

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DOUGLAS SOUZA SIMÕES**

**RALF ANTÔNIO MACEDO FILHO**

**ESTUDO DE ERODIBILIDADE DE SOLO NA CIDADE DE  
ANÁPOLIS COM O OBJETIVO DE REALIZAR  
INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS E AVALIAR OS RISCOS  
RELACIONADOS.**

**ANÁPOLIS / GO  
2018**

**DOUGLAS SOUZA SIMÕES  
RALF ANTÔNIO MACEDO FILHO**

**ESTUDO DE ERODIBILIDADE DE SOLO NA CIDADE DE  
ANÁPOLIS COM O OBJETIVO DE REALIZAR  
INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS E AVALIAR OS RISCOS  
RELACIONADOS.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA  
BORGES**

**ANÁPOLIS / GO  
2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SIMÕES, DOUGLAS SOUZA/ FILHO, RALF ANTÔNIO MACEDO

Estudo de erodibilidade no solo na cidade de Anápolis com o objetivo de realizar investigações geotécnicas e avaliar os riscos relacionados à erodibilidade do solo.

91P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC –UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Erosividade e erodibilidade	2. Movimento de massa
3. Área Degradada	4. Contensão de erosão
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SIMÕES, Douglas Souza; Filho, Ralf Antônio Macedo. Estudo de erodibilidade de solo– Para região de Anápolis. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 91p. 2016.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Douglas Souza Simões


Ralf Antônio Macedo Filho

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de erodibilidade no solo na cidade de Anápolis com o objetivo de realizar investigações geotécnicas e avaliar os riscos relacionados.


GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

  
Douglas Souza Simões

E-mail: [douglassimoes@icloud.com](mailto:douglassimoes@icloud.com)

  
Ralf Antônio Macedo Filho

E-mail: [ramf.engenharia@hotmail.com](mailto:ramf.engenharia@hotmail.com)

**DOUGLAS SOUZA SIMÕES**  
**RALF ANTÔNIO MACEDO FILHO**

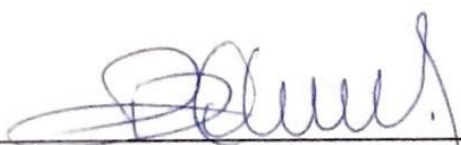
**ESTUDO DE ERODIBILIDADE DE SOLO NA CIDADE DE  
ANÁPOLIS COM O OBJETIVO DE REALIZAR  
INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS E AVALIAR OS RISCOS  
RELACIONADOS.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

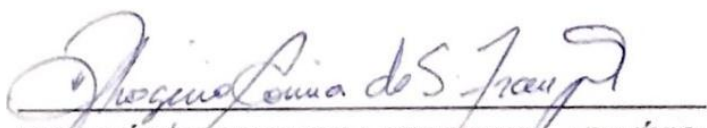
**APROVADO POR:**



**RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA BORGES, Especialista (UniEvangélica)**  
**(ORIENTADOR)**



**PAULO ALEXANDRE DE OLIVEIRA, Mestre (UniEvangélica)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**



**RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO, Mestre (UniEvangélica)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 26 de novembro de 2018.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde para concluir esse curso. Agradeço meu professor Rodolfo Rodrigues de Sousa Borges pela orientação e ajuda para que pudesse realizar esse trabalho. Agradeço aos meus colegas do curso de Engenharia Civil por tornarem esse período mais agradável. Agradeço também a minha família pelos ensinamentos, apoio e por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Douglas Souza Simões

## **AGRADECIMENTOS**

O Deus, criador de todas as coisas, aos meus pais, em especial minha mãe pela dedicação e tempo abdicado a mim, as minhas irmãs, aos colegas e professores por fazerem parte de mais uma etapa que está sendo concluída em minha vida.

Sou grato por todo conhecimento adquirido, as experiências vividas, as amizades que conquistei e espero poder levar tudo isso comigo, buscando sempre aprender mais a ponto de me tornar um profissional respeitado e querido por todos.

Ralf Antônio Macedo Filho

## **RESUMO**

O solo é um componente da Terra que está presente em toda crosta terrestre, tendo características específicas baseado nas condições de cada região, como por exemplo, o tipo de clima, os tipos de rocha e os organismos vivos presentes no local.

A compreensão e conhecimento do solo de cada região ajudam a combater problemas decorrentes do crescimento urbano desordenado, onde se pode surgir problemas antrópicos como a presença de lixo e o desmatamento mal planejado e conseqüentemente, podendo originar novos problemas ambientais, como a erosão.

A erosão é um problema que pode ocorrer em qualquer tipo de região, fazendo com que cada tipo de erosão tenha sua peculiaridade, ou seja, todas elas são caracterizadas pelos movimentos de terra.

Buscar compreender a origem da erosão e o nível da sua gravidade, ajuda na elaboração de métodos de contenção (PRAD – Processo de recuperação de áreas degradadas) para estabilizar os problemas e voltar a ter um solo estável para o desenvolvimento urbano.

Neste trabalho iremos estudar e analisar investigações geotécnicas e avaliar os riscos relacionados no Município de Anápolis, especificamente na erosão no Residencial Geovane Braga, onde explicaremos o novo método de contenção aplicado e avaliaremos a sua eficácia após três anos da conclusão de sua contenção.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Erosividade e erodibilidade. Movimento de massa. Compactação do solo. Áreadegradada.

## **ABSTRACT**

Soil is a component of the Earth that is present in every earth's crust, having specific characteristics based on the conditions of each region, such as the type of climate, types of rock and living organisms present on the site.

Understanding and knowledge of the soil of each region helps to combat problems arising from disordered urban growth, where anthropic problems such as the presence of litter and poorly planned deforestation can arise and consequently, leading to new environmental problems such as erosion.

Erosion is a problem that can occur in any type of region, causing each type of erosion to have its peculiarity, that is, they are all characterized by earth movements.

Seek to understand the origin of the erosion and the level of its severity, help in the elaboration of containment methods (PRAD) to stabilize the problems and return to a stable soil for urban development.

In this work we will study and analyze geotechnical investigations and evaluate the related risks in the Municipality of Anápolis, specifically in the erosion in the Residential Geovane Braga, where we will explain the new method of restraint applied and evaluate its effectiveness after three years of its containment.

### **KEYWORDS:**

Erosivity and erodibility. MassMovement. SoilCompaction. Degradedarea.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Perfil de um solo do tipo residual em rochas basálticas. ....	20
Figura 2- Diagrama para determinar o solo a partir de seus componentes.....	21
Figura 3- Diagrama esquemático.....	22
Figura 4- Esquema da estrutura do escorregamento em corte.....	23
Figura 5- Esquema de escorregamento visto em planta. ....	23
Figura 6- Foto na Avenida Brasil às margens do Rio Guaporé.....	26
Figura 7- Foto no centro de Angra dos Reis, onde ocorreu um deslizamento em 2010.....	26
Figura 8- Foto de uma pedra “esculpida” causado pelo vento no transporte de materiais no deserto de Saloli – Bolívia.....	27
Figura 9- Foto de um derretimento de geleira (movimento de terra) na Antártida .....	28
Figura 10- Foto de um equipamento geodésico nivelado em um terreno pronto para ser trabalhado. ....	29
Figura 11- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga vista pelo “Google Earth”. ....	32
Figura 12- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga e suas características físicas. ....	33
Figura 13- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga em 2015.....	34
Figura 14- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga em 2015.....	35
Figura 15- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga em 2015 com a presença de resíduos sólidos urbanos.....	35
Figura 16- Retirada dos sedimentos soltos no solo. ....	36
Figura 17- Retirada dos sedimentos soltos no solo. ....	37
Figura 18- Retirada dos sedimentos soltos no solo. ....	37
Figura 19- Construção de paliçadas com manilhas de esgoto que estavam inutilizáveis no município de Anápolis.....	38
Figura 20- Utilização de pneus no auxílio a prevenção de movimento de terra. ....	38
Figura 21- Utilização de máquinas para reconformação do solo. ....	39
Figura 22- Madeira reutilizável para a cobertura vegetal.....	39
Figura 23- Resultado após a aplicação do “Embiotic” durante a chuva.....	40
Figura 24- Tipos de plantas plantadas na área agredida.....	41
Figura 25- Locais analisados após a contenção da erosão no bairro Geovane Braga. ....	42
Figura 26- Construções feitas após a contenção da Erosão no Residencial Geovane Braga. ..	42
Figura 27- Construções feitas após a contenção da Erosão no Residencial Geovane Braga. ..	43
Figura 28- Resultados da recuperação de cobertura vegetal na área recuperada .....	44

