ | | | | 4.144.643,01 |
|---|-------------------------------|---|-------|------------|------------|----------------|
| 9.1 | 73686 - SINAPI - 10/17 | LOCAÇÃO DE OBRA, COM USO DE EQUIPAMENTO TOPOGRAFICO, INCLUSIVE NIVELADOR | M2 | 4.738,32 | R\$ 18,09 | R\$ 85.716,14 |
| 9.2 | 6454 - SINAPI - 10/17 | FORNECIMENTO E LANÇAMENTO DE PEDRA DE MAO | M3 | 2.867,98 | R\$ 154,75 | R\$ 443.819,91 |
| 9.3 | 83534 - SINAPI - 10/17 | LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECÂNICO, INCLUSOS ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | 220,50 | R\$ 478,24 | R\$ 105.451,92 |
| 9.4 | 92720 - SINAPI - 10/17 | CONCRETO FCK=25 MPA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO | M3 | 2.554,36 | R\$ 334,39 | R\$ 854.152,44 |
| 9.5 | 92874 - SINAPI - 10/17 | LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015 | M3 | 2.470,02 | R\$ 27,63 | R\$ 68.246,64 |
| 9.6 | 26026 - SINAPI - 10/17 | SILICA ATIVA PARA ADICAO EM CONCRETO E ARGAMASSA (28.40 KG/M3) | KG | 64.215,33 | R\$ 2,52 | R\$ 161.822,62 |
| 9.7 | 92411 - SINAPI - 10/17 | MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M2, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 | M2 | 6.355,50 | R\$ 84,36 | R\$ 536.149,98 |
| 9.8 | 83665 - SINAPI - 10/17 | FORNECIMENTO E INSTALACAO DE MANTA BIDIM RT - 14 | M2 | 8.700,00 | R\$ 8,54 | R\$ 74.298,00 |
| 9.9 | 73902/001 - SINAPI - 10/17 | CAMADA DRENANTE COM BRITA NUM 3 | M3 | 1.300,00 | R\$ 94,45 | R\$ 122.785,00 |
| 9.10 | 83683 - SINAPI - 10/17 | CAMADA HORIZONTAL DRENANTE C/ PEDRA BRITADA 1 E 2 | M3 | 1.055,00 | R\$ 104,64 | R\$ 110.395,20 |
| 9.11 | 83356 - SINAPI - 10/17 | TRANSPORTE COMERCIAL DE BRITA/PEDRA | M3xKm | 620.460,94 | R\$ 0,66 | R\$ 409.504,22 |
| 9.12 | 73816/1 - SINAPI - 10/17 | EXECUCAO DE DRENO COM TUBOS DE PVC CORRUGADO FLEXIVEL PERFURADO - DN 100 | M | 1.265,55 | R\$ 25,87 | R\$ 32.739,80 |
| 9.13 | 89021 - SINAPI - 10/17 | BOMBA SUBMERSIVEL ELÉTRICA TRIFÁSICA, POTÊNCIA 2,96 HP, Ø ROTOR 144 MM SEMI-ABERTO, BOCAL DE SAÍDA Ø 2, HM/Q = 2 MCA / 38,8 M3/H A 28 MCA /5 M3/H - CHP DIURNO. AF_06/2014 | HP | 16.896,00 | R\$ 1,40 | R\$ 23.654,40 |
| 9.14 | 92915 - SINAPI - 10/17 | FORNE, CORTE E DOBRA E ARMAÇÃO DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5.0 MM | KG | 700,00 | R\$ 11,88 | R\$ 8.316,00 |
| 9.15 | 92917 - SINAPI - 10/17 | FORNE, CORTE E DOBRA E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8.0 MM | KG | 15.000,00 | R\$ 10,06 | R\$ 150.900,00 |
| 9.16 | 92919 - SINAPI - 10/17 | FORNE, CORTE E DOBRA E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10.0 MM | KG | 72.500,00 | R\$ 8,13 | R\$ 589.425,00 |
| 9.17 | 92921 - SINAPI - 10/17 | FORNE, CORTE E DOBRA E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12.5 MM | KG | 330,00 | R\$ 6,63 | R\$ 2.187,90 |
| 9.18 | 73898/001 - SINAPI - 10/17 | JUNTA DE DILATAÇÃO ELÁSTICA (PVC) O-220/6 PRESSAO ATE 30 MCA | M | 484,00 | R\$ 93,36 | R\$ 45.186,24 |
| 9.19 | 74020/1 - SINAPI - 10/17 | ENSAIO DE CONCRETO | M3 | 2.470,02 | R\$ 18,86 | R\$ 46.584,57 |
| 9.20 | 89455 - SINAPI - 10/17 | ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESURA 14CM) FBK = 14,0 MPA | M2 | 1.350,00 | R\$ 63,41 | R\$ 85.603,50 |
| 9.21 | 87877 - SINAPI - 10/17 | CHAPISCO APLICADO SOMENTE EM ESTRUTURAS DE CONCRETO EM ALVENARIAS | M2 | 2.700,00 | R\$ 6,71 | R\$ 18.117,00 |
| 9.22 | 87530 - SINAPI - 10/17 | MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 E=2CM | M2 | 2.700,00 | R\$ 28,10 | R\$ 75.870,00 |
| 9.23 | (I) - 01527 - SINAPI - 10/17 | CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953) | M3 | 61,25 | R\$ 278,12 | R\$ 17.034,85 |
| 9.24 | 92874 - SINAPI - 10/17 | LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. AF_12/2015 | M3 | 61,25 | R\$ 27,63 | R\$ 1.692,34 |
| 9.25 | (I) - 034439 - SINAPI - 10/17 | AÇO CA-50, 10,0 MM, DOBRADO E CORTADO | KG | 274,05 | R\$ 4,09 | R\$ 1.120,86 |
| 9.26 | 92422 - SINAPI - 10/17 | MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M². PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 | M2 | 269,00 | R\$ 48,16 | R\$ 12.955,04 |
| 9.27 | 83690 - SINAPI - 10/17 | DISSIPADOR DE ENERGIA EM PEDRA ARGAMASSADA ESPESURA 6CM INCL MATERIAIS E COLOCACAO MEDIDO P/ VOLUME DE PEDRA ARGAMASSADA | M3 | 126,00 | R\$ 483,44 | R\$ 60.913,44 |

