

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL SOUZA ACACIO

YAGGO VINICIUS DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**EROSÃO: ESTUDO DE CASO APLICADO AO PARQUE
RESIDENCIAL DAS FLORES, ANÁPOLIS GO.**

ANÁPOLIS / GO

2020

GABRIEL SOUZA ACACIO
YAGGO VINICIUS DO NASCIMENTO OLIVEIRA

EROSÃO: ESTUDO DE CASO APLICADO AO PARQUE
RESIDENCIAL DAS FLORES, ANÁPOLIS GO

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

ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDESSANTOS

ANÁPOLIS / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

ACACIO, GABRIEL SOUZA/ NASCIMENTO, YAGGO VINICIUS DO

Erosão: Estudo de caso aplicado ao Parque Residencial das Flores, Anápolis Go.

65P mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|---------------------------|--------------|
| 1. Solo | 2. Erosão |
| 3. Residencial das Flores | 4. Estudo |
| I. ENC/UNI | II. Bacharel |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACACIO, Gabriel Souza; NASCIMENTO, Yaggo Vinicius de. Erosão: Estudo de caso aplicado ao Parque Residencial das Flores, Anápolis GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 65p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Gabriel Souza Acácio

Yaggo Vinicius do Nascimento Oliveira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Erosão: Estudo de caso aplicado ao Parque Residencial das Flores, Anápolis Go

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

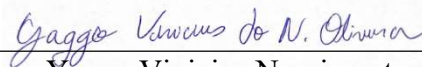
ANO: 2020

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.



Gabriel Souza Acácio

E-mail: gabrielsouzaacacio@gmail.com



Yaggo Vinicius Nascimento

E-mail: yaggovini@outlook.com

GABRIEL SOUZA ACACIO
YAGGO VINICIUS DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**EROSÃO: ESTUDO DE CASO APLICADO AO PARQUE
RESIDENCIAL DAS FLORES, ANÁPOLIS GO.**

**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:

CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre (Unievangélica)
(ORIENTADOR)

AGNALDO ANTÔNIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Mestre
(Unievangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

ELKE DIAS DE SOUSA, Mestre (Unievangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 06 de NOVEMBRO de 2020.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado força e coragem nessa caminhada. Agradeço ao meu orientador Carlos Eduardo por ter dado todo o apoio necessário nessa jornada.

Gabriel Souza Acácio

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por me dar força nessa jornada, agradeço a minha família por estar sempre me amparando, ao orientador Carlos Eduardo pelo apoio indispensável e ao meu colega de trabalho pela paciência.

Yaggo Vinicius Nascimento

RESUMO

Os danos ambientais são frequentemente identificados no espaço urbano, inclusive, grande parte dos processos da construção civil estão associados a essas situações, como é o caso dos processos erosivos identificados em diferentes regiões. De forma simplificada a erosão se trata do deslocamento de fragmentos da superfície da terra, ocasionada por processos naturais e que podem atuar em conjunto com a ação do homem. Este TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) se trata do estudo do processo erosivo existente no bairro Residencial das Flores situado no município de Anápolis GO. O estudo tem como objetivo apontar as causas e possíveis soluções para o problema levantado. Para isso foi realizada uma visita ao local afetado no Residencial das Flores, onde foram feitos alguns registros fotográficos e constatado a gravidade do problema. Posteriormente a Prefeitura Municipal de Anápolis foi acionada para a verificação das medidas tomadas, bem como soluções levantadas para tratativa da erosão que aflige os moradores do bairro. A partir da consulta na Prefeitura Municipal foi disposto um documento onde consta todo o processo relacionado ao caso, porém foi identificado que nenhuma medida ainda foi tomada. Sendo assim foi sugerida a criação de uma escada dissipadora como solução para o problema.

PALAVRAS-CHAVE:

Solo. Erosão. Residencial das Flores. Estudo.

ABSTRACT

Environmental damage is often identified in the urban space, including, most of the construction processes are associated with these situations, as is the case with the erosive processes identified in different regions. In a simplified way, erosion is the displacement of fragments of the earth's surface, caused by natural processes that can act in conjunction with the action of man. This TCC (Course Conclusion Paper) deals with the study of the erosion process existing in the Residencial das Flores neighborhood located in the municipality of Anápolis GO. The study aims to point out the causes and possible solutions to the problem raised. For this purpose, a visit was made to the affected site at Residencial das Flores, where some photographic records were made and the seriousness of the problem was contacted. Subsequently, the City Hall of Anápolis was called in to verify the measures taken, as well as solutions raised to deal with the erosion that afflicts the residents of the neighborhood. Based on the consultation with the City Hall, a document was prepared containing the entire process related to the case, but it was identified that no measures have yet been taken. Therefore, it was suggested the creation of a dissipating ladder as a solution to the problem.

KEYWORDS:

Ground. Erosion. Residencial das Flores. Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formação do solo.....	19
Figura 2 – Terminologia dos solos de acordo com o SUCS.....	22
Figura 3 - Processos pedogenéticos do solo	23
Figura 4 – Fases do processo de erosão hídrica.....	30
Figura 5 – Localização da erosão no bairro.....	39
Figura 6 – Erosão do Parque Residencial das Flores: vista do lado de cima da erosão.	40
Figura 7 – Erosão do Parque Residencial das Flores: vista do lado de baixo da erosão.	40
Figura 8 – Ribeirão Antas.....	41
Figura 09 – Esboço Geomorfológico da região.....	42
Figura 10 – Terreno onde se encontra a erosão.	43
Figura 11 – Entrada do terreno: sem sinalização de aviso encontra a erosão.	43
Figura 12 – Casa localizada ao lado da erosão.	44
Figura 13– Arvore que foi derrubada pelo deslizamento de terra.	44
Figura 14 – Obra de recuperação da Vila Formosa	51
Figura 15 – Gabião construído na Vila Formosa.....	51

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DAIA	Distrito Agroindustrial de Anápolis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
SUCS	Sistema Unificado de Classificação
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo geral	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
1.3 METODOLOGIA	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Panoramas sobre a construção civil	15
2.1.1 Obras Civis.....	16
2.2 O SOLO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: origem e conceito.....	18
2.2.1 Classificação dos solos.....	21
2.2.2 Tipos de solo	23
2.3 EROSÃO: CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO.....	27
2.3.1 Tipos de erosão.....	28
2.3.2 Fatores condicionantes dos processos erosivos.....	31
2.4 EROSÃO X SOCIEDADE	34
2.5 PRÁTICAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO	35
2.6 CONDIÇÕES DE EROSÃO DO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS: CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO	36
3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	39
4 RESULTADOS E DISCUÇÕES	46
4.1 USO E OCUPAÇÃO DE SOLO NA REGIÃO DA BACIA DO RIO DAS ANTAS ...	46
4.2 ESTUDOS SOBRE A EROSÃO E AGRAVAMENTO AMBIENTAL NA REGIÃO.	47
4.3 PROCESSO Nº. 5286681-64.2017.8.09.0006: A EROSÃO DO RESIDENCIAL DAS FLORES	47
5 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A – PROCESSO Nº: 5286681-64.2017.8.09.0006	57

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades relaciona-se a diversos fatores como a mecanização do campo e concentração de terras e industrialização. Esses fatores estão ainda ligados tanto a migração do homem do campo para as cidades quanto á demanda de mão de obra. O fato, é que diversas cidades não possuem um plano diretor ou código de obras que possa oferecer um planejamento adequado para construção ou expansão de seus territórios.

Além da falta de planejamento, erros técnicos como má execução de serviços de terraplanagem, falta da execução de ensaios de solo, manuseio incorreto do solo, assim como fatores naturais tem têm implicado na ação de processos erosivos que por consequência ocasionam transtornos financeiros e patrimoniais significativos.

Esse processo erosivo trata-se, de forma resumida, do processo de desgaste da superfície do terreno e por consequência o de deslocamento da terra ou rochas de uma determinada superfície, e pode ocorrer de diversas formas, como por exemplo devido a agentes naturais, como águas, ventos, gravidade ou geleiras conforme será estudado posteriormente.

Nos últimos anos a erosão do solo corrida no bairro Parque Residencial das Flores tem causado preocupação principalmente para os moradores da região, despertando interesse de pesquisas quanto às causas de sua origem, evolução e formas de controle, devido à grande extensão da área atingida e conseqüentemente inutilização das terras, levando até mesmo ao risco de desabamento de algumas casas da região.

Embora esse processo esteja em pauta de discussões de responsáveis governamentais e moradores é preciso identificar quais as causas da ocorrência dessa devastação e o que pode ser feito como medida de controle para a erosão uma vez que, está já chegou a uma situação de extrema calamidade.

Pensando nisso, o TCC em questão, apresenta um estudo de caso sobre a erosão, apresentando seus conceitos e evidenciando os tipos de erosão da cidade de Anápolis GO. Dessa forma, será aplicado um estudo de caso ao bairro Parque Residencial das Flores onde poderão ser colocados em prática os estudos realizados no trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

O solo é um componente fundamental para a vida, uma vez que, faz parte de todo um ecossistema que é composto por produção de alimentos, construção civil e moradia, transporte, dentre outros. Em contrapartida, a erosão decorre de um processo de deslocamento de solo, que por sua vez gera diversos transtornos sociais e econômicos além de gerar situações de risco aliadas as condições de solo do município.

Anápolis é um município que possui recorrentes eventos com erosões em seu território urbano. Recentemente a erosão da Vila Formosa gerou diversos transtornos para a população local e município, nesse mesmo sentido, tem crescido a preocupação com a conservação do ambiente e utilização inadequada do solo e dos recursos naturais, inclusive, a erosão que vem crescendo de forma desordenada no Parque Residencial das Flores tem que se tornado alarmante, ora, medidas de conservação e recuperação das perdas do solo e os métodos de avaliação desses impactos ambientais ocorridos no bairro precisam ser tomadas.

Pensando nisso, esse trabalho visa estudar a erosão apresentando seus conceitos e evidenciando os tipos de erosão da cidade de Anápolis e posteriormente realizar estudo de caso ao Residencial das Flores com o intuito de verificar as causas e impactos desse fenômeno na população da região e conseqüentemente no município.

Esse estudo se faz muito importante tanto para o município em si, em especial a população do Parque Residencial das flores, quanto para a comunidade acadêmica uma vez que proporcionará para embasamento e resolução desse problema encontrado na região estudada e como material para estudos futuros.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Fazer um levantamento sobre a erosão no Parque Residencial das Flores em Anápolis GO, evidenciando suas causas para propor soluções no tocante ao problema.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os conceitos de erosão e a natureza de suas causas;

- Apresentar as condições de erosão do município de Anápolis GO e as características do solo do município;
- Realizar um estudo de caso no Bairro Parque Residencial das Flores em Anápolis GO apontando suas causas e possíveis soluções.

1.3 METODOLOGIA

O TCC foi baseado em um estudo de caso realizado no Parque Residencial das Flores, onde por meio de dados coletados através de visitas ao bairro será elaborado um relatório sobre as causas da erosão, assim como as consequências desse fenômeno para a população local e município de Anápolis.

A princípio foi elaborado o referencial teórico contendo os principais conceitos de erosão, assim como suas principais causas e consequências, para posteriormente, ser evidenciando os tipos de erosão ocorridos na cidade de Anápolis GO.

Conseqüentemente, para oferecer embasamento teórico, foi elaborado o referencial teórico que conta com o levantamento do material didático necessário através da pesquisa bibliográfica que apresentou conceitos sobre o tema, Segundo Chiara et. al (2008) a pesquisa bibliográfica tem o intuito de levantar um conhecimento disponível sobre teorias, a fim de analisar, produzir ou explicar um objeto sendo investigado. Além da pesquisa bibliográfica, para levantamento de informações complementares, foram utilizados dados obtidos através dos órgãos competentes.

Por fim, os dados obtidos durante a elaboração do trabalho serão organizados e apresentados em forma de relatório, para sistematizar os resultados dos resultados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para uma melhor estruturação e apresentação da proposta do estudo, o TCC será dividido em 5 capítulos conforme segue:

- Capítulo 1: foi apresentado a introdução do estudo, evidenciando os objetivos propostos, justificativa e metodologia utilizada para a elaboração do TCC.

- Capítulo 2: será apresentada a revisão bibliográfica, onde foi realizado o levantamento do material teórico necessário para o estudo. No capítulo 02 serão apresentados os conceitos de erosão, assim como suas causas e consequenciais, além das condições de erosão do município de Anápolis GO.
- Capítulo 3: será apresentado o estudo de caso no bairro Residencial das Flores.
- Capítulo 4: serão apresentados os resultados e discussões do estudo.
- Capítulo 5: serão apresentadas as conclusões obtidas através do estudo, assim como as sugestões propostas para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para se obter uma percepção sobre o tema foi realizada uma pesquisa bibliográfica que serviu de base para a pesquisa proposta nesse trabalho. Essa pesquisa foi fundamentada no conhecimento de outros pesquisadores e será apresentada a seguir.