Figura 29- Resultados da recuperação de cobertura vegetal na área recuperada. ....	44
Figura 30- Presenças de vestígios humanos no solo.....	45
Figura 31- Presenças de vestígios humanos no solo.....	45
Figura 32- Presenças de novos movimentos de terra. ....	46
Figura 33- Colorações do Córrego Góes, segmento do Rio das Antas após ao movimento de terra. ....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>18</b>
3.1 SOLO.....	18
3.1.1 Características do Solo.....	18
3.1.2 Classificação do Solo .....	19
3.2 EROSÃO .....	21
3.2.1 Movimentos de Terra .....	22
3.2.2 Origem dos Processos Erosivos .....	24
3.2.3 Classificação das erosões.....	24
3.3 CONTENÇÃO EROSIVA .....	28
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>32</b>
4.1 LOCAL.....	32
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	32
4.3 ORIGEM DA EROSÃO.....	33
4.4 MÉTODOS DE CONTENÇÃO.....	36
4.5 RESULTADOS DA CONTENÇÃO.....	41
4.5.1 Local 01 e Local 08 .....	42
4.5.2 Local 02 e Local 07 .....	43
4.5.3 Local 03 e Local 06 .....	44
4.5.4 Local 04 e Local 05 .....	45
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano ocorreu de forma acelerada e desordenada durante todo o processo de desenvolvimento do nosso país. Muitas vezes, este crescimento urbano, por não existir planejamento, acaba gerando consequências ambientais que podem trazer problemas tanto para a natureza quanto para os cidadãos, por exemplo, processos de erosividade do solo, ocasionado principalmente pelo desmatamento descontrolado de áreas florestais.

Segundo Cardoso Pires (2009) a principal razão para o surgimento e crescimento de uma voçoroca é dado exclusivamente pela perda de sedimentos ocasionados por precipitações, sendo que uma área com maior volume de chuva, é mais propensa para o surgimento desse tipo de erosão.

A taxa de permeabilidade do solo também é considerado como um fator hidrológico importante, pois em solos onde a taxa de infiltração é baixa, ocorre um maior deslocamento de volume de sedimentos que culmina em uma lixiviação de massa, causando a voçoroca.

A voçoroca é a parte avançada de um processo erosivo intenso causado principalmente por “acúmulo” de enxurradas em depressões mal protegidas (principalmente em áreas desmatadas pelo homem), o qual acaba acumulando grandes quantidades de água, ocasionando grandes movimentos de massas (Cardoso, Pires, 2009).

A erosividade é um processo que pode ocorrer em todo território nacional e quando não solucionado, acabam gerando algumas consequências para os próprios moradores das regiões.

A necessidade de implantar vegetação em áreas degradadas, com retrocesso natural de erosão, tem a finalidade exclusivamente de minimizar ou eliminar as decorrências de movimento de massa, pois as águas decorrentes (principalmente da precipitações de chuva) passam a ser absorvidos pelas raízes da vegetação existente, ao inves de acumularem, não propiciando para os movimentos de terra e conseqüentemente prevenindo a voçoroca.

Neste trabalho, iremos focar nos processos de contenção, feito pela Prefeitura Municipal de Anápolis, na erosão no Residencial “Geovane Braga” no limite com a Rua 04 – Bairro Geovane Braga, no município de Anápolis, avaliando se estes processos foram executados com a devida responsabilidade e competência para o bem estar da comunidade que vive na região.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A degradação do solo, limitando trabalhos agrícolas e a falta de resistência do mesmo, limitando a construção de edificações aos arredores, faz com que a busca de soluções eficazes e duradouras se torne de extrema importância com o intuito de evitar futuros problemas.

O estudo geotécnico é de grande relevância para avaliar uma contenção de erosão, com isso faremos uma análise geotécnica em cima de uma contenção feita pela Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Anápolis, a ponto de avaliar o caso determinando se a contenção foi o suficiente para solucionar o problema local.

A escolha do tema é justificado pelo elevado grau de importância que se deve dar ao assunto, pois as pessoas necessitam de um solo estável, não sedimentado, para trabalhar e viver tranquilamente, porém muitas vezes, por motivos financeiros, não se é levado tão a sério a ponto de se buscar soluções duradouras para o problema.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo geral executar estudos geotécnicos numa contenção feita em uma localização específica em Anápolis a ponto de descobrir se essa contenção foi feita de forma eficaz para os moradores da região.

Iremos analisar os resultados da contenção 3 anos após ela ter sido concluída, afim de avaliar se com o tempo, o solo, permanece estável.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Analisar o método de contenção trabalhado na erosão no Residencial Geovane Braga (limite com a rua 04), buscando compreender cada processo executado a ponto de determinar a qualidade do serviço feito para os cidadãos da região.

Foi focado e analisado estudos do solo, a ponto de determinar a erodibilidade do mesmo e iremos ao local onde era a erosão no Residencial “Geovane Braga” para recolher

dados fotográficos e analisar através das imagens, se o método foi eficaz para conter a erosão de forma duradoura, a ponto de trazer segurança para os moradores da região.

## **2 METODOLOGIA**

O trabalho a ser realizado é de natureza exploratória, onde através de uma elaboração de pesquisa, busca oferecer informações e estimular hipóteses com o objetivo de orientar aqueles que trabalham na área determinada.

A pesquisa exploratória visa a descoberta, o achado, a elucidação de fenômenos ou a explicação daqueles que não eram aceitos apesar de evidentes. A exploração representa, atualmente, um importante diferencial competitivo em termos de concorrência (Gonçalves, 2014).

O trabalho possui orientações a partir de fotos dos métodos que foram realizados para a contenção da erosão pré-determinada, concentrando-se especificamente em analisar a qualidade do serviço e determinar se essa erosão permaneceu contida durante os três anos após a sua conclusão.

A coleta de dados foi por meio de dados primários e secundários, onde houve uma leitura de materiais relacionados ao tema, ou seja, através de artigos já elaborados e também será feita uma análise da qualidade de serviço proposto pela Secretaria de Obras do Município de Anápolis através de visitas ao local.

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 SOLO**

Segundo Popp (1998) solo é o componente da Terra que está presente em toda crosta terrestre, resultado de várias ações através do tempo, sendo elas, ações da água, clima, organismos vivos presentes, relevo, tipo de rocha (nível de sustentabilidade), entre outros, podendo adquirir características específicas. Geralmente, os solos são formados por matéria orgânica, umidade, ar do solo, e matéria mineral.

O solo é muito utilizado para produção de alimentos, para matéria prima em construções, sendo fator fundamental para o escoamento de água na superfície, e responsável pelos desenvolvimentos diversos dos ecossistemas.

Além de possuir características fundamentais para o desenvolvimento da fauna e da flora na Terra, o conhecimento do solo é fundamental para propiciar o melhor rendimento em relação ao seu uso e evitando com que traga problemas ambientais futuros de caráter vitalício.

A definição de termos para demonstrar a dificuldade para atingir os objetivos para uma recuperação erosiva foi definida por Corrêa (2005a), onde ele tenta traçar uma teoria para atingir a recuperação total de uma área que sofreu com deslocamento de terras. Esses termos abordados foram expressos através de três passos: Restauração, Reabilitação e Recuperação.

A restauração é o processo de tentativa para retomar as condições naturais originais, como eram antes de se formarem regiões degradadas. Precisa-se ter consciência de que uma restauração total é extremamente difícil e demorada.

A reabilitação é o processo onde se tenta recuperar a “compactação” da terra, a fim de voltar a ser produtiva. A recuperação é o processo primordial para tentar restabelecer o solo com a sua estabilidade de origem.

##### **3.1.1 Características do Solo**

As camadas minerais (FIG 1.0) encontradas no solo são formadas por partículas de vários tamanhos, podendo ser fragmentos de rocha, passando por grânulos de areais, até de argilas. A matéria coloidal do solo é formada por teores variáveis de argila e matéria orgânica,



formando o complexo argila-húmus. As soluções dos solos têm, entre outros, os seguintes componentes:  $\text{SO}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$ .

### 3.1.2 Classificações do Solo

A classificação do solo se dá principalmente, a partir da sua coloração e textura, pois dessa forma é capaz de determinar o seu componente predominante.

