



## Conceitos, Causas, Análise de Estabilidade e Risco com Possíveis Soluções para Obras de Contenção

RASKOVISCH, Henryk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pós-Graduando em Planejamento Gestão e Controle de Obras Cívicas, NPPG/POLI – UFRJ

### Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 03 Mar 2020

Revisão: 13 Mar 2020

Aprovação: 25 Mar 2020

Palavras-chave:

Risco

Estabilidade

Soluções

### Resumo:

*Os grandes centros urbanos geram diferentes oportunidades no mundo moderno, o que acarreta um intenso crescimento habitacional de forma desordenada, gerando construções em áreas de risco. Para minimizar possíveis acidentes, em sua grande maioria fatais, como por exemplo deslizamentos ou escorregamentos, é preciso que ocorra uma análise de risco e de estabilidade. Feito isso, é possível determinar se há necessidade uma obra de contenção. Em função disto, esse artigo tem como objetivo apresentar conceitos e causas para este problema, mostrando uma análise de risco e estabilidade, finalizando com duas possíveis soluções para uma intervenção.*

### 1. Introdução

Devido à valorização de terrenos em grandes centros urbanos, atualmente é frequente a utilização de técnicas para estabilização de taludes com a finalidade de construção em terrenos verticais. Vários exemplos que se observam com certa constância são as construções em taludes que beiram as rodovias.

Acidentes naturais são outros fatores que preocupam a população de qualquer cidade quanto à segurança, podendo acarretar problemas mais sérios, podendo ser fatais e devastadores. Um exemplo disso foi o grave incidente que ocorreu na região serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011, em épocas de índices pluviométricos altos. As encostas ficam mais expostas à escorregamentos, devido ao excesso de poro-pressão que reduz a resistência ao cisalhamento do solo.

Devido à ocupação desordenada da população, houve um aumento nas construções em áreas de risco, ficando mais suscetíveis a deslizamentos, principalmente em épocas de grande porcentagem de chuva.

É necessário realizar uma análise de risco para as obras de contenção que serão realizadas ou para as obras já existentes que não tiveram esse tipo de análise. Esse segundo tipo de análise é mais crítica pelo fato de que será preciso estabilizar uma obra já existente, apresentando reais possibilidades de ruína.

Problemas para estes casos podem ser solucionados com técnicas de contenção, como cortina atirantada e solo grampeado. Sendo assim, o estudo de viabilidade técnico-econômica é o que define a melhor solução.

## 2. Conceitos

Abaixo são citados alguns conceitos importantes para o entendimento deste trabalho:

- a) Talude: Superfície inclinada de um maciço de solo, rocha ou os dois; [1]
- b) Talude construído: São provenientes de cortes em encostas, escavações ou aterros; [2]
- c) Talude natural: São formados por solo residual, coluvionar ou rochas; [2]
- d) Movimento de massa: Qualquer deslocamento de determinado volume de solo. A partir desse conceito, temos: [2]
  - d.1 Quedas ou desabamentos: Geralmente são blocos rochosos que se desprendem de um maciço rochoso, caindo em queda livre de forma brusca e em alta velocidade; [2]
  - d.2 Tombamento: É caracterizado pela rotação e flexão dos blocos sob forças da gravidade, de rocha ou solo adjacente ou de fluidos no interior do maciço. A velocidade do movimento pode variar de lenta a extremamente rápida;
  - d.3 Escorregamento ou deslizamentos: São caracterizados por ser um movimento rápido, tendo a superfície de ruptura bem definida; [2]
  - d.4 Espalhamento: São caracterizados por movimentos rápidos de massa de argila, alcançando uma distância considerável;
  - d.5 Corrida: São caracterizados por sua alta velocidade, chegando a passar de 10km/h. Ocorre quando há perda de característica do solo. A massa de solo se comporta como um fluido e atinge distâncias consideráveis; [2]
  - d.6 Rastejo ou fluência: São movimentos que podem ser lentos ou contínuos e não apresentam uma superfície de ruptura bem definida, podendo atingir grandes áreas sem permitir a diferenciação entre a massa em movimento e a região estável. [2]

## 3. Causas

De modo geral, as causas de um movimento de massa pode ser ou pelo aumento do peso do talude (externa) ou pela diminuição da resistência ao cisalhamento (interna). [1]