Tendo como custo unitário por m³ de contenção em concreto armado o valor de R\$ 483,55 (Quatrocentos e oitenta e três reais e cinquenta e cinco centavos).

Planilha de custo unitário de contenção em concreto armado.

| Insumo | Un | Descrição | Rend. | Preço unitário | Preço Insumo |
|---|----------------|--|--------|----------------|--------------|
| mt07aco020d | Un | Separador certificado para muros. | 8,000 | 0,13 | 1,04 |
| mt07aco070f | kg | Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros, segundo ABNT NBR 7480. | 22,440 | 3,92 | 87,96 |
| mt08var050 | kg | Arame galvanizado para atar, de 1,30 mm de diâmetro. | 0,286 | 2,53 | 0,72 |
| mt36tie010da | m | Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, com com extremo alargado. | 0,050 | 9,29 | 0,46 |
| mt110haf080iec | m ³ | Concreto C25 classe de agressividade ambiental II e tipo de ambiente urbano, brita 1, consistência S100, dosado em central, segundo ABNT NBR 8953. | 1,050 | 324,33 | 340,55 |
| mq06bhe010 | h | Caminhão bomba estacionado na obra, para bombeamento de concreto. | 0,053 | 383,71 | 20,34 |
| mo043 | h | Armador. | 0,342 | 21,82 | 7,46 |
| mo090 | h | Ajudante de armador. | 0,436 | 17,66 | 7,70 |
| mo045 | h | Oficial de trabalhos de concretagem. | 0,085 | 21,82 | 1,85 |
| mo092 | h | Ajudante de trabalhos concretagem. | 0,339 | 17,66 | 5,99 |
| | % | Custos diretos complementares | 2,000 | 474,07 | 9,48 |
| Custo de manutenção decenal: R\$ 19,34 nos primeiros 10 anos. | | | | Total: | 483,55 |

2.2.7 Mão de Obra

Para a realização da estrutura simulada fez-se uso da mesma quantidade de operários usado na estrutura utilizada na canalização, sendo 22 operários, mas para a estrutura de contenção em concreto armado a divisão consistiu em 5 armadores e 1 ajudantes de armador, 5 carpinteiros e 1 ajudantes de carpinteiros, 6 pedreiros de concretagem e 4 ajudantes, sendo o concreto usinado rodado em caminhão betoneira, transportado da concreteira até o canteiro de obras. De acordo com a planilha de produtividades de serviços da SBD (Sistema Badra de Dados), calcula-se uma produção diária de 6m³/dia em concreto armado, contando o serviço de fôrmas, armação e concretagem, porém sabemos que primeiramente é realizado o serviço de fôrmas, posteriormente a armação e logo após a concretagem. Levando em consideração os 28 dias de cura para o concreto armado, estima-se um montante de 250m³/mês.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final do processo de estudo das etapas construtivas e de avaliação dos custos, comparando as diferenças entre uma estrutura de contenção em gabião e uma estrutura de contenção em concreto armado, obteve-se os resultados esperados na hipótese inicial. A estrutura em contenção tipo gabião, apresentou um custo maior, porém, mostrou maior viabilidade executiva e tecnológica, se comparado a estrutura de contenção em concreto armado.

