

# CUSTOS DE CONTENÇÕES (POR m<sup>2</sup>) A SEREM CONSIDERADOS PARA EDIFICAÇÕES SITUADAS EM LOCAIS TOPOGRAFICAMENTE ACIDENTADOS

Luis Fernando Farah de Araújo – Cientista Social pela Universidade Federal de Minas Gerais, Engenheiro Civil e Mestre pela Universidade Fumec, Professor Assistente da Universidade Fumec – FEA e Diretor da Sérgio Velloso Engenheiros Consultores.

## RESUMO

Este trabalho busca fornecer aos profissionais da arquitetura e engenharia, responsáveis por execução, gerenciamento de projetos e implantações de edificações em regiões topograficamente acidentadas, subsídios técnicos que permitam verificar se o recurso disponibilizado para um empreendimento, no tocante ao quesito contenção, encontra-se próximo à estimativa real de custo do mesmo. Pretende-se apresentar um elemento de consulta que permita fornecer aos profissionais técnicos que o manuseiam, mesmo que não sejam especialistas na área de solos, condições que possibilitem estimar os valores a serem gastos nas obras de contenções por eles imaginadas, a fim de que esta importante fase inicial do empreendimento seja racionalizada e fique de acordo com o orçamento inicial previsto.

**Palavras-chave:** contenções; indicadores de custo; gerenciamento de projetos.

## ABSTRACT

This work seeks to provide the professionals from architecture and engineering, accountable for making and managing projects, as well as raising buildings in topographically mountainous settings, technical assistance in order to access

whether the available resource for an enterprise, concerning the subject contention is close to the estimated actual budget of a project. The main goal is to present a reference source that will provide the technical professionals who are dealing with it, even if they are not specialists in the area of soil, conditions that make them able to estimate the costs of contention works they have undertaken, in order that this important primordial phase of the enterprise may be rationalized and become adequate to the initial budget that was planned.

**Keywords:** contentions; cost indicators; project management.

## INTRODUÇÃO

As implantações de edificações em locais topograficamente acidentados apresentam-se sempre como desafios a serem superados por Arquitetos, Coordenadores de Projetos e Empreendedores que pretendem viabilizar economicamente estas construções.

Considerando o estágio de crescimento pelo qual passa o setor de construção civil [Coelho (2008) comenta que esta conjuntura favorável tem sua explicação tanto em programas governamentais como na abertura de capital feita por grandes empresas na bolsa de valores] e tendo como referencia a cidade de Belo Horizonte, pode-se constatar que a construção de edificações em locais com topografia acidentada passou a fazer parte da rotina das construtoras.

## REVISÃO BIBLIOGRAFICA

A preocupação com a estabilidade das escavações em solo remonta aos primórdios de nossa história. De acordo com Rabello (2008, p.13) “No início, (o homem) procurava abrigos naturais como cavernas. Depois, na falta desses abrigos, começou a criar os seus, cavando o solo. Nesse instante, surge também uma natural preocupação com estabilidade das paredes do abrigo escavado. Percebe intuitiva e empiricamente a necessidade de escolher o tipo de solo mais adequado para realizar a escavação”.

A partir do instante no qual as áreas livres entre edificações passaram a não existir (maior densidade populacional) e que os espaços para que os taludes entre níveis distintos fossem trabalhados foram acabando, estruturas de contenções foram aprimoradas. Segundo Hashizume (2006, p.126) “As contenções devem, tanto quanto possível, suprir o confinamento

inerente do próprio solo antes da escavação, isto é, deve ser capaz de impedir deslocamentos laterais além dos que ocorrem inevitavelmente, no intervalo de tempo que decorre entre a escavação e a instalação do paramento / parede”.

No atual estágio do conhecimento científico, não basta simplesmente um olhar atento para a área técnica específica, mas também para a racionalização de todo o processo produtivo através da interdisciplinaridade.

A importância da organização do processo produtivo é fundamental para o desenvolvimento de um bom trabalho técnico. De acordo com Coelho (2008, p.10), “o desenvolvimento do projeto de um edifício envolve equipes multidisciplinares formada por profissionais que detêm o conhecimento das diversas disciplinas necessárias para a elaboração dos projetos de produto e produção. A gestão eficiente do processo através da adoção de metodologias adequadas e sistemas colaborativos deve envolver os projetistas, de forma a proporcionar o fluxo das informações”.

Além da importância da busca pela racionalização de um processo produtivo ligado à contenção de uma encosta, é fundamental que o quesito segurança antrópica esteja sempre no âmago da problemática. De acordo com a ABGE – IPT – DIGEO. (1995, p.86) “O homem vem-se constituindo no mais importante agente modificador da dinâmica das encostas. O avanço das diversas formas de uso e ocupação do solo em áreas naturalmente suscetíveis aos movimentos gravitacionais de massa, acelera e amplia os processos de instabilização”.