2.1 PANORAMAS SOBRE A CONSTRUÇÃO CIVIL

Caracterizada como atividade produtiva da construção que envolve diversas atividades que vão desde a instalação, reparação, equipamentos e edificações a preparação do terreno, as obras de edificações e de engenharia civil, as instalações de materiais e equipamentos necessários entre outros o setor da Construção Civil tem ganhado força e produtividade ao longo dos anos contribuindo de forma incisiva no PIB (Produto Interno Bruto Brasileiro), além disso, contribui também para diversas mudanças tendências de crescimento para o setor industrial e atua como uma forte geração de empregos (OLIVEIRA, 2012).

De acordo com Bastos (2019) a indústria da construção civil é um conjunto de atividades destinadas a utilizar ou adaptar os recursos naturais e as tecnologias disponíveis para a execução de projetos de construção de acordo com as necessidades de habitação, obra e desenvolvimento. O setor dispõe de obras diversas, tais como: sistemas industriais, obras viárias, minas, contenções, hidráulicas, obras de edificação (habitacionais, industriais, comerciais, estações e terminais, esportivas, sociais, médicas, etc.), etc.

Dentro do contexto da natureza do sistema construtivo, Mikail (2013) cita os principais tipos de construção. A artesanal, que utiliza a experiência e métodos e processos intuitivos, comumente encontrada em edificações rurais, com tecnologia e estilo arquitetônico locais. O método tradicional, predominante nas áreas urbanas. O Tradicional Racionalizado, caracterizado pela padronização, modulação e racionalização. E o método industrializado, que diz respeito ao método mais utilizado atualmente no Brasil, caracterizado pela montagem de componentes pré-fabricados.

A história da industrialização da construção civil se deu a partir de três fases da industrialização (FERREIRA, 2014): A primeira fase, foi caracterizada pelo o nascimento de máquinas multifuncionais, que os trabalhadores podem ajustar para realizar diferentes tipos de tarefas. Na segunda fase, o mecanismo é ajustado para realizar tarefas específicas, nas quais os

trabalhadores são treinados para repetir determinadas ações no menor tempo possível, a fim de obter melhor qualidade e resultados econômicos, tendo uma ideia de diversidade industrial. Posteriormente, ainda na segunda fase da industrialização, integrou-se a produção e transporte de materiais e produtos para formar uma linha de montagem. A terceira e última fase, conhecida como segunda revolução industrial, teve início na década de 1950, na qual os sistemas automatizados foram começaram a ser usados para substituir a mão de obra nas máquinas.

Essa transição promoveu mudanças interessantes para a construção civil, pois desta forma, a produção das máquinas pode ser adaptada às necessidades específicas de cada obra, utilizando peças pré-fabricadas e promovendo assim um salto de qualidade, com produção mais controlada, mão de obra bem treinada, o trabalho fica mais organizado e seguro. Ora, sua história e evolução é fundamentada na perspectiva de várias tendências e mudanças em diversos setores, uma vez que, existe um conjunto de características nos processos produtivos, quando aplicados os conceitos e procedimentos vindos das modernas teorias de gestão passam por grandes dificuldades e assim é preciso passar por um processo de adaptação, assim permitir a implementação (OLIVEIRA, 2012).

No Brasil, a construção civil enfrenta muitas dificuldades, pois passa por diferentes crises de mercado, assim as empresas têm dificuldades para investir em novas tecnologias, para execução e gestão de projetos. Mas com a grande concorrência e maior oferta de crédito imobiliário, as empresas começaram a buscar novas formas de gerenciar seus projetos para alcançar grandes ganhos e diminuir as perdas. Sendo assim, construção civil e o desenvolvimento econômico estão ligados de forma que a indústria da construção atua com diretrizes que são capazes de elevar o crescimento econômico. Isso ocorre principalmente pela proporção do valor adicionado total das atividades, como também pelo efeito multiplicador de renda e sua interdependência estrutural (MIKAIL, 2013).

2.1.1 Obras Civis

Conforme mencionado, a composição da economia no Brasil tem uma grande parcela que é de responsabilidade da construção civil, por esse motivo há grandes investimentos no setor por partições públicas e privadas, esse ramo possui alta demanda de mão de obra no mercado, pois possui um alto índice de contribuição no PIB brasileiro (OLIVEIRA, 2012).

O fato de a construção civil abranger todo esse capital é por conta de englobar todas as obras executadas no país, alguns exemplos dessas obras são a construção de rodovias, portos e aeroportos, ferrovia, edificações de pequeno a grande porte entre outros.

Segundo a Receita Federal, o conceito de construção civil é construir, demolir, reformar, ampliar, edificar ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou subsolo, para que possa haver um controle de qualidade dessas obra, fica de responsabilidade da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), elaborar e implementar normas que padronize e garanta as qualidades de execução em todo o campo da construção e cabe ao CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) fiscalizar os profissionais responsáveis pelas obras (TEIXEIRA, 2010).

Antes da execução de toda ou qualquer tipo de obra, se faz necessário estar com todas as licenças de funcionamento liberadas pelos órgãos competentes, podendo ser municipal, estadual e federal, tendo como executor responsável um profissional devidamente habilitados com registro em dia no CREA.

Para o desenvolvimento eficiente da construção sendo ela qual for, é de extrema importância que a elaboração desta esteja bem consolidada para que não haja atrasos ou desperdícios de materiais ou tempo de execução, pois a meta principal desse empreendimento é a entrega final da obra com qualidade, segurança e estar dentro do prazo previamente estabelecido, portanto, a uma das partes mais importante da construção civil é a elaboração e planejamento do projeto assim como o acompanhamento do mesmo utilizando das mais diversas ferramentas digitais de elaboração planejamento e acompanhamento de obra (OLIVEIRA, 2012).

Para que haja fluidez na construção civil é necessário grupos de profissionais comprometidos que são divididos em cargos estratégicos, como exemplo desses cargos Bastos (2019) cita:

- Administrativo – Esse grupo é composto pela parte financeira da empresa, parte da logística, recepcionistas, auxiliares administrativos, auxiliares de suplemento, auxiliares pessoais, auxiliares comerciais, auxiliares contábeis entre outras.
- Corpo técnico – Nesse grupo se tem os profissionais como projetista/desenhistas, calculistas, técnicos topógrafos e técnicos de segurança do trabalho.
- Chefia – Composto por diretores, gerentes coordenadores, encarregados e supervisores.

- Nível Superior – Cabe a esse grupo os profissionais como os engenheiros, arquitetos e jurídicos.
- Colaboradores - nesse grupo está contido todas as mãos de obras que atuam diretamente na execução dos trabalhos como por exemplo, pedreiros, carpinteiros, soldadores, operadores de maquinários, mestre de obra, eletricitas, mecânicos, auxiliares de diversos segmentos entre outros.

Logo, para cada profissional acima citado, é de sua responsabilidade a segurança dentro dos canteiros de obra, apesar de haver cargos específicos de segurança de trabalho como por exemplo o engenheiro e o técnico de segurança do trabalho, cada indivíduo que atua nesse ramo tem que zelar pelo seu bem estar (PAIXÃO, 2015). A composição total da construção civil é dividida no seguinte formato:

- Elaboração e planejamento de toda a obra;
- Obtenção das licenças necessárias para atuação da obra;
- Mobilização de recursos;
- Execução da obra;
- Entrega do projeto;
- Desmobilização;
- Manutenção;

Diante do que foi dito, a construção civil possui um enorme peso do desenvolvimento do país, através dela se obtém o bem estar da sociedade com soluções voltada a engenharia civil por meio de obras de infraestruturas sustentáveis.

2.2 O SOLO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ORIGEM E CONCEITO.

Denomina-se como solo a parte exterior da crosta Terrestre, ou seja, a camada superficial da Terra que é resultado da decomposição de rochas em conjunto com a ação de agentes de intemperismo (DNER, 1996). Segundo Caputo (2012, pg.14), “são materiais que resultam do intemperismo ou meteorização das rochas, por desintegração mecânica ou

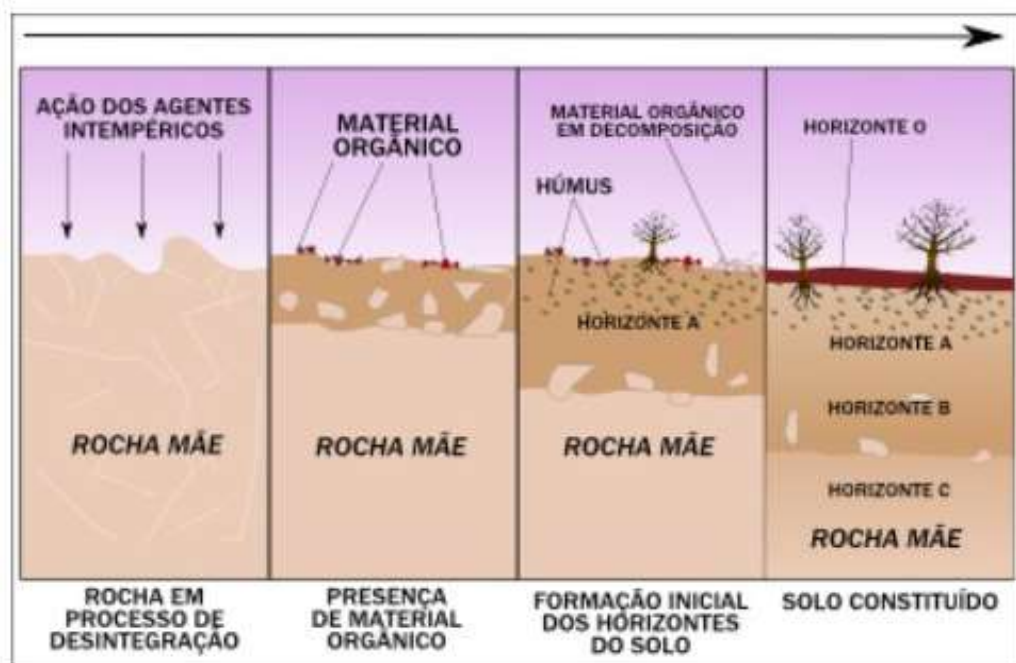
decomposição química.” Sendo assim, é possível dizer que o solo é resultante de uma série de fatores físicos, químicos e biológicos.

A formação dos solos decorre de anos de decomposição em algum lugar da superfície e é resultado de uma combinação de muitos fatores. A força de qualquer fator, maior ou menor, pode determinar a formação de um tipo de solo ou outro, as rochas dispostas em camadas respondem de maneira diferente ao desgaste de cada camada, o que leva a diferenças, portanto, cada tipo de rocha e cada tipo de maciço rochoso se decompõem à sua maneira. O material decomposto resultará em uma mistura complexa de materiais inorgânicos e resíduos orgânicos parcialmente decompostos (SÓ GEOGRAFIA, 2007).

Quando as rochas são expostas ao meio atmosférico, especialmente ao calor e à umidade, elas se decompõem e vários organismos se instalam em seus fragmentos de forma que o solo se manifesta em vários aspectos. Esses fatores, fazem com que a qualidade, as características e a quantidade do solo variam nas diferentes regiões. Ora, os agentes meteorológicos alteram continuamente o solo e transformam as partículas em partículas cada vez menores, os fatores formadores de solo mais comuns são: clima, matérias-primas, organismos, clima e terreno (MAGALHÃES, 2020).

A figura 1 ilustra a formação do solo a partir da rocha mãe.

Figura 1 - Formação do solo.



Na figura 1 é possível observar que a estrutura ilustrada no solo constituído apresenta uma estrutura nomeados como O, A, B, C e rocha mãe, essa divisão se deu para uma melhor compreensão do detalhamento das características principais de cada perfil do solo existentes nos horizontes do solo. Pena (2020) explica cada camada:

- Horizonte O: Trata-se da camada orgânica formada pela decomposição de matéria orgânica derivada de animais e plantas.
- Horizonte A: Trata-se da camada mineral que consiste na rocha-mãe e nos compostos minerais de outras regiões, essa camada contém uma grande quantidade de matéria orgânica decomposta, o que também a torna chamada de solo úmido.
- Horizonte B: Trata-se da camada de composição mineral, formada pelo acúmulo de argila e oxi-hidróxicos de ferro e alumínio.
- Horizonte C: É a camada de transição entre o solo e a rocha que ele forma, também chamada de saprolito. É formado por alguns sedimentos maiores e menos decompostos e representa o processo de decomposição das rochas.
- Rocha mãe: Trata-se da rocha que se decompõe e produz o solo.

Para a construção civil o solo é parte integrante de qualquer obra, visto que oferece sustentação ao peso da construção além de ser determinante para variáveis fundamentais do projeto como por exemplo características de drenagem, sondagem, permeabilidade e resistência (CAPUTO, 2012).