Sendo assim, o solo é classificado por diversas características, como por exemplo, através da coloração, sendo: Coloração Clara, Coloração Escura, e Coloração Avermelhada.

O solo de coloração clara é o tipo de solo caracterizado pela ausência de materiais orgânicos no solo, não sendo muito propícios para a atividade de agricultura. O de coloração escura é o solo já caracterizado pela forte presença de materiais orgânicos no solo, onde já se pode trabalhar com atividades de agriculturas. O solo de coloração avermelhada é o tipo de solo onde a forte presença de óxido de ferro.

Em relação a textura, o solo pode ser classificado em: Arenoso, Argiloso, Orgânico. O solo arenoso é característico de solos onde há certa facilidade para o escoamento de água devido a grandes poros presentes. O solo argiloso é aquele com pequenos vazios encontrados no solo, devido aos pequenos poros presentes. É o solo que tem a capacidade de reter água e nutrientes com maior facilidade. O solo orgânico é característico pela presença de matéria orgânica em decomposição, fazendo com que seja rico em nutrientes e propício para a agricultura.

Segundo Popp (1998), no Brasil, os solos mais comuns são: o Massapê, caracterizado por ser um solo escuro, argiloso e orgânico, encontrado principalmente na região Nordeste do Brasil e na região da Zona da Mata; e a Terra Roxa, caracterizado por ser um solo avermelhado e vulcânico, encontrado principalmente na região Sul e Sudeste do país. Ambos são propícios para a agricultura por possuírem forte presença de matéria orgânica no solo.

O solo pode ser classificado também, a partir da sua origem (na sua formação), em quatro grupos, sendo eles: Solos Residuais Eflúvios, Solos Transportados, Solos Coluvionados, e Solos Orgânicos

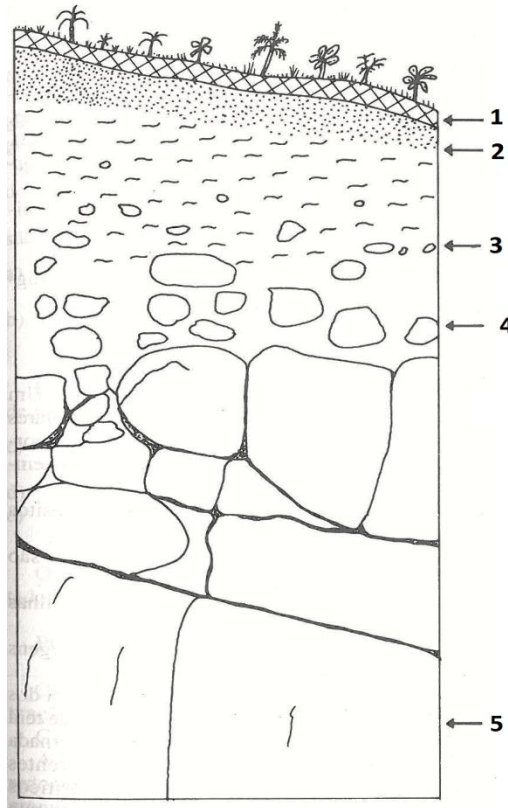
Solos Residuais Eflúvios são solos onde a sua origem é dada através da decomposição das rochas por intemperismo químico, onde desde a superfície até o seu interior, o solo entra em uma passagem para rocha alterada, fazendo com que se conserve a rocha origem (ou a rocha sã).

Solos Transportados são aqueles que apresentam solos “não fixos”, consequência de erosões (movimento de massas) por razões naturais ou por ações humanas.

Solos Coluvionados apresentam características uniformes, onde são englobados pelo nome de “coluvios”. São formados através de lentos movimentos de massa em encostas inclinadas sobre fortes influências de ações naturais ou ações humanas.

Solos Orgânicos apresentam uma variação de material orgânica com uma fração mineral argilosa, caracterizado por uma coloração mais escura, com cheiro peculiar e alta plasticidade. Originado principalmente em regiões onde a drenagem não acontece da melhor forma, fazendo com que toda matéria orgânica se junte a argila protegida formando uma nova camada no solo: a turfa.

**Figura 1- Perfil de um solo do tipo residual em rochas basálticas.**



Fonte: Livro José Henrique Popp. Geologia Geral 5º ed, 1998.

Onde:

1 = Solo marrom-avermelhado superficial maduro, homogêneo, maciço e plástico (Tipo terra roxa), 65,2% Argila, 11,0% Silte (Limo), 23,8% (Areia).

2 = Solo amarelado a rosada residual já bem heterogêneo, amarelado a rosado residual já bem heterogêneo. 73,2% Argila; 9,0% Silte (Limo); 17,8% Areia.

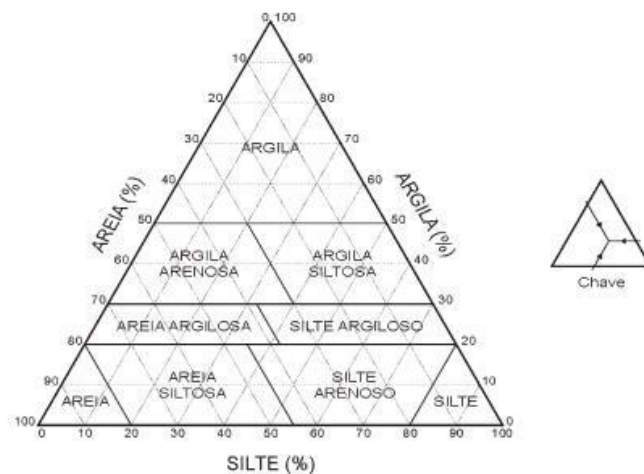
3 = Solo residual (de alteração) amarelado com vestígios de estrutura e textura da rocha original; siltico arenoso com matacões de basalto esparsos (decomposição esferoidal).

4 = Rocha alterada passando a rocha sã com fraturas preenchidas por solo e rocha alterada.

5 = Rocha sã, por vezes amarela, de cor cinza claro a preta, as vezes com fraturas.

A utilização de diagramas para determinar o tipo de solo a partir dos componentes presentes no solo é utilizada pelo FERET (*The Facial Recognition Technology*), a fim de classificar o solo em prol de utilizar cada tipo com seu melhor rendimento. O diagrama (Figura 2) consiste num diagrama triangular, onde cada lado corresponde uma quantidade percentual de solo (de 0 a 100) das frações de argila, silte e areia contida em uma determinada camada, especificam que após ser determinado cada percentual, o diagrama irá informar o tipo de solo que está sendo analisado e trabalhado.

**Figura 2- Diagrama para determinar o solo a partir de seus componentes.**



Fonte: (Frankipile Austrália – GeoEng) Fundamentos de Mecânica dos Solos, 2000.

Esse é um método bastante útil para estudar os tipos de solo e tenta precaver futuros problemas ambientais, por exemplo, a erosão.

### 3.2 EROSÃO

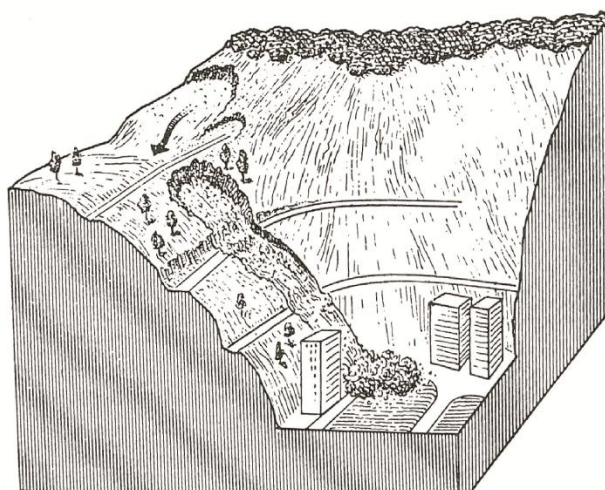
Erosão é um fenômeno natural originado principalmente pelo movimento de terra, devido aos desgastes ocasionados durante todo um processo, sendo eles ocasionados por razões naturais ou por conseqüências de atividades humanas.

Segundo Guidicini e Nieble (1976), pode-se considerar como movimentos de massa: os desabamentos, a queda de falésias, as avalanches, os deslocamentos de solo, as correntes de lavas ou lamas, o desgarramento de massas terrosas ou rochosas, a solifluxão, e em alguns casos, até o transporte fluvial. Os desabamentos podem ser de margens fluviais, de lacustres ou até de encostas marítimas. Os deslocamentos de solo podem ser por fluidização ou plastificação.