Diante dos resultados obtidos, podem-se fazer algumas comparações:

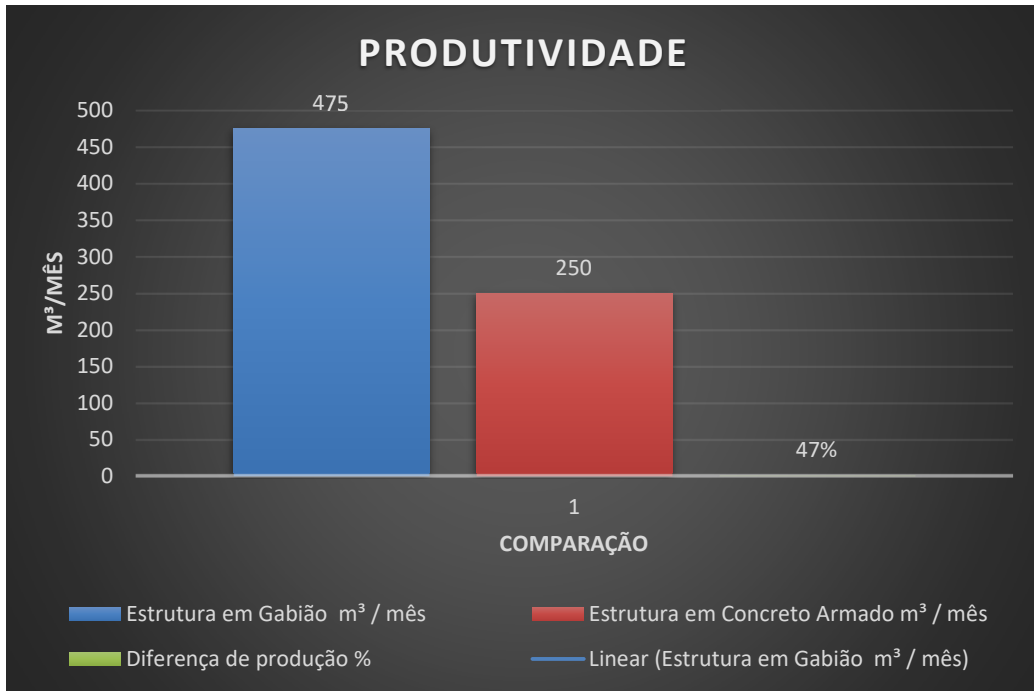
3.1 Análise Comparativa de Processo Construtivo

Através dos escopos definidos, prevendo as etapas de execução das estruturas de contenção, foi elaborado um comparativo dos processos construtivos. Para isso, foi analisado o volume produzido mensal em cada estrutura, sendo que as duas eram dotadas da mesma quantidade de operários. A tabela a seguir mostra o volume mensal de cada estrutura, com um prazo total de 22 dias trabalhados, com isso é notável a diferença dos dois sistemas.

Tabela 06. Comparativo de produção mensal das estruturas.

| Estruturas | Estrutura em Gabião | Estrutura em Concreto Armado | Diferença de produção |
|-------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Produtividade | m ³ / mês | m ³ / mês | % |
| | 475 | 250 | 47% |

Figura 20. Gráfico do comparativo de produtividade entre as estruturas.



Mostrando que, a estrutura de contenção tipo gabião é construída mais rapidamente, pois apresenta uma produtividade 47% maior que a estrutura em concreto armado. Analisando a etapa de enchimento, sendo a estrutura em gabião com pedras de mão, e a estrutura em concreto armado com concreto usinado, o enchimento com concreto usinado é aproximadamente 80 % mais rápido que o enchimento com material pétreo, devido à necessidade de organização do material manualmente. Mas Considerando o tempo de execução total das estruturas, a estrutura em gabião é realizada em 53 % do prazo gasto para a estrutura em concreto armado.

Quando se trata de processo construtivo na estrutura em gabião, as vantagens são diversas, como: facilidade na instalação, maior rapidez construtiva (permitindo um avanço considerável na obra), independe de mão de obra especializada, todo material utilizado é reciclável e reutilizável, não demanda de ferramentas para a execução devido o serviço ser completamente manual, baixo impacto ambiental, permite que a vegetação se integre com a estrutura, por ser construído por uma estrutura flexível, permite que o muro sofra recalques diferenciais sem que o talude perca estabilidade, os espaços vazios deixados pela acomodação das pedras permitem que a água presente no talude escoe pelo muro ocorrendo a drenagem necessária para que não tenha aumento da poro-pressão, baixo custo para à instalação devido ao uso de materiais naturais e mão de obra não especializada, custo de manutenção é baixo e o ciclo de vida da estrutura é muito longo.