Desta forma, conhecer e classificar os tipos de solo, assim como as características do terreno é de suma importância para uma construção. Tendo isso em mente, o estudo dos solos se faz muito importante, tanto para a construção civil em si, quanto para os demais seguimentos como agricultura por exemplo. Para tal, é necessário que seja feito um diagnóstico apurado, uma vez que, os solos variam muito conforme o relevo, a rocha, a vegetação e o clima, devido isso, somente através de informações precisas é possível realizar um planejamento consciente do uso das terras (PENA, 2020).

Cada classe ou propriedade de solos apresenta vulnerabilidade, comportamentos e características em relação aos processos erosivos de forma distintas, que envolvem fatores como textura, estrutura, matéria orgânica ou consistência que dizem respeito ao desenvolvimento de perfil de solo, tornando extremamente necessária sua caracterização para

conhecer e atuar na qualificação e quantificação destes processos de forma precisa, efetiva e eficaz. Os solos possuem diferentes vulnerabilidades à erosão (GRANDO e MACIEL, 2007).

Nesse contexto, a pedologia é a ciência que estuda os solos e os seus processos de formação em seus aspectos físico, químico e biológico, procedendo à sua caracterização e classificação, ao mesmo tempo que procura esclarecer a sua distribuição geográfica e o seu modo de formação e evolução, assim como quaisquer outros processos e fenômenos que nele ocorram.

2.2.1 Classificação dos solos

Ao observar que o solo é o resultado de uma série de fatores químicos, físicos e biológicos que atuam em conjunto com fatores como topografia, clima e fatores atmosféricos, é imprescindível sua classificação e conhecimento, de forma a compreender as características de cada terreno, uma vez que, podem ser obtidos os parâmetros necessários para se construir garantindo a durabilidade e segurança da estrutura. Ora, “o objetivo da classificação dos solos, sob o ponto de vista da engenharia, é poder estimar o provável comportamento do solo ou, pelo menos, orientar o programa de investigação necessário para permitir a adequada análise de um problema” (PINTO, 2006, p.63).

Segundo Pufal (2015) existem várias maneiras de classificar o solo com base em sua origem, estrutura ou presença de matéria orgânica. No entanto, um dos principais sistemas de classificação de solos é o SUCS (Sistema Unificado de Classificação). O sistema é suportado por classificação baseada na distribuição granulométrica do solo, portanto, geralmente este tipo de classificação é dividido em três categorias:

- Solos grossos: diâmetro dos grãos maior que 0,074 mm;
- Solos finos: diâmetro dos grãos menor que 0,074mm;
- Turfas: solos extremamente orgânicos e compressíveis.

A figura 2 ilustra a terminologia dos solos de acordo com o SUCS.

Figura 2 – Terminologia dos solos de acordo com o SUCS

Classificação SUCS			
	Letra	Descrição	Tipo
Tipo Principal do Solo	G	Pedregulho	Solos Grossos
	S	Areia	
	M	Silte	Solos Finos
	C	Argila	
	O	Solo Orgânico	
Dados Complementares	W	Bem graduado	
	P	Mal graduado	
	H	Alta compressibilidade	
	L	Baixa compressibilidade	
Solo Altamente Orgânico	Pt	Turfas	

Fonte: Pufal, 2015.

Segundo Pinto (2006, p.65)

Para a classificação por esse sistema, o primeiro aspecto a considerar é a porcentagem de finos presente no solo, considerando-se finos o material que passa na peneira nº 200 (0,075 mm). Se a porcentagem for inferior a 50, o solo será considerado como solo de granulação grosseira, **G** ou **S**. Se for superior a 50, o solo será considerado de granulação fina, **M**, **C** ou **O**.

Desta forma, nesse sistema os solos são categorizados pelo conjunto de duas classificações ou duas letras, sendo assim, um solo **SW** significa areia bem graduada enquanto um solo **CH** significa argila de alta compressibilidade.

Quanto a sua origem, os solos podem ser classificados em três grupos principais de acordo com Pufal (2015): solos residuais, solos sedimentares e solos orgânicos.

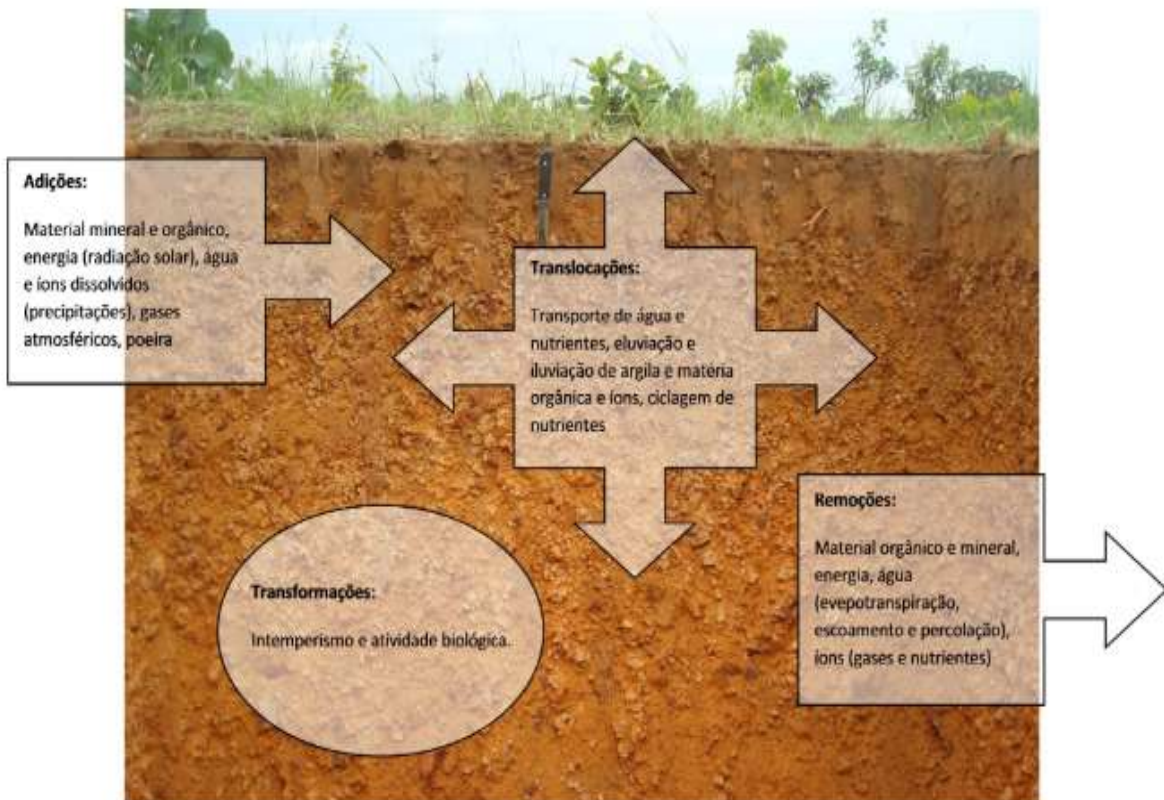
- Residuais: O solo residual é aquele perdura na rocha mãe onde há uma transição gradual da superfície para a rocha. Para isso, é necessário fazer a rocha se decompor mais rápido que os agentes externos. Por aparecer na camada que diminui com o grau de intemperismo, os solos residuais apresentam as seguintes camadas: solo residual maduro, saprolito e a rocha alterada.
- Sedimentares: Os solos sedimentares ou transportados são os que sofrem a ação de agentes transportadores, podendo ser aluvionares (quando transportados pela água), eólicos (vento), coluvionares (gravidade) e glaciares (geleiras).

- Orgânicos: Já os solos orgânicos originam-se da decomposição e subsequente decomposição matéria orgânica, seja vegetal ou animal. Esse tipo de solo não são ideais para a construção porque são muito compressíveis, especialmente por haver formações de solo orgânico com muitas folhas e caules formam turfa.

2.2.2 Tipos de solo

Uma vez que o solo é um sistema está constantemente sujeito a ação de fluxos de energia e matéria ele se torna dinâmico e em constante evolução, principalmente de acordo com o ambiente em que está inserido. Nesse contexto, os processos pedogenéticos, ou seja, processo no qual determinado solo é formado, assim como suas características e sua evolução são baseados em quatro processos básicos de formação do solo: adições, perdas, transformações e translocações, conforme ilustrado na figura 3 (EMBRAPA SOLOS, 2020).

Figura 3 - Processos pedogenéticos do solo



Fonte: Embrapa Solos, 2020

Nesse contexto, os solos podem ser classificados ainda a partir de algumas características que estão presentes e podem ser observáveis nos solos, e que por sua vez, permitem distinguir um determinado tipo de solo dos demais (MAGALHÃES, 2020).

a) Tamanho do Grão

Uma forma bastante comum de classificação do solo quanto ao tipo é em relação ao tamanho do grão, determinado pela passagem do solo através de uma série de peneiras para separar os diferentes tamanhos de grão, onde segundo DNER (1996):

- Pedregulho: é a fração do solo que passa na peneira de (3") e é retida na peneira 2,00mm(n°10);
- Areia: é a fração do solo que passa na peneira de 2,00(n°10) e é retida na peneira de 0,075mm(n°200);
- Areia grossa: é a fração compreendida entre as peneiras de 2,00 mm (n° 10) e 0,42 mm (n°40);
- Areia fina: é a fração compreendida entre as peneiras de 0,42 (n°40) e 0,075 mm (n° 200);
- Silte: é a fração com tamanho de grão entre a peneira de 0,075 mm (n° 200) e 0,005 mm;
- Argila: é a fração com tamanho de grãos abaixo de 0,005 (argila coloidal é fração com tamanhos de grãos abaixo de 0,001 mm).

Essa variedade do tamanho das partículas dos grãos se dá, dentre outras características, devido a distinção e variedade das rochas que originam o solo.

b) Cor

É a identificação mais fácil em relação a classificação do solo, ela possibilita observar questões como conteúdo de matéria orgânica, tipos de óxidos de ferro, processos de formação, dentre outros, podendo ser agrupadas em (MACEDO, 2019):

- Clara – existência de materiais orgânicos.
- Vermelha ou amarela – existência de óxido de ferro.
- Escura – robusta existência de materiais orgânicos.

c) Estrutura

É a classificação da ligação das partículas primárias do solo que dão origem aos agregados, ou seja, unidades estruturais separadas entre si por superfícies de fraqueza, essa estrutura é caracterizada conforme três aspectos (GEOSCAN, 2017):

- Tipo: laminar, prismática, colunar, blocos angulares, blocos subangulares, granular;
- Tamanho: muito pequena, pequena, média, grande muito grande;
- Grau de desenvolvimento: solta, fraca, moderada, forte.

d) Consistência

A consistência é o que diferencia a coesão e a adesão das partículas do solo. Essa classificação de acordo com a consistência pode variar em função de fatores como matéria orgânica e mineralogia ou textura, inclusive, deve ser observada de acordo com as seguintes condições de umidade (HELENA, 2017):

- Consistência seca – analisa o grau de resistência à quebra ou esboroamento do torrão. Pode ser: classificada em solta, macia, ligeiramente dura, dura, muito dura, extremamente dura.
- Consistência úmida - analisa a friabilidade do torrão quando este está ligeiramente úmido. É classificada em solta, muito friável, friável, firme, muito firme, extremamente firme.
- Consistência molhada – avalia a plasticidade, ou seja, capacidade do material ser umedecido e a pegajosidade, ou seja, capacidade de aderência do material, nas amostras molhadas, amassadas e homogeneizadas nas mãos.

e) Porosidade

A porosidade diz respeito ao volume de espaços vazios existentes entre as partículas no perfil de solo, ela é avaliada de acordo com a quantidade e o tamanho dos poros (MENEZES, *et al.*, 2007).

- Quantidade: poucos, comuns ou muitos
- Tamanho: pequenos, médios grandes ou muito grandes

f) Serosidade

A serosidade no solo é um atributo que apresenta um brilho fosco parecido com a cera que é resultante da deposição de material inorgânico ou argila, ela pode ser visualizada em campo a olho nu ou com auxílio de lupa, e pode ocorrer na superfície de um plano de ruptura de um bloco ou nos poros. Sua classificação pode ser por grau de desenvolvimento ou quantidade (EMBRAPA SOLOS, 2020).

- Grau de desenvolvimento: fraca, moderada ou forte
- Quantidade: pouco, comum ou abundante

g) Coesão

A coesão diz respeito a resistência do solo caracterizada pela dureza, podendo ser extremamente duro, muito duro ou duro quando os solos estão secos, ou firme e pouco firme quando os solos estão úmidos. Podem ser descritos dois graus de coesão em campo (MACEDO, 2019):

- Moderadamente coeso: resistente à penetração de trado, martelo pedológico ou faca. Sua consistência é firme quando úmido e dura quando seco.
- Fortemente coeso: resiste à penetração de trado, martelo pedológico ou faca de forma incisiva. Sua consistência é firme quando úmida e dura ou extremamente dura quando seco.

