

**André Ricardo Lomar de Carvalho**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

**Gleiciely Figueirêdo dos Santos**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

**Bruno Matos de Farias**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo abordar alguns tipos de movimentações de massa. Estaremos abordando no decorrer do conteúdo também as regiões onde ocorrem esses alagamentos e processos erosivos. Estaremos evidenciando alguns desastres ambientais e alguns dos tipos de contenções mais habituais na construção civil. Focaremos na região do município de Nova Friburgo, localizado na região serrana do Rio de Janeiro. A intenção é mostrar como alguns desastres ambientais podem ser evitados se tendo um planejamento urbano e políticas preventivas atrelado ao uso dessas técnicas de engenharia.

**Palavras-chave:** Técnicas de Engenharia; Desastres Ambientais; Região Serrana

## INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e desigualdade social, muitos brasileiros ficaram sem moradias adequadas e começaram a morar em lugares impróprios e de risco. Isso deve-se pelo esgotamento dos centros urbanos o que se deu por consequência a ocupação desordenada de áreas altamente passível a deslizamentos e desastre de uma forma geral.

Com o aumento dos desastres naturais é necessário analisar o ambiente mais detalhadamente para sugerir uma solução. Pelo motivo do Brasil ter proeminência de clima tropical, existem grandes índices pluviométricos no verão, que tem a ver com período chuvoso, dessa forma as encostas naturalmente seriam locais de perigo, visto que estão sujeitas ao risco de deslizamentos de terra.

O deslizamento é um fenômeno comum em áreas de relevo acidentado, sobretudo nas encostas. Esse processo pode ocorrer em locais onde não há ocupação humana, no entanto, são mais comuns em terrenos onde houve a retirada da cobertura vegetal original, que é responsável pela consistência do solo e que impede, através das raízes, o escoamento das águas.

Quando ocorrem as precipitações, o solo absorve uma parcela da água, no entanto, outra parte se locomove em forma de enxurrada na superfície do terreno, a parte de água que se infiltra no solo se confronta com alguns tipos de rochas impermeáveis, com isso a água não encontra passagem e começa acumular-se em único local, tornando, dessa forma, o solo saturado de umidade que não consegue suportar e se rompe, desencadeando o deslizamento de terras nas encostas até a base dos morros.

Em todos os anos, durante os períodos de chuva, veiculam notícias de enchente e deslizamento em áreas determinadas, produzindo prejuízos e mortes em diversas metrópoles brasileiras. Neste trabalho, citaremos a Região Serrana, focando em Nova Friburgo e tais prejuízos serão apresentados com profundidade e os detalhes destas catástrofes que poderiam ser impedidas através de soluções técnicas dadas pela engenharia civil. Uma das soluções é implantar de forma segura, uma construção de engenharia civil, usando as contenções.

As contenções dão segurança às encostas e terrenos inclinados, segurando-o para que o mesmo não deslize. No mercado e área de engenharia civil há diversos tipos de contenções, que serão apresentadas neste trabalho. Porém é necessário fazer análises de solo, estudo da geografia da região entre outros levantamentos, para então definir o melhor tipo de contenção para o local. E, desta forma solucionar este problema tão sério e grave que são os desastres naturais.

A definição por este tema vem da necessidade de evitar os desastres naturais ou contê-lo. Por inúmeras vezes a população brasileira sofre desastres naturais, geralmente causados por deslizamentos de massas, em lugares indevidos para moradia, devido isso, serão apresentadas soluções ligadas à engenharia civil: as contenções.

Abordaremos algumas das técnicas de contenções mais utilizadas no mercado com a finalidade e prover a estabilidade contra a ruptura de maciços e assim evitar o escorregamento causado pelo seu próprio peso ou por carregamentos externos.

Trataremos da região serrana do Rio de Janeiro com foco no município de Nova Friburgo. Local que está propenso a movimentos de massa devido sua geografia. Abordaremos alguns desastres ocorridos na região, falaremos sobre clima e características do local e também mostraremos alguns tipos de movimentos de massa habituais do Rio de Janeiro.

Inicialmente o que pode se saber é que ocorreu foi um fenômeno climático que acometeu a cidade. Arelado a isto, faltava na época ferramentas que ajudassem a diagnosticar áreas de risco, políticas preventivas e um planejamento urbano.

O presente trabalho tem como objetivo investigar os indicadores que influenciaram a frequência de eventos de riscos ambientais (desastre ambiental) em Nova Friburgo, por inexistência de prevenção do uso da engenharia civil através das contenções.

Os objetivos específicos são:

Apresentar as técnicas de contenções, da engenharia civil mais viáveis de serem executadas nessa região.

Diagnosticar as vulnerabilidades das áreas de riscos quanto a eventos adversos e desastres naturais na região serrana.

Propor alternativas (soluções) que reduzam os impactos ambientais nas áreas de riscos, fortemente ocupadas pelos cidadãos, assim como seu gerenciamento.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Solo**

O solo é um componente complexo, vivo, dinâmico e em transformação que está sujeito a alterações e pode ser degradado ou manejado sabiamente (GLIESSMAN, 2005) nos diversos agroecossistemas. É sabido que este precisa ser preservado em suas boas condições físicas e químicas, ou seja, aumento em seu teor de matéria orgânica, boa porosidade para melhor oxigenação e infiltração da água, impedir que tenha erosão e ressecamento do solo (GUEDES, 1992).

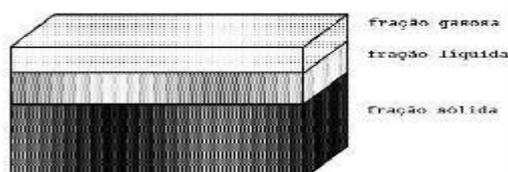
De acordo com Campos (2006), a primacial categorização é relacionada ao tamanho dos grãos. O solo expõe faixas granulométricas variadas, de acordo com a predominância

do seu tamanho são normalmente chamados de pedregulho, areia, silte ou argila, dentre estas a última é a que apresenta frações mais finas, normalmente com partículas menores que 2  $\mu\text{m}$  (DAS, 2011). Mais uma classificação bastante empregada é com relação a sua origem. Os solos residuais também conhecidos de autóctones são aqueles que depois do intemperismo continuam no local da rocha de origem.

Os sedimentares ou alotóctones são os que padecem ação dos agentes transportadores e os orgânicos são principalmente constituídos pela decomposição de matéria vegetal e/ou animal (CAPUTO, 1988). Os solos de constituição orgânica são denominados conforme com a quantidade de matéria orgânica achada em seu volume total.

De acordo com Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (2002) O solo é composto de partículas sólidas de várias formas e diferentes dimensões. O espaço poroso pode ser preenchido com quantidades variáveis de água (solução) e ar (gases) (Figura 1).

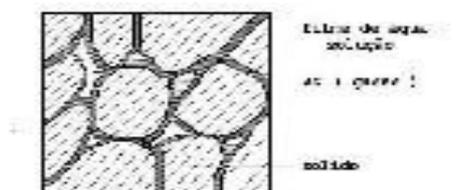
Figura 1 - Composição do solo



Fonte: Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.

Esquemáticamente, o solo pode ser representado como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Representação esquemática do solo, segundo a composição de suas frações.



Fonte: Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.

## Clima

No estado Rio de Janeiro o clima da região serrana é o tropical de altitude, designados por verões úmidos e quentes e invernos secos e frios. A temperatura da região é amena, com médias anuais próximas de 19°C. Na estação de verão a média é próxima dos 23°C e nos meses de inverno a média não ultrapassa dos 15°C. Nos documentos memoráveis tem que a temperatura mais baixa já registrada na região foi de 0,7°C e a maior de 36,6°C. A região sudeste, onde se está o estado do Rio de Janeiro, contém mais de 10% da área do Brasil com mais de 900 mil Km<sup>2</sup>. Caracterizado por uma avantajada variação de relevo e latitude, é demarcado por ser área de transição entre o Brasil Meridional úmido e o Brasil Central ora seco, ora úmido. A região serrana do estado Rio de Janeiro é governada pelo sistema climático Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), logo, o agente primordial ordenador das chuvas. Esse sistema climático é designado pelo encontro entre

a massa de ar quente e úmido vinda do Amazonas e a massa de ar frio, que vem do Sudoeste, alastrando-se desde Amazônia, percorrendo pelo centro-oeste e até região sudeste.

### Movimento de massa

Também conhecido por deslizamento, escorregamento, ruptura de talude, queda de barreiras, entre outros, se diz aos movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água (CEMADEN, 2017).

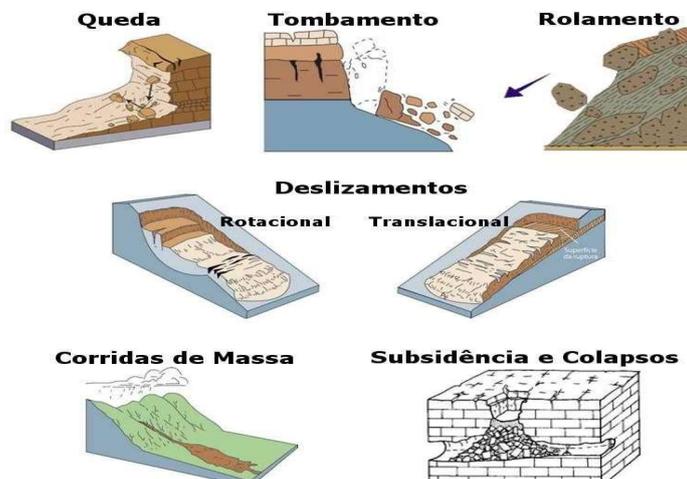
Os movimentos de massa são definidos como deslocamentos de solo e/ou rocha que conseguem ser deflagrados por mecanismos internos (que intervêm na resistência do matéria) assim como externos (que influenciam a ampliação das tensões de cisalhamento ao comprimento da superfície de ruptura até a rompedura). Estes mecanismos são vigoramente instigados não somente por causas de origem natural, como também majorados por atuações antrópicas estabilizadoras das encostas. Estas movimentações gravitacionais podem ser julgadas e distinguidas conforme critérios específicos, como apresentado na 3 (Fundação Geo-Rio, 2014), visto que, é uma adaptação de Varnes (1978) e Augusto Filho (1992). Imediatamente abaixo da figura 3, segue a figura 4 mostrando os principais tipos de movimento de massa.

Figura 3 - Critérios para classificação de movimentos de massa ( Fundação Geo-Rio, 2014 – adaptado de Varnes,1978 & Augusto Filho,1992).



Fonte: Fundação Geo-Rio, 2014 – adaptado de Varnes,1978 & Augusto Filho,1992

Figura 4 - Principais tipos de movimentos de massa



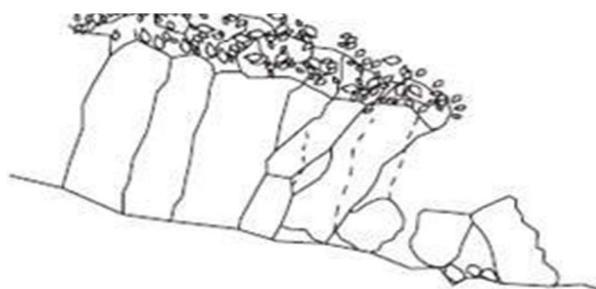
Fonte: CEMADEN, 2017

A seguir os exemplos mais habituais em solo encontrados no Rio de Janeiro:

## **Tombamentos**

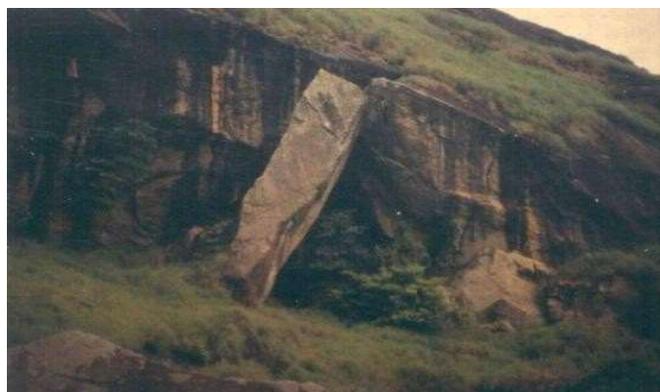
São conhecidos como tombamentos as rotações causadas pelo basculamento e depois queda de lascas de rochas, procedentes da deposição de material sobre o talude, de ruptura e da presença de fluxo d'água e/ou da erosão da base dos corpos rochosos, Em concordância as figuras 4 e 5 (Fundação Geo-Rio, 2014; Turner & Schuster, 1996 apud Aguiar, 2008).