Na execução da estrutura em gabião, observam-se algumas desvantagens: a estrutura demanda de uma base muito alargada, o que compromete grandes faixas do terreno, devido à constante utilização de arames para amarração, gera um índice muito grande de desperdício de material que ocasiona na geração de resíduos, também há grande desperdício de pedras, pois o caminhão basculante não deposita as pedras próximo ao leito do córrego, elas são depositadas no alto do barranco e trazidas até o local de despejo nas caixas pela escavadeira hidráulica, logo no local de despejo acaba por ficar uma porção de pedras em desuso, com a diminuição do volume de agregado gráúdo a concha da escavadeira não consegue captar o material, desta forma o mesmo é deixado para trás e se torna um material descartável, gerando grande desperdício, pois dificilmente o material será recolhido posteriormente. A estrutura em concreto armado cumpre ao que se propõe quanto à agilidade no prazo de entrega, sendo necessário aguardar o tempo de cura do concreto para a execução de outras etapas da obra provendo alta qualidade e minimizando desperdícios. A estrutura em concreto armado soma um tempo mais elevado, por diversos fatores, dentre eles, tempo com montagem das fôrmas, posicionamento de escoras, corte e colocação das armaduras e o mais dispendioso, tempo de cura do concreto para a desforma. Canalização em concreto armado se tem maior uso quando se escassez de espaço para realização da obra, ou precisa-se construir pista nas margens do córrego, como é o caso da Marginal Botafogo, porém para a estrutura em questão, o objetivo é a preservação da Área de Preservação Permanente (APP), a construção da estrutura em concreto armado mostra maior degradação ao meio ambiente durante o período de construção, devido à sua demanda de máquinas pesadas como caminhões betoneiras, etc, para a realização da concretagem.

3.2 Análise Comparativa de Custos

Conforme as composições de custos, elaboradas prevendo a execução das estruturas para os diferentes tipos de contenção, baseadas nas tabelas SINAPI e cotações, foi possível efetuar um comparativo dos valores resultantes. A tabela a seguir mostra os levantamentos de preço de cada etapa, bem como de cada estrutura, onde a estrutura em gabião custou no total 12,69% a mais que a estrutura em concreto armado por m³.

Observa-se um custo mais elevado na estrutura em gabião, pela grande demanda do uso de pedras rachão para embasamento, devido à necessidade de um solo firme para a estabilização da base do gabião, o custo também é elevado pelo fato de ser uma tecnologia

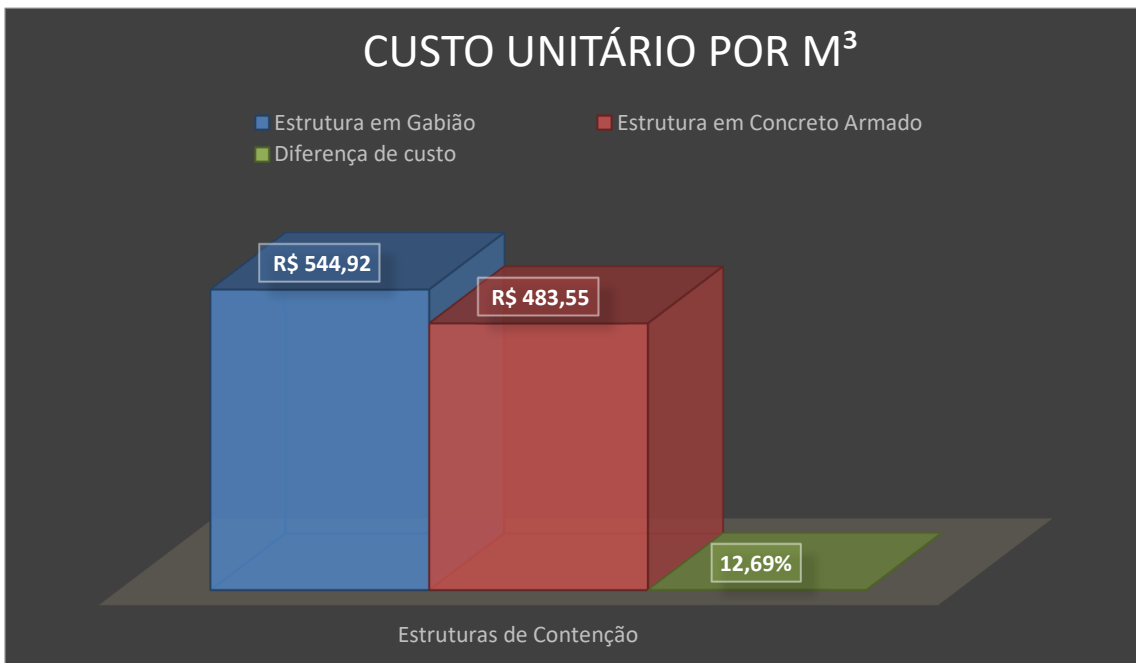
supostamente nova, pois dispõe de um limitado número de fornecedores, também pelo fato desta metodologia construtiva ser tão artesanal, pois grande parte do trabalho é feito manualmente, o material utilizado é de fácil aquisição, porém mesmo não necessitando de mão de obra especializada, não se tem abundância, pois se é necessário técnicas para a execução. No caso do concreto armado o custo de mão de obra também é elevado, devido à variedade de especialidades de operários, pelo valor oneroso do aço, por ser vendido por quilogramas e serem fabricados fora do canteiro, onde o controle tecnológico é rigoroso.