2.3 EROSÃO: CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO.

Sabe-se que o planeta terra é especialmente formado por organismos mutáveis e estão constantemente expostos a transformações, logo, tudo o que ocorre na superfície da terra esta interligado a essas mudanças. A erosão é um processo de transformação que ocorre na superfície da crosta terrestre e é vista como um fator de modificação, ela consiste basicamente do desprendimento e transporte das partículas do solo. Segundo Press *et al.*, “a erosão é o conjunto de processos que desagregam e transportam solo e rochas morro abaixo ou na direção do vento” (2006, p. 172). Ou seja, esse processo trata-se da desagregação dos materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre, ou superfície do solo, que são dissolvidos ou desgastados e posteriormente transportados pela ação dos agentes erosivos como vento ou água através de enchentes ou tempestades por exemplo, podem ser potencializadas pela utilização incorreta do terreno pelo homem (CAMAPUM, et.al., 2006).

O processo erosivo é um dos principais fenômenos geológicos responsáveis pelas modificações que ocorram na Terra, podendo ser classificado de duas formas, a erosão natural ou geológica, que acontece de forma mais lenta, e a erosão acelerada, que acontece de forma mais rápida e geralmente é provocada pela ação do homem.

A erosão natural, também conhecida como erosão geológica é aquela que não acontece alinhada a fatores humanos como má utilização do solo, mas sob condições de meio ambiente natural como clima e vegetação, e que por sua vez, permite que seja estabelecido um ciclo dessa forma de erosão envolvendo um processo lento e gradual, que constitui apropriadamente várias formas de relevo existentes, como vales por onde passam os rios. Este ciclo da erosão natural é dividido entre as fases juvenil, madura e senil, além disso esses processos erosivos decorrentes de processos naturais são responsáveis pela forma atual da superfície da Terra (GRANDO e MACIEL, 2007).

Enquanto isso, a erosão acelerada é um processo erosivo que combina o fluxo das águas superficiais e subterrâneas, responsáveis por transportar as partículas do solo e criar grandes cavidades em profundidade e na superfície com as atividades humanas, geralmente irregulares, causando rápida destruição ou danificação dos solos (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2019).

Além da classificação quanto aos agentes erosivos, o fenômeno de desagregação das partículas da superfície da terra é classificado conforme a sua intensidade em erosão laminar,

sulcos erosivos, ravinas e voçorocas. Esses tipos de erosão variam de acordo com sua potência e o grau de dano ou estrutura do solo, inclusive, esses tipos de processos de erosão podem coexistir em diversos processos erosivos como erosões fluviais, glaciais ou pluviais, por exemplo (MATIAS, 2020).

A erosão laminar trata-se da lavagem dos solos pela água das chuvas ou pelos ventos. Por se tratar apenas da remoção da camada superficial de partículas, é o tipo de erosão menos perceptível, o que acaba sendo um agravante pois muitas vezes continua por anos sem ser notada (TEIXEIRA, 2000). Enquanto isso, Matias (2020) descreve a diferença entre sulcos erosivos, ravinas e voçorocas.

- Os sulcos erosivos são camadas deixadas no solo pela erosão fluvial. Em algumas áreas, são chamados de caminhos de água, que se caracterizam por pequenos orifícios formados sob a ação das enchentes, mas são fáceis de reciclar.
- As ravinas são caracterizadas por apresentarem buracos maiores devido ao transporte excessivo de sedimentos e à alta sensibilidade do solo em se decompor de sua rocha mãe. Geralmente, quando há muita precipitação e poucas árvores, o solo tem maior probabilidade de formar esse tipo de erosão, especialmente em encostas de morros que tiveram sua vegetação retirada sob a influência da natureza ou do homem.
- As voçorocas tratam-se do processo mais sério de erosão, atingindo o nível do lençol freático em muitos casos, ela ocorre quando a intensidade da ravina aumenta, tornando o solo ainda mais frágil e muito fácil fazer grandes buracos. A remoção da cobertura vegetal auxilia no surgimento de voçorocas, pois aumenta a infiltração no solo.

Nesse contexto, é possível complementar que em certas áreas da natureza, os processos de erosão são muito importantes para a dinâmica ambiental e renovação do solo, pois podem mover sedimentos para outras áreas, que podem transportar sedimentos férteis e promover o desenvolvimento natural do local. Porém, algumas erosões dificultam o ritmo da natureza porque não podem ser contidas em um curto espaço de tempo.

2.3.1 Tipos de erosão

Como mencionado anteriormente, a erosão pode ocorrer como consequência de ações do homem ou de forma natural como resultado de ventos, chuvas, rios, condições meteorológicas, por exemplo. Nesse sentido, percebe-se que, além de contribuir para a formação de paisagens naturais, as consequências nefastas dos processos erosivos que

transportam diversos resíduos são: assoreamento de rios, enchentes, deslizamentos de terra, além de perturbar a biodiversidade da fauna e da flora.

Os agentes erosivos podem ser utilizados como um fator de classificação dos diferentes tipos de erosão, Pena (2020) conceitua a classificação da erosão a saber:

- Erosão Pluvial: a erosão pluvial é causada pela água das chuvas, desta forma, seu impacto vai depender da precipitação, uma vez que, quando a chuva tem menor intensidade provoca apenas a lavagem dos solos, enquanto quando a chuva é em grandes proporções, provoca alterações mais intensas, com erosões mais profundas.
- Erosão Fluvial: a erosão fluvial é causada pela água dos rios de forma que, o curso do rio é transformado em vales mais profundos do que o seu entorno provocando assim, desgaste nos planaltos.
- Erosão Marinha: como o próprio nome já sugere, é a erosão causada pela água do mar. Nesse processo erosivo ocorre o desgaste de rochas e solos pela água do mar, contribuindo para a formação de praias e de paisagens costeiras, ela também desgasta as pedras e pode transportá-las para outros locais.
- Erosão Eólica: a erosão eólica é causada pela ação dos ventos, provocando intemperismo das rochas e atuando no transporte de sedimentos para zonas mais distantes dos pontos de erosão.
- Erosão Glacial: esse tipo de erosão é causado pelo gelo, ocorre com o derretimento de blocos de gelo ou geleiras e consequente movimentação ou deslizar na terra.
- Erosão Gravitacional: esse tipo de erosão costuma ocorrer em localidades muito íngremes ou inclinadas, de forma que acontece a ruptura e transporte de sedimentos proporcionados pela ação da gravidade, com a deposição gradual de partículas de rochas das localidades mais altas para os pontos de menor altitude.

Já segundo Araujo, Oliveira e Santos (2018) a erosão pode ser classificada em quatro grandes grupos: erosão glacial, erosão hídrica, erosão eólica e erosão organogênica, entretanto, na região centro oeste destaca-se em grande escala a erosão hídrica que é a erosão provocada pela ação da água. Logo, por consequência o estudo em questão dará ênfase às erosões de origem hídrica.

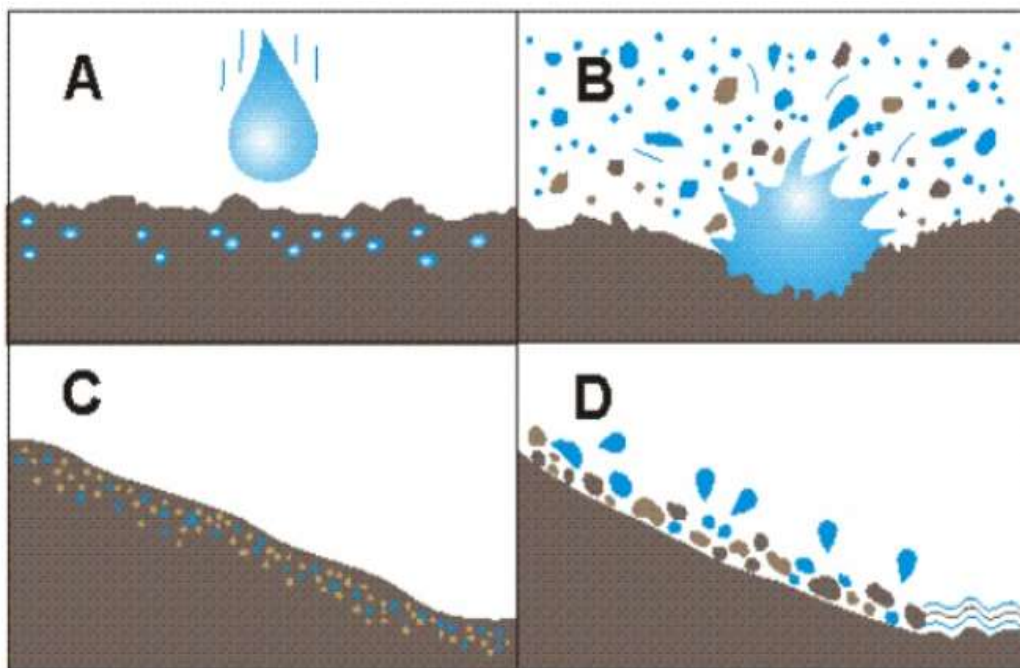
A erosão hídrica tem sua forma e a intensidade relacionadas com atributos intrínsecos do solo, podendo ser influenciadas tanto pelas características das chuvas, cobertura vegetal, topografia ou até mesmo manejo da terra que por sua vez podem ser classificadas em três tipos

de acordo com seu estágio de evolução: erosão superficial, erosão interna e erosão linear. (CAMAPUM et.al., 2006):

- I.Erosão superficial: surge a partir do escoamento da água que não infiltra o solo, devido sua capacidade de não percolar esse tipo de erosão gera pouca percepção da remoção dos agregados além do fluxo uniforme escoamento no terreno.
- II.Erosão interna ou subterrânea: ocorre pela formação de canais a partir da face de uma encosta ou talude por meio do carreamento de partículas, podendo evoluir para grandes cavidades no subsolo.
- III.Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas): a voçoroca é o estágio mais complexo de um processo erosivo. Nela pode estar inclusa erosão laminar, erosão interna, solapamentos, desmoronamentos, deslizamentos de taludes etc. Os sulcos resultam do fluxo concentrado de água. Com a intensificação dos sulcos, surge a ravina, em forma de “V”. No limite da ravina, ela entra em contato com o lençol freático, dando início a erosão voçoroca, onde suas dimensões podem variar grandemente.

A figura 4 ilustra o processo que ocorre na erosão hídrica.

Figura 4 – Fases do processo de erosão hídrica



Fonte: BERTONI , 2008

A erosão hídrica é um processo que ocorre em quatro fases: impacto; desagregação; transporte e deposição de acordo com Bahia *et al.* (1992), a saber:

- A. No impacto, as gotas de chuva que atingem o solo contribuem para a erosão uma vez que desprendem as partículas desse solo no local do impacto que por sua vez, serão transportadas por salpicamento.
- B. Na desagregação das partículas do solo a precipitação em contato direto com o solo provoca inicialmente o umedecimento dos agregados, que são desintegrados em partículas menores reduzindo suas forças coesivas, logo, em função da velocidade, intensidade da precipitação e tamanho das gotas da chuva essa quantidade de agregados desintegrados em partículas menores e salpicados cresce.
- C. O transporte por sua vez, ocorre sentido da declividade (morro abaixo), a partir do momento em que a intensidade da precipitação excede a taxa de infiltração, que tende a decrescer com o tempo, tanto pelo umedecimento do solo como pelo efeito decorrente do selamento ou encrostamento superficial.
- D. Por fim, a deposição acontece quando a carga de sedimentos é maior do que a capacidade de transporte da enxurrada.

O escoamento de água no solo atua em função das condições climáticas, intensidade das precipitações, e capacidade e velocidade de infiltração da água no solo. Logo, erosão tende a aumentar com a duração das precipitações e pouca infiltração do solo. Quando as chuvas caem de forma corriqueira em um solo muito úmido seu efeito destrutivo acentua-se através da intensificação do escoamento superficial, agravando a situação da erosão hídrica (GRANDO e MACIEL, 2007).

2.3.2 Fatores condicionantes dos processos erosivos

Os principais fatores intervenientes do processo erosivo são: o clima (mais especificamente a precipitação pluviométrica), o relevo (forma e inclinação), os solos, a cobertura vegetal e a ação humana são sempre apontadas como os fatores fundamentais. Os solos, o clima e o relevo determinam taxas naturais de erosão que podem ser modificadas pela ação humana, intensificando-se ou não.

a) Precipitação

A precipitação diz respeito ao fenômeno relacionado à queda de água do céu, ou seja, as chuvas. A chuva além de ser um fator natural é um dos maiores condicionantes de erosão dos solos, sua capacidade em provocar erosão é dita erosividade, que é função da intensidade, duração e frequência da chuva (LIMA, 2003). A intensidade, por sua vez, é o fator pluviométrico que determina as perdas por erosão (quanto maior a intensidade, maior as perdas por erosão).