## METODOLOGIA ADOTADA E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A metodologia para desenvolvimento do tema abordado neste artigo se dividiu em três etapas complementares e interdependentes, a saber: revisão bibliográfica; proposição de uma ferramenta capaz de permitir aos profissionais de outras áreas do setor da construção civil, que não o de geotecnia, a estimativa de custos ainda na etapa de proposição inicial dos empreendimentos e verificação da viabilidade da ferramenta proposta por meio de exemplos práticos.

Para a revisão bibliográfica utilizou-se as principais bases de dados (índex) da área de arquitetura, construção civil e geotecnia.

A proposição da ferramenta, núcleo básico do trabalho, exigia uma maior complexidade de desenvolvimento. Se havia uma grande quantidade de projetos e obras realizadas

disponíveis para análise, antes de mais nada era necessário definir o tamanho de uma amostragem significativa. Por uma questão de corte temporal, no sentido de evitar influência por transformações tecnológicas ao longo do tempo, optou-se pelo período dos últimos dez anos.

Para este período haviam disponíveis 370 obras de contenções projetadas e acompanhadas pela Sérgio Velloso Engenheiros Consultores e parceiros, dos seguintes tipos: muros á flexão, retângulos tangentes, cortinas atirantadas, gabiões, paredes diafragma, perfis cravados com fechamento em cortina de concreto, solo grampeado, solo reforçado, retângulos tangentes atirantados, estacas trado tangentes, entre outras.

Destas, foram escolhidas as quatro primeiras (muros á flexão, retângulos tangentes, cortinas atirantadas, gabiões) por estarem entre as mais comumente utilizadas na região metropolitana de Belo Horizonte, em áreas com topografia acidentada e densidade populacional elevada. Estes tipos de obras somadas perfaziam 40 % do total. Chegou-se assim a uma população de 148 obras.

A metodologia para escolha do tamanho da amostra foi norteada pela Norma NBR 5429 – Planos de Amostragem na Inspeção por Atributos, de 1977. A mesma define o tamanho da amostra relacionando o tamanho da população com níveis de inspeção e com o tipo de plano de amostragem.

Optou-se trabalhar no nível II, inspeção intermediária, com regime normal, conforme indicam as tabelas abaixo:

**Tabela 1 – Códigos do tamanho da amostra**

Tamanho da população	Níveis de inspeção		
	I	II	III
2 a 8	A	A	B
9 a 15	A	B	C
16 a 25	B	C	D
26 a 50	C	D	E
51 a 90	C	E	F
91 a 150	D	F	G
151 a 280	E	G	H
281 a 500	F	H	J
501 a 1200	G	J	K
1201 a 3200	H	K	L
3201 a 10000	J	L	M
10001 a 35000	K	M	N
35001 a 150000	L	N	P
150001 a 500000	M	P	Q
500001 e acima	N	Q	R

**Tabela 2 – Relação entre o código do tamanho da amostra e o plano de amostragem**

Código do tamanho da amostra	Regime atenuado	Regime normal severo
A	2	2
B	2	3
C	2	5
D	3	8
E	5	13
F	8	20
G	13	32
H	20	50
J	32	80
K	50	125
L	80	200
M	125	315
N	200	500
P	315	800
Q	500	1250
R	800	2000

A partir das tabelas acima, pode-se verificar que qualquer número de amostragem a partir de 20 obras apresentaria condição satisfatória para a realização da pesquisa. A escolha da quantidade de cada um dos tipos de contenção se deu de forma proporcional ao seu número de ocorrências. A opção por 23 obras permitiu uma margem mais segura para a amostragem.

Definidas as obras tornava-se necessário obter o custo estimado por metro quadrado de cada uma. Esta etapa envolveu um cuidadoso estudo uma vez que estavam disponíveis somente os dados relativos ao projeto e acompanhamento da obra. Baseado nestes dados foi possível obter um quantitativo de materiais, mão-de-obra e equipamentos utilizados para cada obra. De posse destes quantitativos, e por meio de custos fornecidos por empresas especializadas, foi possível obter o custo total e o custo por metro quadrado de cada contenção.

Obtidos os custos por metro quadrado foi possível elaborar a tabela 3 apresentada abaixo que permite, por meio da entrada dos dados básicos da situação em estudo, estimar os custos das opções de contenções possíveis.