Este problema deve-se ser estudado em prol da sociedade, com objetivos e razões na qualidade de vida de moradores que necessitam das terras tanto para morar quanto para adquirir a sua renda.

A alta pluviosidade é um dos principais fatores para desencadear um movimento de massa em terrenos com declividade elevada. Um exemplo desse evento ocorreu em fevereiro de 1967 no Rio de Janeiro (Laranjeiras), sob a forma de escoamento (Figura3).

**Figura 3- Diagrama esquemático**



Fonte: Livro José Henrique Popp Geologia Geral 5º ed, 1998.

### **3.2.1 Movimentos de Terra**

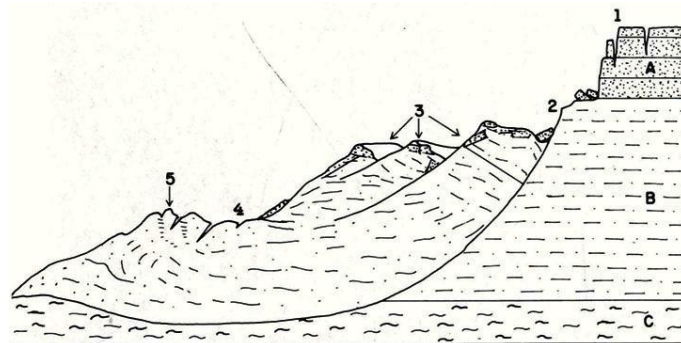
Segundo Popp (1998), os movimentos de terra, principal característica das erosões, podem ser classificados de três formas: Escoamento, Escorregamento e Avalanche.

Os escoamentos geralmente podem ser escoamentos rápidos, fluidos-viscoso, podendo ser de lama ou até mesmo de detritos, mas quando os escoamentos são lentos, eles passam a serem denominadas de rastejo ou reptação, se dirigindo em direção as encostas mais baixas. Esses escoamentos mais lentos, denominado rastejo, podem se originar através do peso do

material e da água corrida; da ação da infiltração da água; do pisar de animais; ou da lixiviação pela infiltração de águas.

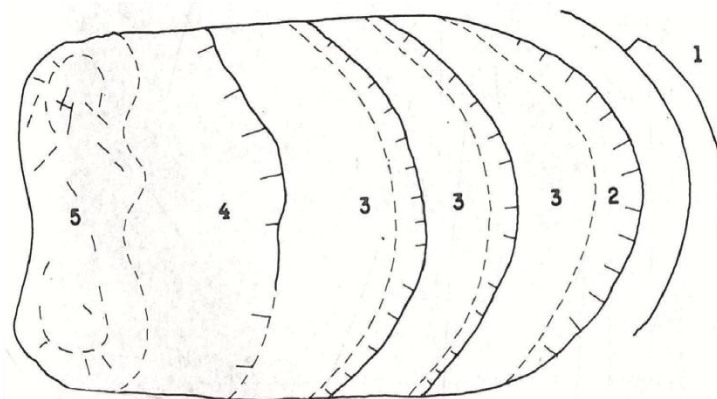
O escorregamento (Figuras 4 e 5) ocorre por processos de resvalamento ou deslizamento de blocos de rocha. Os principais fatores para ocasionar as separações desses blocos maciços são o enfraquecimento das forças de resistência de todo o maciço rochoso pela ação de umedecimento e lixiviação por infiltração; do aumento do gradiente hidráulico e da velocidade de infiltração das águas subterrâneas que ocorre durante a diminuição de um nível de um rio ou aumentando o nível do lençol freático por causa de chuvas persistentes; do corte da base de uma pendente que pode se dar por diversos fatores fluviais, tais quais, ondas, correntes marítimas ou até mesmo por ação do homem; e da sobrecarga do talude por acumulação pluvial, principalmente em áreas desmatadas.

**Figura 4- Esquema da estrutura do escorregamento em corte.**



Fonte: Livro José Henrique Popp Geologia Geral 5º ed, 1998.

**Figura 5- Esquema de escorregamento visto em planta.**



Fonte: Livro José Henrique Popp Geologia Geral 5º ed, 1998.

A avalanche é caracterizada por movimentos rápidos e de grande velocidade e extensão, se tornando numa das formas mais violentas de movimento de massa. Geralmente envolve uma mistura de solo e rocha proveniente de um manto alterado, proveniente de

materiais como o solo, a lama, a rocha, o gelo ou materiais não consolidados, ou seja, materiais soltos regidos pela de força de atração gravitacional da Terra.

Através dos tipos de movimentos de massa, devemos entender as possíveis origens das erosões e classificá-las, com o intuito de buscar e compreender a respeito mais sobre o assunto afim de posteriormente buscar soluções para contê-las.

### **3.2.2 Origens dos Processos Erosivos**

Segundo Pena (2014), baseado na gravidade e dos processos erosivos, as erosões podem se originar de várias formas (características). Erosão em “*Splash*” é o tipo de erosão ocasionado principalmente pelo impacto das gotas de chuva sobre o solo, podendo assim gerar problemas maiores caso se fortaleça na desagregação das partículas do solo, correndo o risco de perder a sua rigidez.

Erosão laminar é caracterizada quando ocorre um escoamento superficial, principalmente causado pelas águas da chuva, retira a sua cobertura superficial, fazendo com que este mesmo solo sofra desgastes.

Erosão em sulcos é definida através do escoamento da água sobre os solos, onde intensifica o seu desgaste e conseqüentemente acaba formando pequenas “linhas” (cortes) no terreno. Esse tipo de erosão é a principal responsável por originar erosões mais sérias, particularmente em áreas com grandes declividades.

Segundo Silva (2016), as erosões Ravinas ou Voçorocas são particularmente originadas pela água da chuva, fazendo com que a própria água abra cavidades maiores ao longo de toda declividade do terreno. Ferreira et al. (2007) afirma que esse tipo de erosão são um dos piores problemas ambientais em regiões tropicais de montanha em áreas de rochas cristalinas. “Nessa região as erosões são frequentes e podem alcançar grandes dimensões”.

Para Ab’Saber (1968), as voçorocas estão associadas ao desmatamento sendo que a água do escoamento compromete a estabilidade da área e gera a formação de voçorocas.

Dependendo do tipo de erosão e das ações humanas ali praticadas, podem deixar marcas vitalícias, que por vezes nunca mais voltar a fecundar em nível qualitativo.

### **3.2.3 Classificações das erosões**

Segundo Lima (2003), para acontecer qualquer processo erosivo é necessário, antes, um agente (água ou vento) e o material (solo), atuar desprendendo e desagregando as

partículas e carregando-as. O contato entre o material e o agente consiste sempre em uma busca por equilíbrio, tanto desfeito de forma natural quanto através da ação do homem na natureza.

A formação de grandes buracos no solo é decorrente em todo o território nacional, podendo ser de grandes dimensões ou pequenas.

Segundo Iwasa&Fendrich (1998), a maioria dos municípios brasileiros é afetada por erosões lineares, causadas principalmente pela concentração de águas do escoamento superficial.

Dessa forma, as erosões passam a ser classificadas a partir de suas características em comuns, sendo elas, a sua origem, forma e local onde se propagam. Elas são classificadas em Erosão Pluvial (ação das chuvas), Erosão Fluvial (ação das águas dos rios), Erosão por gravidade (movimentação de rochas pela força da gravidade), Erosão Eólica (ação dos ventos), Erosão Glacial (ação das geleiras) e Erosão Antrópica (ação do homem).

Em geral, as erosões são causadas basicamente por desgastes ocasionados no solo em um longo período e a erosão pluvial não é diferente. Esse tipo de erosão acontece quando, através das águas da chuva, após o impacto no solo, retira-se o material que está presente na camada do solo, sendo eles, os próprios nutrientes, responsáveis por facilitar a agricultura (cobertura vegetal) e dar sustentabilidade ao solo e assim, conseqüentemente, retirando a rigidez do solo.

A força resultante do impacto da chuva em um solo faz com que se formem desníveis e assim a selagem, ou seja, a obstrução de porosidade que existe no solo, que de certa forma, aumenta de forma crucial o fluxo de água corrente na superfície, originando a erosão pluvial. As origens mais comuns para o surgimento da erosão pluvial são: Laminares e (Ravinas ou Voçorocas).