Neste caso, existem algumas possíveis explicações, são elas:

- a) Em épocas de alto índice pluviométrico, a saturação aumenta o peso específico do material e o excesso de umidade reduz a resistência ao cisalhamento pelo aumento da poropressão (pressão neutra); [3]
- b) Escavação próxima ao pé do talude. É bastante comum para implantação de novas obras, principalmente em construções que beiram rodovias. [3]

Essas causas são classificadas de acordo como são executadas, são elas:

- Causas reais: São causas geradas pelas ações do homem. Escavação no pé do talude é um bom exemplo;
- Causas imediatas: São geradas pelas ações da natureza. O melhor exemplo para esse tipo de causa é o alto índice pluviométrico em determinadas regiões e em determinados períodos do ano.

Os principais fatores dos movimentos de massa e processos ambientais na dinâmica brasileira são:

- Características climáticas, com destaque para os índices pluviométricos;
- Características dos materiais que constituem os taludes, solos, rochas e estruturas geológicas;
- Características geomorfológicas, com destaque para a inclinação, amplitude e perfil das encostas;
- Características do uso e ocupação, como cobertura vegetal e ações do homem, como escavações, desvio de fluxo de água etc.

#### 4. Análise de estabilidade

A estabilidade de um talude está ameaçada quando as forças que tendem mover a estrutura são maiores que as forças que tendem mantê-lo em estado de inércia.

A condição que garante a estabilidade de um talude é definida através do fator de segurança (FS), que por sua vez é obtido pelo método das tensões admissíveis. Pode-se definir como a razão entre o somatório das forças de resistência e o somatório da tensão cisalhante em uma superfície de ruptura. [1]

Pode-se definir o fator de segurança (FS) da seguinte forma:

- $FS < 1$  significa instabilidade;
- $FS = 1$  significa limite de estabilidade, estando na iminência da ruptura;
- $FS > 1$  significa estabilidade.

##### 4.1 NBR11682 – Estabilidade de encostas

Abaixo serão apresentados os valores para o FS mínimo como padrões de avaliação dos parâmetros de segurança, para projetos de encostas.

Os deslocamentos máximos devem ser baseados com o grau de segurança ao local, às construções vizinhas e à geometria do talude. Além disso, os valores calculados devem ser justificados.

Sendo assim, segue a classificação dos deslocamentos máximos:

- Baixo – 1,15
- Médio – 1,30
- Alto – 1,50

##### 4.2 Métodos para cálculo de estabilidade de taludes

Existem diversos métodos para análise de estabilidade de taludes. O que os difere é a forma da superfície, podendo ser superfície circular ou para qualquer superfície.

##### 4.2.1 Método das fatias

É o método mais utilizado para o estudo de estabilidade de taludes. Por esse motivo será abordado esse método para esse trabalho.

O motivo para esse método ser o mais utilizado é que não apresenta restrições em relação à homogeneidade do solo, geometria do talude e tipo de análise. Sendo assim, o solo pode ser heterogêneo, o talude pode ter superfície irregular e é possível analisar a distribuição de poropressão. Além disso, após a construção é possível analisar uma condição mais crítica. [2]

#### 5. Água no solo

A água no solo é um dos fatores que mais impactam na estabilidade de taludes.

A água da chuva que cai no solo, parte é infiltrada e parte flui superficialmente (runoff) ou fica retida em depressões superficiais.

Runoff é a razão entre a chuva que escoou e a chuva que caiu. Quando a superfície é impermeável, esse coeficiente é igual a um.

Todo o volume de água pode ser absorvido pelo solo ou parte desse volume escoou sobre o solo (runoff), isso vai depender da intensidade, da duração da chuva e do ângulo do talude.

Quando o índice pluviométrico é alto e a chuva é prolongada, a parcela de runoff tende a ser maior, resultado da perda da capacidade de infiltração do solo. [2]

#### 6. Gestão de risco

Risco é um acontecimento, que caso venha a acontecer terá uma consequência positiva ou negativa em uma ou mais frentes do projeto, como cronograma, custo e qualidade. Isso pode gerar uma oportunidade ou uma ameaça.