**Tabela 3 – Tabela final de custos estimados de estruturas de contenções (por metro quadrado de área a ser contida)**

Altura Média Contida vide detalhe 1 (m)	Tipo de Encosta vide detalhe 2 (Tipo / Ângulo / Desnível)	Drenabilidade do Solo de Montante vide quadro 2 (coef. de Run Off)	Posição Média do N.A. vide detalhe 3 (m)	N.º SPT Médio do Solo a ser Contido vide detalhe 4	Tipo de Contenção	Custo Estimado por m <sup>2</sup> (R\$/m <sup>2</sup> )
2,50	Plano	0,90	não encontrado	2	Muro à flexão	336,36
2,50	Plano	0,90	não encontrado	4	Muro à flexão	289,55
3,30	Plano	0,80	-1,00	3	Cortina atirantada	624,53
3,70	Plano	0,90	+1,10	4	Muro à flexão	476,89
4,20	Plano	0,80	não encontrado	6	Retângulo	421,41
4,50	Plano	0,90	não encontrado	15	Retângulo	468,13
4,50	Plano	0,80	não encontrado	19	Retângulo	438,95
5,00	Plano	0,80	não encontrado	21	Retângulo	426,48
5,80	Plano	0,90	-6,00	11	Cortina atirantada	600,45
6,25	Plano	0,90	-12,00	4	Cortina atirantada	634,09
10,10	Plano	0,95	não encontrado	22	Cortina atirantada	938,39
14,64	Plano	0,95	não encontrado	22	Cortina atirantada	1.043,83
1,50	Inclinado / 27° / 2,42m	0,60	não encontrado	3	Gabião	728,30
1,50	Inclinado / 27° / 2,3m	0,60	não encontrado	16	Gabião	728,30
2,50	Inclinado / 42° / 4,50m	0,70	-3,50	7	Muro à flexão	459,52
2,50	Inclinado / 27° / 4,50m	0,60	não encontrado	4	Gabião	1.148,93
2,50	Inclinado / 27° / 2,5m	0,60	não encontrado	16	Gabião	1.102,62

continuação...

Altura Média Contida vide det. 1 (m)	Tipo de Encosta vide detalhe 2 (Tipo / Ângulo / Desnível)	Drenabilidade do Solo de Montante vide quadro 2 (coef. de Run Off)	Posição Média do N.A. vide detalhe 3 (m)	N.º SPT Médio do Solo a ser Contido vide detalhe 4	Tipo de Contenção	Custo Estimado por m <sup>2</sup> (R\$/m <sup>2</sup> )
3,00	Inclinado / 27° / 3,00m	0,60	não encontrado	16	Gabião	1.144,69
3,00	Inclinado / 27°	0,60	não encontrado	6	Gabião	1.297,87
3,00	Inclinado / 30° / 3,00m	0,90	não encontrado	2	Muro à flexão	398,55
3,50	Inclinado / 30° / 1,75m	0,60	-0,70	4	Cortina atirantada	786,85
3,50	Inclinado / 30° / 1,75m	0,60	-0,70	4	Cortina atirantada	786,85
3,70	Inclinado / 40° / 3,10m	0,60	-2,00	2	Cortina atirantada	600,70
5,00	Inclinado / 45° / 2,00m	0,17	não encontrado	21	Retângulo	500,79

Esta tabela foi organizada em relação aos seguintes itens:

a. altura média contida:



Figura 1 - Altura média contida (detalhe 1).

b. condições de contorno:

- encosta a montante plana ou inclinada;
- drenabilidade do solo a montante.



Figura 2 - Tipo de encosta (detalhe 2).

c. posição média do nível freático na região da contenção (N.A.):

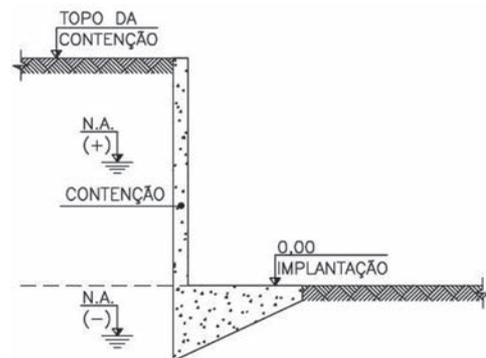


Figura 3 – Posição média do nível d'água (detalhe 3).

d. resistência do solo local (Nspt).

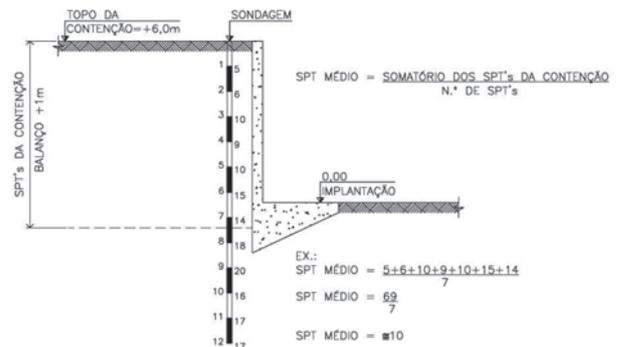


Figura 4 - SPT médio - esquemático (detalhe 4).