Chuvas torrenciais ou pancadas de chuvas intensas, como trombas d'água, durante o período chuvoso, constituem a forma mais agressiva de impacto da água no solo. Durante estes eventos a aceleração da erosão é máxima (LIMA, 2003).

b) Relevo

Para Araujo, Oliveira e Santos (2018) relevo também é um fator natural que serve como determinante das velocidades dos processos erosivos. Relevos mais acentuados como morros possuem maiores velocidades de erosão comparados a relevos suaves, como colinas aplainadas, devido à grande declividade que aumenta a velocidade de escoamento das águas, e consequentemente a sua capacidade erosiva.

A declividade e comprimento da encosta também são condicionantes para análise da influência da topografia na erosão. A inclinação dos terrenos é avaliada por meio da declividade das encostas através de cartas de declividade produzidas a partir de uma base cartográfica preexistente ou de uma base cartográfica produzida especificamente para esta finalidade (PAULA, 2016)

Já a forma da encosta e seu comprimento podem ser definidos diretamente da base cartográfica ou de trabalhos de campo e costumam ser associado a outro atributo natural tal como o tipo de solo ou as formas de relevo associadas. O comprimento de rampa da encosta, que pode ser definido como a distância, em superfície, entre os pontos de maior e menor cota do perfil longitudinal da encosta, é uma variável de grande importância na intensidade do processo erosivo (BRITO, 2012).

c) Solos

Em locais onde os solos passam por processos de alteração, normalmente ocorridos em territórios urbanos que possuem uma intensa atividade de retirada da cobertura vegetal, movimentação de volumes de terra e desestruturação da camada superficial de solo, os mesmos tendem a apresentar alterações drásticas de suas características morfológicas, físicas, químicas e biológicas, tornando-se totalmente distintos dos naturais (BALDOTTO, 2019). Desta forma, a estrutura do solo assim como sua composição apresentam o conjunto de informações em relação a erodibilidade de um solo.

Segundo Baldotto (2019) a erosão não é a mesma em todos os solos, pois as propriedades físicas e as características químicas, biológicas e mineralógicas do solo exercem diferentes influências. A matéria orgânica retém de duas a três vezes o seu peso em água, aumentando assim a infiltração, com diminuição das perdas do solo por erosão laminar.

d) Cobertura vegetal

A cobertura vegetal funciona como uma defesa natural para os vários tipos de solos existentes. Sua existência normalmente determina condições que favorecem a infiltração e a evapotranspiração, reduzindo assim o volume de água escoada superficialmente e, conseqüentemente, a ação erosiva da água. Lima *et al* (2009) destaca que com a remoção da vegetação nativa, a substituição por outro tipo de cobertura não apresentará a mesma eficiência na prevenção dos processos erosivos, podendo ainda, favorecer o desenvolvimento do mesmo.

Segundo Grandó e Maciel (2007) a cobertura vegetal atua na defesa do terreno contra a erosão de forma a:

- Proteger o solo diretamente contra o impacto das gotas de chuva;
- Atua como dispersor da água que cai no solo de forma que atua como interceptor ou evaporador antes que atinja o terreno;
- A decomposição das raízes das plantas atua como facilitador da infiltração da água no solo;
- Melhora a estrutura do solo através da adição de matéria orgânica, aumentando os nutrientes e a capacidade de retenção da água;
- Diminui a velocidade de escoamento de enxurradas.

Além disso, através da presença de cobertura vegetal o solo não recebe a radiação solar de forma direta reduzindo assim as perdas d'água por evaporação e evita as variações térmicas do solo (GRANDO e MACIEL, 2007).

e) Ação humana

Para Ribeiro (2003) o principal fator desencadeador dos processos erosivos é sem dúvida alguma a ação humana. Vale ressaltar que esse desencadeamento acontece não só em áreas urbanas, mas também em áreas rurais, pois o uso e ocupação inadequada do solo são constantes, causando desequilíbrios nos processos naturais.

O relevo também sofre modificação induzida pela ação humana: obras de terraplanagem, causando aparecimento de formas e inclinações no terreno, favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos. Com relação às obras de engenharia em geral, o principal fator que pode induzir o desenvolvimento de processos erosivos é a deficiência ou mesmo a ausência de planejamento das ações urbanas (RIBEIRO, 2003).

2.4 EROSÃO X SOCIEDADE

Fatores como a ocupação indevida de terras, exploração desordenada dos recursos naturais tem se intensificado ao longo dos anos, ocasionando desmatamento e aumentando a sensibilidade do solo ao processo erosivo. Logo, torna-se extremamente necessário o estudo dos fatores que levam a formação da erosão, uma vez que, conhecendo esses condicionantes muitos danos poderiam ser evitados, tendo em mente que diversos dos impactos gerados ao meio ambiente, e conseqüentemente ao solo, tem reflexo direto qualidade vida do ser humano (BOTELHO; GUERRA; SILVA, 2010).

A falta de fiscalização dos órgãos ambientais é um dos índices que favorece o crescimento populacional desordenado sobre estas áreas impróprias, causando riscos a população e ao ambiente, uma vez que, o crescimento nessas áreas pode estar associados aos fatores socioeconômicos e educacionais, ao passo que, o homem ao estar em contato com uma renda baixa influenciada pela gratuidade ou baixos custos nas terras distantes dos centros urbanos são influenciados a buscar essas áreas (GRANDO e MACIEL, 2007).

A erosão hídrica do solo provoca sérios efeitos dentro e fora da unidade produtiva da cidade ou região em que se encontra e esses efeitos podem ter conseqüências econômicas relevantes tanto para os produtores quanto para a sociedade. Os custos que ocorrem dentro da unidade produtiva geram um custo direto ao produtor e indireto à sociedade, enquanto os custos

que ocorrem fora unidade produtiva geram externalidades, em relação à propriedade agrícola, que irão incidir diretamente em custos sociais e ambientais (CURADO, 2019).

Por fim, os prejuízos gerados pela erosão do solo podem ser relacionados ainda a problemas como a perda de produtividade e fertilidade do solo, perda matéria orgânica, geradas pelo processo erosivo, a custos econômicos devido despesas para reverter o processo de degradação do solo (CURADO, 2019).

2.5 PRÁTICAS DE CONTROLE E RECUPERAÇÃO

Tendo em mente que o processo erosivo acarreta diversos danos ao meio ambiente e a sociedade são necessárias algumas práticas de controle e recuperação de áreas atingidas pela erosão a fim de minimizar ou até mesmo extinguir os danos causados por esse problema.

As práticas de conservação da água e do solo para tornar a localização e manutenção de estradas adequadas ao uso protegendo encostas e nascentes, devem ser associadas aos plantios para garantir a recuperação da integridade ecológica da microbacia. Desta forma, esse manejo integrado dessas atividades proporciona uma adequada recuperação de ambientes ribeirinhos quando necessário (BOTELHO; GUERRA; SILVA, 2010).

Um fator significativo a ser destacado é a importância do registro e cadastro dos processos erosivos para o conhecimento e comportamento do local erosivo assim como sua relação, impacto e comportamento com às áreas urbanas.

Nesse contexto, pesquisas recentes voltadas à restauração de ecossistemas degradados têm se mostrado mais eficientes na regeneração e reconstrução do ambiente do que as interferências planejadas, entretanto em casos mais extremos onde a degradação tiver sido mais severa e o objetivo seja recuperar a área num espaço de tempo curto, seja para garantir a proteção do solo ou o curso d'água adjacente, técnicas que acelerem a recuperação devem ser adotadas (GRANDO e MACIEL, 2007).

Para a recuperação de áreas degradadas de Cerrado, por exemplo, é importante que seja feito um planejamento definindo claramente objetivos, podendo seguir de acordo com as seguintes etapas citadas por Almeida *et al.* (2012):

- I. Detecção das causas da degradação e imediata eliminação dos agentes, sem a qual, todo o restante do trabalho será prejudicado.
- II. Caracterização do ambiente físico, correção do relevo (erosões) e estabelecimento de condições mínimas para o desenvolvimento de plantas.

III. Revegetação deverá ser precedida de um trabalho de inventário, visando diagnosticar a florística e a fitossociologia do ambiente a ser recuperado, com a consequente implantação das espécies vegetais com maiores chances de sucesso de desenvolvimento.

Os procedimentos mais usuais para a tratativa completa desses problemas são os métodos de tratativa de solo que compreendem de uma série de dispositivos do controle prevenção e correção de erosão conforme citado por Camapum *et al* (2006)

- Medidas preventivas: visam evitar que um determinado agente se instale e de início ao processo erosivo, as medidas preventivas são ações que tentaram minimizar o processo;
- Medidas corretivas: englobam o conjunto de ações que são executadas após uma erosão já estar instalada. Visam remediar os danos causados ou tentar interromper a sua evolução;
- Medidas de estabilização;
- Medidas de recuperação.

Essa escolha das práticas de controle e recuperação de processos erosivos deve ser feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada propriedade e região, cada método quando aplicado de forma isolada previne apenas de maneira parcial o problema, logo, para que se tenha um resultado eficiente é necessário a adoção do conjunto completo de práticas (ALMEIDA *et al.*, 2012).

2.6 CONDIÇÕES DE EROSÃO DO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS: CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO

O município de Anápolis fica a 53 quilômetros da capital Goiânia, alcançando-a pela BR-153, ora, a cidade localizada -se próxima as capitais Goiânia e Brasília, e é considerada o polo industrial de Goiás, sendo o terceiro maior município em população do estado de acordo com o Censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para 2010. Em relação ao clima do município é do tipo tropical de altitude (PREFEITURA DE ANÁPOLIS, 2020).

Fernandes e Peixoto (2015) caracterizam a geologia de Anápolis é formada na área urbana pelas rochas do complexo granítico Anápolis-Itauçu, constituído principalmente por rochas vulcânicas básicas e ultrabásicas do período Neoproterozóico. Essas rochas foram afetadas por processos tectônicos que fizeram com que a crosta se cruzasse e se sobrepusesse, gerando uma série de falhas transcursivas com orientação predominante WNW / ESSE.

O município apresenta também coberturas detrítico-lateríticas na comuna, que se apresentam na forma de conchas ferruginosas, cujos níveis de degradação aumentam com o aumento das encostas, e sedimentos aluviais consistindo em sedimentos arenosos, principalmente grãos de quartzo e minerais pesados, como magnetita e ilmenita com intercalação de níveis de argila-ilastich, a presença oportuna de turfa e cascalho é verificada (FERNANDES e PEIXOTO, 2015).

A geomorfologia, por sua vez, cobre a área de planaltos coberta por savana e penetrada através de galerias florestais. Anápolis está localizada no Planalto do Alto Tocantins Paranaíba, representando o segundo nível de elevação com altitudes que variam de 800 a 1650m. Os baixos-relevos com altura de 1.000 a 1.200 m apresentam topos truncados ou superfícies elevadas preservadas, alinhadas em processo de pediplanação, ou seja, desenvolvimento de áreas aplainadas (FERNANDES e PEIXOTO, 2015).

O município está inserido no bioma Cerrado, extremamente importante para a conservação biodiversidade e abriga aproximadamente 30% da biodiversidade do Brasil. Apesar de sua fauna pouco diversificada devido às características de vegetação retorcida e latossolos ácidos, é uma região muito rica com muitas espécies em matas ciliares e apresenta um clima tropical, com invernos secos e verões chuvosos. A temperatura média é de 22,2 ° C, podendo chegar a 9 ° C em junho e julho e a 33 ° C de janeiro a março. A precipitação média anual é de 1441 mm a o período de maiores temperaturas na cidade abrange os meses de outubro a abril, que também representa o período mais chuvoso (CUNHA; FERNANDES; SANTOS, 2018)

Em relação ao solo, Anápolis pode ser caracterizada como consistindo principalmente de latossolos e coletes. Cambissolos são geralmente encontrados em locais com relevo ondulado e conseqüentemente, eles são rasos e sujeitos à erosão e degradação que podem ser acentuadas de acordo com a gestão. Por sua vez, os latossolos ocupam 89% da área total do município, caracterizado por solos profundos e bem drenados (FILHO, 2010).

De acordo com o plano diretor de Anápolis (2016), o território do município é dividido em cinco macrozonas, são elas: macrozona do Ribeirão João Leite, macrozona do Rio das Antas, Macrozona do rio Piancó, Macrozona do rio Padre Souza, Macrozona do rio Caldas. Os principais córregos da região urbana e implantados na cidade segundo São Córrego das Antas, Córrego Góes, Cesariana, Córrego Água Fria, Córrego São Silvestre, Córrego Reboles, Córrego dos Correios, Córrego Mato Grosso e o início do Rio da Extrema.