Figura 6 - Ilustração de tombamentos



Fonte: Turner & Schuster, 1996 apud Aguiar, 2008

Figura 5 - Tombamento de blocos



Fonte: Proin/Capes & Unesp/IGCE, 1999

## **Rolamentos**

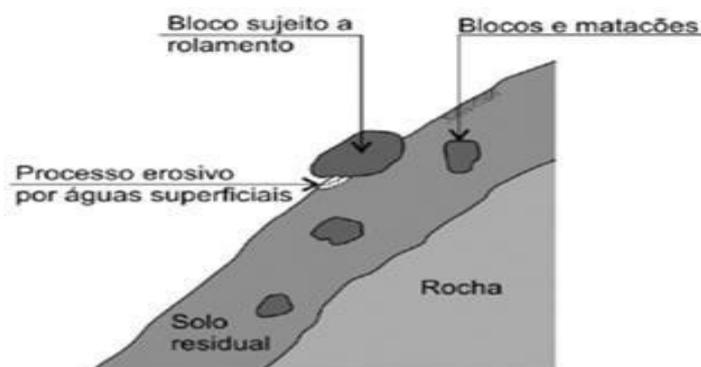
Rolamentos são movimentos de matacões e/ou blocos de rocha ao longo das encostas (figuras 7 e 8).

Figura 7 - Rolamento de blocos na Estrada do Contorno em Angra dos Reis



Fonte: Pinheiros, 2010.

Figura 8 - Ilustração dos rolamentos



Fonte: Pinheiros, 2010.

## Deslizamentos/escorregamentos

De acordo com, Vedovello e Macedo (2007), os deslizamentos começam, em geral, a partir da rompedura em um ponto específico da encosta, das condições de estabilidade e de equilíbrio dos materiais que formam o terreno.

Os deslizamentos podem ser conhecidos em quatro tipologias: a) rastejo, que tem como aspecto o deslocamento de terras em muitos planos internos a velocidades baixas, propendendo a evolução para um escorregamento; b) escorregamento, que mostra velocidade média a rápida; c) quedas, que compõem de movimentos relacionados a materiais rochosos e a uma velocidade rápida; e d) corridas, que são movimentos de massas de solos e rochas em grandes volumes, com alcance abrangente e intensa destruição. Os deslizamentos são consequentes de vários de fatores (agentes) que agem no ambiente durante um tempo, sendo determinados ou atingidos por eventos naturais e por intervenções humanas (VEDOVELLO E MACEDO, 2007).

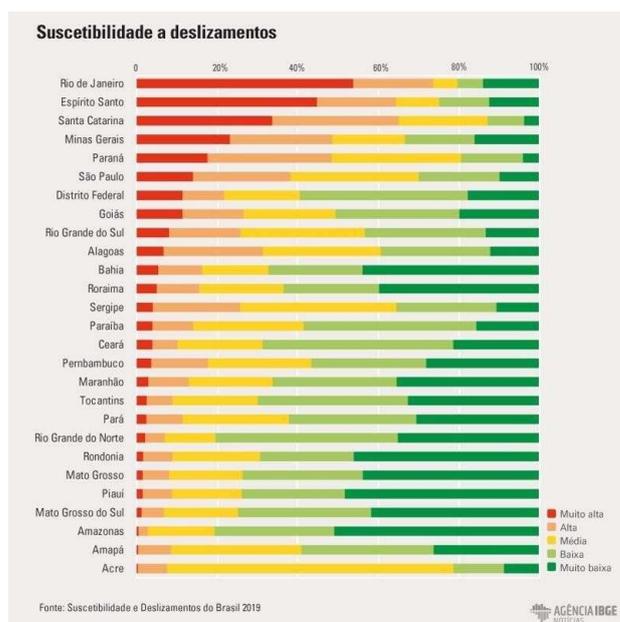
A figura abaixo (mapa) é de fácil visualização que as regiões com maior ocorrência de escorregamentos e deslizamentos encontram-se na região sudeste. Pois o estado do Rio de Janeiro é composto de muitas montanhas (morros) que geralmente são habitados de forma irregular. A figura 9 (na página a seguir) ilustra o mapa com os estados que apresentam suscetibilidade a deslizamento nas encostas e a seguir a figura 10 sobre Suscetibilidade a Deslizamentos

Figura 9 - Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos do Brasil



Fonte: Mundogeo, 2019

Figura 10 - Suscetibilidade a Deslizamentos



Fonte: Suscetibilidade e Deslizamentos, 2019

## Deslizamento em cunha

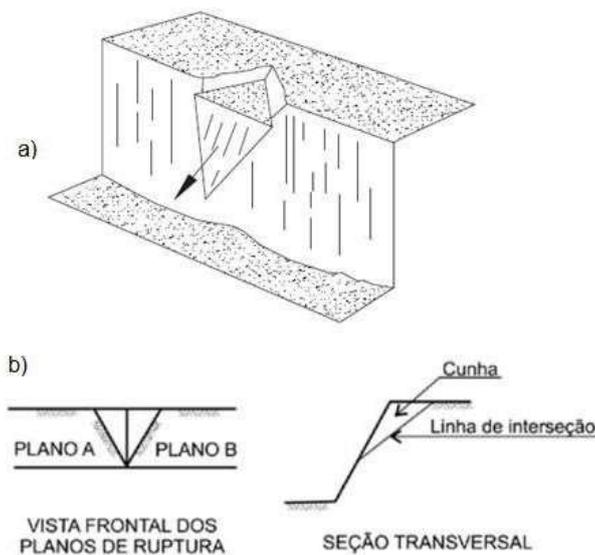
São os movimentos de blocos de rocha com superfície de rompimento em aspecto de cunha, interligados por uma linha entre dois planos de infrequências, tendente na direção do movimento, de acordo com a apresentação nas figuras 11 e 12 (FUNDAÇÃO GEO - RIO, 2014).

Figura 11 - Deslizamento em cunha (Montgomery, 1992).



Fonte: Fundação Geo - Rio, 2014

Figura 12 - Ilustração dos escorregamentos em cunha

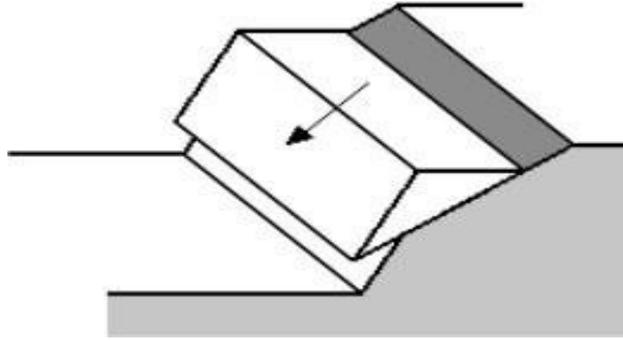


Fonte: Fundação Geo-Rio, 2014 .

## Deslizamentos translacionais ou planares

São considerados deslizamentos translacionais/planares os movimentos velozes (km/h) ao comprimento de superfícies planas, comumente no tocamento entre materiais de resistências desiguais ou sobre planos de fraqueza (figuras 13 e 14), como exemplo: solos residuais rasos sobre rochas, solos coluvionares não muito espessos sobre solos residuais, solos rasos pouco resistentes, resíduos sólidos sobre material com maior resistência, ou ainda, taludes de solos residuais com planos de fragilidade reliquiares de altitude desvatajoso (Becker, 2011).

Figura 13 - Ilustração de escorregamento planar



Fonte: Pinotti & Carneiro, 2013 - adaptado de Hoek & Londe, 1974 e Piteau & Martin, 1981

Figura 14 - Deslizamento planar em Petrópolis, RJ

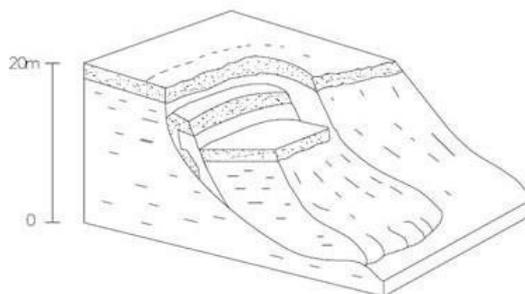


Fonte: foto cedida por Marcos Mendonça.

### *Deslizamentos rotacionais*

São considerados deslizamentos os movimentos normalmente rápidos (km/h) com superfície de rompimentos de seção transversal aproximadamente circular (figuras 15 e 16). Acontecem em taludes grossos com solos residuais, coluvionares ou lateríticos, sem anisotropia ou planos de fragilidade relevantes, em taludes de corte sedimentares, em aterros sobre solos sedimentares ou compostos em avantajada parte por resíduos sólidos urbanos (Becker, 2011; Fundação Geo-Rio, 2014).

Figura 15 - Ilustração de escorregamentos rotacionais



Fonte: Turner & Schuster, 1996 apud Aguiar, 2008

Figura 16 - Escorregamentos rotacionais



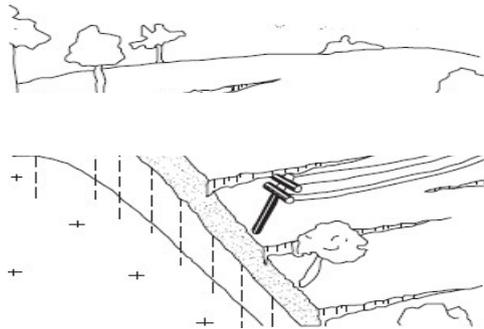
Fonte: foto do arquivo pessoal de Willy Lacerda

## Fluxo ou escoamento

### Rastejos ou Fluências (creeps)

São considerados rastejos ou fluências (creeps) os movimentos lentíssimos (mm/ano a cm/ano) que acontecem habitualmente próximos ao pé de encostas em colúvios com nível alto do lençol freático. Tal como os inclinômetros podem apontar deslocamentos horizontais, a existência de fendas (trincas) no solo, árvores avessadas, estradas retorcidas, postes inclinados, canaletas desaprumadas também podem ser indicativas de casos de rastejos, conforme apresentado nas figuras 17 e 18 (BECKER, 2011).

Figura 17 - Ilustração de rastejos ou fluências



Fonte: Turner & Schuster, 1996 apud Aguiar, 2008.

Figura 18 - Movimento de rastejo



Fonte: foto cedida por Marcos Mendonça

## Corridas

São considerados corridas os movimentos de solos com velocidade máxima (km/h) que se revelam como fluido, sendo capazes de conseguir atingir longas distâncias e causar cicatrizes no percurso de seu caminho percorrido (figuras 19 e 20). Acontecem em encostas de solo residual argiloso, onde lama ou detritos (solos, misto de blocos de rochas, vegetação, etc.) são carregados ao longo de talvegues no decurso do período de chuvas bastante intensas ou demoradas, que duram mais de horas. (Becker, 2011; Fundação Geo-Rio, 2014).

Figura 19 - Cicatrizes em encosta geradas por fluxos detríticos



Fonte: foto cedida por Marcos Mendonça

Figura 20 - Ilustração de corridas



Fonte: foto cedida por Marcos Mendonça

## Complexos

São conhecidos como complexos o arranjo de dois ou mais tipos de movimentos, são constituídos por vários materiais e expõe superfície de rompimentos complexa, com seção transversal normalmente representada por poligonais (Figura 21). Os movimentos de massa complexos acontecem geralmente em locais com topografia acidentada e/ou em camadas de solos com resistências desiguais (Fundação Geo-Rio, 2014; Becker, 2011).

Figura 21 - Escorregamentos complexos na Região Serrana do Rio de Janeiro

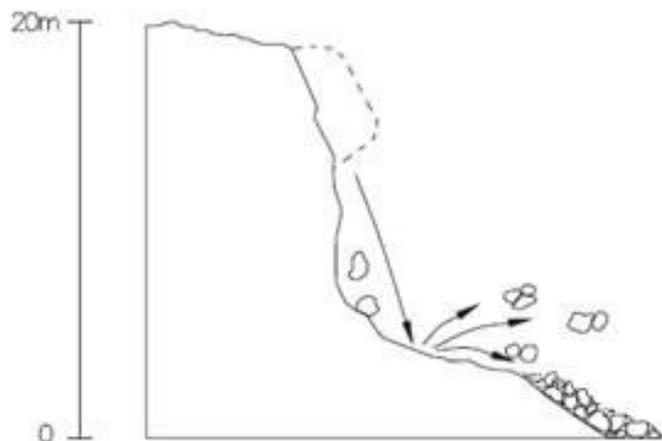


Fonte: (Pessôa, 2011).