O custo mais baixo da estrutura tipo concreto armado se deve a esta metodologia construtiva ser mais familiar, grande parte do trabalho é feito com o uso de maquinário, o material utilizado é de fácil aquisição, mesmo necessitando de mão de obra especializada, possui facilidade em encontrar profissionais que atuam na área.

Tabela 07. Planilha de comparativo de custo por m³.

| Custo Unitário por m ³ | Estrutura em Gabião | Estrutura em Concreto Armado | Diferença de custo |
|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|
| | R\$ 544,92 | R\$483,55 | 12,69% |

Figura 21. Gráfico de comparativo de custo por m³.



De acordo com os dados obtidos, apresentou diferença de preço razoavelmente baixa entre as estruturas, pois o preço por m³ de estrutura em concreto armado é de apenas 12,69% menor. O fato da estrutura de contenção em gabião custar R\$ 61,37 a mais que a estrutura em concreto armado, está diretamente relacionada ao uso demasiado da pedra marroada.

4 CONCLUSÕES

Verifica-se, diante do exposto, quando se trata de custos de produção, uma estrutura de contenção em gabião, possui valor mais elevado devido à grande demanda do uso de pedras rachão para embasamento, devido à necessidade de um solo firme para a estabilização da base do gabião, o custo também é elevado pelo fato de ser uma tecnologia supostamente nova, pois dispõe de um limitado número de fornecedores, também pelo fato desta metodologia construtiva ser tão artesanal, pois grande parte do trabalho é feito manualmente, o material utilizado é de fácil aquisição, porém mesmo não necessitando de mão de obra especializada, não se tem abundância, pois se é necessário técnicas para a execução. Para a estrutura em concreto armado temos valores menos onerosos, apesar do preço oneroso do próprio aço, pela mão de obra que deve ser mais qualificada e o prazo de execução ser maior devido ao tempo de cura do concreto, é um sistema muito utilizado devido à maioria dos casos o espaço de trabalho é escasso e há necessidade de construção de rodovias às margens. A contenção do tipo gabião tem maior facilidade de se encontrar os materiais de enchimento e a execução da estrutura é feita predominantemente no canteiro, como não necessita de mão de obra especializada, sua execução é facilitada, pois sua mão de obra é facilmente treinada. Mas em quesitos de custo por m³ executado a estrutura de contenção em concreto armado mostrou ter custo mais baixo, provando que economicamente seria a mais viável.

Quando se trata de prazo, a estrutura em concreto armado perde para a estrutura tipo gabião, a entrega da peça pronta, requer várias etapas de execução, onde uma etapa para se iniciar depende da outra finalizada, pode-se ressaltar ainda o tempo de espera para cura do concreto. A contenção tipo gabião, se destaca se comparada com outros processos construtivos, uma vez que sua estrutura é toda fabricada dentro do canteiro de obras, sendo que a estrutura vem pré-fabricada, dobrada como uma caixa de papelão, sendo apenas montada e costurada dentro do canteiro, possuindo menos etapas de execução, permitindo até que outras fases da obra estejam em andamento antes mesmo que outras sejam concluídas.

Apesar da diferença de custo para execução não ser muito distante entre as estruturas estudadas, o estudo realizado nos mostra que não foi o parâmetro “custo” quem determinou que a melhor solução a ser executada para a contenção das margens e canalização do córrego fosse à estrutura tipo gabião, pois de acordo com os levantamentos de custo, através de um orçamento sintético baseado no SINAPI/GO e cotações, verificou-se que a estrutura para contenção em concreto armado, teve um custo unitário por m³ de cerca de 12,69% menor que a estrutura em gabião. Um parâmetro que teve grande impacto na escolha do tipo de contenção foi o “tempo”, pois através dos cronogramas de execução previstos para as duas estruturas, baseados em

pesquisas e normas, a contenção tipo gabião mostrou muito mais rápida, sendo concluída em 53% do tempo da em concreto armado, mostrando a finalização do trecho em apenas 12 meses, quando a estrutura em concreto armado necessitaria de 23 meses de execução.

Conclui-se, após um estudo detalhado, que o sistema de contenção tipo gabião, pode sim ser viável se comparado à contenção de concreto armado, uma vez que, ao final do processo de produção da contenção, esta possui uma economia adquirida pelo menor tempo de execução, apesar do grande consumo de pedras rachão o desperdício de materiais é muito pouco, garantindo também menor impacto ambiental, que por sinal foi o parâmetro que mais influenciou na escolha do tipo de contenção, pois quando analisado o impacto ambiental gerado pela execução de cada estrutura, o gabião se destaca grandemente, por ser uma estrutura totalmente ecológica, e esteticamente harmoniza-se perfeitamente ao meio ambiente, tendo em mente que o índice de desperdício ou perda de materiais quanto à execução é muito baixo, seu método construtivo grande parte é realizada por trabalho manual, dispensando o uso de maquinários, não sendo necessário o trânsito de máquinas pesadas no canteiro de obras, evitando assim a maior degradação ao meio ambiente.