A gestão do risco é utilizada para identificar pontos incertos e mensuráveis que sejam relevantes para que haja um controle dentro da realidade do projeto. Em todo projeto há diversas incertezas, porém, para

dominar as consequências dessas incertezas, é importante tentar prevê-los e para isso é necessário obter informações para que minimize ao máximo a falta de conhecimento sobre o problema. [4]

O risco pode ser dividido em dois tipos, são eles:

- Risco conhecido – É um risco que pode ser identificado. Existe informação anterior sobre tal, experiência de equipe ou do local em questão, se é viável ou não um projeto de obra em determinada localidade ou em determinada situação; [5]
- Risco desconhecido – É um risco impossível de ser identificado. Diferentemente do risco conhecido, não há informação histórica, nem experiência da equipe ou da região.[5]

Outro ponto muito importante nessa gestão é identificar os riscos, os mais comuns são:

- Premissas no orçamento e no planejamento;
- Variação no preço dos insumos;
- Variação da produtividade;
- Dependência de mão de obra terceirizada;
- Falta de recursos financeiros;
- Riscos técnicos;
- Riscos legais;
- Greves em geral.

Os riscos e ameaças presentes no projeto devem ser identificados com a maior antecedência possível, além de identificar serviços, insumos e maquinário necessário. Feito isso é preciso determinar as premissas e restrições.

Premissas:

- Condições que o projeto está sujeito;
- Verificar se mudanças impactam de alguma forma no projeto (desenvolvimento e finalização)

Restrições:

- Limitações externas e internas para o projeto em questão;
- Obrigações legais e normativas

### **6.1 Estrutura Analítica de Risco**

A EAR lista setores e subsetores de possíveis riscos em determinado projeto. É indicado uma EAR para cada projeto distinto. Dessa forma, os riscos ficam organizados e separados por setor, sendo mais fácil de mitigá-los.

Existem quatro formas de identificar os riscos, são elas:

- Brainstorming – Técnica criativa que não há nenhuma restrição aos participantes e que a princípio não busca consenso entre os envolvidos, estando todos abertos a expressar suas opiniões sobre o assunto em questão;
- Delphi – É utilizada para não haver influência de um especialista sobre outras pessoas. As opiniões são expressas separadamente e as discussões sobre as ideias são realizadas com o anonimato do autor da ideia em questão;
- Entrevista – Uma técnica simples que consiste em entrevistas individuais com especialistas de cada área do projeto;
- Análise SWOT – É uma técnica completa na qual é possível identificar pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças.

Outro ponto de extrema importância é a descrição dos riscos. Deve-se descrever a causa (origem), o risco e seus efeitos. Esse estudo pode ser feito através de uma tabela e é preciso que englobe todas as causas, riscos e possíveis efeitos do projeto.

### **6.2 Análise Qualitativa**

A análise qualitativa dos riscos tem como objetivos:

- Avaliar de forma subjetiva os impactos e as consequências dos riscos já listados;

- Priorizar os riscos, determinando os que precisarão de atenção especial;
- Determinar a amplitude geral do risco do projeto.

É importante classificar o risco de cada projeto:

Quadro1: Classificação dos riscos

Gradação do Risco		Impacto		
		Baixo	Médio	Alto
Probabilidade do Risco	Alta	Médio	Alto	Alto
	Média	Baixo	Médio	Alto
	Baixa	Baixo	Baixo	Médio

Fonte: Própria

### 6.3 Análise Quantitativa

A análise quantitativa dos riscos tem como objetivos:

- Analisar objetivamente o impacto dos riscos no projeto;
- Visualizar os principais riscos;
- Prazos e custos relacionados a riscos e impactos determinam quais técnicas serão utilizadas.

### 6.4 Respostas aos Riscos

Nessa parte da gestão de riscos é importante buscar alguns pontos, são eles:

- Busca por oportunidades;
- Diminuição de ameaças;
- Escolha de especialistas para cada resposta;
- Mudanças necessárias no cronograma e nos custos do projeto;
- Prevenção contra os riscos.

Ameaças:

- Evitar – Executar planos para evitar ao máximo que o risco ocorra;
- Transferir – Transferir parte do risco ou todo o risco para terceiros com a finalidade de diminuí-lo;

- Mitigar – Diminuir a chance de ocorrer o risco no projeto e reduzir os possíveis impactos do mesmo;

- Aceitar – Aumentar a chance de a oportunidade render novos projetos ou até mesmo melhorias no projeto atual até mesmo em outras fases, como manutenção e operação.