## Quedas

São considerados quedas o movimento de massa que está correlacionado à queda livre de rochas fraturadas em aspecto de lascas e/ou blocos ou de solos em margens de corpos d'água, sendo mais vistas em encostas íngremes mostradas em sua geometria por planos inclinados, de acordo com as figuras 22 e 23 (Fundação Geo-Rio, 2014).

Figura 22 - Ilustração da queda de blocos



Fonte: Turner & Schuster, 1996 apud Aguiar, 2008

Figura 23 - Queda de blocos



Fonte: Rodrigues et al., 2013.

## Alagamentos e Processos erosivos

### Alagamentos

Assentamentos urbanos localizam-se normalmente em áreas de planícies de inundação e, com o aumento desorganizado das cidades, têm sido visto um aumento gradativo da intensidade e alcance dos eventos de inundação, assim como o efeito destes na população. Agregado à impermeabilização dos solos nas cidades está à inexistência de infraestrutura das cidades e o desmatamento da mata ciliar, ambos favorecem o crescimento de volumes de vazão e a velocidade de propagação da onda de inundação, que chegam as regiões onde os eventos hidrológicos formam um risco de desastre natural para a população.

A figura 24, abaixo apresenta os símbolos gráficos correspondentes aos desastres que ocorrem no Brasil, relacionados a inundações e alagamentos.

Figura 24 - Simbologia Brasileira de Desastres - SEDEC/MI

Tipo	Simbologia
Inundações	
Alagamentos	

Fonte: SEDEC/MI, 2017

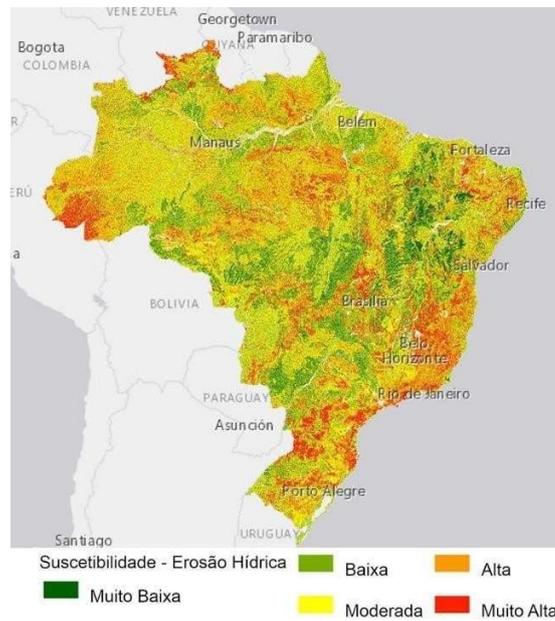
### Processos erosivos

Durante alguns anos e sob várias circunstâncias, as rochas passam decomposição por causa de agentes físicos que sucedem na desintegração, agentes químicos que modificam a composição e sua mineralogia, e agentes biológicos que dão intensidade às forças químicas e físicas. A esse procedimento de decomposição, chama-se de intemperismo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008). Logo, origina-se ao solo. Como expõe a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995) intemperismo é o “conjunto de processos que ocasionam a desintegração e a decomposição das rochas e minerais submetidos à ação dos agentes atmosféricos e biológicos”. Na constituição do solo, podem-se ressaltar alguns aspectos que são mais importantes: a atividade biológica dos organismos vivos, o clima, o material original, o tempo e a topografia. A palavra erosão é oriunda do latim erodere, que significa corroer, devorar, etc. e dessa maneira são nomeados todos os processos de desgaste feitos pelas águas, vento, geleiras que formam respectivamente as erosões hídricas, eólicas e glaciais. Por seguinte, a erosão é a execução de um trabalho e seu produto é o sulco, a voçoroca, etc. (MORTARI, 1994).

De acordo com Gray e Leiser (1989) e Guerra (1995) retratam que a erosão se expressa na extração das camadas superficiais de solo e envolve os processos de destacamento (detachment) e transporte das partículas por agentes como vento, água e gelo.

## Regiões que apresentaram alagamento e processos erosivos

Figura 25 - Mapa com os estados que apresentaram alagamento e processos



Fonte: IBGE, 2014

## Fatores Condicionantes

Para entender do processo erosivo, é essencial tratar as relações entre este e seus principais fatores condicionantes, quais sejam: clima, cobertura vegetal, natureza do solo e a topografia do terreno. O clima será decisório principalmente nas características da intensidade, duração e distribuição das chuvas. Chuvas torrenciais ou pancadas de chuvas intensas simbolizam as formas mais agressivas de ação deste agente. Desse jeito, em relação à chuva, sabe-se que a sua intensidade é o que mais influenciará na erosão. As gotas de chuva quando caem ao solo colaboram para o processo erosivo por três razões: desprendem partículas do solo na área que houve o impacto; transportam as partículas desprendidas (salpicamento ou splash); adicionam energia à água superficial. “A velocidade aumenta com o tamanho da gota e com a altura da queda” (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008, p.48). Vê-se que, em relação à chuva, o que influencia é a energia cinética com que as gotas d’água chegam à superfície, provocando os efeitos provenientes da dissipação de energia acumulada.

## Inundação

Conforme a Portaria Conjunta nº 148 de 18 de dezembro de 2013, publicada no D.O.U. nº 249 em 24 de dezembro de 2013, Inundação é a maneira em que acontece alagamento de áreas fora dos limites tradicionais de um curso de água em zonas que habitualmente não se encontram alagadas. O transbordamento acontece de forma gradual em áreas de planície, comumente provocado por chuvas distribuídas e alto volume concentrado na bacia de contribuição (Figura 26).

Figura 26 - Ilustração de Inundação



Fonte: CEMADEN, 2017

## Desastres ambientais

### Conceito de desastre ambiental

É chamado desastre ambiental um acontecimento o que extrapola a capacidade local, precisando de ajuda externa ou é uma situação que a consequência são danos ou prejuízos imensos, extermínio e muito sofrimento humano (TUCCI, 2007, p.19). Ter claro o seu significado faz com que se busque em diversos autores uma melhor compreensão para sua definição. Sendo assim, encontram-se várias definições do que seja desastre, como seja: “o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1999, p.2).

O acontecimento de desastres está ligado não somente à suscetibilidade, mas, também, às características geoambientais e à vulnerabilidade do sistema econômico-social-político-cultural sob impacto, segundo Alcántara-Ayala (2002). No mesmo sentido, Massing et al. (2009, p.1) opinam que é “um evento que impacta a sociedade, originando-se de um padrão específico de interação entre fenômeno natural e uma organização social, da forma como as pessoas se relacionam com o meio em que vivem”.

A evolução é analisada de acordo com a velocidade com que a situação ocorre, súbita, gradual e/ou uma soma de efeitos. Quanto à origem, os desastres podem ser causas naturais, antrópicas ou mistos (Castro, 1999). Dessa forma, os desastres originados da ocorrência de fenômenos meteorológicos severos são os que causam maior preocupação para a sociedade por seu “alto potencial de destruição”, com perdas de vidas e bens materiais. A reabilitação das áreas alcançadas implica na maioria das vezes, em diversos prejuízos para o dinheiro público (cofres), com efeitos, nem sempre satisfatórios. Além do que, “estes episódios acabam [...] agravando a situação de pessoas que dispõem de poucos recursos financeiros e, [que] acabam perdendo os pouquíssimos bens de que dispõem” (VIANA et al, 2009, p.92).

Os desastres ambientais são cada vez mais incessantes. De acordo com a ONU, a cada ano cerca de duzentos milhões de seres humanos são afetados por inundações, secas, tormentas, terremotos, deslizamentos de terra, incêndios florestais e outros episódios adversos que geram imensas tragédias humanas e grandes perdas econômicas. As tragédias ambientais têm afligido tanto a comunidade internacional que a ONU declarou a década de 90 como a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (DIRDN). De acordo com o manual de Comunicação de Risco e de Desastres da Defesa Civil Nacional (2010), podemos conceituar desastre como

O resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pela ação humana sobre um ecossistema vulnerável, podendo causar danos às pessoas ou provocar estragos materiais e/ou ambientais — e consequentes prejuízos econômicos e de ordem social (BRASIL, 2010, p. 26)

## **Desastre natural e suas classificações**

O CRED (Centre for Research on Epidemiology of Disasters), com auxílio da Organização Mundial da Saúde – OMS e do governo Belga estrutura, a contar de 1988, uma base de dados mundial de desastres chamado EM-DAT (Emergency Events Database - The International Disaster Database).

O EM-DAT é uma base de dados com estatísticas de desastres ocorridos em todos os locais do mundo. Para colocar um desastre nessa base, é preciso que tenha acontecido algum destes fatores : 10 ou mais mortes; 100 ou mais cidadãos afetados ; solicitação de apoio internacional; declaração de estado de emergência.

Estes bancos de informações têm registros de desastres desde 1900 até hoje e é compilado com base em diversas fontes, incluindo agências das Nações Unidas, organizações não governamentais, companhias de seguros, institutos de pesquisa e agências de notícias (EM-DAT, 2011).

De acordo com o EM-DAT, os desastres naturais podem ser classificados em:

**Hidrológicos:** provocados por mudanças do ciclo natural da água, tal como inundações, movimentos de massa (úmida), rolamento de blocos, avalanches (causadas pelo deleço da neve).

**Biológicos:** desastres originados pela exposição a organismos vivos provocadores de doenças ou tóxicos. Exs.: epidemias, infestação de insetos.

**Climatológicos:** ações atmosféricas de médio a grande prazo, sazonais, exemplos: temperaturas extremas, queimadas florestais, secas, ondas de calor.

**Geofísicos:** eventos com origem no centro da terra. Exs.: terremotos, erupções vulcânicas, movimentos de massa (seca), avalanches (causadas por terremotos).

**Meteorológicos:** processos atmosféricos de pequeno a médio prazos (de minutos a dias). Exs.: tempestades (storms) tropicais, ciclones extratropicais, tempestades convectivas.

A United Nations International Strategy Disaster Reduction (UNISDR), um secretariado da ONU – Organização das Nações Unidas, criado em 1999 com o objetivo de implementar a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres, classifica os desastres naturais em três grupos:

Desastres Geofísicos: erupções vulcânicas, terremotos e tsunamis;

Desastres Hidrometeorológicos: secas, escorregamentos, inundações, avalanches, tornados, furações etc.;

Desastres Biológicos: infestação de insetos, epidemias.

## **O Brasil está sujeito a diversos desastres**

No Brasil, as cidades e estados têm sido palco vários desastres ambientais. Atualmente, mais da metade da população mundial reside em ambiente urbano, e a relação entre ambiente natural e edificado torna-se cada vez mais complexa (SIRKIS, 2003).

A impermeabilização do solo, as concentrações de edifícios, os desmatamentos em encostas ou margens de rios, o assoreamento e a retificação ou canalização de rios são ações que afetam o ambiente natural de uma determinada maneira. Se a ação do homem tende ao desequilíbrio, o

ambiente natural certamente reage, trazendo efeitos inesperados para o ambiente construído e seus ocupantes: inundações, secas, microclimas adversos, erosão, desabamentos, enchentes, voçorocas, ambientes insalubres. (SIRKIS, 2003, p.216)

Conforme Tasca, Goerl e Kobiyama (2010) o Brasil está propenso a vários desastres naturais, todavia são os hidrológicos os mais numerosos. O país não possui políticas de prevenção. O poder público trabalha apenas com a gestão de crise, não tem o enfoque de ações na gestão de risco. Apesar disso, sabe-se que a cada R\$ 1,00 investido em prevenção economiza-se R\$ 25,00 em obras de reconstrução. Segundo dados trazidos por Tasca, Goerl e Kobiyama (2010) do Fórum Mundial da Água, o número de fenômenos relacionados com a água triplicou desde a década de 70, somando 71% de todas as mortes causadas por desastres naturais.