Por mais que o concreto armado é uma estrutura convencional, muito utilizada na construção e tem todas as características necessárias para atender as demandas propostas, a contenção tipo gabião mostrou ser mais eficaz, atendendo às solicitações em menor tempo de execução, mostrando um grau de dificuldade em execução muito baixo quando comparado ao concreto armado, pois não necessita de mão de obra especializada, ou, um controle de qualidade tão rigoroso, podendo ser executado até mesmo em tempos chuvosos e não necessitar do uso de ensecadeiras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, (2010), p.52.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055** - Paredes de Concreto Moldada no Local, 2012, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** – Projeto de Estruturas de Concreto, RJ, 2014.

BARROS, Pécio Leister de Almeida. **Obras de Contenção, Manual Técnico**. (2008, p. 20).

Disponível em:

<http://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/maccaferri/obras_de_contencao_opt.pdf

>https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTRUTURAS_DE_CONTEN%C3%87%C3%83O_EM_GABI%C3%95ES_PARA_ESTABILIDADE_DE_ENCOSTAS_EM_PROCESSOS_EROSIVOS.pdf

GERSCOVICH, Denise M. S. **Estabilidade de taludes**. (2007). Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=ec3vDAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Denise+M.+S.+Gerscovich%22&hl=pt->

<BR&sa=X&ved=0ahUKEwi48tz63L3dAhWED5AKHQfjCg4Q6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false> <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/20/artigo271666-1.aspx>

http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit103_2009_es.pdf

Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil (2017).

Manual Técnico Maccaferri – Revestimento de canais e cursos de água.

NORMA DNIT 103/2009 – ES – Proteção do corpo estradal – Estruturas de arrimo com gabião.

NBR 11768 (2011) - Aditivos para Concreto de Cimento Portland.

PEREIRA, Caio. O que é Gabião, principais tipos, vantagens e desvantagens. **Escola Engenharia**, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/gabiao/>. Acesso em: 14 de setembro de 2018. <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/83/artigo286273-1.aspx>.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), TABELA DE INSUMOS, dezembro, (2018).

APÊNDICE A – RESUMO PARA O CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA –
CIC

RESUMO

Este trabalho se trata de um estudo de caso no qual compara a estrutura de contenção tipo gabião executada na canalização do Córrego Macambira, Goiânia, e uma simulação de uma estrutura em concreto armado, que por sua vez desenvolveria a mesma função da estrutura utilizada, como meio de conter as erosões e preservar a fauna e flora. O objetivo do trabalho é realizar um comparativo de custo x benefício entre a estrutura de gabião e uma estrutura de concreto armado. Para isso, foi feita a análise da viabilidade de execução através de uma triagem do terreno, estudos de implantação dos tipos de contenção, custos de mão de obra e de materiais, durabilidade, ciclo de vida da execução no nível de projeto. A estrutura de contenção tipo gabião se mostrou ser um recurso muito eficiente, levando a considerar que ela pode sim ser boa tanto quanto o concreto, e/ou até melhor para determinados tipos de obra. Sendo assim, foram avaliados orçamentos, relatórios e levantamentos da obra, sobre tal estrutura e para a realização desse comparativo, foi utilizada a seção simulada da estrutura de concreto, fazendo assim avaliações de ambos as estruturas com uma pesquisa quantitativa e qualitativa para obter o resultado desejado. Dentre todos os quesitos de avaliações, obtivemos um custo unitário de R\$544,92 por metro cúbico para o gabião, e R\$483,55 por metro cúbico para o concreto armado, logo, o gabião apresentou um valor 12,69% mais caro em relação ao concreto armado. Contudo, o gabião atende aos princípios de resistência, desempenho e durabilidade, apesar de possuir um custo unitário mais elevado a estrutura é executada em menor tempo e seu método construtivo possui baixo impacto ambiental, o que o levou a obter o título de melhor estrutura indicada à questão analisada.

PALAVRAS-CHAVE: Custo, Erosões, Desempenho.

DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Eu, Felipe Ferreira Venâncio Zakan
portador (a) da Carteira de Identidade nº 6179039
emitida pelo SSP/GO
inscrito (a) no CPF sob nº 702.553.341-93, residente e domiciliado(a) na
rua Alameda P.R.S. O.F. U. de, Nova Esperança, setor UNISA, na
cidade de GOIÂNIA, estado de GOIÁS, telefone fixo
(62) 3577-3843 e telefone celular (62) 99111-1825 e-
mail: felipe.ferreira.venancio@ueg.br declaro, para os devidos fins e sob
pena da lei, que o Trabalho de Conclusão de Curso:
Componente do Estágio de Conclusão Tipo Geral e não orientado
em Gestão Geral é uma produção de minha exclusiva autoria e que assumo, portanto,
total responsabilidade por seu conteúdo.