Os relevos com potencialidades erosivas muito forte, por sua vez, encontram-se basicamente em duas áreas: ao norte, junto à fronteira com os municípios de Abadiânia e Pirenópolis e desde os limites com o município de Ouro Verde e avançando em direção ao centro (PREFEITURA DE ANÁPOLIS, 2020).

3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo de caso foi realizado no Parque Residencial das Flores situado na cidade de Anápolis GO. O bairro apresenta um grave problema de erosão, que existe a cerca de 6 anos, tem se estendido e preocupado principalmente os moradores da região. Para o levantamento inicial de dados uma visita foi realizada no local no dia 17 de maio de 2020 onde foram levantadas algumas informações sobre o problema e feito alguns registros fotográficos.

A erosão está situada em um terreno no final da avenida 24 e ao lado da Rua 17, ilustrado pela figura 5 que mostra o mapa do bairro Parque Residencial das Flores e consequentemente o local afetado pelo deslizamento.

Figura 5 – Localização da erosão no bairro.



Fonte: GOOGLE MAPS, 2020. (Adaptado)

Durante a visita, foi observado que a erosão atinge grande parte da área destacada na figura 5, inclusive, conforme pode ser observado nas figuras 6 e 7 a erosão está enorme tendo aproximadamente 200 metros de comprimento e 20 de profundidade. A figura 6 ilustra uma foto vista do lado de cima da erosão e a figura 7 ilustra uma foto vista do lado de baixo.

Figura 6 – Erosão do Parque Residencial das Flores: vista do lado de cima da erosão.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

Figura 7 – Erosão do Parque Residencial das Flores: vista do lado de baixo da erosão.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

Conforme ilustrado na figura 5 ilustrada anteriormente, é possível ver que o buraco se encontra próximo ao Ribeirão Antas (ilustrado na figura 8).

O Ribeirão Antas nasce em Anápolis GO no trevo do DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis) na região do Parque Calixtópolis e percorre grande parte da cidade. Possui cerca de 26 Km de extensão e sua foz é no rio Corumbá já fora do território do município (PREFEITURA DE ANÁPOLIS, 2020).

Figura 8 – Ribeirão Antas.



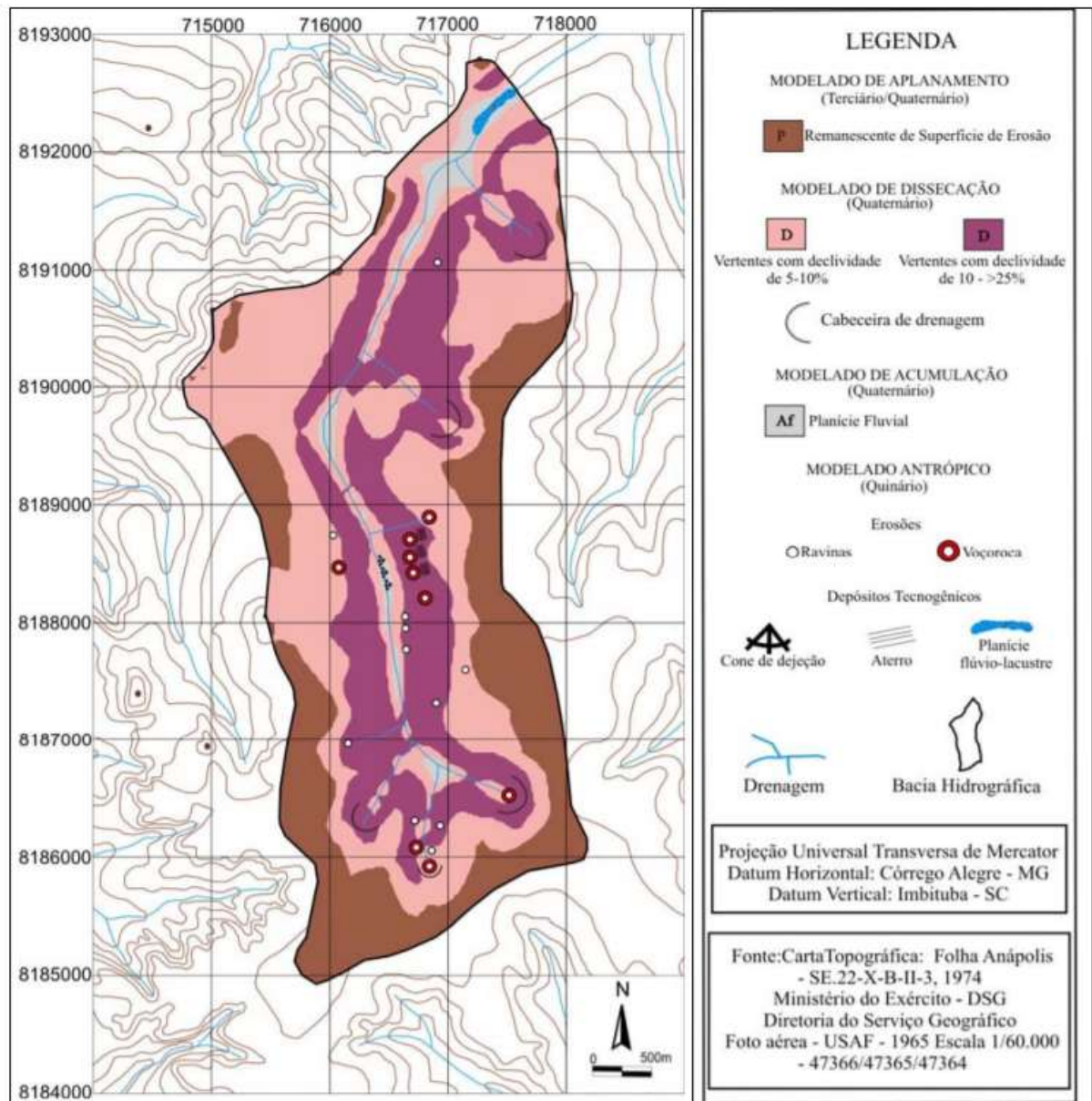
Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

Em relação à geomorfologia, a bacia do Rio das Antas é baixa densidade de drenagem associada à presença de solos profundos e permeáveis o que torna os drenos esparsos e amplamente espaçados. Todos os ralos estão lá perenes têm um canal retilíneo e constituem uma rede de drenagem retangular que mostra a influência geológica na conformação hidrográfica. Rio, corre a partir de sua milhagem média embutida em uma falha que determina a assimetria bacia (JESUS E LOPES, 2017).

Um estudo realizado por Jesus e Lopes (2017) cartografou os seguintes modelados do relevo na área: Modelado de Aplanamento; Modelado de Dissecação; Modelado de

Acumulação e Modelado. Onde a modelagem de Dissecção apresentou uma maior tendência a processos erosivos mais sérios, conforme ilustrado na figura 9, principalmente em uma câmara que cobre as bandas médias que possuem as maiores encostas, principalmente a borda leste, onde está o comprimento das encostas maior em comparação com a borda oeste.

Figura 09 – Esboço Geomorfológico da região.



Fonte: JESUS E LOPES (2017)

Além disso, o buraco está localizado também em um terreno aberto (ilustrado na figura 10) onde é fácil o acesso de pessoas e animais pois é fechado apenas por uma cerca de arame,

inclusive, no momento da visita foi possível ver alguns animais no local. No local também não possui nenhum tipo de sinalização que mostra que a região é área de risco (figura 11). Isso comprova que a qualquer momento uma pessoa, como uma criança por exemplo ou um animal, pode acessar o local e acabar caindo no buraco.

Figura 10 – Terreno onde se encontra a erosão.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

Figura 11 – Entrada do terreno: sem sinalização de aviso encontra a erosão.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

Outro ponto observado foi uma residência localizada na Rua 17, Qd.59, Lt. 11 que já foi parcialmente engolida pelo buraco, colocando os moradores em sério risco (ilustrado pela figura 12). É possível ver também que algumas árvores caíram devido o deslizamento de terra (ilustrado pela figura 13).

Figura 12 – Casa localizada ao lado da erosão.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

Figura 13– Arvore que foi derrubada pelo deslizamento de terra.



Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2020

A visita ao local do estudo, bem como as fotos apresentadas evidenciam a situação extremamente crítica que se encontra a região. Até o momento da visita, não foi possível identificar o proprietário da região em que se encontra a erosão pois o local estava vazio, não foi possível também fazer sinalização do local indicando área de risco, tampouco fazer um diagnóstico prévio das causas da erosão e conseqüentemente agravamento do problema.

É possível constatar que o processo erosivo evoluiu para o estágio mais grave, se tornando uma voçoroca. Recorre que essa erosão pode ser resultante de uma má relação entre o homem e o manuseio do solo, além disso, o problema não é somente um fenômeno físico, mas também um problema social e econômico uma vez que, quando há alteração do equilíbrio entre homem e solo naturalmente há uma grande perda da recuperação do solo, potencializando prejuízos, inclusive monetários.

O fato é que é imprescindível apontar a importância da avaliação mais profunda de áreas afetadas assim como o estudo de solo para uma melhor sistematização do problema, podendo assim elaborar avaliação e atividades envolvidas de forma mais elaborada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados apresentados, fotos feitas do local e informações obtidas no dia da visita foi possível constatar que o problema de erosão do Parque Residencial das Flores é muito sério. Conforme apresentado, o problema encontra-se dentro de um bairro bastante populoso da cidade de Anápolis e que inclusive, não possui nenhum tipo de sinalização de alerta.

Somente através da visita não foi possível identificar qual a principal causa do agravamento da erosão na região se seu surgimento se deu por meio de ações antrópicas ou até mesmo por falta de planejamento urbano, por exemplo. Foi identificado que a erosão no local se trata de uma voçoroca que é caracterizada principalmente por ser o estágio mais grave do processo erosivo.

Desta forma, após a visita ao local foram feitas buscas em fontes seguras com o intuito de levantar maiores informações sobre o problema, inclusive, a Prefeitura de Anápolis foi acionada para identificar as medidas tomadas para sanar o problema no local.

4.1 USO E OCUPAÇÃO DE SOLO NA REGIÃO DA BACIA DO RIO DAS ANTAS

A bacia do rio das Antas é uma área de expansão urbana onde ocorreu a ocupação gradualmente de baixo para cima. Pequena porção da bacia a jusante representa o uso consolidado do solo urbano, ou seja, com áreas densamente povoadas com acesso a equipamentos e infraestrutura. Como a área de captação é dominada por áreas urbanas em consolidação, incluindo áreas médias / densas com falta de equipamentos e a infraestrutura. Vale ressaltar a existência de algumas áreas urbanas divididas em baixa densidade populacional e falta de equipamentos e infraestrutura (JESUS E LOPES, 2017).

De acordo com Jesus e Lopes (2017) as áreas urbanas são intercaladas com áreas de vegetação artificial correspondem a pastagens, vegetais e várias culturas, pequeno, esparsamente distribuído, enfatizando arbustos ornamentais e fecundo. As áreas de cerrado e florestas remanescentes são muito pequenas e limitado. No entanto, isso não é devido à urbanização, mas à atividade passada pecuária que desmatou para fazer pasto.

Ao longo da bacia, existem pequenas manchas de solo descoberto que correspondem para canteiros de obras ou "caixas de empréstimo", onde a laterita enferrujada é removida. A implantação de áreas urbanas na bacia hidrográfica foi realizada sem planejamento técnico

adequado para que as ruas sejam construídas em direção ao declive, não passarelas chuvosas e principalmente sem piso asfáltico.

4.2 ESTUDOS SOBRE A EROSÃO E AGRAVAMENTO AMBIENTAL NA REGIÃO

Diversos estudos foram encontrados sobre a caracterização de áreas de risco, erosões e agravamentos ambientais no município de Anápolis GO e na região da Bacia do Rio das Antas. Dentre os principais estudos consultados estão:

- Estudo da Ocorrência de processos erosivos na Alta Bacia do Rio das Antas em Anápolis (GO): Realizado em 2017 por Andreisa Santos de Jesus, e Luciana Maria Lopes, através da Universidade Federal de Goiás que propôs a elaboração de mapa geomorfológico e analisar o uso e ocupação do local.
- Setorização de áreas de risco alto e muito alto em Anápolis – GO: Realizado em 2015 por Fernandes e Peixoto para o 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental que teve como objetivo o levantamento das principais áreas degradadas, sendo identificadas 07 áreas de risco.
- Estudo de caso de colapso em solos tropicais - Para um ponto na região norte de Anápolis: Realizado em 2018 por Inês Menezes Barbosa e Juliana Ribeiro Gonçalves da Silva, apresentado a Unievangélica com o objetivo de identificar a incidência de colapso de solo devido a erosão.
- Análise de solo colapsáveis: Um estudo da Vila Formosa de Anápolis-GO: Realizado em 2018 por Bruna Lacerda de Moraes e Isadora Gonçalves Lopes apresentado a Unievangélica e que também tem como objetivo o estudo de colapsos de solo devido a erosão.