Oportunidades:

- Aceitar – Assim como nas ameaças, devemos aceitar, porém aproveitar a oportunidade;
- Compartilhar – Passar a informação para terceiros para que utilizem ou para que tenha melhorias em determinado ponto do projeto;
- Aumentar – Aumentar a chance de a oportunidade render novos projetos ou até mesmo melhorias no projeto atual até mesmo em outras fases, como manutenção e operação.

### 6.5 Estratégias de Respostas de Contingências

Planos de contingência que só serão postos em prática se houver algum alerta de urgência pré-definido:

- Reserva de contingência – Utilizada para riscos conhecidos e fazem parte da base do cronograma do projeto;
- Reserva gerencial – Utilizada para riscos desconhecidos e não fazem parte da base do cronograma, porém interferem no cronograma como um todo;
- Reserva de prazo – É utilizada para dar mais tempo ao projeto;
- Reserva de custo – É um extra no orçamento do projeto e deve variar entre 5% a 10%.

### 6.6 Monitoramento do Risco

É preciso realizar um monitoramento contínuo dos riscos para evitar eventuais problemas. O monitoramento pode ser realizado de duas formas, são elas:

- Proativo – São ações preventivas com a finalidade de evitar possíveis acidentes. São

executadas através de fiscalizações e vistorias;

- Reativo – Acompanha e analisa incidentes já ocorridos. Foca em soluções plausíveis para que não ocorram novamente.

Após esses estudos de gerenciamento de risco é preciso aplicá-los na estabilização de taludes, visto que é de extrema importância para esse tipo de construção, por envolver riscos à vida humana e riscos ambientais.

Na tabela abaixo será apresentada a descrição dos principais riscos do projeto.

Tabela1: Descrição dos riscos

<b>Categoria</b>	<b>Risco</b>	<b>Consequência</b>
Técnico	Executar construções em barragens sem aplicar técnicas de estabilização. (1)	Risco de ruína da barragem gerando problemas ambientais e risco de vida à população local
Técnico	Não realizar análise de estabilidade antes da escolha da técnica. (2)	Rompimento da barragem
Técnico	Períodos de chuvas intensas. (3)	Se não for planejado pode haver o rompimento da barragem
Técnico	Falta de fiscalização e acompanhamento. (4)	Risco de afetar a qualidade da obra (tanto a construção final quanto a estabilidade do talude)
Técnico	Erro de projeto. (5)	Problemas na execução e impacto no custo e no prazo
Comercial	Terceirização da mão de obra. (6)	Problemas na qualidade, possíveis atrasos, dificuldade na fiscalização por

		conta de conflitos.
Comercial	Problemas financeiros com a contratada. (7)	Greves, faltas e serviços mal feitos.
Financeiro	Maquinário específico. (8)	Atraso na obra, custo elevado
Financeiro	Variação cambial. (9)	Maior custo
Gerencial	Processos falhos. (10)	Conflitos, queda na qualidade, prazo final afetado, custo afetado.
Técnico	Dificuldade em licenças ambientais. (11)	Atraso na obra
Técnico	Tirantes no vizinho. (12)	Problemas na fundação
Técnico	Solo grampeado sofre problemas com presença de água. (13)	Problemas futuros na estrutura já construída

Fonte: Própria

Na tabela abaixo será a análise qualitativa do projeto.

Classificação:

	MA	A	M	B	MB
Probabilidade	5	4	3	2	1
Impacto	5	4	3	2	1

Risco	Probabilidade	Impacto				Grau	Resposta ao risco
		Custo	Prazo	Qualidade	Meio ambiente		
1	3	4	2	5	5	48	3
2	3	3	2	5	5	45	3
3	4	4	5	3	2	56	4
4	4	4	3	5	5	68	5
5	2	5	5	5	4	38	2
6	5	2	2	4	1	41	3

7	2	5	5	5	1	31	2
8	5	2	2	2	1	31	2
9	3	5	1	1	1	24	1
10	2	5	5	5	2	32	2
11	2	5	5	3	5	33	2
12	2	5	5	5	3	33	2
13	3	5	5	3	3	48	3
$\Sigma$	-	-	-	-	-	41	-

Fonte: Própria

## 7. Soluções

Após a análise de estabilidade e o gerenciamento de risco, é preciso definir qual solução é a mais indicada para o projeto. [6]