Por necessidade, tem que se pensar em uma ecologia urbana de modo que a cidade seja vista, como um ecossistema onde tudo está interligado. Uma das maiores complicações que geram grandes problemas na América Latina é a cidade informal, onde inúmeras edificações em lugares de riscos são construídas (SIRKIS, 2003). “Nas grandes cidades latino-americanas, asiáticas, africanas, árabes e em partes crescentes do leste da Europa, proporções variando de 20% a mais de 80% das construções estão em desacordo com a lei, ou seja, são ilegais, foram construídas sem licença e fora das leis urbanísticas” (SIRKIS, 2003, p. 220).

Essas circunstâncias cooperam para vários problemas ambientais, além do saneamento básico, riscos de desabamento e inundações. No Brasil, segundo dados do Censo 2010, tem hoje em torno de 200 milhões de cidadãos e a aglomeração de seres humanos nas áreas urbanas está a cada dia aumentando mais. E, como Belmonte critica na mídia, “o tema ambiental vai e vem ao sabor das tragédias” (2003, p.22).

As tragédias, no Brasil, pertinentes à água estão correlacionadas à degradação de áreas frágeis, ao desmatamento e à ocupação ilegal, fora da lei. Com exceção do centro-oeste, as demais regiões de nosso país, nos dias que correm têm as inundações entre os desastres naturais mais comuns.

O Brasil encontra-se entre os países do mundo mais atingidos por inundações e enchentes, tendo registrado 94 desastres no período de 1960 a 2008, com 5.720 mortes e mais de 15 milhões de pessoas afetadas. Considerando somente os desastres hidrológicos que englobam inundações, enchentes e movimentos de massa, em 2008 o Brasil esteve em 10º lugar entre os países do mundo em número de vítimas de desastres naturais, com 1,8 milhões de pessoas afetadas (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Na cobertura midiática e na sociedade, de acordo alerta Belmonte,

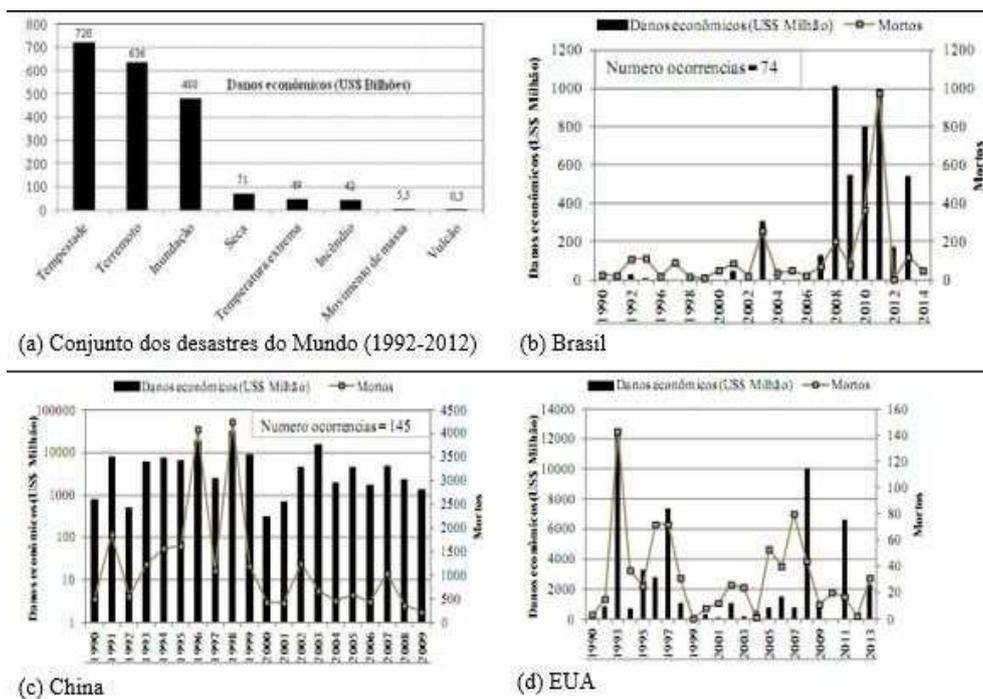
A chuva é sempre acusada de deixar desabrigados, causar engarrafamentos e até matar. Ninguém se lembra dela quando um novo loteamento estapafúrdio é aprovado por burocratas municipais aumentado ainda mais a “panela” urbana, nem quando os projetos ignoram completamente o curso original dos rios, lagos e banhados (BELMONTE, 2004, p.27).

Relação com prováveis alterações climáticas é incessantemente tratado na “comunidade científica” (MEDEIROS; BARROS, 2011).

## Dados estatísticos dos danos econômicos e o número de mortos no Brasil

Os danos econômicos e o número de mortos no Brasil, em consequência de inundação, são substancialmente inferiores quando comparados com outros países, designadamente China e Estados Unidos de América (EUA). Logo, a situação não é animadora pois a figura 27b, que está interligada a figura 27 (impactos dos desastres no mundo e em algumas regiões) aponta uma tendência que é crescente, além da previsão do IPCC (2012, 2014) indicar para a frequência e intensidade de fenômenos hidrológicos extremos nas próximas décadas.

Figura 27 - Impactos dos desastres no mundo e em algumas regiões (comparação entre três países com mais de 200 milhões de habitantes)



Fonte: elaboração própria com base nos dados de EM-DAT

Em concordância com a ONU (2012, p. 1), “entre 1970 e 2010, a proporção das pessoas que residiam em bacias hidrográficas sujeitas a inundações cresceu 114%, já em regiões costeiras expostas à ciclones o aumento foi de 192%”. O crescimento dos níveis de riscos de desastres causa de modo consequente um maior desafio ao desenvolvimento sustentável, designadamente no que concerne às políticas públicas envolvendo o planejamento e ordenamento do território e a assistência social.

O Brasil expõe igual tendência mundial de crescimento de frequência e intensidade de ocorrência de desastres hidrológicos e meteorológicos (ALCOFORADO & CIRILO, 2001; MELLER & PAIVA, 2007; HADDAD & TEIXEIRA, 2015). Durante o

período de 1970 a 2014 o país registrou 18 deslizamentos, 108 inundações e secas e 15 eventos de tempestades (conforme mostra a tabela tabela 1). Esses dados revelam a preminência de desastres hidrológicos e meteorológicos, principalmente a frequência de registros de inundações, que mostra o maior número de episódios caracteriza também o maior número de vítimas mortais (5.483) e desalojadas (1.017.089). De acordo com Borga et al. (2011) e Llasat et al. (2014) estes resultados atestam com o padrão global, ou seja, com comando de inundações no que concerne à taxa de mortalidade (i.e., número de

mortes dividido pelo número de pessoas afetadas) entre os desastres naturais. A tabela 1 igualmente aponta que as inundações apondera-se do segundo lugar no país, em danos econômicos, com a cifra acima de US\$ 8,6 bilhões, estando abaixo somente para a seca que gerou, neste período, um prejuízo no valor de US\$ 11,1 bilhões. A seca gera um prejuízo econômico mais alto, mas reduz o número de mortos, além da ausência de feridos e desalojados.

Tabela 1. Impacto dos desastres naturais ocorridos no Brasil de 1970 a 2014

Tipo de desastre	Número de registros	Número de mortes	Número de afetados	Número de feridos	Número de desalojados	Total de vítimas*	Danos econômicos (103 US\$)
Terremoto	2	2	15280	6	8000	23286	5,000.00
Inundação#	108	5483	17735929	6331	1017089	18759349	8,667,770.00
Deslizamento#	18	789	90000	214	147100	237314	86,000.00
Tempestade	15	157	215450	1716	9790	226956	531,000.00
Seca	18	20	47812000	0	0	47812000	11,183,100.00
Temperatura extrema	7	242	0	600	0	600	1,075,000.00
Incêndio	3	1	12000	0	0	12000	36,000.00
Infestação de insetos	1	0	2000	0	0	2000	0.00
Epidemia	16	2217	1982376	0	0	1982376	0.00
Total	188	8911	67865035	8867	1181979	69055881	21,583,870.00

Fonte: baseada nos dados de EM-DAT. The-OFDA/CRED International Disaster Database

\*O número total de vítimas é o somatório de afetados, feridos e desalojados.

#Desastres hidrológicos e meteorológicos.

## Conceito de risco e vulnerabilidade

Define-se risco pelas perdas que normalmente acontecem (de vidas, ferimentos em cidadãos, propriedades, rupturas das atividades econômicas ou prejuízos ambientais), consequentes da interação de perigos naturais que são causados ou não pela interferência do homem, da vulnerabilidade e do dano potencial (AMARAL e GUTJAHR, 2011).

Define vulnerabilidade pelas condições sociais, físicas, econômicas, institucionais, políticas, técnicas, ambientais que são capazes operar de forma que amplia a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de ocorrências perigosas (TOMINAGA; SANTANA; AMARAL, 2009).

Conforme o dicionário Michaelis (2015), a palavra vulnerável origina-se do Latim vulnerabilis, que significa que pode ser ferido por; que está sujeito a ser atacado.

Conforme Ayres (1999), a vulnerabilidade social é uma apreciação que foi originada na área dos Direitos Humanos e se trata a cidadãos ou grupos fragilizados, jurídica ou politicamente, na promoção, proteção ou garantia de seu direito à cidadania.

De acordo com Janczura (2012 apud Oliveira, 1995, p.9) refere que “os grupos sociais vulneráveis poderiam ser definidos como aqueles conjuntos ou subconjuntos da população brasileira situados na linha de pobreza”. Vários deles não falam com uma rede

pública de proteção social que viabilizaria acesso a bens e serviços básicos que facilitariam chances preferíveis para encarar as dificuldades e ter a obtenção de recursos básicos.

Martirizando-se com a argumentação do assunto, a Política Nacional de Assistência Social de 2004 julga situação de vulnerabilidade social ou de risco social:

[...] famílias e indivíduos com perda ou fragilidade de vínculos de afetividade, pertencimento e sociabilidade; ciclos de vida; identidades estigmatizadas em termos étnico, cultural e sexual; desvantagem pessoal resultante de deficiências; exclusão pela pobreza e, ou, no acesso às demais políticas públicas; uso de substâncias psicoativas; diferentes formas de violência advindo do núcleo familiar, grupos e indivíduos; inserção precária ou não inserção no mercado de trabalho formal e informal; estratégias e alternativas diferenciadas de sobrevivência que podem representar risco pessoal e social (BRASIL, 2005, p. 33).

## METODOLOGIA

Pesquisa de caráter exploratório, buscando informação para compreender melhor o problema, com levantamento bibliográfico como livros, artigos e periódicos, estudo de caso e análise de exemplos que estimulem a compreensão do problema, com uma abordagem quantitativa, buscando coletas de dados concretos e quantificáveis, se centrado na objetividade. Além destes, foram pesquisadas as normas reguladoras referente aos revestimentos cerâmicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

De acordo com Marconi e Lakatos (2010, p. 166) a pesquisa bibliográfica abrange:

(...) toda bibliografia tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc, até meios de comunicação oral: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas.

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo maior de apresentar intervenções de engenharia para mitigar os principais desastres naturais em Nova Friburgo através da identificação a suscetibilidade de ocorrências desastrosas, bem como detectar as vulnerabilidades das áreas tidas como de risco. De acordo Marconi e Lakatos (2010), a metodologia é o estudo dos métodos, principalmente, dos métodos das ciências. É um processo usado para direcionar uma investigação da verdade, no estudo de uma ciência ou estudo de casos. Logo, este trabalho foi dividido em três etapas:

Etapa 1- Levantamento bibliográfico,

Etapa 2 - Desenvolvimentos sobre como acontece um desastre ambiental, Etapa 3 - Conclusão

Etapa 1 - Levantamento bibliográfico: inicialmente foi feita uma pesquisa ampla e profunda relacionada ao tema. Esse levantamento bibliográfico tem como objetivo embasar cientificamente os estudos e análises que foram desenvolvidos durante o trabalho.

Etapa 2- Desenvolvimentos sobre como acontece um desastre ambiental: o solo é composto por três partes: partícula sólida, ar e água. Durante a chuva parte da água escoar pela superfície, o que provoca erosões e a outra parte da água infiltra no solo.

Conseqüentemente a parte do solo que é composta por ar vai diminuindo e a parte que é composta por água vai aumentando, ocupando o espaço do ar. Quando 100% dos

vazios do ar são preenchidos por água, dizemos que o solo é saturado. O solo saturado além de mais pesado, a água funciona como lubrificante para as partículas sólidas. E, essa combinação da lubrificação do solo com o aumento do peso é determinante para os deslizamentos. Por isso, os deslizamentos ocorrem quanto os solos estão encharcados.