Esses estudos ofereceram parâmetros para a análise da situação do problema da voçoroca existente do Residencial das flores, assim como demonstram principalmente o agravamento da situação ambiental na região.

4.3 PROCESSO Nº. 5286681-64.2017.8.09.0006: A EROSÃO DO RESIDENCIAL DAS FLORES

Em abril de 2015, a 15ª Promotoria de Justiça da Comarca de Anápolis recebeu uma representação formulada pelo proprietário do local onde se encontra a voçoroca estudada no Residencial das Flores no Município de Anápolis. O Processo Nº. 5286681-64.2017.8.09.0006 relativo ao caso se encontra em Anexo, onde podem ser consultados os documentos relativos ao caso.

Inicialmente, as especulações sobre a causa da erosão giravam em torno da obra realizada pela SANEAGO para implantação de rede coletora de esgoto na região, entretanto, após posicionamento e Relatório de Vistoria encaminhado pela empresa constatou-se que não há rede de esgoto na área e a erosão relatada foi ocasionada pela grande quantidade de água de chuva que flui na região e também danos aos cursos d'água neste trecho.

Desta forma, a Promotoria de Justiça da Comarca de Anápolis requereu ao então secretário municipal de Obras, Serviços Municipais e Habitação medidas para a realização de reparos adequados no sistema de drenagem pluvial regional, o qual informou em carta que as obras necessárias no âmbito do quadro deveriam ser realizadas até dezembro de 2015. Entretanto, conforme pode ser evidenciado nas fotos apresentadas nesse estudo que nenhuma obra foi realizada.

Após a apresentação do Relatório de Vistoria novamente foi requerida uma postura do Órgão Municipal competente em relação ao problema de erosão na região, e que teve como resposta que intervenções necessárias para resolver o problema noticiado seriam executadas até o final do mês de outubro de 2016, contatando-se novamente que as obras mencionadas ainda não foram realizadas, inclusive, constatou-se que o problema da erosão se agravou com o período chuvoso.

A partir desses ocorridos, foi instaurado um Inquérito Civil Público incluso para apurar a responsabilidade pelos danos ambientais causados em razão da deficiência do sistema de drenagem no local e, o que é mais grave, às margens do Ribeirão das Antas, bem como requisitado o cronograma de execução das obras de reparo das galerias pluviais situadas no local do dano ambiental e de correção do processo erosivo.

Em resposta, o atual Secretário Municipal de Obras e Serviços Urbanos encaminhou o Ofício nº 227/17, no qual aponta a solução para o problema, cujo trecho abaixo se transcreve:

Conclui-se que a solução do problema mencionado requer a reconstrução do sistema de drenagem pluvial, estabilização da margem direita do Córrego Antas no trecho em curva onde localiza-se o lançamento, assim como da reconstrução da estrutura de lançamento final com dissipador de energia. Importante ressaltar que deverá ser contemplada, por esta obra, a contenção e estabilização da margem direita do córrego, no trecho em curva onde se localiza o lançamento pluvial, a fim de evitar que a força das águas fluviais em períodos chuvosos volte a acarretar seu rompimento.

Entretanto, embora o Município de Anápolis tenha se declarado ciente da situação crítica da erosão da região do Residencial das Flores, claramente nenhuma providência foi tomada. Assim, diante da constatação de falta de realização das obras de reparação e contenção da erosão detectada, sem que o Município de Anápolis tenha buscado reparar o grave dano ambiental e urbanístico o Ministério Público entrou com uma ação civil pública com o intuito de preservar o meio ambiente e a ordem urbanística.

Essa ação prosseguiu por anos, quando em agosto de 2020 através de Ofício, a Prefeitura Municipal de Anápolis pronunciou que encontra-se em fase de elaboração de estudos e projetos técnicos de engenharia a reconstrução do sistema de drenagem pluvial danificado, assim como a correção do dano ambiental ocasionado pelo rompimento da tubulação.

5 CONCLUSÃO

A partir dos dados apresentados no TCC notou-se que o problema da erosão no bairro Residencial das Flores se encontra em situação de calamidade, o desprendimento da terra no evoluiu para uma voçoroca de proporção gigantesca próxima ao Rio das Antas. O local encontra-se aberto e sem nenhum tipo de fiscalização, animais circulam normalmente nas redondezas do buraco onde se alimentam da vegetação existente, sendo assim, existe um grande risco de pessoas ou animais caírem no buraco ou até mesmo serem levados pela água em algum evento de inundação ou alagamento. A condição do problema chegou a uma situação tão crítica, que é possível ver árvores caídas devido o deslizamento da terra e parte da casa do dono do terreno sucumbida à erosão.

Em busca de soluções para a questão, os autores tiveram acesso ao Processo N°. 5286681-64.2017.8.09.0006, em Anexo, que trata sobre a erosão do Residencial das Flores, porém, foi observado que esse processo se arrasta desde 2015 e embora a Prefeitura Municipal de Anápolis tenha declarado ciência do problema, a mesma ainda não colocou em prática nenhuma ação de recuperação, bem como apoio aos moradores afetados.

Com base nos estudos apresentados na seção 4.2 é possível constatar que a cidade de Anápolis GO possui uma tipologia bastante favorável para erosões, inúmeros são os problemas erosivos encontrados no município ao longo dos anos. Ha de se observar que os problemas erosivos mais complexos e prejudiciais se desenvolvem em locais onde existe ocupação em áreas de preservação permanente, que se dão tanto por susceptibilidade do solo e relevo para erosão quanto por fatores humanos como má utilização do solo. Além disso, Anápolis sofre também com constantes problemas de inundações que também é fator de agravamento das voçorocas.

Ora, paralelo ao caso ocorrido no Residencial das Flores o município enfrenta problemas erosivos em outros bairros como o case ocorrido na Vila Formosa que preocupava os moradores da região á anos e passou por uma obra de recuperação em 2018. A obra foi realizada pela Prefeitura Municipal de Anápolis GO e gozou de aproximadamente R\$ 4,5 milhões de reais em recursos da prefeitura.

Para a recuperação do local foi realizado inicialmente um ensaio de sondagem de solo, seguidos de um ensaio topográfico e limpeza da área para retirar o lixo que foi jogado. O objetivo do projeto é a implantação de um bueiro celular duplo, uma vala de drenagem na

encosta e uma hidrovía com 115 metros de extensão construída na zona de erosão. Hoje, a obra concluída tem 90 metros de extensão, 16 degraus de queda d'água e 845 metros de dreno profundo, com o objetivo de capturar toda a água e desviá-la, para que assim o solo não fique mais saturado. A recuperação também contou com um sistema de gabião, de pedras revestidas por um Colchão Reno, ou seja, uma tela de proteção em forma de escada, com dissipador no final (BRITO, 2020). A obra finalizada e o gabião são ilustrados pelas figuras 14 e 15 respectivamente.

Figura 14 – Obra de recuperação da Vila Formosa



Fonte: Brito, 2020.

Figura 15 – Gabião construído na Vila Formosa



Fonte: Brito, 2020.

Pensando nisso, identificadas as possíveis causas da degradação e realizado o estudo sobre o histórico da erosão, bem como o uso de solo do local afetado, sugere-se como a proposta

de solução da recuperação da voçoroca do Residencial das Flores a construção de uma estrutura dimensionada para controlar o fluxo hidráulico. Para isso, sugere-se a construção de uma escada dissipadora, para controlar o fluxo de água e impedir que o solo seja arrastado e impedir a erosão. Essa escada dissipadora tem como principal funcionalidade dissipar vazões em intervalos com declividades significativas assim como o evento ocorrido no Residencial das Flores.

É importante atentar-se também para a importância da restauração natural do local em conjunto com a construção da escada dissipadora, pois embora esse processo natural seja um projeto a longo prazo, a recuperação da vegetação é ideal para ajudar a preservar a segurança do solo, além de ser a opção indicada pela perspectiva ecológica.

Por fim, com base nesse TCC recomenda-se que para “Estudos futuros” sejam abordados os seguintes temas:

- Levantamento dos locais erosivos não tratados na cidade de Anápolis GO;
- Avaliação das soluções alternativas para locais degradados por voçoroca;

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Rodrigo da Cruz de; OLIVEIRA, Felipe Ferreira; SANTOS, Ramon Eduardo Salles dos. **Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes**. Artigo. Revista Brasileira de iniciação científica. Itapetininga. 2017.
- ANDRADE, Maria Luiza de Carvalho. **Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas**. Artigo. Enciclopédia Biosfera. Goiânia. 2012
- BAHIA, V. G. *et al.* **Fundamentos de erosão do solo**. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, 1992.
- BALDOTTO, Marihus Altoé. **Fatores que afetam a erosão**. Syngenta Digital. 2019. Disponível em: <https://pordentrodoagro.com.br/fatores-que-afetam-erosao/#:~:text=Diversos%20fatores%20afetam%20a%20eros%C3%A3o,fator%20clim%C3%A1tico%20relacionado%20%C3%A0%20eros%C3%A3o>. Acesso em: 01/11/2020.
- BASTOS, Pedro Kopschitz Xavier. **Construção de edifícios. Apostila. Universidade federal de juiz de fora**. 2019. Disponível em: <https://www.ufjf.br/pares/files/2013/06/APOSTILA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-DE-EDIF%C3%8DCIOS-2019-1-PROF.-PEDRO-K-X-BASTOS-UFJF.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- BERTONI, Jose. **Conservação do Solo**. Slide Shire 2008. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/GiovannaOrtiz/eroso-29361764>. Acesso em: 30/05/2020.
- BRITO, Oliveira de Annanery. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Brasília, 2012.
- BRITO, Claudius. **Erosão da Vila Formosa: fim de um pesadelo que durou décadas**. Contexto. 2020. Disponível em: <https://portalcontexto.com/erosao-da-vila-formosa-fim-de-um-pesadelo-que-durou-decadas/>. Acesso em: 25/10/2020.
- BOTELHO, R. G. M; GUERRA, A, J. T; SILVA, A. S. **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil LTDA, 2010.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas aplicações: Mecânica das rochas-Fundações-Obras de terra**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas aplicações: Fundações**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- CAMAPUM, José De Carvalho. *et al.* **Processos erosivos no centro-oeste brasileiro**. Universidade de Brasília, Brasília, 2006
- CHIARA, I. D. *et al.* **Normas de documentação aplicadas à área de Saúde**. Rio de Janeiro: Editora E-papers, 2008.

CUNHA, João Paulo Pereira; FERNANDES, Carlos Eduardo; SANTOS, Bruno de Sousa. **Antropização e ocupação urbana em Anápolis: causas e consequências da carência de planejamento.** Artigo. CIPEX. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Tatyany%20Bittencourt/Downloads/3009-Texto%20Principal-4634-1-10-20190128.pdf>. Acesso em: 02/10/2020.

CURADO, Adriano. **Erosão: o que é, o que causa e quais as consequências para a Terra.** Conhecimento científico. 2019. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/erosao-o-que-e-o-que-caoa-e-quais-as-consequencias-para-a-terra/>. Acesso em: 04/11/2020.

DNER. **Manual de pavimentação.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1996.

FERNANDES, R.L.G ; PEIXOTO. D. **Setorização de áreas de risco alto e muito alto em Anápolis – GO.** Artigo. 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. 2015. Disponível em: http://dSPACE.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15236/AR_Eventos_FERNANDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 02/10/2020.

FERREIRA. Augusto Sendtko. **Estudo comparativo de sistemas construtivos industrializados: paredes de concreto, steel frame e wood frame.** TCC. Universidade Federal de Santa Maria. 2014. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2014/TCC_AUGUSTO%20SENDTKO%20FERREIRA.pdf. Acesso em: 15/10/2020.

FILHO, W.L.P. **Caracterização socioambiental da Microbacia do Ribeirão Piancó no município de Anápolis (go): subsídios para Políticas Públicas, desenvolvimento sustentável e educação ambiental.** Tese Centro Universitário de Anápolis, Goiás. 2010.

GEOSCAN. **Como identificar as características do Solo?.** Geoscan Geologia Geofísica. 2017. Disponível em: <https://medium.com/@geoscanbr/como-identificar-as-caracter%C3%ADsticas-do-solo-b2d184f3628e>. Acesso em: 04/11/2020.

GUERRA, A. J. T. *et al.* **Erosão dos solos e a questão ambiental.** São Paulo: Bertrand Brasil, 2007.

GRANDO, Ângela; MACIEL, Camila Belleza. **Estimativa de perdas de solo em áreas de reflorestamento de pinus para diferentes manejos.** 2007. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/TCC/TCC%20II%20Angela%20Camila%20completo.pdf>. Acesso em: 28/05/2020.