Um fator importante nesse ponto é baseado na análise de estabilidade. Se o fator de segurança (FS) for menor que um é importantíssimo implementar intervenções no maciço para atingir a estabilidade. Caso uma alteração na geometria ou uma mudança positiva na ação da água não solucionar o problema de estabilidade, é necessária uma obra de contenção. [7]

Existe uma divisão entre os tipos de obras de contenção, são elas:

- Estruturas com peso, muro de gabião;
- Estruturas com ancoragem, como solo grampeado e cortina atirantada;
- Estruturas por ficha, como estacas justapostas;
- Estruturas mistas, estacas justapostas com tirantes.

Nesse trabalho será abordado estruturas de ancoragem (cortina atirantada e solo grampeado).

### 7.1 Cortina atirantada

Essa solução na maioria das vezes é escolhida quando é preciso conter elevados espaços horizontais, gerados por escavações em grandes alturas, com um mínimo deslocamento do solo e de estruturas vizinhas. [7]

É uma estrutura de contenção que é ancorada em estruturas mais rígidas, apresenta pequena deslocabilidade. São compostas por tirantes injetados no solo e solicitados à esforços normais de protensão, junto a um muro de concreto armado, com o objetivo de resistir ao sistema muro-tirantes. [7]

A execução de uma estrutura de cortina atirantada pode ser feita de baixo para cima ou de cima para baixo, o que é chamado de método descendente.

A metodologia executiva é dividida em algumas etapas, são elas: [8]

- Preparo dos tirantes;
- Perfuração;
- Instalação e injeção dos tirantes;
- Protensão;
- Dimensionamento;
- Dimensionamento do bulbo (trecho ancorado).

Essa solução tem vantagens e limitações, são elas: [9]

Vantagens:

- Baixas tensões na base;
- Tirantes suportam esforços com mínimo deslocamento, devido à protensão;
- Cada tirante é analisado individualmente, o que garante a qualidade e a segurança do procedimento;
- Pode suportar grandes solicitações e os taludes podem ser altos;
- Pode ser utilizado em diversas situações práticas.

Limitações:

- Os tirantes na grande maioria das vezes são longos, tendo a possibilidade de adentrar no terreno vizinho;
- Caso ocorra uma falha em um elemento, pode acarretar elevadas solicitações aos demais.

## 7.2 Solo grampeado

É uma solução de melhoria do solo, permitindo a contenção de taludes através da execução de chumbadores, concreto projetado e drenagem. Os chumbadores (grampos) dão a condição de estabilidade global do maciço em questão, o concreto projetado dá a estabilidade local e a drenagem age nas duas frentes. Pode ser utilizada como uma estabilização temporária ou permanente, dependendo da finalidade da obra. [9]

A metodologia executiva é dividida em algumas etapas, são elas: [9]

- Escavação;
- Chumbadores;
- Concreto projetado;
- Drenagem;
- Análise de ruptura;
- Dimensionamento.

Essa solução tem vantagens e limitações, são elas:

Vantagens: [9]

- Baixo custo – O único elemento estrutural são os grampos, sendo assim tem custos bem reduzidos em comparação com métodos mais convencionais;
- Maquinário leve – Além de ser equipamentos leves, tem um fácil manuseio;
- Tempo de execução – Todas as etapas são executadas de forma bem rápida em comparação com métodos mais tradicionais;
- Adaptação às condições locais – É uma técnica que se adequa bem em variadas geologias, visto que são equipamentos leves e de fácil manuseio;
- Estruturas mistas – Há a possibilidade de utilização dessa técnica com outras;

Limitações:

- Nível d'água – Caso exista nível d'água é preciso um projeto muito bem detalhado de rebaixamento para não gerar futuros problemas;

- Drenagem – Se a drenagem não for satisfatória, é possível haver problemas futuros com a durabilidade dos grampos;

- Movimentação lateral e vertical – Pelo fato desse método gerar movimentações verticais e horizontais, há uma probabilidade de ter problemas de recalque em construções vizinhas, sendo assim é importante um acompanhamento constante;

- Condições do solo – Em solos que haja possibilidade de mudança futura, como aumento do nível d'água, não é recomendado esse método por questões de segurança.