Declaro que tenho conhecimento da legislação de Direito Autoral, bem como da
obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizo sua divulgação e
publicação, sujeitando-me ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de
trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaro-me ciente que responderei administrativa,
civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera e consolida
a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Pelo presente instrumento autorizo o Centro Universitário de Goiás, Uni-
ANHANGUERA a disponibilizar o texto integral deste trabalho tanto na biblioteca, quanto
em publicações impressas, eletrônicas/digitais e pela internet. Declaro ainda, que a presente
produção é de minha autoria, responsabilizo-me, portanto, pela originalidade e pela revisão
do texto, concedendo ao Uni-ANHANGUERA plenos direitos para escolha do editor, meios
de publicação, meios de reprodução, meios de divulgação, tiragem, formato, enfim, tudo o
que for necessário para que a publicação seja efetivada.

Goânia 27 de Agosto de 20 19

Felipe Ferreira Venâncio Zakan
Felipe Ferreira Venâncio Zakan

DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Eu, Kianny Zakan Matos,
portador (a) da Carteira de Identidade nº 6063597,
emitida pelo SSP/GO,
inscrito (a) no CPF sob nº 70161818129, residente e domiciliado(a) na
rua Rudson Reis Qd-F, lot. 06, setor mape ext^{maio}, na
cidade de Goiânia, estado de Goiás, telefone fixo
(62) 3577-3842 e telefone celular (64) 98433-1504 e
e-mail: kianny-97@hotmail.com, declaro, para os devidos fins e sob
pena da lei, que o Trabalho de Conclusão de Curso:
Companhia de estrutura de contencioso tipo ^{criminal} ~~geral~~ e
intuitiva ^{criminal} ~~geral~~ é uma produção de minha exclusiva autoria e que assumo, portanto,
total responsabilidade por seu conteúdo.


Declaro que tenho conhecimento da legislação de Direito Autoral, bem como da
obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizo sua divulgação e
publicação, sujeitando-me ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de
trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaro-me ciente que responderei administrativa,
civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera e consolida
a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Pelo presente instrumento autorizo o Centro Universitário de Goiás, Uni-
ANHANGUERA a disponibilizar o texto integral deste trabalho tanto na biblioteca, quanto
em publicações impressas, eletrônicas/digitais e pela internet. Declaro ainda, que a presente
produção é de minha autoria, responsabilizo-me, portanto, pela originalidade e pela revisão
do texto, concedendo ao Uni-ANHANGUERA plenos direitos para escolha do editor, meios
de publicação, meios de reprodução, meios de divulgação, tiragem, formato, enfim, tudo o
que for necessário para que a publicação seja efetivada.

Goiânia 27 de junho de 20 19

Kianny Zakan Matos
Kianny Zakan Matos

APÊNDICE A. Laudo de Sondagem.

BRASIL

BRASIL FUNDAÇÕES
FUNDAÇÕES

Goiânia, 30 de novembro de 2017.

SOND 036-17
Ao Consórcio Puama,

Apresentamos nosso relatório referente aos serviços de Sondagem à Percussão, destinados aos estudos geotécnicos para sondagem na Alameda dos Girassóis, Qd 7º, lote 17, Jardins Viena, Goiânia, Goiás.

Foram executados **02 (dois)** furos de sondagem à percussão, utilizando-se um tubo de revestimento de 63,55mm de diâmetro interno e, extraindo-se as amostras por meio de um amostrador padrão tipo "TERZAGHI" com 35,6mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente, perfazendo um total de **19,90m**.

Anotou-se o número de golpes de um peso de 65 kg caindo em queda livre de uma altura de 75 cm, necessários para cravar 30 cm do mostrador, acima descrito. Esse número obtido nos fornece a indicação da compactidade (caso de solos de predominância arenosa ou siltsosa) ou da consistência (caso de solos de predominância argilosa), dos solos em estudo.

Nos perfis apresentados constam:

1. Cota da boca do furo em relação ao RN escolhido (arbitrário) o qual está marcado no croqui de locação dos furos será por conta do cliente;
2. Situação e numeração das amostras extraídas;
3. Profundidade das diversas camadas encontradas em relação à superfície do terreno;
4. Relação número de golpes/penetração do amostrador, representada graficamente e em forma numérica, onde se anotou o número de golpes necessários para cravar os 30 cm finais do amostrador, após a penetração inicial de 15 cm;
5. Furo sem lavagem;
6. Foi avaliado nível do lençol freático no relatório de campo;
7. Classificação dos solos encontrados de acordo com a nomenclatura da ABNT.