HELENA. Lúcia. **Consistência do Solo - Ensaios Geotécnicos - Ensaios de Limite de Liquidez (LL) e de Plasticidade (LP).** Suporte Solos. 2017. Disponível em: <https://www.suportesolos.com.br/blog/consistencia-do-solo-ensaios-geotecnicos-ensaios-de-limite-de-liquidez-ll-e-de-plasticidade-lp/33/>. Acesso em: 04/11/2020.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Erosão acelerada causa problemas em Avaré e Hortolândia.** Infraestrutura e Meio Ambiente. 2019. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2019/10/erosao-acelerada-causa-problemas-em-avare-e-hortol-ndia/>. Acesso em 04/11/2020.

JESUS, Andrelisa Santos de; LOPES, Luciana Maria. **A ocorrência de processos erosivos na Alta Bacia do Rio das Antas Em Anápolis (GO)**. Universidade Federal de Goiás, Anápolis, 2017.

LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. **Erosão do solo: fatores condicionantes e modelagem matemática**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2003.

LIMA, J. M. de. *et al.* **Avaliação de métodos indiretos de determinação da erodibilidade de solos brasileiros**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2009.

MATIAS, Átila. **Erosão**. Brasil Escola. 2020. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/erosao.htm>. Acesso em: 16/10/2020.

MACEDO, Márcia. **Tipos de solo**. Educa + Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/tipos-de-solos>. Acesso em: 04/11/2020

MAGALHÃES, Lana. **Tipos de Solo**. Toda Matéria. 2020. Disponível em: [https://www.todamateria.com.br/tipos-de-solo/#:~:text=A%20decomposi%C3%A7%C3%A3o%20das%20rochas%20por,\)%2C%20d%C3%A3o%20fertilidade%20ao%20solo](https://www.todamateria.com.br/tipos-de-solo/#:~:text=A%20decomposi%C3%A7%C3%A3o%20das%20rochas%20por,)%2C%20d%C3%A3o%20fertilidade%20ao%20solo). Acesso em: 04/11/2020.

MENEZES, Stélio Maia. **Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG**. Artigo. 2007

MIKAIL, Eduardo. **A Construção Civil no Brasil**. Engenharia 360. 2013. Disponível em: <https://engenharia360.com/a-construcao-civil-no-brasil/>. Acesso em: 04/11/2020.

OLIVEIRA, Valéria Faria. **O papel da Indústria da Construção Civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional**. Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria, Taubaté, 2012.

PAIXÃO, Luciana. **Conheça as 10 Etapas de uma Obra**. A Arquiteta. 2015. Disponível em: <https://www.aarquiteta.com.br/blog/10-etapas-de-uma-obra/>. Acesso em 04/11/2020.

PAULA, Camila. **Processos Modeladores Do Relevo: Saiba Tudo Sobre Erosão E Intemperismo**. Descomplica. 2016. Disponível em: <https://descomplica.com.br/blog/materiais-de-estudo/geografia/resumo-relevo/#:~:text=Tanto%20a%20eros%C3%A3o%20quanto%20o,transformados%20em%20sedimentos%20pelo%20intemperismo>. Acesso em 25/10/2020.

PRESS, F. *et al.* **Intemperismo e erosão**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Erosão**. Mundo Educação. 2020 Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/erosao.htm>. Acesso em: 30/05/2020.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Solo**. Brasil Escola. 2020 Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-solo.htm>. Acesso em 16/10/2020.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos**. 3 ed. São Paulo: Oficina dos Textos. 2006.

PLANO DIRETOR DE ANÁPOLIS. Prefeitura Municipal de Anápolis-GO. 2016

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANÁPOLIS. **Aspectos Geográficos**. 2020. Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/anapolis/aspectos-geograficos/>. Acesso em: 15/05/2020.

PUFAL, Lucas. **Classificação de solos da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul pela metodologia MCT**. TCC. Universidade regional do noroeste do estado do Rio. 2015. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3870/TCC%20Lucas%20Pufal%20-%20REVISADO.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10/10/2020.

RIBEIRO. Amarolina. Erosão. Info Escola. 2003. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geologia/erosao/>. Acesso em: 04/11/2020.

SOLOS, Embrapa. **Propriedades dos solos**. Disponível em <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/propriedades-do-solo>. Embrapa Solos. 2020. Acesso em: 30/05/2020.

SÓ GEOGRAFIA. **Solo**. Só Geografia. 2007. Consultado em 16/10/2020 às 10:15. Disponível em: <http://www.sogeografia.com.br/Conteudos/GeografiaFisica/Solo/>. Acesso em: 16/10/2020.

TEIXEIRA, Luciene Pires. **Desempenho da construção brasileira**. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

TEIXEIRA, Silvana. **Erosão laminar: você já ouviu falar dela?**. 2020. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/erosao-laminar-voce-ja-ouviu-falar-dela>. Acesso em: 22/10/2020.

ANEXO A – PROCESSO N°: 5286681-64.2017.8.09.0006

ABERTURA DO PROCESSO – PAGINA 02

**I – DOS FATOS**

No dia 27 de abril de 2015, esta Promotoria de Justiça recebeu uma representação formulada pelo Sr. João Alves de Souza, noticiando a ocorrência de degradação ambiental na Chácara de sua propriedade, situada na Rua 17, Quadra 59, Lote 11, Bairro Residencial das Flores, neste Município de Anápolis, em virtude de processo erosivo.

O noticiante informou, na ocasião, que a erosão poderia ter relação com uma obra realizada pela SANEAGO para implantação de rede coletora de esgoto na região (fls. 07), mas, após solicitação de informações à empresa (fls. 08), constatou-se a inexistência de rede de esgoto no local e que a erosão noticiada decorreu da grande quantidade de águas pluviais que escoam pela região, tendo sido verificadas, ainda, galerias pluviais danificadas no trecho, conforme Relatório de Vistoria encaminhado pela SANEAGO (fls. 09/10).

Diante disso, este Órgão Ministerial solicitou providências ao Secretário Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Habitação à época, no sentido de executar os devidos reparos no sistema de drenagem pluvial da região (fls. 11/12), o qual informou, por meio do Ofício nº 229/15, que as obras necessárias no caso seriam realizadas até o mês de dezembro de 2015 (fls. 13).

Após o término do referido prazo, expediu-se Ordem de Serviço ao Oficial de Promotoria do Ministério Público para se dirigir ao local a fim de verificar a conclusão das obras de reparo das galerias pluviais (fls. 15), cujo Relatório de Vistoria elaborado apontou que nenhuma obra havia sido realizada e que o problema da erosão tinha se agravado com o período chuvoso (fls. 16/18).

REQUERIMENTO DE CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA RECUPERAÇÃO DO
LOCAL – PAGINA 22



CONSIDERANDO o disposto no art. 41 da Resolução nº 011/2014 do Colégio de Procuradores de Justiça, *in verbis*:

Art. 41. Se no curso do procedimento administrativo surgirem fatos que demandem apuração voltada para a tutela dos interesses ou direitos difusos, coletivos ou individuais homogêneos, deverá o membro do Ministério Público instaurar o procedimento de investigação pertinente ou encaminhar a notícia do fato e os elementos de informação a quem detenha atribuição para tanto.

CONSIDERANDO a responsabilidade do Poder Público Municipal no caso;

CONSIDERANDO que, de acordo com o art. 225 da Constituição da República, “*todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações*”;

CONSIDERANDO, ainda, que cabe ao Ministério Público a efetiva defesa do meio ambiente sadio, consoante o disposto no art. 129, III da Constituição Federal, art. 25, IV, “a” da Lei Federal nº 8.625/1993 e art. 46, VI, “a” da Lei Complementar Estadual nº 25/1998;

RESOLVE:

Instaurar o presente Inquérito Civil Público visando apurar a responsabilidade do Município de Anápolis quanto aos danos ambientais causados em virtude da deficiência de infraestrutura na Rua 17, Quadra 59, Lote 11, Bairro Residencial das Flores, neste Município de Anápolis, desde já determinando o seguinte:

a) Autue-se a presente Portaria e os documentos que a acompanham pelo procedimento de praxe, registrando-se no sistema Atena;

b) Afixe-se cópia da Portaria no local de costume, com a sua publicação no Diário Oficial Eletrônico do Ministério Público, na forma do art. 17, V, da Resolução nº 011/2014 do Colégio de Procuradores de Justiça;

c) Requisite-se à atual Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos – SEMOSU informações sobre o cronograma de execução das obras de reparo das galerias pluviais na Rua 17, Quadra 59, Lote 11, Bairro Residencial das Flores, neste Município de Anápolis, bem como de correção do processo erosivo instalado no local, no prazo de 10 (dez) dias, tendo em vista a gravidade da situação e a inércia do Município desde 2015, encaminhando-se cópia de todo o procedimento.

Após o cumprimento das providências acima determinadas, volvam-me os autos conclusos para ulteriores deliberações.

COMUNICADO DA PREFEITURA DE ANÁPOLIS SOBRE FINALIZAÇÃO DA OBRA
ATÉ DEZEMBRO DE 2015 – PAGINA 32

Ofício nº. 229/15 – SEMOSUH

Anápolis, 29 de julho de 2015.

À Senhora
VALÉRIA MARQUES FREITAS
Promotora de Justiça Substituta
15ª Promotoria de Justiça da Comarca de Anápolis

Senhora Promotora,

A PREFEITURA DE ANÁPOLIS através de sua Secretaria Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Habitação, vem em atenção ao Ofício nº. 298/2015 – 15ª. PJ, que remete ao Ofício nº. 224/2015 - 15ª. PJ, informar que:

Estivemos no local e realizaremos as obras necessárias até o mês de dezembro de 2015.

Sem mais para o momento, nos colocamos a disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,


Leonardo Viana Silva
Secretário Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Habitação

Secretaria Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Habitação

www.anapolis.go.gov.br

Av. Presidente Vargas, 665 - Vila Goiás - 73.115-320 - Anápolis, GO

INSTAURAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO EM 2017 DEVIDO O NÃO CUMPRIMENTO
DAS MEDIDAS ESTABELECIDAS PELA PROMOTORIA DE JUSTIÇA DA COMARCA
DE ANÁPOLIS – PAGINA 52

15ª PROMOTORIA
DE JUSTIÇA



instaurar o procedimento de investigação pertinente com a expedição de Portaria própria, tendo em vista a necessidade de apuração voltada para a tutela dos interesses ou direitos difusos e coletivos, com base no artigo 41 da Resolução nº 11, de 29 de setembro de 2014, do Colégio de Procuradores de Justiça do Ministério Público do Estado de Goiás, *in verbis*:

Art. 41. Se no curso do procedimento administrativo surgirem fatos que demandem apuração voltada para a tutela dos interesses ou direitos difusos, coletivos ou individuais homogêneos, deverá o membro do Ministério Público instaurar o procedimento de investigação pertinente ou encaminhar a notícia do fato e os elementos de informação a quem detenha atribuição para tanto.

Isto posto, determino o **arquivamento** do presente procedimento administrativo com os registros de praxe, nesta Promotoria de Justiça, nos termos do artigo 41 supracitado, devendo ser extraídas cópias para instruírem o inquérito civil público que será instaurado visando a responsabilização do Município de Anápolis pelos danos ambientais causados em virtude da deficiência de infraestrutura no local noticiado, em cuja portaria deverá constar a requisição de informações à atual Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos – SEMOSU sobre o cronograma de execução das obras de reparo das galerias pluviais na Rua 17, Quadra 59, Lote 11, Bairro Residencial das Flores, neste Município de Anápolis, bem como de correção do processo erosivo instalado no local, no prazo de 10 (dez) dias, tendo em vista a gravidade da situação e a inércia do Município desde 2015, encaminhando-se cópia de todo o procedimento.

Cumpra-se.

Anápolis, 02 de junho de 2017.


Sandra Mara Garbelini
PROMOTORA DE JUSTIÇA

OFICIO DA PREFEITURA DE ANAPOLIS INFORMANDO QUE NÃO HÁ PREVISÃO
PARA A EXECUÇÃO DA RECUPERAÇÃO DO LOCAL – PAGINA 55

Processo: 5286681-64.2017.8.09.0006
Movimentação 1 : Petição Enviada
Arquivo 4 : ICP-Parte03.pdf



SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS URBANOS

assim que finalizados, sejam encaminhados ao setor de Serviços Urbanos para que procedam sua execução e sanem o problema descrito.

Assim sendo, não há previsão de execução da referida obra como solicitado pela 15ª Promotoria de Justiça, uma vez que passa por elaboração de projetos para posterior execução direta pelo município pela Diretoria de Serviços Urbanos.

Sem mais, nos colocamos a disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,


VINICIUS ALVES DE SOUSA
Secretário Municipal de Obras e Serviços Urbanos