## 7.3 Comparativo entre as duas soluções

Abaixo será listado uma comparação entre as duas soluções, são elas:

- Na cortina atirantada, os tirantes são protendidos após a estrutura de contenção pronta. Já no solo grampeado, os chumbadores não são protendidos, dessa forma é preciso que o solo se deforme para o início do trabalho. Essas deformações são irrelevantes para problemas com o atrito lateral;

- As ancoragens são pré-tensionadas para prevenir o deslocamento da cortina, já os grampos sofrem uma pré-tensão bem menor com a finalidade de garantir a ligação com o concreto projetado;

- As cortinas atirantadas tem limitações com inclinações, sendo geralmente verticais, já no solo grampeado é simples alterar a inclinação;

- A parte concretada da cortina tem função estrutural, já no solo grampeado a finalidade é a impermeabilização, estabilização e controle de erosão;

- Em relação à normas técnicas, os tirantes são mais confiáveis por ter normativas, já os grampos para solo grampeado, somente experiências anteriores.



## 8. Considerações finais

Na atualidade, com todos os avanços tecnológicos e populacionais, observa-se a importância da gestão do risco em qualquer projeto de engenharia.

Nesse trabalho foi aplicado esse conceito em obras de contenção. Junto ao avanço tecnológico e populacional já citado acima, há um considerável aumento nas construções de qualquer natureza, principalmente obras residenciais e comerciais, como foi nítido em anos anteriores com o boom da construção civil.

A partir disso, é de extrema importância a realização de obras de contenção em qualquer situação que envolva a possibilidade de rompimento de taludes, ou seja, qualquer obra no pé ou na crista dos taludes, até mesmo em construções a partir de escavações nesses taludes. A partir daí entra o principal ponto para o sucesso dessas construções, a gestão de risco, garantindo a qualidade e a segurança das cidades vizinhas, dos próprios moradores e do meio ambiente.

Além de obras de contenção estarem ligadas a construções residenciais ou comerciais, é possível observá-las em diversos pontos das cidades, como por exemplo em serras, estradas, túneis, entre outros.

Outro ponto importante a ser considerado é o meio ambiente, principalmente em relação à necessidade de preservá-lo. Mais uma vez entra o principal ponto desse projeto, o gerenciamento de risco. Temos exemplos de graves acidentes relacionados a barragens, como Mariana e Brumadinho. Há muitos riscos envolvidos nessas situações e com uma gestão eficiente é possível reduzir ao máximo possíveis tragédias.

A gestão de risco considera a parte econômica também, sendo assim o projeto com o melhor custo benefício será o mais apropriado. Dentre as soluções apresentadas nesse trabalho, o solo grampeado é a mais viável financeiramente, devido ao porte dos equipamentos, dos insumos necessários e da

simplicidade dos métodos, fora isso é mais flexível para os projetos, como executar obras com diversas inclinações, o que é bem limitado na cortina atirantada.

Apesar dessas vantagens, em um centro urbano a solução pelo método de solo grampeado pode não ser viável por conta das grandes deformações na face, o que poderia impactar construções vizinhas. Após essas constatações pode-se concluir que em projetos viáveis para os dois métodos, a solução mais adequada seria a escolha pelo solo grampeado e uma eficiente elaboração de gestão de risco.

## 9. Referências

- [1] CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações: Fundamentos. v. 2. Rio de Janeiro/RJ, 2015.
- [2] GERSCOVICH, Denise M. S. Estabilidade de taludes. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- [3] GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos Manoel. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. Editora Edgard Blücher, 1983.
- [4] RUPPENTHAL, Janis Elisa. Apostila Gerenciamento de Riscos; Santa Maria – RS, 2013.
- [5] SILVA, Vanessa F.. Análise de Risco na Construção – Guia de Procedimentos para Gestão; Porto – PT, 2012.
- [6] SOLOTRAT, Manual De Serviços Geotécnicos Solotrat, 5ª edição, 2015.
- [7] GERSCOVICH, D; DANZIGER, Bernadete, R; SARAMAGO, R. Contensões teoria e aplicações em obras. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- [8] YASSUDA, C. T.; DIAS, P. H. V. Fundações Teoria e Prática. São Paulo: Pini, 2ª edição, 1998.
- [9] ABRAMENTO, C. T; KOSHIMA, P. H. V; ZIRILIS. Fundações Teoria e Prática. São Paulo: Pini, 2ª edição, 1998.