Etapa 3 - Conclusão do trabalho: enfim, será indicada a melhor solução de contenção para um desastre ambiental ser interferido.

A característica do domínio morfoclimático dessa região corroborou para que houvesse inúmeros desastres naturais devido à instabilidade do solo (precariedade do solo). No presente trabalho tratamos de métodos e técnicas com o objetivo de contribuir, avaliar e conter o "movimento de massa" nessa região.

Definimos a partir das técnicas de contenção a importância da estabilização das encostas demonstrando o projeto construtivo

Uma das biografias que contribuiu para a elaboração deste trabalho foi a obra "Contenções: teoria e aplicações em obras", por Denise Gerscovich, Robson Saramago e Bernadete Ragoni Danziger.

## DESENVOLVIMENTO

### Características de Nova Friburgo (que se localiza na região serrana)

De acordo com o IBGE (2000), Nova Friburgo é uma cidade do Estado do Rio de Janeiro, que faz parte da região serrana. Essa região do ERJ possui 933,4 km<sup>2</sup> de extensão, com uma população de 190.631 habitantes, representando 15,85% da extensão e 5% da população total do Estado. A figura 28 ilustra o mapa das Regiões de Governo e Microrregiões Geográficas do Estado do Rio de Janeiro.

Figura 28 - Mapa das Regiões de Governo e Microrregiões Geográficas do Estado do Rio de Janeiro



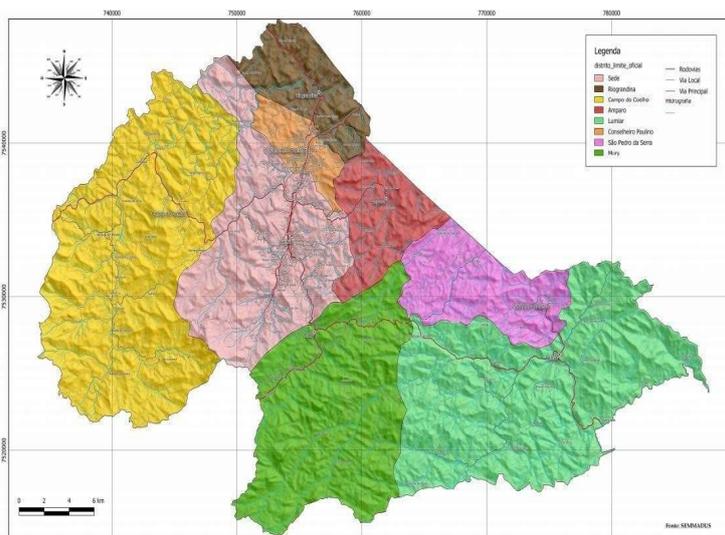
Fonte: Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro -Cide,2002.

Em conformidade com o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas de Pesquisas (IBGE), Nova Friburgo possui uma extensão territorial de 933,415 km<sup>2</sup> de extensão e 182.082 habitantes. Com 87,5% da população urbana e 12,5% da população rural e é o segundo município mais populoso da região serrana.

Este município é constituído por oito distritos: Riograndina, São Pedro da Serra Campo do Coelho, Amparo, Lumiar, Conselheiro Paulino e Mury Nova Friburgo. Os

municípios limítrofes são Cachoeiras de Macacu, Silva Jardim, Casimiro de Abreu, Macaé, Trajano de Moraes, Bom Jardim, Duas Barras, Sumidouro e Teresópolis. A população de pessoas é maior nos seguintes bairros: no distrito Sede, do Centro e Olaria, e o distrito de Conselheiro Paulino. Os territórios têm 6 bacias hidrográficas, muitas áreas de preservação ambiental. Os recursos hídricos do município têm demasiada relevância, porque o posicionamento geográfico e a altitude do mesmo não consentem que as redes de água cheguem à reservatórios de outros sistemas intermunicipais de abastecimento (PDUE, 2015). A Figura 29: Distritos do município de Nova Friburgo.

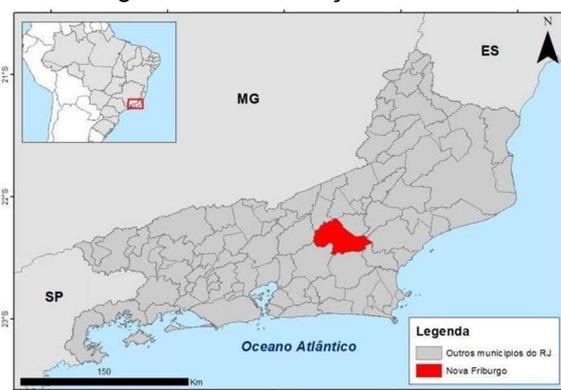
Figura 29 - Distritos do município de Nova Friburgo



Fonte: Prefeitura de Nova Friburgo. Geoinformação. 2017.

A localização do município em estudo fica entre os paralelos 21°40'S e 22° 35'S e os meridianos 41°40'W e 43°25'W, com altitude de 846m (Figura 30) e tem área total de 935.429km<sup>2</sup>. De acordo com o IBGE, a partir do Censo de 2010, a população estimada do município era de 182.082 habitantes.

Figura 30 - Localização da área de estudo



Fonte: IBGE, a partir do Censo de 2010

Segundo a defesa civil, (1998) a fragilidade é a probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica de ser atingida por ameaça ou risco potencial de um desastre, constituído por estudos técnicos. Equivale a um nível de insegurança inerente de um cenário de desastre em evento adverso. A fragilidade seria, desta forma, o oposto à segurança. O termo frágil, na pesquisa, é utilizado para referir-se àqueles sujeitos mais

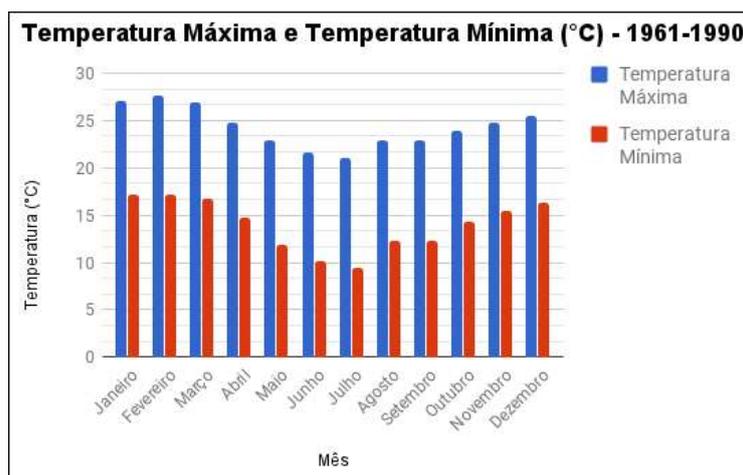
expostos aos ricos. Pessoas que sofrem muitas adversidades na reconstrução de suas vidas e meios de subsistência após um desastre, o que os torna vulneráveis, novamente, aos efeitos e riscos subsequentes. Deste modo, são considerados vulneráveis a uma série de riscos associados (BLAIKIE, 1993), incluindo a retraumatização do choque, imposto pelo impacto do evento, em uma posição de impotência, sem encontrar respostas para as questões agudas que se Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade – [www.uff.br/revistavitas](http://www.uff.br/revistavitas) ISSN 2238-1627, Ano IV, Nº 8, setembro de 2014 apresentam. Além disso, desafios individuais e da história do sujeito - ou do grupo a que pertence - podem influenciar suas capacidades de antecipação, resistência e recuperação, após o impacto causado por um evento extremo. Isto reforça, ainda mais, a conexão dos residentes de área de risco e a vulnerabilidade.

### Clima específico de Nova Friburgo

De acordo com Lima & Guedes - Bruni (1997), o clima da região de Nova Friburgo, localizada a serra de Macaé de Cima, é avaliado como super-úmido e mesotérmico na classificação de Thornthwaite (1955). A temperatura média anual é de 17,9°C, sendo de janeiro a março os meses de mais calor (quente) e no período de junho a agosto são os meses mais gelados (frios). A média pluviométrica anual é de 2.128mm, sendo os meses de maior precipitação de outubro a março e os meses de menor precipitação de julho a agosto. Tem variação em virtude das amplitudes topográficas, maiormente entre 1.400 a 2.600mm (BORGES, 2005).

De acordo com Dantas et al. (2001) relata o clima de Nova Friburgo sendo úmido e ameno por causa da barreira física, efeito orográfico, natural da região. O gráfico apresentado (na figura 2) das temperaturas máximas e mínimas da estação meteorológica do município de Nova Friburgo do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), usando informações / dados da última Normal Climatológica, 1961-1990.

Figura 31 - Gráfico Comparativo de Temperaturas Mensais Máximas e Mínimas (1961-1990).

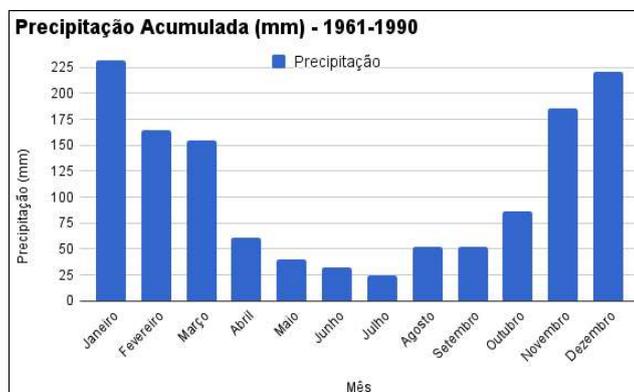


Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (1990).

A temperatura mais alta foi no mês de fevereiro, 27,6 °C, e a mais baixa foi no mês de julho, 9,5 °C. De acordo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2001) o clima de Nova Friburgo é designado como Cwb na classificação climática de Köppen. Esta classificação equivale a um Clima Subtropical de Altitude com um verão

ameno e um inverno seco e A Figura 32 apresenta os valores de precipitação acumulada na estação meteorológica de Nova Friburgo/RJ do INMET

Figura 32 - Valores de Precipitação Acumulada (mm) na estação meteorológica de Nova Friburgo/RJ (1961-1990).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (1990).

Analisa-se que no período de novembro à janeiro que acontecem as chuvas mais intensas no município, logo ainda acontecem chuvas período de fevereiro e março. Mas, na estação do inverno que são, mais ou menos, os meses de junho a agosto ,tem o menor índice pluviométrico do município.

### **Geomorfologia e estudo de solos do município de Nova Friburgo**

A geomorfologia é formada por um relevo montanhoso, acidentado, mostrando vertentes maioritariamente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, decorrendo compartimentos colinosos e/ou de morros em seções alveolares nos vales primordiais (CPRM, 2001). Os solos do município são caracterizados como Cambissolos, Argissolos Vermelho-Escuro eutróficos e distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos, Latossolos Vermelho- Amarelo álicos e Neossolos (CPRM, 2001).

De acordo com Dantas et al. (2001), os solos são inapropriados para a urbanização, agricultura e pecuária e conclusão resultante de uma análise geomorfológica, geológica e pedogenética, o município aponta um alto potencial à episódios de movimentos de massa. A vegetação é constituída por Florestas Ombrófilas (Densa, Mista e Aberta) e encaixa-se Nova Friburgo no Bioma Mata Atlântica (IESB e UFRJ, 2007). O município é banhado pelas bacias hidrográficas do Rio Grande, Bengalas e Macaé.

### **O grande desastre na região serrana do Rio de Janeiro em 2011 - foco Nova Friburgo**

O desastre natural ocorrido entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011 aconteceu pela influência de uma zona de convergência de umidade, provocando chuvas intensas (as inundações e deslizamentos) enchentes no sistema de drenagem e inúmeros deslizamentos de terra em 10 municípios da região. Abaixo fotografias do desastre na cidade de Nova Friburgo (Figura 33).

Figura 33 - Desastre na cidade de Nova Friburgo



Fonte - Portal G1 (2011a).

Conforme DRM-RJ a zona de convergência do Atlântico Sul atuou sobre a região de Nova Friburgo, em um tempo inferior há seis horas, mas com tanta intensidade de chuva forte, que extrapolou o nível de inundação do rio Bengalas. E durante essas poucas horas, choveu tanto, que foi o equivalente a chuva esperada para o mês inteiro. Por consequência houve erosões fluviais, pluviais e vários deslizamentos de massa, dando uma nova geografia para a região.