Erosões são causadas através de desgastes, que podem ser ocasionados tanto por origens naturais quanto por ações humanas. A erosão fluvial acontece exclusivamente pelos desgastes ocasionados nas margens de rios e lagos, porém podendo ser resultados de desvios (ações humanas) ou até mesmo por enchentes em rios devido a grandes índices de chuvas em um longo período de tempo.

Esse processo de erosão, também conhecida como erosão das rochas, pode ser originado pelas “Voçorocas ou Ravinas”, onde a causa da formação de grandes buracos de erosão são “criados” através, principalmente, da chuva e intempéries.

Um exemplo que relata bem a erosão fluvial foi o caso na Avenida Brasil (Figura 6), uma das vias mais importantes de Pimenteiras do Oeste as margens do Rio Guaporé, onde o



asfalto começou a ceder devido aos índices de chuva e o nível do rio que havia começado a subir.

**Figura 6- Foto na Avenida Brasil às margens do Rio Guaporé.**



Fonte: Site Globo G1, 2013.

Segundo Pena (2014), erosão por gravidade é o tipo de erosão que possui maior incidência em lugares montanhosos, onde apresentam declividades bem acentuadas, ou seja, lugares onde o relevo é bastante inclinado, pois assim, a força da gravidade pode ter uma intensidade em solos onde já é apresentada uma saturação devido às águas da chuva, causando grandes desmoronamentos.

Um exemplo desta erosão ocorreu no centro de Angra dos Reis (Figura 7), onde 21 pessoas morreram após um deslizamento no início de 2010.

**Figura 7- Foto no centro de Angra dos Reis, onde ocorreu um deslizamento em 2010.**



Fonte: Site Globo G1, 2010.



Segundo Pena (2014), erosão eólica é a responsável pela degradação do meio ambiente existente, caracterizada pelas ações do vento, onde através do próprio vento, ocorre a retirada de fragmentos mais finos presentes no solo.

Esse tipo de erosão tem maior ocorrência em regiões de praias e dunas, onde apresenta camada de solo mais fina (principalmente camadas de areia), fazendo com que permaneçam camadas mais grossas, onde predominam camadas de pedregulhos e seixos atapetando a superfície erodida. Esse processo também é característico em “esculpir” rochas típicas de regiões de desertos, conforme a figura (Figura 8).

**Figura 8- Foto de uma pedra “esculpida” causado pelo vento no transporte de materiais no deserto de Saloli – Bolívia.**



Fonte: DreamStime, 2013.

Segundo Pena (2014), erosão glacial é característica pelas ações do gelo, onde blocos de gelo ou as geleiras iniciam um processo de derretimento propiciando para o movimento de terra, ou seja, se desprendem de seu substrato original e caem em uma camada mais baixa em relação à superfície ou até mesmo no mar. Derretimento das geleiras (Figura 9), conseqüente dos movimentos de terras, muitas vezes é causado pelo aquecimento global, ocasionado pelas ações humanas ou naturais da Terra, onde os níveis de temperatura passam a ter mudanças drásticas em curto período de tempo.

**Figura 9- Foto de um derretimento de geleira (movimento de terra) na Antártida**



Fonte: Artigo Erosão Glacial ElloSustentável, 2016.

Segundo Oliveira (1995), erosão antrópica é característica pela ação do homem, por exemplo, o desmatamento, a mineração, entre outros; podem fazer com que o solo perca sua “sustentabilidade” provocando a sua instabilidade e iniciando assim a erosão. Assim, a erosão antrópica pode ser laminar ou em lençol, quando provocada por escoamento generalizado das águas das chuvas resultante na remoção dos horizontes superficiais do solo; e erosão linear, é decorrente da ação do escoamento hídrico superficial concentrado, resultando em incisões no terreno na forma de sulcos, ravinas e voçorocas.

### 3.3 CONTENÇÃO EROSIVA

Basicamente, a erosão é uma ação da natureza que pode ser causado tanto por fatores naturais ou até mesmo pela ação do homem, onde é um processo em que o solo se separa o do material rochoso (com granulométrica maior).

Com a presença de erosões, o terreno passa a perder certa consistência, onde essa perda é dada pelo crescente nível de infiltração que o solo passa a absorver para iniciar a se locomover. Após entender os tipos de erosão e suas causas, vamos buscar entender passos para que possamos conte-las.

O primeiro passo é a verificação da erosão no terreno. Para iniciar um estudo da erosão, primeiramente é preciso ter conhecimento do terreno e do entorno para se buscar compreender as suas causas, lembrando que é necessário buscar um profissional especializado sobre o assunto antes de agir por conta própria.

De acordo com Lima (2003), a erosão dos solos afeta a vida de muitas maneiras, tornando a ser um assunto que envolve profissionais de várias áreas do conhecimento, por

vezes, com visões distintas sobre o mesmo problema. Existem linhas de pesquisa em erosão na agronomia, geografia, geologia, geotecnia e outras áreas do conhecimento.

É sempre recomendável analisar regiões em torno da erosão (no terreno que foi perturbado) para entender as causas dos movimentos de massa.

Os dois principais itens que se deve analisar para buscar a causa da erosão são os índices pluviométricos na região, a ponto de analisar como o solo se comporta com fortes presenças de chuva, onde o clima está fortemente interligado com os movimentos de massa; e a vegetação presente, pois ela é o maior responsável para absorver a água que é infiltrada no solo.

Existem processos que podem ajudar a verificar se o solo está sofrendo movimentos de massa em uma determinada localidade, tais quais: Analisar as raízes de plantas expostas: pois o solo pode estar sendo levado ou sendo removido; analisar pedras expostas: pois se perceber que novas pedras surgirem no decorrer dos anos, pode ser consequência do movimento de massas; verificar se água presente no local está suja, pois pode ser sinal que a filtração não esteja correndo da forma correta.

Nas áreas onde a erosão é presente, pode se analisar que a água fica coberta de lama por razões de movimento de terra durante a chuva.

Existem equipamentos excelentes no mercado onde se pode facilitar o estudo do solo, dando como referência os seus níveis topográficos e assim mostrando com maior clareza as áreas propícias à formação de erosão, tal qual: O Aparelho Geodésico (Figura 10).

**Figura 10- Foto de um equipamento geodésico nivelado em um terreno pronto para ser trabalhado.**



Fonte: Omega Engenharia, 2008.

O segundo passo é estabelecer o nível de gravidade da erosão. Após compreender o nível de gravidade da erosão no terreno, pode se estipular certos planos para iniciar a contenção do mesmo a fim de evitar problemas maiores.

Caso a erosão seja relativamente leve em um terreno com inclinação inferior a 6%, é recomendável fazer imediatamente uma cobertura vegetal para que se evite futuros movimentos de terra por infiltração da água no solo.

Caso a erosão já esteja em um estágio avançado será necessário elaborar um estudo, onde se verificará estruturas e técnicas de escavação para dar sustentabilidade ao solo antes de iniciar qualquer procedimento, pois caso seja plantado algo em um terreno muito íngreme, as sementes serão levadas com ações da chuva.

O terceiro passo são as etapas para contenção de erosões em estágios avançados. Antes de tomar qualquer atitude para iniciar a contenção de erosão, deve-se sempre estar acompanhado de uma pessoa especializada no assunto para evitar possíveis riscos para quem executa e buscar fazer um serviço que seja de extrema qualidade.

As etapas a serem seguidas devem analisar os tipos de práticas a serem adotadas as quais visarão o controle de perdas de solo.

As práticas para a conservação ou recuperação do terreno podem ser divididas em edáficas, vegetativas ou mecânicas onde cada uma dessas práticas resolve parcialmente o problema, visando controlar a erosão através de cobertura vegetal e com implantação de resíduos (por exemplo, produtos biodegradáveis), sendo assim, para resolver o problema com maior eficácia, devem-se ser aplicadas simultaneamente.

Para iniciar uma contenção de erosão em estágio avançado devem-se trabalhar as seguintes etapas:

Etapa 1: Retirada dos sedimentos soltos (entulhos) presentes na área a ser trabalhada.

Etapa 2: Proteção das cabeceiras das erosões para evitar novos movimentos de terra.

Etapa 3: Ancoramento dos sedimentos.

Etapa 4: Reconformação de barrancos e taludes.

Etapa 5: Implantação de cobertura vegetal inicial.