Para qualquer outro esclarecimento que se fizer necessário, colocamo-nos ao vosso inteiro dispor.

Atenciosamente,

Eng^o Ludmila Pacheco – CREA - 25057/D-GO

1



RELATÓRIO DE SONDAAGEM SPT

Furo
SP 01

| Profundidade (m) | N | S.P.T. | | | NSPT | GRÁFICO | DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS |
|------------------|---|----------------|----------------|----------------|------|---------|---|
| | | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | | | |
| 0,00 | | | | | | | |
| -1,00 | | 2 | 2 | 2 | 4 | | Argila arenosa orgânica c/ raízes, mole |
| -1,45 | | 15 | 15 | 15 | 6 | | Argila muito arenosa var. marrom c/ amarelo, mole |
| -2,45 | | 3 | 5 | 5 | 10 | | Argila muito arenosa var. marrom c/ amarelo, média |
| -3,45 | | 15 | 15 | 15 | 14 | | Argila muito arenosa var. marrom c/ amarelo, rija |
| -4,45 | | 5 | 7 | 7 | 19 | | Argila muito arenosa cinza, dura |
| -5,45 | | 15 | 15 | 15 | 27 | | Sítio residual arenoso marrom alaranjado, compacto |
| -6,45 | | 9 | 12 | 15 | 37 | | Sítio residual alagado marrom alaranjado, muito compacto |
| -7,45 | | 15 | 15 | 15 | 55 | | Sítio residual arenoso marrom alaranjado c/ fragmentos de quartzo líqüido, muito compacto |
| -8,45 | | 25 | 25 | 30 | 60 | | |
| -9,45 | | 15 | 15 | 15 | | | |

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| Cliente: PUAMA | Início e término do furo: 25/11/2017 | Furo número: SP 01 |
| Obra: Ponte da travessia do Contêgno Macambira | Sondador: Anelício Gama | Limite de sondagem: -9,45 m |
| Local: Ponte da travessia do Contêgno Macambira | Data NA: Início 25/11/2017 | Horário: 09:30 |
| Cidade: Goiânia, Goiás | Profundidade: -0,60m | Cola: - |
| Nº OS: 0036/17 | Final 26/11/2017 | Início lavagem: - |
| Nº Relatório: 0036/17 | Digitação: Luzimá P. | Final revestimento: - |
| Responsável Técnico: Eng. Luzimá | Verificação/Aprovação: Luzimá Pacheco | |



RELATÓRIO DE SONDAAGEM SPT

Furo
SP 02

| Mundo | Profundidade | N | S.P.T. | | | Nº SPT | GRÁFICO | DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS |
|-------|--------------|----|--------|----|----|--------|---------|--|
| | | | f | s | t | | | |
| TC | -1,00 | | | | | | | Argila muito arenosa orgânica c/ raízes, mole |
| TC | -1,45 | 2 | 3 | 3 | 6 | | | Argila muito arenosa, marrom, média |
| TH | -2,45 | 3 | 3 | 5 | 8 | | | Argila arenosa, amarela, média |
| TH | -3,45 | 5 | 5 | 5 | 10 | | | Argila muito arenosa, amarela, rija |
| TH | -4,45 | 5 | 7 | 7 | 14 | | | Argila muito arenosa, amarela, dura |
| TH | -5,45 | 7 | 10 | 11 | 21 | | | Argila arenosa c/ pedregulhos, marrom alaranjada, dura |
| TH | -6,45 | 11 | 12 | 15 | 27 | | | |
| TH | -7,45 | 15 | 15 | 15 | 34 | | | |
| TH | -8,45 | 17 | 20 | 25 | 45 | | | |
| TH | -9,45 | 30 | 30 | 30 | 60 | | | |
| TH | -10,45 | 15 | 15 | 15 | | | | |

| | | |
|---|---|--|
| Cliente: PLUMA | Início e término do furo: 25/11/2017 | Furo número: SP 02 |
| Obra: Ponte de travessia do Córrego Macambira | Sondador: Anastácio Gama | Limite de sondagem: -10,45 m |
| Local: Ponte de travessia do Córrego Macambira | Data NA: Início 25/11/2017 | Horário: 12:50 |
| Cidade: Colônia, Goiás | Nº OS: 0036/17 | Profundidade: -0,71m |
| Responsável Técnico: Eng. Luítmila | Nº Relatório: 0036/17 | Cola: - |
| | Final 26/11/2017 | Início lavagem: - |
| | Digitação: Luítmila P. | Verificação/aprovação: Luítmila Pacheco |
| | | Final revestimento: - |

BRASIL



BRASIL FUNDAÇÕES

FUNDAÇÃO

BRASIL FUNDAÇÕES PROJETOS E SONDAgens

Revisão: 00

Data: 00/00/2017

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Foto

SP01





RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Foto

SP02