De acordo com CREA-RJ esse indício aumentado de chuva foi o principalmente componente para ocorrer esse desastre, que foi causado por deslizamentos de encostas, rios que transbordaram e outros. Dentre os fatores condicionantes pode citar também a antropização, pois as residências em lugares inadequados contribuíram bastante e foi o agravador disto, sabendo que têm desmatamentos (retira-se a cobertura vegetal do terreno) para construir uma residência.

Conforme o IBAMA (2011) em relação as tempestades de chuvas em Nova Friburgo e suas complicações (desastre) isso aconteceu cerca de 70% a 80% por causa das intervenções humanas.

A figura 34 ilustra uma imagem de deslizamentos em área de ocupação desordenada em Nova Friburgo.

Figura 34 - Deslizamentos em área de ocupação desordenada em Nova Friburgo



Fonte: A voz da serra, 2021.

De acordo com o Banco Mundial (2012) o desastre ocorrido foi classificado como o pior desastre que já teve na história do Brasil, pois teve muitas mortes. O Banco Mundial

(2012) relata: “a escala do desastre pode ser representada pelo número de funcionários envolvidos no processo de resposta. Mais de mil homens de diferentes organizações (Defesa Civil, Prefeituras, Governos Estaduais, Força Nacional de Segurança Pública, Forças Armadas) foram destacados para auxiliar na região nas operações pós-desastre” (Figura 35).

Figura 35 - Membros da força tarefa que foi montada para atender os municípios.



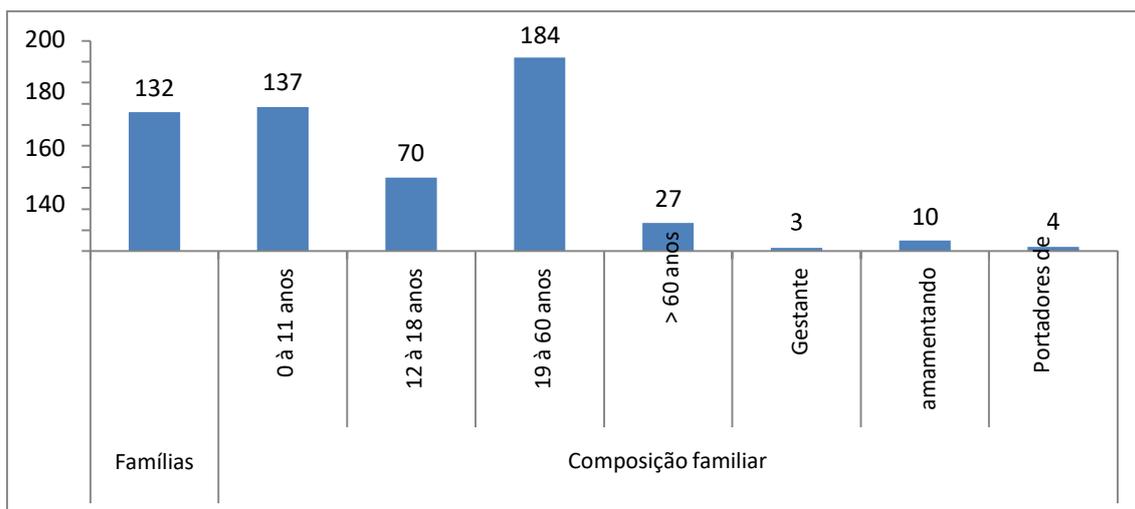
Fonte - Jornal O Estadão (2011).

Milhares de famílias encontraram-se sem abrigo. De acordo com O ICICT (2011) o número de desabrigados e desalojados, para o mês de janeiro de 2011, foi de aproximadamente 13 mil pessoas.

Conforme o Centro de Pesquisas e Estudos de Desastres – CEPED (2012) evidência que além das complicações referentes às enchentes e aos deslizamentos de terra, a população passou ainda com uma epidemia de leptospirose. Dados do ICICT (2011) relatam que a taxa de leptospirose chegou a 1.2%, no mês de janeiro de 2011. A cidade de Nova Friburgo reportou, segundo o Banco Mundial (2012), 180 mil afetados, sendo 60% da população atingida pelo evento extremo.

De acordo com a Prefeitura do município de Nova Friburgo, em fevereiro de 2011 a cidade tinha com 39 locais que abrigavam temporariamente 132 famílias. Este relatório fez o somatório de 789 pessoas, por faixa etária (anexo 1). Logo, ao sistematizar os dados disponíveis, totalizou-se apenas 438 pessoas. Os esses dados foram realizados por 3 assistentes sociais do município de 09 a 24 de fevereiro de 2011. Dos 39 abrigos temporários em referência, 13 já não estavam ativos no momento de visita, 2 abrigos, nos quais estavam abrigados 28% do total de pessoas, foram analisados com calamitosas condições de alojamento, 2 outros abrigos foram julgados como ruins condições de abrigamento e 2 outros abrigos com 26% do total de abrigados, foram julgados como regulares (Prefeitura de Nova Friburgo, 2011).

Figura 36 - Número de pessoas abrigadas no município de Nova Friburgo em fevereiro de 2012



Fonte: Prefeitura Municipal de Nova Friburgo. 2011.

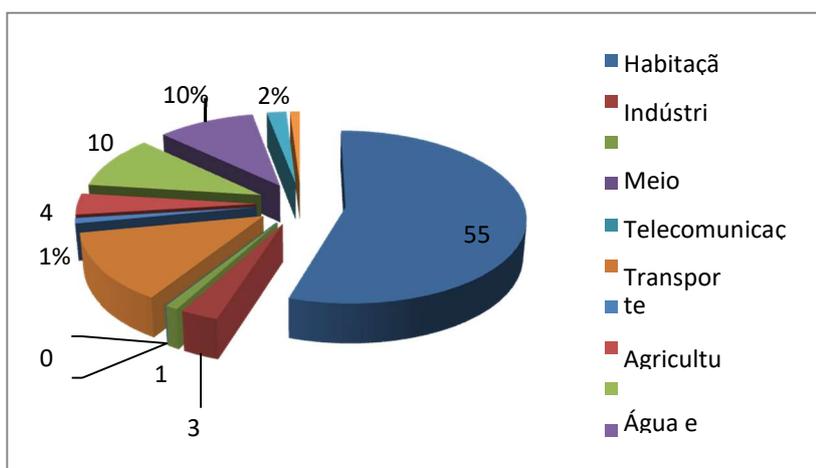
### Perdas e Danos decorrentes do desastre ocorrido

De acordo com Banco Mundial (2012) relata que: “Com relação às perdas e danos, estimativas do Banco Mundial apontam para custos totais da ordem de R\$ 4.78 bilhões. Dentre estes custos, aproximadamente R\$3.15 bilhões equivalem ao setor público e R\$

1.62 bilhões são de propriedade privada. Referente aos prejuízos, no setor habitacional teve os custos privados mais relevantes (R\$ 647 milhões). Os setores sociais foram os que mais sustentaram perdas e danos, com um custo total previsto em R\$ 2.69 bilhões. Em segundo lugar, o setor de infraestruturas foi chocado por volta de R\$ 1 bilhão. Os setores produtivos tiveram custos diretos e indiretos estimados em R\$ 896 milhões, ao passo que os impactos ambientais foram estimados em R\$ 71.4 milhões.

Segue abaixo a figura 37 que mostra as perdas e danos.

Figura 37 - Perdas e danos, distribuição por setor



Fonte: Banco Mundial, 2012

De acordo com a Prefeitura de Nova Friburgo, até o mês de novembro de 2015, 1.857 casas populares tinham sido dadas às vítimas dos desastres no município de Nova Friburgo. Ainda conforme a prefeitura, em 2011, 20% das casas condenadas pela Defesa Civil foram derrubadas e apenas em abril de 2016 a demolição das casas condenadas em áreas de risco reiniciou. A Secretaria de Obras do Estado do Rio de Janeiro derrubou 136 construções, o que causou um gasto de cerca de R\$1,4 milhões. Por causa da topografia irregular, têm várias habitações em cenários de risco de deslizamentos, o que foi redito depois o desastre de 2011, logo várias residências foram demolidas ou condenadas, ampliando o déficit habitacional. Estimou-se que em 2015 havia cerca de 40 mil famílias em situação de vulnerabilidade habitacional (PDUE, 2015).

Com auxílio da engenharia civil, esses e outros desastres naturais poderiam ser interferidos. Com inúmeros tipos de contenções existentes e pertinentes, conforme a necessidade local, esses problemas catastróficos serão evitados.

### **Técnicas de contenções**

A utilização de estruturas de contenção viabiliza a estabilidade da encosta quando estudada como um todo, assim sendo a contenção do maciço é uma combinação de proteção superficial, drenagem e retaludamento (ALHEIROS et al, 2003).

De acordo com Barros (2008) a finalidade das estruturas de contenção é contribuir

na estabilidade de maciços, precavendo sua ruptura através de movimentos de massa provocados por seu peso próprio ou até por carregamentos externos.

Conforme a NBR 11682, há várias soluções para o uso de ancoragens de taludes e outros objetivos e Esta Norma (NBR 11682) prescreve os requisitos exigíveis para o estudo e controle da estabilidade de encostas e de taludes resultantes de cortes e aterros realizados em encostas. Abrange, também, as condições para estudos, projeto, execução, controle e observação de obras de estabilização. Em ainda associação deve seguir a NR 18, que se refere Prevenção de Riscos na Estabilização de Taludes.

Algumas medidas corretivas e preventivas para que não ocorram desastres nas regiões serranas, podem ser associados ao uso de contenções e para escolher a melhor técnica indicada para cada tipo de caso deve-se ater ao custo versus benefício de cada uma, que se estabelece através do grau de dificuldade de acesso ao local da obra, bem como os resultados laborais do perfil geológico e geotécnico do terreno, o tipo e a grandiosidade dos escorregamentos, estudo do fator de segurança e da estabilidade global do talude ou encosta e os impactos ambientais e de segurança do trabalho. E aliado a isto, o estudo técnico-financeiro que definirá a viabilidade da contenção.

A seguir serão apontadas as principais soluções de engenharia que em geral, relacionada a contenção, resolve a maior parte dos riscos urbanos de deslizamentos como formas estruturais de intervenção, tangendo a um engenheiro civil, indicar a solução mais viável, referente com o processo perigoso que deve ser contido ou mitigado.

As técnicas de contenções mais conhecidas são: gabiões, parede-diafragma, parede atirantada, solo armado, geossintéticos e solo-cimento ensacado

## Muro de Gabiões

São chamados de muros de gabiões, os muros de gravidade formados por elementos metálicos desenvolvidos com telas de malha hexagonal de dupla torção de arame galvanizado preenchidos por pedras (MACCAFERRI, 2009).

Segundo Barros (2015), os muros feitos em gabiões são um dos mais antigos construídos pela humanidade e é composto por nada mais que uma malha metálica hexagonal com dupla torção, preenchida com pedregulhos de diferentes diâmetros (um cuidado importante, é o diâmetro do agregado usado para preencher as gaiolas metálicas que deve ser sempre maior do que o da malha, para evitar dos pedregulhos escaparem da gaiola).

Barros (2015) ainda cita que com isso os muros de arrimo de gravidade feitos com gabiões, depois de acabados, acabam por apresentar características bem vantajosas, tais como: estrutura monolítica, resistente, durável, armada, flexível, permeável, de baixo impacto ambiental, prática e versátil.

Na região de transição entre o gabião e o retroaterro, utiliza-se normalmente geotêxtil ou areia grossa como elemento filtrante, evitando a entrada de solo para dentro da estrutura do gabião.

O gabião é uma solução utilizada na construção civil desde o século XIX. Todos os arames empregados nas estruturas de gabiões têm de estar de acordo com os requisitos técnicos da Norma Brasileira ABNT NBR 8964:2013 (arame de aço para gabiões). Logo, é preciso ter a adequada atenção com o material empregado.

A figura 38 ilustra uma construção de Gabiões na Região Serrana. Imediatamente abaixo tem a figura 39 que mostra também outro muro de gabião.

Figura 38 - Construção de Gabiões em Nova Friburgo



Fonte: Estradas, 2020.