Etapa 6: Aplicação de produtos biodegradáveis.

Etapa 7: Revegetação da área por cobertura vegetal permanente.

Cada etapa será explicada e analisada ao analisarmos a erosão em questão (Geovane Braga).

De acordo com Goldman (1986) quase toda erosão pode ser controlada e recuperada, por isso as técnicas aqui adotadas são de grande utilidade no controle dos processos erosivos existentes.

A importância de se criar planos e projetos para recuperação de áreas degradadas é fundamental, pois assim se podem ver com maior clareza as causas e conseqüências da área mencionada e tentar solucionar com maior eficácia o problema.

Segundo Danilo Sette de Almeida (2016), o PRAD (Plano ou Projeto de áreas degradadas) tem a finalidade de criar “passos”, elaborando um roteiro sistemático, onde as informações e principalmente as especificações técnicas da área degradada será analisada e por fim, conseguir atingir os resultados esperados.

Os passos a serem seguidos para o PRAD são: Considerações e planejamento inicial; Identificação dos agentes de degradação; Delimitação das áreas de influência; Avaliação do grau de degradação.

Considerações e planejamento inicial: Este passo tem a finalidade de retirar as informações básicas sobre o terreno a ser trabalhado, as características dos fatores relacionados à área a ser recuperada, seus objetivos definidos, as necessidades legais, desejo do proprietário do terreno, aspectos sociais.

Identificação dos agentes de degradação: Etapa responsável em identificar as razões (naturais e/ou humanas) para o surgimento da degradação no solo em questão.

Delimitação das áreas de influência: Etapa responsável em delimitar o solo degradado em questão e diagnosticar as suas características do ambiente em questão, por exemplo, estudo do substrato atual, à área de influência indireta e o entorno (áreas próximas à degradação que ainda permanecem intactas).

Avaliação do Grau de degradação: Etapa responsável em analisar o estado atual do solo tanto com a sua resistência quanto com a capacidade de se recuperar a vegetação presente.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 LOCAL

A erosão analisada está localizada no bairro Geovane Braga, no município de Anápolis – GO, a montante pela Rua 13 de Maio ao encontro a parte esquerda da Rua Ouvidor e Rua 4, nas coordenadas 717.928 E / 8.189.088 N. As consequências dos movimentos de terra se instalou na vertente perpendicularmente ao Córrego Góes, segmento do Rio das Antas, conforme a figura (Figura 11) abaixo e evoluiu na direção Noroeste/Sudeste de forma linear, com aproximadamente 550 metros de comprimento, largura de 25 metros e profundidade média de 12 metros.

**Figura 11- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga vista pelo “Google Earth”.**



Fonte: Google Earth, 2017.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Segundo Silva (2016), a cidade de Anápolis está localizada dentro do domínio do Complexo Goiano, contemplando rochas do complexo granulítico (Arqueano), do grupo Araxá (mesoproterozóico) e Cobertura Detrito-Lateríticas (Terciárias e Quaternárias).

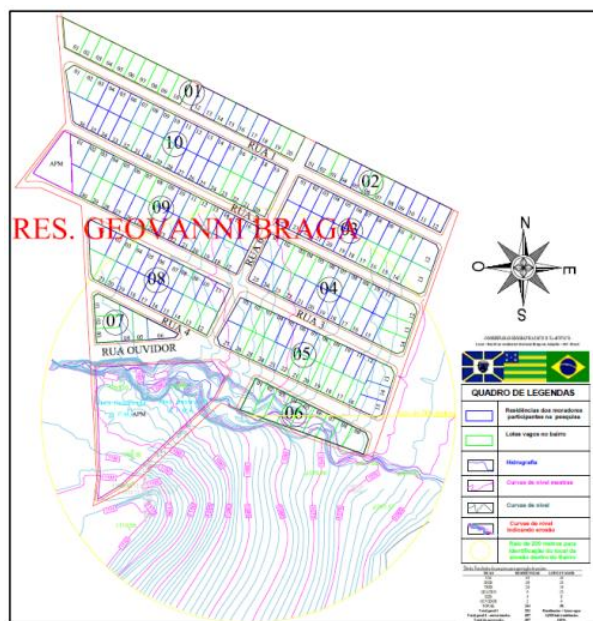
A característica mais evidente é a dominância das espécies caducifólias como, por exemplo: Angico Vermelho (*Parapiptadenia regída*), aroeira (*Astronium SP*), amarelão ou garapa (*Apuleia praecox*) e outras.

As maiores altitudes estão nos topos divisores de água e as menores próximas ao talwegues, sendo que nos topos predominam uma diversidade altimétrica de Média/Baixa a Média que se acentuam pontualmente em rebordos erosivos dos Topos Planos a oeste e no modelado de dessecação a leste onde sobressai uma diversidade altimétrica predominantemente alta, onde encontra-se mais de dez pontos em que a é superior a 45% .

Nimer (1989) retrata que o clima predominante nas regiões do Cerrado é do tipo tropical quente sub úmido, sendo muito bem definido por duas estações. A primeira trata-se da seca, que corresponde ao período outono-inverno e a segunda trata-se da umidez, que corresponde ao período primavera-verão, onde mais de 70% da chuva se concentra nos meses de novembro a março.

A Figura 12 retrata os níveis topográficos e os componentes que compreende o local da erosão no Bairro Geovane Braga.

**Figura 12- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga e suas características físicas.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Geovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

#### 4.3 ORIGEM DA EROSÃO



Popp (1998) trata os movimentos de terra de três formas: Escoamento, Escorregamento e Avalanche.

Os escoamentos podem ser ocasionados de forma rápida, fluido-viscoso, podendo ser de lama ou até mesmo de detritos, mas quando são escoamentos lentos, eles passam a serem denominados de rastejo ou reptação, dirigindo-se as encostas mais baixas.

Na área analisada, nota-se que houve um escoamento mais lento pelo longo tempo de formação do processo erosivo, onde o peso do material (principalmente de resíduos urbanos) e a infiltração da água sem a forte presença de vegetação propiciaram para o movimento de terra no local.

Segundo Silva (2016), a degradação maciça no solo é mais propícia em áreas que recebem o sol da tarde e/ou naquelas que recebem o sol o dia todo, pois assim ocorre grande gradiente térmica entre o dia e a noite, promovendo a secagem do solo e conseqüentemente aumentando a pressão na fase ar, induzindo maior quantidade de trincas de contração que podem se refletir no interior do maciço e gerando o processo erosivo.

Foi constatado durante a análise de campo que grande parte da vegetação da área em retrocesso natural de erosão, principalmente em região de encosta da margem direita do endereço supracitado foi praticamente dizimada pelos fenômenos antrópicos e da natureza naquela faixa de solo por vários anos, sem que fossem tomadas providências para a recuperação da referida área, como mostra nas imagens (Figuras 13 e 14) retiradas do local.

**Figura 13- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga em 2015.**



Fonte: Foto retirada pelo autor no local da erosão no Residencial Geovane Braga, 2015.



**Figura 14- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga em 2015.**



Fonte: Foto retirada pelo autor no local da erosão no Residencial Geovane Braga, 2015.

Embora a área apresentada esteja bastante desgastada, ela também apresenta outro problema para a formação do processo erosivos analisado no local: a disposição de resíduos sólidos urbanos, bem evidentes, resultado do surgimento de comunidades em torno (Figura 15).

A área ocorre em topografia em desnível acentuado não sendo semiplana, cujas drenagens adjacentes pertencem à bacia do Rio das Antas.

**Figura 15- Foto da Erosão no Residencial Geovane Braga em 2015 com a presença de resíduos sólidos urbanos.**



Fonte: Foto retirada pelo autor no local da erosão no Residencial Geovane Braga, 2015.

Para Teixeira & Guimarães (2012), os maiores problemas causados pelas erosões são: eliminações de terras férteis, devastação de estradas e outras obras de engenharia, riscos de desabamento de residências, assoreamento de rios e receptáculos, recobrimento de solos

férteis nas planícies de inundação, devastação de habitats, rebaixamento do lençol freático com secagem de nascentes, alteração de pastagens e culturas agrícolas, entre outros.

A necessidade em tentar restabelecer o controle do solo resolvendo o problema da área degradada foi iniciada por Engenheiros (Civil e Ambiental) da Secretaria de Obras do Município de Anápolis, buscando tentar trazer um solo mais produtivo e seguro (firme) para a comunidade presente no bairro Geovane Braga.