Os itens relacionados acima indicam uma ordem lógica de visualização da tabela, que futuramente deverá ser seguida pelos profissionais que a consultem.

A altura a ser contida é o item que inicia a pesquisa, oriunda do projeto de implantação arquitetônico, definida pelo arquiteto, com indicação em planta da topografia final de contorno.

A posição média do nível do lençol freático na região da contenção e a resistência do solo local são fornecidos pelo boletim de sondagem à percussão (investigação geotécnica fornecida em 90% das obras de edificações).

A escolha do tipo de contenção a ser utilizada, como cita Hashizume (2006) é função “tanto de sua viabilidade técnica e executiva, quanto da análise de custo”. Para a definição conclusiva da mesma deverá ser feita, portanto, consulta a profissional da área geotécnica, o que não contradiz o fato de que os valores encontrados em uma consulta inicial serão próximos à realidade e suficientes para uma estimativa preliminar dos custos que as obras de contenções, necessárias às implantações dos empreendimentos, irão gerar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tabela final de custos estimados de estruturas de contenções (por metro quadrado de área a ser contida), propõe contribuir para que empresas e profissionais técnicos das áreas de engenharia e arquitetura tenham acesso a um instrumento, de fácil consulta, que lhes permita estimar de forma preliminar e expedita, os custos das obras de contenção que se farão necessários para implantações de empreendimentos em áreas de topografia acidentada.

Lembramos novamente que, além dos custos de um serviço de contenção, devem ser levados em consideração aspectos relacionados à segurança executiva do mesmo (para os operários envolvidos e regiões entorno) e também itens de desempenho técnico das diversas estruturas projetadas

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E GEOTÉCNIA. Manual de especificações de produtos e procedimentos. Ed. Pini. 3ª Ed. Ver. E empl. São Paulo, 2004. 410p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia, BITAR, Omar Y. Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo, 1995. 246p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos: NBR 6484. Rio de Janeiro, 1980. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de tirantes ancorados no terreno: NBR 5629. Rio de Janeiro, 1996. 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Informação e documentação – Referências - Elaboração: NBR 6023. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Programa de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios: NBR 8036. Rio de Janeiro, 1983. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de fundações: NBR 6122. Rio de Janeiro, 1996. 33p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Segurança de escavação a céu aberto: NBR 9061. Rio de Janeiro, 1985. 31p.

COELHO, Sérgio B.de Salles. Coordenação de projetos de edifícios com emprego de sistemas colaborativos baseados em software livre. São Carlos: UFSCAR, 2008. 132p.

COMPANHIA URBANIZADORA DE BELO HORIZONTE. Urbanização do Aglomerado da Serra. Fotos e arquivos. Belo Horizonte, 2006 a 2009.

CONSÓRCIO CAMARGO CORREA - SANTA BARBARA. Departamento de projetos. Coordenação: Arquiteta Anna Cristina Silveira Assis. Aglomerado da Serra. Belo Horizonte, 2006 a 2009.

CONSTRUTORA LIDER LTDA. Departamento de projetos. Coordenação: Engenheiro civil Marcelo dos Santos Silva. Belo Horizonte, 2009.

E. BICALHO RODRIGUES ENGENHARIA CIVIL E ESTRUTURAL. Departamento de projetos. Coordenação: Engenheiro civil Estevão Bicalho Pinto Rodrigues. Belo Horizonte, 2008 e 2009.

---

GUIDICINI, G e Nieble, Carlos M. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. Ed. Da Universidade de São Paulo, 1976. 170p.

H MIRANDA ENGENHARIA LTDA. Departamento de projetos. Coordenação: Guilherme Miranda. Belo Horizonte, 2008.

HACHICH, Waldemar, et. al. Fundações teoria e prática. 2ª Ed. São Paulo: Pini, 1998.

HAP ENGENHARIA LTDA. Departamento de projetos. Coordenação: Arquiteta Rosely Caldeira. Aglomerado Morro das Pedras. Belo Horizonte, 2008 e 2009.

HASHIZUME, Sandra Haruna. Caracterização técnica e indicadores de custos de sistemas de contenções do solo na construção de edifícios. São Paulo, 2006. 135p.

J. BAGNO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO S/C LTDA. Departamento de orçamentos. Coordenação: João Bagno. Belo Horizonte, 2009.

JOPPERT Jr, Ivan. Fundações e contenções de edifícios. Qualidade total na gestão do projeto e execução. Ed. Pini. São Paulo, 2007.

MRV EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES S.A. Departamento de projetos. Superintendente Evandro de Souza Carvalho. Belo Horizonte, 2008 e 2009.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. São Paulo: Zigurate Editora, 2008.

SERGIO M. P. VELLOSO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. Arquivos de projetos e obras. Levantamentos de custos de contenções. Notas e requerimentos executivos de obras. Dados de projetos. Belo Horizonte, 1988 a 2009.