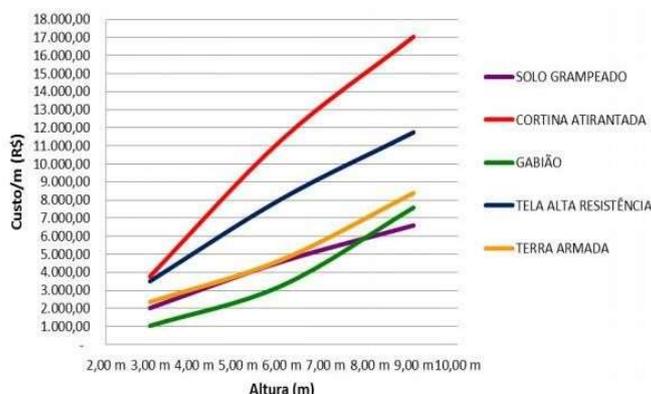
Figura 39 - Contenção com muro de gabiões



Fonte: Escola Engenharia

De acordo com Magalhães e Azevedo (2016) fizeram uma avaliação técnica e econômica de diversas estruturas de contenção para um mesmo talude, em diferentes alturas. Essa análise teve resultado que está apresentado através da Figura 40. O uso de muro de gabião se apresentou a mais barata para a maior parte das alturas avaliadas.

Figura 40 - Contenções: Custo por metro linear (R\$) x Altura.



Fonte: MAGALHÃES e AZEVEDO (2016)

## Parede diafragma

Chama-se de parede diafragma (pré-moldadas) basicamente, de painéis pré-moldados (em usina ou no canteiro) em concreto armado ou protendido. Uma distinção relevante no método executivo em relação às moldadas in loco se dá pela substituição do fluido estabilizante pela coulis, uma mistura de cimento, água e bentonita antes da colocação dos painéis, visando preencher os espaços entre as juntas, assegurando estanqueidade (BRASFOND, 2013 apud ALMEIDA, 2013). Elas devem ser contruídas segundo a NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, (2007) e NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT (2010).

Dentre muitos outros métodos de contenção do solo, surge o método da parede diafragma que, em poucas palavras, permite uma escavação segura onde a parede de contenção praticamente “já está lá”, durante a retirada do solo. O diferencial para paredes diafragma em relação a outros tipos de muros de arrimo é o fato de a estrutura ser executada antes da remoção da terra que contemplará a obra.

Figura 41 - Construção de parede diafragma



Fonte: Tecnosolo, 2011.

## Cortina atirantada

Chama-se de cortina atirantada, um muro de contenção (Figura 42) que tem uma parede de concreto armado, comumente na vertical com o complemento de tirantes, que são concretados no terreno numa profundidade pré-determinada em projeto para que desta forma, se torne estável, evitando a ruptura ou o trabalho indesejado da estrutura de contenção (GERSCOVICH et al, 2017).

As cortinas atirantadas são feitas de acordo com a NBR 6122: Tirantes ancorados no terreno- projeto de execução. A cortina atirantada é composta de um muro de concreto e de tirantes protendidos.

Em comparação com muros de arrimo ou de contenção, a cortina atirantada apresenta a vantagem de poder ser projetada independentemente da altura do talude. “Já os muros ficam mais espessos proporcionalmente à altura, chegando a espessuras proibitivas em taludes altos”, afirma Roberto Massaru Watanabe, engenheiro civil com experiência em projetos viários do estado de São Paulo.

A primeira etapa para a execução da cortina atirantada consiste na perfuração da encosta com uma perfuratriz hidráulica em ângulo e profundidade determinados pelo projeto. “Depois, é introduzida a bainha e, nela, o conjunto formado pelo tirante, os espaçadores e o tubo de injeção”, conta Watanabe.

A cortina atirantada requer inspeção periódica para avaliação do concreto e das cabeças dos tirantes. Além disso, o eventual sistema de drenagem profunda demanda lavagem dos drenos, enquanto o sistema superficial exige o desentupimento de canaletas e das caixas de passagem.

A figura 42 abaixo ilustra uma construção de cortina atirantada.

Figura 42 - Construção de cortina atirantada em Nova Friburgo



Fonte: TECSONDA, 2013.

## Solo armado

Conhecido como solo armado ou terra armada é o nome dado à estrutura de solo reforçado que combina solo de aterro compactado, reforços e um paramento exterior que impossibilite a ruptura ou erosão do solo na zona do paramento do muro (SILVA, 2012). Os reforços normalmente são fitas de aço galvanizado especial, ao passo que o paramento externo é constituído por escamas metálicas flexíveis ou placas rígidas de concreto armado (CARVALHO, 1991). Em conformidade com a NBR 19286:2016 Muros em solos mecanizados estabilizados.

O sistema Muro Armado ou terra armada, é constituído pela associação de solo granular de aterro e armaduras de aço lineares flexíveis galvanizadas, colocadas horizontalmente no interior do aterro, à medida que o aterro vai sendo construído.

As armaduras são conectadas diretamente às escamas pré-moldadas de concreto através de ligações galvanizadas. As ligações galvanizadas são concretadas nas escamas pré-moldadas de concreto.

As escamas pré-moldadas de concreto, se encaixam entre si, formando um paramento vertical com a finalidade de limitar o aterro, conservando as juntas abertas para efeito de drenagem e de articulação das peças.

A figura 43 abaixo, ilustra uma construção de solo armado.

Figura 43 - Construção de solo armado



Fonte: SOLO ARMADO, 2002.

## Geossintéticos

Conhecido como geossintéticos, são materiais poliméricos que conseguem fazer várias funções em obras geotécnicas, sendo suas aplicações relevantes : controle de erosão superficial, drenagem, filtração, impermeabilização, proteção, reforço e separação (AGUIAR; VERTEMATTI, 2015)

Uma alternativa de material a ser usado no reforço de solo é o geossintético. Nos últimos anos, estes têm concedido a execução de soluções mais rápidas e baratas (VERTEMATTI, 2015), possibilitando a adoção de estruturas com face vertical ou maciços mais íngremes, ambos flexíveis. A redução do impacto ambiental por causa da obra, a chance de se usar de mão de obra não qualificada e a execução em locais com dificuldade de acessar são alguns atrativos desta opção (EHRlich et al., 2015).

A figura 44 abaixo, ilustra uma construção de Geossintéticos

Figura 44 - Construção de Geossintéticos



Fonte: HUESKER BRASIL, 2017.

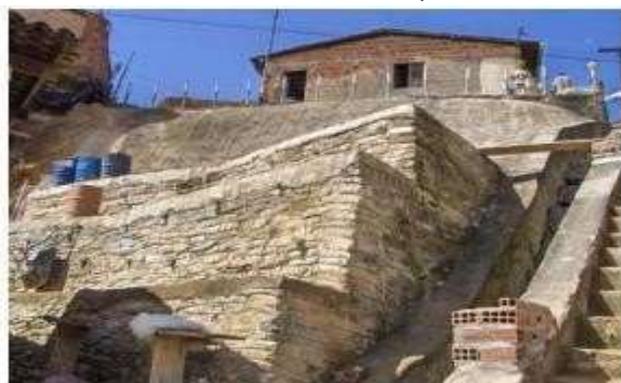
## Solo-cimento ensacado

De acordo com Filho (1989), o solo-cimento ensacado é uma das utilidades mais versáteis deste material. É empregado para contenção de encostas, na proteção de saídas

de água em galerias revestimentos de canais, enfim, onde se deseje a amparo da ação erosiva da água. Conforme NBR 11682: estabilidade de taludes (1991).

Em conformidade com Filho (1989), para a preparação do solo-cimento ensacado, primeiro a massa de solo-cimento fresco é colocada em sacarias que, após de costuradas, são colocadas no local. Os materiais dos sacos podem ser desiguais, e sua finalidade é de servir de fôrma para a compactação. Com o passar do tempo a sacaria se desfaz, deixando apenas o solo-cimento já endurecido, exposto. A disposição dos sacos deve ser organizados de forma que proporcione um travamento entre os elementos. A Figura 45 mostra um muro de solo-cimento ensacado construído no município de Cabo de Santo Agostinho-PE.

Figura 45 - Muro de solo-cimento ensacado no município do Cabo de Santo Agostinho- PE.



Fonte: Santana (2006).

## CONCLUSÃO

O presente trabalho relatou aspectos referentes a movimentos de massa (desastre natural) e alternativas de baixo custo para estabilização de encostas. Diante do exposto, fica evidente que esse é uma situação muito preocupante, tendo em vista os riscos e diversos problemas envolvidos, incluindo a morte. A adoção de soluções de contenção de encostas em áreas de risco se mostra um desafio para as autoridades competentes, considerando o elevado número de áreas de risco existentes, a exemplo de Nova Friburgo.

Observa-se que os desastres naturais no Brasil têm ocorrido cada vez mais, nos últimos anos. O Desastre natural ocorrido em Nova Friburgo, assume contorno catastrófico e é considerado um dos piores desastres do Brasil. A topografia, geologia, hidrografia e regime pluviométrico da região determinam a previsibilidade da ocorrência de acidentes naturais na área, fenômenos diretamente associados com a evolução e moldagem da paisagem. Nos casos, dos deslizamentos observou-se que a grande maioria está associada a áreas antropizadas, onde já não existe a vegetação original bem conservada ou houve intervenção humana para construção de estradas ou terraplanagem para construção de edificações diversas.

Pode-se intervir, evitar ou minimizar esses tipos de catástrofes através de métodos construtivos, através da engenharia civil, uma vez que temos conhecimentos técnicos e recursos a serem investidos, para tal obra de segurança. Portanto, é urgente criar uma política nacional para o enfrentamento dessas ocorrências. É preciso construir planos de prevenção e alerta de desastres naturais nas escalas: municipal, regional e nacional. Considerando o estudo de caso realizado, percebe-se que Nova Friburgo está bastante vulnerável a deslizamentos, configurando-se como uma das áreas mais críticas do Estado do Rio de Janeiro. Portanto, precisa de contenções emergenciais, para evitar novos desastres.

Foram citados os principais tipos de estruturas de contenções que devem ser utilizados, para suportar maciços de solo, como: muros de gravidade, parede diafragma, cortinas atirantadas, muros de gabiões, geossintéticos, entre outros. Logo, é urgente solucionar este problema com algumas das contenções sugeridas.

Vale ressaltar que, para definir a melhor contenção para o local estudado é necessário fazer levantamento do solo, investigar o solo, uma das formas é através de sondagens, exemplo a sondagem a percussão (SPT -Standard Penetration). Após a investigação do solo e estudo da topografia do terreno, é definido a melhor contenção para o local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, P. R.; VERTEMATTI, J. C. Introdução – Manual Brasileiro de Geossintéticos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015.

ALCOFORADO, R. G.; CIRILO, J. A. Sistema de suporte à decisão para análise, previsão e controle de inundações. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 4(6), 133-153, 2001

ALMEIDA, T. Análise, projeto e execução de parede diafragma moldada in loco. 2013. 127 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.

ALHEIROS, M. M. et al. Manual de ocupação dos morros da região metropolitana de Recife. Programa Viva o Morro, 1 ed. FISEM, Recife, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT. Rio de Janeiro, 2001.

AYRES, J. R. C. M. et al. Vulnerabilidade e prevenção em tempo de aids. In: PARKER, R. et al.

AMARAL, R.; Gutjahr, M. R. Desastres Naturais. São Paulo: IG/SMA, 2011, 100p.

Sexualidade pelo avesso: direitos, identidades e poder. São Paulo: Editora 34, 1999. p. 33-36.

BANCO MUNDIAL. Avaliação de Perdas e Danos: Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro. 2012. Disponível

Em <[http://mi.gov.br/pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=74dde46c-544a-4bc4-a6e1-852d4c09be06&groupId=10157](http://mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=74dde46c-544a-4bc4-a6e1-852d4c09be06&groupId=10157)>. Acesso em: 06/06/2021.

BARROS, P.L.A. Manual técnico de obras de contenção. 1ed. São Paulo: Maccaferri do Brasil, 2008.

BELMONTE, Roberto Villar. Cidades em Mutação. Menos catástrofe, mais ecojornalismo. In: VILAS BOAS, Sérgio (org.). Formação Informação Ambiental. São Paulo: Summus Editorial, 2004.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Política Nacional de Assistência Social – PNAS/2004: norma operacional básica. Brasília, 2005. Disponível em: <[http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia\\_social/Normativas/PNAS2004.pdf](http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/Normativas/PNAS2004.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2021.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Icone, 6ª ed. São Paulo, 2008, 355p.

Becker, L. de B., 2011 Notas de Aula da Disciplina de Estabilidade de Taludes e Estruturas de Contenção.