#### 4.4 MÉTODOS DE CONTENÇÃO

Atráves da Secretaria Municipal de Obras do Município de Anápolis, houve uma tentativa de recuperação de toda a área erodida afim de tentar proporcionar uma qualidade de vida melhor para os moradores do bairro Geovane Braga.

Segundo Silva (2016), os métodos a seguir foram procedimentos tomados em 2015/2016 buscando diminuir inúmeros problemas sociais, econômicos e ambientais:

1º Passo: Passo designado, com a utilização de maquinários, responsável pela retiradas de entulhos (sedimentos soltos) presentes no solo erodido mostrado na figura 16 a seguir:

**Figura 16- Retirada dos sedimentos soltos no solo.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Geovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

2º Passo: Ocorreu uma separação dos entulhos que estavam despejados na erosão, onde foi liberado pelos organizadores, que catadores de lixo pudessem recolher materias recicláveis para garantir seu sustento, conforme a figura 17 a seguir:

**Figura 17- Retirada dos sedimentos soltos no solo.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Giovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

O resto dos materiais que não foram recolhidos pelos catadores, foram separados e colocados em caçambas (empresa Disk-Entulho), como mostra na figura 18 a seguir:

**Figura 18- Retirada dos sedimentos soltos no solo.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Giovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

3º Passo: Após a retirada dos estufos presentes na área agredida, houve o procedimento de proteção de cabeceiras feita através de canaletas de drenagem e barreiras protetoras, com o intuito de controlar a velocidade de água e consequentemente evitar novos movimentos de terra. Ambas foram colocadas de forma estratégica analisando os índices pluviométricos do local.

4º Passo: Nimer (1989) retrata que o clima predominante nas regiões do Cerrado, sendo que no período de execução da contenção erosiva no bairro Geovane Braga,



compreende o período da umidez, que corresponde ao período primavera-verão, onde mais de 70% da chuva se concentra nos meses de novembro a março.

Devido aos índices pluviométricos juntamente ao período de execução, foi estabelecido a necessidade de ancoramento dos sedimentos (Figura 19) utilizando paliçadas (cerca feita com estacas apontadas e fincadas no solo).

Observação: O material da paliçada foi escolhida de madeira visando a facilidade de execução e o baixo custo para implementação.

**Figura 19- Construção de paliçadas com manilhas de esgoto que estavam inutilizáveis no município de Anápolis.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civas na Contenção da Erosão do Residencial Geovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

Posteriormente foram colocados pneus (material reutilizável) (Figura 20) para absorver o impacto de água que não foi “segurada” pelas paliçadas de madeira, não comprometendo a estrutura inicial e favorecendo a estabilidade do solo.

**Figura 20- Utilização de pneus no auxílio a prevenção de movimento de terra.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civas na Contenção da Erosão do Residencial Geovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

5º Passo: A presença de taludes instáveis no local, fez com que houvesse a necessidade de reconformação dos barrancos e taludes com o intuito de garantir a estabilidade do solo para o restabelecimento da vegetação.

Observação: O maquinário foi utilizado no período de seca (Início de 2016), para a área estar preparada para receber o plantio no período chuvoso (Figura 21).

**Figura 21- Utilização de maquinas para reconformação do solo.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Giovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

6º Passo: Após todos os procedimentos para estabilizar o solo evitando novos movimentos de terra, iniciou-se a preocupação em retomar a cobertura vegetal para que não ocorressem novos processos erosivos decorrentes a infiltração da água no solo.

Foi aplicado resto de vegetais (palhas, cascas, serragens, madeiras e outros tipos de materiais disponíveis na cidade) (Figura 22) para a formação de cobertura morta sobre a superfície até que as espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas implantadas se estabeleçam e garantam boa proteção ao solo.

**Figura 22- Madeira reutilizável para a cobertura vegetal.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Giovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

7º Passo: A utilização de produtos biodegradáveis (são compostos orgânicos para que os agentes biológicos naturais facilitem sua degradação) foi necessária para acelerar a compostagem da matéria orgânica evitando a contaminação do solo.

A imagem a seguir retrata o resultado da utilização do produto biodegradável “Embiotic” durante a chuva, após a aplicação deste produto (Figura 23).

**Figura 23- Resultado após a aplicação do “Embiotic” durante a chuva.**



Fonte: Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Geovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

8º Passo: Após o lançamento de produtos biodegradáveis, iniciou-se os procedimentos para a revegetação da área utilizando espécies nativas que se adaptam com maior facilidade a região, como por exemplo, algumas leguminosas, gramíneas de rápido desenvolvimento e ainda frutíferas plantadas com a intenção de atrair pequenos animais.

A imagem a seguir (Figura 24) trata-se das plantas que foram plantadas na área agredida:

**Figura 24- Tipos de plantas plantadas na área agredida.**

Leguminosas/ Nativas	Época	Plantio	Espaçamento	Método de Plantio
Crotalaria juncea Leucena Leucenaleucoc ephaka Calopogonio Callopogomim Muconoides Guandu Cajanus cajan Dolichos lab lab Mucuna preta Stizolobium atenium	Outubro	Janeiro	1,0 m x 1,0m	A lança (com o cuidado de efetuar o recobrimen to das sementes com pequena camada de terra)
Embaúba, Ipê amarelo, Tabebuia sp, Garapa, Apuleia leiocarpa, Angico, Gameleira, Ficus SP, Ipê roxo, Tabebuia SP, Inga, Inga SP, Jatobá.	Novembro	Janeiro	3,0 m x 2,0m	Abertura de covas (40cmx40 cm), misturar a terra retirada da cova com esterco curtido, na proporção de + 100 g de calcário.

Fonte Artigo Utilização dos Entulhos de Programas de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civis na Contenção da Erosão do Residencial Geovanni Braga em Anápolis no Estado de Goiás, 2017.

As margens da Rua 04 mantiveram-se a vegetação existente com o intuito de que as espécies pioneiras oferecessem o sombreamento e o clímax para o desenvolvimento das novas vegetações que iriam surgir no decorrer do tempo, irrigando a área recém-plantada com água em um período de 03 meses.

Todas as plantas que não sobreviveram foram retiradas para que pudesse ser feito um novo “replante”.

Após 45 dias do plantio, foi utilizado o adubo NPK 10-10-10 por covas e tratamentos culturais (capinas) em volta das covas e foi necessário o combate a presença de formigas e cupins no local.

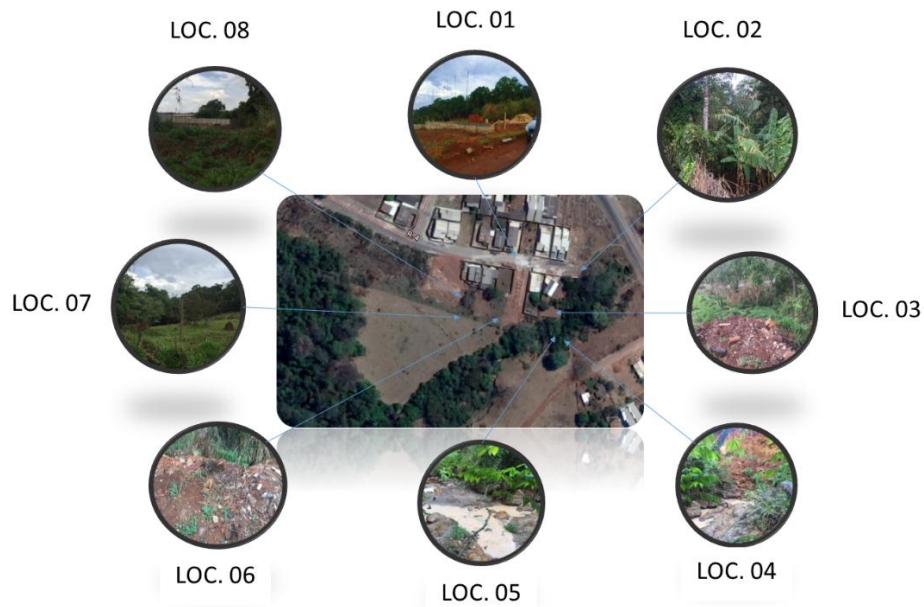
Por fim, foi feita vistorias frequentes fim de analisar a evolução da cobertura vegetal e analisar o desenvolvimento da contenção com o intuito de verificar o solo e seus movimentos de terra.