BORGES, A. C. Indicadores da qualidade e valoração dos benefícios ambientais no tratamento da água de bacias hidrográficas da serra do Mar em Nova Friburgo, RJ. 2005, 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)

– UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO.

BORGA, M.; ANAGNOSTOU, E.N.; G. BLOSCHL, G.; CREUTIN, J.D. Flash flood forecasting, warning and risk management: the HYDRATE project. Environmental Science & Policy, 14, 834- 844, 2011.

BLAIKIE, P., T. CANNON, I. DAVIS & B. WISNER. At Risk: Natural Hazards, Peoples' Vulnerability and Disasters, London: Routledge, 1993. <[10%20Geografia\\_Os%20movimentos%20de%20massa.pdf](http://www.geografia.org/10%20Geografia_Os%20movimentos%20de%20massa.pdf)> Acesso em: 04 jun. 2021.

Brasil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Comunicação de riscos e de desastres. Curso a distância / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED, 2010.

CAMPOS, I. M. Conheça os três tipos principais de solo: areia, silte e argila.

IBDA. Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=59>> . Acesso em 2 jun 2021.

CAPUTO, H. P. (1988). Mecânica dos Solos e Suas Aplicações. vol.1, 6ª ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2015. 248p.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. Manual de planejamento em Defesa Civil.Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 133 p., 1999.

CARVALHO, P. A. S. (coord.) Manual de Geotecnia: talude de rodovias, orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: IPT, 1991.

CPRM. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, Caracterização hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

CEMADEN. Inundação. Página oficial. Acesso em maio de 2017. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/cemaden-inundacao>.

CEMADEN. Movimento de Massa. Página oficial. Acesso em maio de 2017. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/deslizamentos/>

Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. [Site do Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro]. Rio de Janeiro, [200-?]. Disponível em: <http://www.cide2.rj.gov.br>

CEPERJ. Regiões de Governo e Municípios. Estado do rio de Janeiro. 2014. Disponível em: [http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info\\_territorios/Reg%20Gov\\_2013.pdf](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/Reg%20Gov_2013.pdf)> Acesso em: 06 jun 2021.

Construção mercado. São Paulo. Editora Pini, Nº 154, Ano 67, Maio 2014.

COPPE. Disponível em: [http://www.coppe.ufrj.br/pdf\\_revista/relatoriochuvras.pdf](http://www.coppe.ufrj.br/pdf_revista/relatoriochuvras.pdf).> Acesso em: 01 jun 2021.

DAS, B. M. Fundamentos de engenharia geotécnica/Braja M. Das; tradução EZ2Translate; revisão técnica Leonardo R. Miranda. – São Paulo: Cengage Learning, 2011.

DEFESA CIVIL. <http://www.defesacivil.sc.gov.br/> Accessed on 20.10.2013; FRASER, N., HONNETH, A., JAMES, I. Redistribution or Recognition? A political-philosophical exchange. London, 2003.

EM-DAT: The International Disaster Database. OFDA/CRED The Office of US Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be>. Acesso em: 10 mai. 2021

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Clima, 2001. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm> .Acesso em: 04/06/2021.

FILHO, F. J. T; O solo-cimento e suas aplicações rurais. Boletim Técnico 117. São Paulo, 1989.

FILHO, Gerson Romero de. Os movimentos de massa na região serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011: diagnóstico e proposição de medidas para enfrentamento de desastres ambientais. Juiz de Fora: CES Revista, v.26, n.1, p. 149-164, 2012. Disponível em: <http://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2012/>

Fundação Geo-Rio, 2014 “Classificação dos movimentos de massa” In: Manual Técnico de Encostas – 2 volumes, capítulo 2,.Fundação Geo Rio, Rio de Janeiro.

Fundação Geo-Rio, 2014 “Classificação dos movimentos de massa” In: Manual Técnico de Encostas – 2 volumes, capítulo 2,.Fundação Geo Rio, Rio de Janeiro.

FREITAS, Eduardo de.Deslizamentos de Encostas; Brasil Escola. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/deslizamentos-encostas.htm>> Acesso em 05 jun 2021.

GERSCOVICH, Denise; DANZIGER, Bernadete Ragoni; SARAMAGO, Robson.

Contenções: teoria e aplicações em obras. São Paulo: Oficina de Textos, 2017

GEOFIX. Disponível em: <http://geofix.com.br/noticia.php?n=87> Acesso em: 03 jun 2021.

GEOSONDA. Disponível em [www.geosonda.com.br/tirantes-resistentes-a-tracao.html](http://www.geosonda.com.br/tirantes-resistentes-a-tracao.html). Acesso em: 20 mai. 2021

GERSCOVICH, Denise. SARAMAGO, Robson. DANZIGER, Bernadete Ragoni. *Contenções: teoria e aplicações em obras*. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=hejEDwAAQBAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=aut](https://books.google.com.br/books?id=hejEDwAAQBAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=aut+ores+conhecidos+que+falam+sobre+diferentes+tecnicas+de+conten%C3%A7%C3)

> Acesso em: 01 de jun. 2021.

EMBRAPA (1997). *Manual de métodos de análises do solo*. EMBRAPA, 2ª ed. Rio de Janeiro. GLIESSMAM, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <[www.rj.gov.br](http://www.rj.gov.br)> Acesso em: 27 de mai. 2021.

GRAY, D.H.; LEISER, A.T. *Biotechnical Slope Protection and Erosion Control*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida. 1989.

GRID - GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES. IBGE - Desastres naturais atingiram 40,9% dos municípios do país nos últimos anos, 2020. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/grid/noticias/ibge-desastres-naturais-atingiram-40-9-dos-municipios-do-pais-nos-ultimos-anos>. Acesso em: 24 de mai. de 2021.

GUERRA, Antônio J. T.; LOPES, Patrícia B. M. *APA de Petrópolis: características geográficas*. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. *Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERRA, Antônio Teixeira. *Dicionário Geológico-morfológico*. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

GUEDES, F.M. *Informações sobre formações de pastagens consorciadas em unidades montanhosas*. II Curso sobre biologia do solo na agricultura. EMBRAPA- CNPDS (Documento 8). P. 25-28. 1992

HEILBRON, M., MOHRIAK, W., VALERIANO, C. M., MILANI, E., ALMEIDA, J., TUPI-

NAMBÁ, M. *From collision to extension: the roots of the south eastern continental margin of Brazil*. In: Mohriak, W. Talwani, M. (ed.), *Atlantic Rifts and Continental Margins*. Geophysical Monograph 115, American Geophysical Union: 1-31. 2000.

HEILBRON, M.; MACHADO, N. *Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (se Brazil)*. *Precambrian Res.*, 125 (1-2): 87-112. 2003.

HUESKER BRASIL. Disponível em: <<http://youtube.com/watch?v=xRw9hbh23q>> Acesso em: 26 maio. 2021.

IESB – Instituto de Estudo Sócio Ambientais do Sul da Bahia. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. *Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira: Relatório Final do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica*, 2007.

Disponível em: <https://www.ambienteduran.eng.br/publicador/PUBLICACOES/MATA%20ATLANTICA>

%20relatorio\_fin al.pdf. Acesso em 06/06/2021.

IPCC. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil (1961 – 1990). Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos> . Acesso em: 03/06/2021.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: volume Brasil. Florianópolis: UFSC; 2012.

JANCZURA, R. Risco ou vulnerabilidade social? Textos & Contextos, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 301-308, ago./dez. 2012. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc>

=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjV9-nl04DaAhUHH5AKHdLFBX0QFggoM

AA&url=http%3A%2F%2Frevistaseletronicas.pucrs.br%2Fojs%2Findex.php%2Ffass%2Farticle%2FviewFile%2F12173%2F8639Risco%2520ou%2520vulnerabilidade%2520social&u sg=AOvVaw0p UA973YUg-c1LNB58qrNX>. Acesso em: 05 jun 2021

LIMA, H.C. de & GUEDES-BRUNI, R.R. (eds.). Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica. Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1985, 346p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). [Site oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)]. [S.I.], 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

MACCAFERRI DO BRASIL LTDA. Obras de contenção: manual técnico. Publicação Técnica.

NEW ROADS CONSULTORIA. Sistemas Alternativos para Obras de Contenção. 2018. Disponível em: <<https://newroads.com.br/sistemas-alternativos-para-obras-de-contencao/>> Acesso em: 24 de mai. de 2021.

EHRlich, M.; GOMES, R. C.; SAYÃO, A. S. F. J.; AZAMBUJA, E. Reforços de Fundações – Manual Brasileiro de Geossintéticos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015.

MARCONI, M.A., LAKATOS, E.M. Fundamentos de metodologia científica, 7ª Ed. - Editora Atlas S.A. 2010. São Paulo.

MAGALHÃES, Thiago Abdala; AZEVEDO, Crysthian Purcino Bernardes. Análise Técnica e Econômica de Estruturas de Contenção de Taludes. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 18., 2016, Belo Horizonte. Cobramseg, 2016.p. 1 - 8.

MEDEIROS, V. S.; BARROS, M. T. L. Estudo da variabilidade de chuvas intensas na Região Metropolitana de São Paulo e sua importância para a drenagem urbana. In: WORLD WATER CONGRESS, 14, 2011. Porto de Galinhas, PE. Anais... Porto de Galinhas: IWRA – International Water Resources Association, 2011. CD-ROM

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Portaria Conjunta nº148, de 18 de dezembro de 2013. s.l. :Diário Oficial da União, 2013

MORTARI, Diógenes. Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no Distrito Federal. Brasília, 1994.

Notícias Uol. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/03/24/deslizamento-de-terra-deixara-rodovia-rio-juiz-de-fora-interditada-por-uma-semana.htm>> Acesso em: 13 mai.2021.

ONU. Fatos sobre desastres. Rio+20 O futuro que queremos, Departamento de Informação Pública das Nações Unidas. Rio de Janeiro, 2012.<<http://www.onu.org.br/rio20/desastres.pdf>> Acesso em: 17 mai.2021.

O estado de São Paulo. Disponível em:

<<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,41-das-cidades-do-pais-sofreram-desastres-naturais-de-2008-a-2012,1160573>> Acesso em: 13 out. 2019.

O Globo. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2015/02/chuva-provoca-alagamentos-e-deslizamentos-em-petropolis-rj.html>> Acesso em: 06 jun 2021.

GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Editores: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. 2aed, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 1995.

ROSS, Jurandyr L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J. L.

S. Geografia do Brasil. São Paulo: EDUSP, 1995.

Pessôa, D., Neto. (2011)Foto disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=842>> Acesso em: 06 de jun 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA FRIBURGO. Histórico da cidade.

Disponível em: <<http://novafriburgo.rj.gov.br/nova-friburgo/>> Acesso em : 05/06/2021.

Secretaria do estado do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://www.rj.gov.br/web/seobras/exibeconteudo?article-id=953516>> Acesso em: 05 jun 2021.

SILVA, N. H. da. MUROS DE TERRA ARMADA – VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.

2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

SIRKIS, Alfredo. O Desafio Ecológico das Cidades. In: TRIGUEIRO, André (coord). Meio Ambiente no Século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

SOLOARMADO. Disponível em: <<http://soloarmado.com.br/>> Acesso em: 03 JUN 2021.

TASCA, Fabiane Andressa; GOERL, Roberto Fabri; KOBAYAMA, Masato. Prevenção de Desastres Naturais através da Educação Ambiental com Ênfase na Ciência Hidrológica. I SESMAZ - Simpósio de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Zona da Mata Mineira; realizado em Juiz de Fora – MG, de 18 a 20 de maio de 2010.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela do (Org). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, Carlos Eduardo M.. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

UNESP. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/>> Acesso em: 03 jun 2021

UNISDR - The United Nations International Strategy Disaster Reduction.

Disponível em: <http://www.unisdr.org/>. Acesso em: 03 jun 2021.

VEDOVELLO, R.; MACEDO, E. Deslizamentos de encostas. In: SANTOS, R. F. (Org.). Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/aEuO4U>>

VIANA, Denilson Ribeiro; AQUINO, Francisco Eliseu; MUÑOZ, Viviana Aguilar. Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a complexos convectivos de mesoescala. Soc. nat. (Online) 2009, vol.21, n.2, pp. 91-105. ISSN 1982-4513.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – NBR 6122: Arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos, para gabiões e demais produtos fabricados com malha de dupla torção. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – NBR 6122: Tirantes ancorados no terreno- projeto de execução”. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – NBR 9286:terra armada. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – NBR 11682: estabilidade de taludes. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.