#### 4.5 RESULTADOS DA CONTENÇÃO

Após três anos da contenção da erosão no Residencial Geovane Braga no município de Anápolis – GO, foi analisado os resultados com o intuito de verificar os procedimentos feitos

pela Secretaria Municipal de Obras e a sua eficácia em relação à recuperação do solo. A imagem (Figura 25) a seguir retrata os locais que foram analisados:

**Figura 25- Locais analisados após a contenção da erosão no bairro Geovane Braga.**



Fonte:Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

#### 4.5.1 Local 01 e Local 08

É notável o crescimento de construções e residências na divisa com a Rua 04 com o antigo local da erosão no Residencial Geovane Braga devido a estabilidade no solo proporcionado pela contenção, conforme as figuras 26 e 27 abaixo:

**Figura 26- Construções feitas após a contenção da Erosão no Residencial Geovane Braga.**



Fonte:Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.



**Figura 27- Construções feitas após a contenção da Erosão no Residencial Geovane Braga.**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

#### **4.5.2 Local 02 e Local 07**

A necessidade de implantar uma nova cobertura vegetal no local é de extrema importância para dar estabilidade ao solo e não permitir que o mesmo se desloque devido aos fenômenos naturais (como por exemplo, a chuva).

No local, nota-se o crescimento de diversas plantas ao redor da área “controlada”, inclusive muitas delas listadas na Figura 24, como por exemplo, leucina, juncea, leucina leuco, guandu, lajanuscajan, dolichos, mucuna preta, entre outros; porém nota-se que outras plantas listadas não foram encontradas, como por exemplo, crotalaria, calopogonio, muconoidis, entre outros.

Segundo a Secretaria Municipal de Obras, certifica-se que todas os tipos de vegetais listados foram plantados, entretanto muitas não se desenvolverem e conseqüentemente foram substituídas pelos vegetais que conseguiram progredir no local como mostra nas figuras 28 e 29 abaixo:

**Figura 28- Resultados da recuperação de cobertura vegetal na área recuperada**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

**Figura 29- Resultados da recuperação de cobertura vegetal na área recuperada.**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

### **4.5.3 Local 03 e Local 06**

A presença de vestígios humanos jogados no solo ainda é um problema a ser debatido, pois mesmo após o serviço de contenção ser concluído, nota-se que ainda há pessoas que não se preocupam com o meio ambiente e deliberadamente joga “lixo” na área recém recuperada, conforme as figuras 30 e 31, a seguir:

**Figura 30- Presenças de vestígios humanos no solo.**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

**Figura 31- Presenças de vestígios humanos no solo.**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

#### **4.5.4 Local 04 e Local 05**

Embora que grande parte do solo tenha sido estabilizada, outra região próxima ao Córrego Góes, segmento do Rio das Antas (Figura 33) começou a ceder, principalmente pelos altos índices de chuvas nos meses setembro e outubro e pela falta de cobertura vegetal nessa região em específico, favorecendo a infiltração e conseqüentemente ao movimento de terra (Figura 32).



**Figura 32- Presenças de novos movimentos de terra.**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

**Figura 33- Colorações do Córrego Góes, segmento do Rio das Antas após ao movimento de terra.**



Fonte: Fotos tiradas no local pelos autores do trabalho, 2018.

## **5 CONCLUSÃO**

Após diversas observações, análises e estudos, nota-se que esse método aplicado na erosão no Residencial Geovane Braga aparenta ter pontos positivos e negativos.

Pontos Positivos: É notável o desenvolvimento da cobertura vegetal no decorrer desses três anos após a contenção ser concluída, onde foi o principal fator para a estabilidade no solo não propiciando a novos indícios de movimentos de terra na área recuperada.

A presença de um solo estável na região permitiu a construção de novas residências no final da “Rua 4”, sendo que em 2015 era uma situação quase impossível de acontecer, pois o pessoal chegava a comprar lotes baratos mas devido a instabilidade do solo não conseguia construir nada no local.

Outro ponto a se avaliar foram os materiais utilizados na contenção, pois foram matérias que estavam guardados na Secretaria Municipal de Obras do município de Anápolis, onde não havia finalidade alguma para eles, dessa forma, fez com que essa contenção se tornasse mais barata do que as contenções em geral justamente na reutilização de materiais (como por exemplo: pneus, manilhas e estacas de madeira).

Pontos negativos: O primeiro ponto negativo é a presença de lixo na região, sendo que em 2015, no primeiro passo de contenção, tratava-se justamente na questão de limpeza do terreno e logo após 3 anos, voltou a ser um problema na região. Deveria haver órgãos de conscientização para alertar a população sobre a importância de não degradar o meio ambiente, mas também temos a “PNMA”- (Policia nacional do meio ambiente), onde tem a principal função em penalizar aqueles que buscam degradar o meio ambiente.

Outro ponto negativo foi o surgimento de uma nova erosão próximo à área recuperada, pois os responsáveis da contenção se preocuparam em apenas conter as áreas que estavam degradadas e não elaboraram um estudo para conter futuras erosões em áreas caracterizadas como área de riscos.

Conclusão: O método de contenção aplicado na região foi eficaz, pois trouxe estabilidade para o solo, onde a cobertura vegetal conseguiu se desenvolver bem durante esses três anos após a contenção ser concluída não propiciando para novos surgimentos de movimento de terra no local, mas os responsáveis da contenção não foram visionários, pois se preocuparam em conter apenas as áreas degradadas sem avaliar as áreas de risco, fazendo com que surgissem novas regiões no local.

Lembrando que o maior ponto positivo era na economia da contenção, mas devido a necessidade de estabelecer novas contenções, fará com que essa economia seja deixada de lado, pois a prefeitura de Anápolis terá que gastar mais do que o planejado para fazer uma ou duas contenções a mais para estabilizar a nova erosão que surgiu no residencial.

Este método pode se tornar a base para se criar novos métodos de contenção com matérias reutilizáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. As boçorocas de Franca. Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca, 1(2): 5-27, Franca, 1968.

ALMEIDA, DS. Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online].3rd ed. rev. andenl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 140-158. ISBN 978-85- 7455-440-2.

CARDOSO, Rafael Said Bhering; PIRES, Lucas Valente Pires. Voçorocas: processos de formação, prevenção e medidas corretivas. WORDPRESS, 2009.

CORRÊA, R. S. Recuperação de Áreas Degradadas no Cerrado: Diretrizes para Revegetação. Brasília, GDF/SEMARH, fev 2005a, 151 p.

FERREIRA, R. R. M.; FERREIRA, V. M.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R. Origem e evolução de voçorocas em Cambissolos na bacia do alto Rio Grande, Minas Gerais. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado-RS. Anais, 2007.

GOLDMAN, S. J. Erosion and Sediment Control Handbook, New York. McGraw-Hill-USA. 1986.

GONÇALVES, Carlos Roberto. Direito Civil Brasileiro - Volume II - Teoria Geral das Obrigações - 11.ed., São Paulo: Saraiva, 2014.

GUINDICINI, G.; NIEBLE, C. M., 1976. *Estabilidade de Taludes Naturais e de Escovação*. Edgar Blucher, Ed da Universidade de São Paulo. Pag 340.

IWASA, O.Y. & FENDRICH, R. Controle de Erosão Urbana. Oliveira, A. M. S., Brito, S. N. A. (Org.). Geologia de Engenharia. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, São Paulo, SP, p. 271-282, 1998.

LIMA, M. C. Degradação físico-química e mineralógica de maciços junto às voçorocas. Tese de Doutorado em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, FT, UnB, Brasília, DF, 2003.

NIMER, E. Clima. In: Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, M.A.T. Observação de marcas de erosão e cadastramento de voçorocas em meio rural. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5., Bauru, 1995. Anais. Bauru, ABGE-UNESP, 1994. p.253-255

PENA, Rodolfo F. Alves. "Desmatamento"; Brasil Escola, Brasil, 2014.

POPP, José Henrique. Geologia Geral. 5ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S/A: 1998

SILVA, Welvis F. Utilização dos entulhos de Programa de Gerenciamento de Resíduos de Construções Civas da Erosão do Residencial Geovanni Braga, Anápolis, GO, 2016.

TEIXEIRA, Natália Campos; GUIMARÃES, Carla Daniele de Carvalho. Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil.UFSJ – MG,28 out. 2012. Pag. 14. Disponível em:[http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes\\_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS\\_DE\\_CONTENCAO.pdf](http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf).