



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA
MOBILIDADE**

**CADASTRAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS DAS REGIÕES:
NOROESTE, NORDESTE E SUDESTE DA CIDADE DE ANÁPOLIS
(GO)**

WAGNER OLIVEIRA DE ARAUJO

ORIENTADORA: PROF^A. DR^A. ANGELA CUSTÓDIA GUIMARÃES QUEIROZ

PUBLICAÇÃO:

**ANÁPOLIS (GO)
2022**

WAGNER OLIVEIRA DE ARAUJO

**CADASTRAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS DAS REGIÕES: NOROESTE,
NORDESTE E SUDESTE DA CIDADE DE ANÁPOLIS (GO)**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Anápolis, como requisito parcial para conclusão de curso.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Angela Custódia Guimarães Queiroz

ANÁPOLIS (GO)
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A663c

ARAUJO, Wagner Oliveira de

Cadastramento de processos erosivos das regiões: Noroeste, Nordeste e Sudeste da cidade de Anápolis (GO) / Wagner Oliveira de Araujo – Anápolis: IFG, 2022.

90 p. : il. color. ; 23 cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Angela Custódia Guimarães Queiroz.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás , Câmpus Anápolis – Engenharia Civil da Mobilidade, 2022.

1. Erosão. 2. Ravina. 3. Voçoroca. 4. Geotecnia. 5. Monitoramento. I. QUEIROZ, Angela Custódia Guimarães orien. II. Título.

CDD 624.1

WAGNER OLIVEIRA DE ARAUJO

CADASTRAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS DAS REGIÕES: NOROESTE, NORDESTE E SUDESTE DA CIDADE DE ANÁPOLIS (GO)

Este trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Anápolis, como requisito parcial para conclusão de curso.

Orientadora: **(assinado eletronicamente)**
Prof^a. Dr^a. Angela Custódia Guimarães Queiroz,
IFG - Câmpus: Anápolis.
Presidente da Banca

Banca Examinadora:

(assinado eletronicamente)
Prof^a. Dr^a. Maria Tâmara de Moraes Guimarães Silva,
IFG - Câmpus: Anápolis.

(assinado eletronicamente)
Prof^a. Dr^a. Camilla Rodrigues Borges,
IFG - Câmpus: Luziânia.

Anápolis, 8 de julho de 2022.

ATA Nº 20/2022.1

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

Aos 08 dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte dois, às 14 horas, por meio de webconferência utilizando Google Meet, foi realizada a sessão pública de apresentação do Trabalho de Conclusão 2 da Graduando **Wagner Oliveira de Araujo** (matrícula 20171060130231) do curso de Engenharia Civil da Mobilidade. A banca foi composta pelos seguintes membros: Angela Custódia Guimarães Queiroz, Maria Tâmara de Moraes Guimarães Silva, Camilla Rodrigues Borges, sob a presidência da primeira. O trabalho de conclusão de curso tem como título “**Cadastramento de processos erosivos das regiões: Noroeste, Nordeste e Sudeste da cidade de Anápolis (GO)**”, da área de Geotecnia, sob orientação da Prof^a Angela Custódia Guimarães Queiroz. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso 2, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 9,2 (nove vírgula dois).

Encerra-se a presente sessão às 15 horas e 45 minutos. Eu Prof^a. Angela Custódia Guimarães Queiroz, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca e pelo graduando.

(assinado eletronicamente)

Prof^a Angela Custódia Guimarães Queiroz

(assinado eletronicamente)

Prof^a Maria Tâmara de Moraes Guimarães Silva

(assinado eletronicamente)

Prof^a Camilla Rodrigues Borges



Wagner Oliveira de Araujo
(Graduando)

Documento assinado eletronicamente por:

- Camilla Rodrigues Borges, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 08/07/2022 18:18:47.
- Maria Tamara de Moraes Guimaraes Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 08/07/2022 18:15:33.
- Angela Custodia Guimaraes Queiroz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 08/07/2022 18:01:48.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 301957
Código de Autenticação: 6e2f61fc51



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG-ReDi IFG**

Com base do disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação de produção técnico-científica no IFG.

Identificação de Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC – Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional – Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Wagner Oliveira de Araujo**

Matrícula: **20171060130231**

Título do Trabalho: **Cadastramento de processos erosivos das regiões: Noroeste, Nordeste e Sudeste da cidade de Anápolis (GO)**

Autorização – Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data 20/10/20 (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito)

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

☐ O documento está sujeito a registro de patente.

☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.

☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(A) referido(a) autor(a) declara que:

(i) o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais de produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

(ii) obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor(a), para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

(iii) cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Anápolis, 8 de julho de 2022



Wagner Oliveira de Araujo

Dedico esta monografia a minha mãe, Neide Oliveira de Araujo, pelo exemplo de coragem e simplicidade em suas metas, e com muito carinho me ensinou o caminho da justiça e honestidade.

AGRADECIMENTOS

A professora Angela Custódia Guimarães Queiroz, por inspirar seus alunos no ensino da Geotecnia e por ter me dado seu voto de confiança para desenvolver este projeto, o qual me sinto honrado em ter feito parte.

Ao $\LaTeX 2_{\epsilon}$ por ter experimentado suas dificuldades em 2006 em um curso de especialização na Universidade Federal de Goiás e finalmente desenvolver um modelo próprio para trabalhos acadêmicos em 2022.

Ao Engenheiro Civil da Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Anápolis, Welvis Furtado da Silva por ter contribuído com informações relevantes sobre as erosões de Anápolis.

Aos membros da banca examinadora pela atenção e participação.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma, para o desfecho de mais essa etapa da minha vida.

Eu nunca pude entender, Ilustríssimo Senhor, de onde se originou o fato de que aquilo que dos meus estudos achei conveniente publicar, para agradar ou servir aos outros, tenha encontrado em muitas pessoas uma certa animosidade em diminuir, defraudar e desprezar aquele pouco valor que, se não pela obra, ao menos pela minha intenção eu esperava merecer.

Galileu Galilei

RESUMO

O solo é produto da síntese dos demais elementos do meio físico, tais como clima, rocha e relevo. O arranjo desses elementos apresenta uma fragilidade inerente passível de ser potencializada por formas de uso e cobertura do solo, resultando em impactos como a erosão acelerada, alagamento, inundações e assoreamentos. A cidade de Anápolis no estado de Goiás tem sua área urbana intensamente afetada por esses processos. Foi realizado o cadastramento de treze processos erosivos das regiões noroeste, nordeste e sudeste da região metropolitana da cidade de Anápolis. Esta pesquisa de campo procurou contribuir aos estudos de controle e recuperação de erosões do solo, objetivando demonstrar a importância do cadastro de erosões. O objetivo foi alcançado na elaboração das treze fichas de cadastro identificando e localizando cada erosão, contribuindo para a prevenção e futuras correções. Criou-se o mapa de Anápolis com as localizações georreferenciadas das áreas pesquisadas por meio do Software Spring utilizando o banco de dados Atlas. Utilizou o mapa de Anápolis georreferenciado no formato em (.dwg) onde foi incorporado o perímetro da área da cidade. Neste mesmo formato (.dwg) foi inserido as áreas das erosões: erosões marginais, ravinas e voçorocas. Foi desenvolvido scripts no AutoCAD Civil 3D para automatizar o processamento de marcação das áreas com a identificação de cada erosão. Em seguida foi elaborado cada perfil de elevação através do AutoCAD Civil 3D com o intuito de revelar a real situação do terreno. Para auxiliar o preenchimento foram desenvolvidos os (mapas) geologia, geomorfologia, pedologia e drenagem com os dados hídricos do Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás com os dados de geomorfologia, pedologia e geologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foi observado por meio da pesquisa de campo acentuada inclinação do relevo gerando grande energia e consequente o aumento da velocidade das águas em épocas de chuva. Existe necessidade de obras de microdrenagem e macrodrenagem para melhoramento do curso das águas em razão dos períodos chuvosos. Observa-se que duas das áreas pesquisadas existem obras de grande extensão a exemplo da Vila Formosa e Santa Maria de Nezaireth e que nesta última cerca de 80% da execução da obra foi destruída durante o período chuvoso necessitando de reparos. Verificou-se que em relação ao problema principal das causas das erosões foi o escoamento concentrado e galeria de águas pluviais sendo necessária a utilização de dissipadores de velocidade visando a diminuição da força das águas no período chuvoso. Também foi percebida a falta da recuperação da mata ciliar para contenção do processo erosivo e proteção da camada superficial do solo. Evidencia-se a construção de paliçadas a jusante da ravina com manilhas de esgoto não utilizadas para economia e proteção das encostas procedimento utilizada contra os efeitos da erosão hídrica de fluxo concentrado estas barreiras impedem o aprofundamento de sulcos e estabilizam o perfil longitudinal do solo e, simultaneamente, contribuem para a retenção de sedimentos, iniciando o processo de deposição do solo, preenchimento da feição erosiva e gradativa colonização vegetal. A pesquisa identificou os principais agentes erosivos e as características básicas do meio e estas informações foram adicionadas as fichas de cadastrado contribuindo para a formação de um banco de dados para o acompanhamento, planejamento e execução de possíveis obras.

Palavras-chave: erosão; ravina; voçoroca; geotecnia; monitoramento.

ABSTRACT

Soil is the product of the synthesis of other elements of the physical environment, such as climate, rock and relief. Arrangement of these elements presents a contribution that can be potentiated by use and impacts in forms of updating, inundation, flooding and silting. The city of Anápolis in the state of Goiás has its urban area decided by these processes. Thirteen erosion processes were registered in the northwest, northeast and southeast regions of the metropolitan region of the city of Anápolis. This field research sought to contribute to studies of soil erosion control and recovery, aiming at the importance of the erosion registry. The location was obtained to search for survey sheets and thirteen each identification sheet, making the search to obtain the identification sheets. The map of Anápolis was created with the georeferenced locations of the research areas through the Spring Software using the Atlas database. It used the georeferenced map of Anápolis in (.dwg) format where the perimeters of the city area were incorporated. In this same format (.dwg) it was inserted as areas of erosion: marginal erosions, ravines and gullies. A script was developed in AutoCAD Civil 3D to automate the marking of the areas with the identification of the processing each time. Then, an action profile was created using AutoCAD Civil 3D in order to reveal a real terrain. To help fill in the data (maps) geology, geology, pedology and drainage with morphology data from the State Geoinformation System of the State of Goiás with geomorphology, pedology and statistics data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. It was observed through field research consequent increase in impact generating great energy and increased speed of rain in rainy seasons. There is a need for micro-drainage and macro-drainage to improve the waters due to the rainy season. Note that two of the research areas have extensive works, such as Vila Formosa and Santa Maria de Nezaireth, and that in the latter about 80% of the work was destroyed during the rainy season, requiring repairs. It was found that in relation to the main problem of the causes of erosion for the runoff and rainwater gallery, the use of capacity dissipators is being used in order to protect the force of water during the rainy season. It was noticed the lack of recovery of the riparian forest to contain the erosive process and protect the surface layer of the soil. It is evident the construction of palisades downstream of the unused profiled ravine for economy and protection of the slopes used against the water flow adjustment mechanisms that prevent the deepening of furrows and the longitudinal of the soil and, performing the sedimentation task, starting to do the task of sedimentation soil, filling in the sedimentation feature and colonization process. The formation of a consistent database and a combination of consistent elements and correspondence of basic characteristics of the environment and this information of correspondence of a database of correspondence, of execution of possible works.

Keywords: erosion; ravine; voçoroca; geotechnics; monitoring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da área de estudo.	16
Figura 2 – Perfil esquemático de ocorrência de solos em ambiente tropical.	18
Figura 3 – Camadas de solos.	19
Figura 4 – Erosão em sulcos.	22
Figura 5 – Erosão ravinas e voçorocas.	23
Figura 6 – Georreferenciamento de dados em SIG.	25
Figura 7 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos para o cadastramento das erosões.	27
Figura 8 – Mapa da cidade de Anápolis com as treze regiões a serem pesquisadas.	28
Figura 9 – Mapa das erosões em .dwg.	30
Figura 10 – Cadastro das imagens georreferenciadas e obtenção de comprimento e largura.	31
Figura 11 – Erosão de margem fluvial do setor central.	35
Figura 12 – Sentido do fluxo da água do setor Central.	36
Figura 13 – Erosão do setor São Carlos II.	39
Figura 14 – Sentido do fluxo da água do setor São Carlos II.	39
Figura 15 – Erosão do setor Santa Maria de Nazareth.	42
Figura 16 – Erosão do setor Santa Maria de Nazareth.	42
Figura 17 – Sentido do fluxo da água Santa Maria de Nazareth.	43
Figura 18 – Erosão do setor JK Nova Capital.	45
Figura 19 – Sentido do fluxo da água do setor JK Nova Capital.	46
Figura 20 – Erosão do setor Vila Goiás.	49
Figura 21 – Sentido do fluxo da água do setor Vila Goiás.	50
Figura 22 – Erosão do setor Dom Pedro II.	52
Figura 23 – Sentido do fluxo da água do setor Dom Pedro II.	53
Figura 24 – Erosão do setor Vila Brasil.	56
Figura 25 – Sentido do fluxo da água do setor Vila Brasil.	57
Figura 26 – Erosão do setor Jardim Alexandrina.	59
Figura 27 – Sentido do fluxo da água do setor Jardim Alexandrina.	60
Figura 28 – Erosão do setor Vila Formosa.	62
Figura 29 – Sentido do fluxo da água do setor Vila Formosa.	63
Figura 30 – Erosão do setor Itamaraty 2ª etapa.	66
Figura 31 – Sentido do fluxo da água do setor Itamaraty 2ª etapa.	67
Figura 32 – Erosão do setor São Lourenço.	69
Figura 33 – Sentido do fluxo da água do setor São Lourenço.	70
Figura 34 – Erosão do setor Vila São Jorge.	73
Figura 35 – Sentido do fluxo da água do setor Vila São Jorge.	74
Figura 36 – Erosão do setor Jardim Petrópolis.	77
Figura 37 – Sentido do fluxo da água do setor Jardim Petrópolis.	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ficha de cadastro da erosão modelo.	32
Quadro 2 – Ficha de cadastro da erosão Setor Central.	36
Quadro 3 – Ficha de cadastro da erosão São Carlos II.	40
Quadro 4 – Ficha de cadastro da erosão Santa Maria de Nazareth.	43
Quadro 5 – Ficha de cadastro da erosão JK Nova Capital.	46
Quadro 6 – Ficha de cadastro da erosão Vila Goiás.	50
Quadro 7 – Ficha de cadastro da erosão Dom Pedro II.	53
Quadro 8 – Ficha de cadastro da erosão Vila Brasil.	57
Quadro 9 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Alexandrina.	60
Quadro 10 – Ficha de cadastro da erosão Vila Formosa.	63
Quadro 11 – Ficha de cadastro da erosão Itamaraty.	67
Quadro 12 – Ficha de cadastro da erosão São Lourenço.	70
Quadro 13 – Ficha de cadastro da erosão Vila São Jorge.	74
Quadro 14 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Petrópolis.	78
Quadro 15 – Prováveis causas das erosões.	80
Quadro 16 – Setores por área de erosão.	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivo geral	16
1.2 Objetivo específico	16
1.3 Escopo e organização do trabalho	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 SOLOS TROPICAIS	18
2.1.1 Solos laterítico	18
2.1.2 Solos saprolítico	19
2.1.3 Solos da região centro-oeste	20
2.1.4 Características do solo do município de Anápolis	20
2.2 PROCESSOS EROSIVOS	20
2.2.1 Erosividade	21
2.2.2 Erodibilidade	21
2.2.3 Erosão hídrica	21
2.2.4 Fatores condicionantes	22
2.3 GEOPROCESSAMENTO	24
2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	24
2.4.1 Georreferenciamento	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 MATERIAIS	26
3.2 METODOLOGIA	26
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.1.1 EROSÃO SETOR CENTRAL	35
4.1.2 EROSÃO SÃO CARLOS II	38
4.1.3 EROSÃO SANTA MARIA DE NAZARETH	41
4.1.4 EROSÃO JK NOVA CAPITAL	45
4.1.5 EROSÃO VILA GOIÁS	48
4.1.6 EROSÃO DOM PEDRO II	52
4.1.7 EROSÃO VILA BRASIL	55
4.1.8 EROSÃO JARDIM ALEXANDRINA	59
4.1.9 EROSÃO VILA FORMOSA	62
4.1.10 EROSÃO ITAMARATY	65
4.1.11 EROSÃO SÃO LOURENÇO	69
4.1.12 EROSÃO VILA SÃO JORGE	72
4.1.13 EROSÃO JARDIM PETRÓPOLIS	76
4.2 DISCUSSÃO	79

5 CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A – MAPA DAS EROSÕES	87
APÊNDICE B – GEORREFERENCIAMENTO DAS EROSÕES	88
APÊNDICE C – MAPAS: GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, PEDOLOGIA E DRENAGEM .	89

1 INTRODUÇÃO

Os processos de erosão acelerada afetam de forma mais contundente as pessoas de baixa renda que são obrigadas a ocupar, de forma desordenada e muitas vezes ilegal, as periferias dos grandes centros urbanos. Essas regiões periféricas caracterizam-se por serem inadequadas para a ocupação como: regiões de encosta, fundos de vale ou regiões em que já existem processos erosivos. Em regiões que apresentam precárias condições de infraestrutura como: falta de coleta de esgoto, drenagem ineficiente e ruas não pavimentadas (1).

No Brasil, o efeito mais condicionante para a ocorrência de processos erosivos é o da água, apesar de serem crescentes os problemas gerados pelo vento em algumas áreas da região Norte e Nordeste. Deste modo, o enfoque será nas erosões hídricas de origem antrópica. Mais especificamente aquelas que surgem pela ação da chuva.

Com a disponibilidade de ferramentas de mapeamento, é possível trazer todas as informações para um estudo preliminar, possibilitando a elaboração de um plano de ação visando a avaliação de riscos e medidas mitigadoras necessárias para a erosão. Neste sentido de aperfeiçoar os procedimentos de cadastramento de erosões é relevante a utilização das tecnologias de informação.

O cadastramento de erosões tem como objetivo diagnosticar cada uma das feições erosivas, registrar em ficha de cadastro apropriada, e as qualifica quanto ao seu nível de risco. A avaliação conjunta dos níveis de riscos das voçorocas urbanas possibilita a caracterização do nível de risco dos municípios de cada bacia (2).

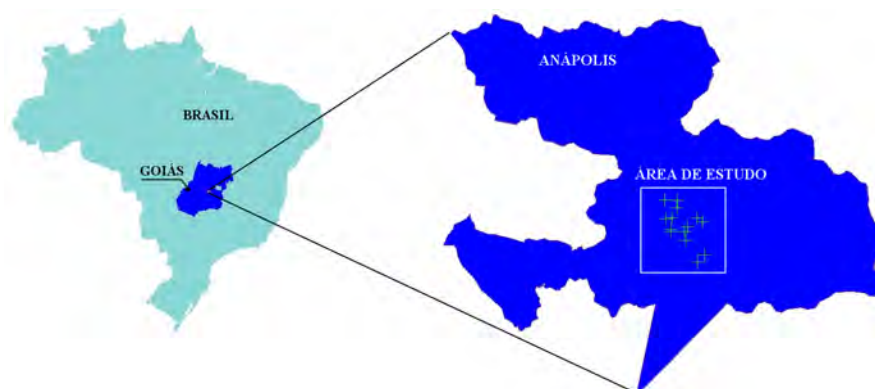
A implantação, manutenção e acessibilidade aos cadastros passaram a ter facilidades nunca vistas antes do aparecimento das modernas técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e da tecnologia *Global Position System* (GPS) na determinação de coordenadas de pontos tornando, assim, os cadastros uma peça obrigatória nos trabalhos de planejamento e gerenciamento do território (2).

A cidade de Anápolis no estado de Goiás tem 114 anos e a mais de 49 anos atrás já sofria prejuízos com erosões lineares de grande porte. Atualmente toda a área urbana da cidade são intensamente afetadas por esses processos. Foi realizado em Anápolis o mapeamento detalhado, específico na alta bacia urbana do rio das Antas, cadastrou-se 14 voçorocas em uma área de 17 km^2 (3, 4). Esses fatos despertam o interesse em investigar e cadastrar de maneira multidisciplinar esses processos.

O município de Anápolis possui uma área de 935,672 km^2 e segundo o censo demográfico, possuía em 2021 uma população estimada de 396.526 habitantes. Cerca de 97% dessa população habita a área urbana do município. Essa pesquisa analisou a área urbana de Anápolis, localizada entre as coordenadas¹: -16.299293 S, 48.980121 W e -16.359975 S, -48.929525 W e possuindo uma área de 34,90 km^2 . A localização está apresentada na (Figura 1), sendo que um maior detalhe da malha urbana da cidade de Anápolis pode ser observado no (Apêndice A, p. 87) (5).

¹Latitude e longitude geográfica em unidade decimal

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi elaborar fichas de cadastramento de erosões identificando e localizando a erosão. Contribuindo para elaboração de projetos de prevenção e correção das erosões, além de aperfeiçoar o cadastramento, controle e monitoramento das erosões.

1.2 Objetivo específico

Como objetivo específico foi:

- a) Conversão das coordenadas angulares para decimal utilizando o Software MaPSource;
- b) Criação do mapa de Anápolis com a localização georreferenciada das áreas pesquisadas através do Software Spring;
- c) Aquisição do mapa de Anápolis georreferenciado na extensão .dwg;
- d) Delimitação das áreas de erosão no Autocad 3D;
- e) Elaboração de um perfil de elevação da região pesquisada através das coordenadas geográficas. Foram selecionados treze setores: Centro, São Carlos II, Santa Maria de Nazareth, JK Nova Capital, Vila Goiás, Dom Pedro II, Vila Brasil, Jardim Alexandrina, Vila Formosa, Itamaraty 2ª Etapa, São Lourenço, Vila São Jorge e Jardim Petrópolis no município de Anápolis;
- f) Criação dos mapas de geologia, geomorfologia, pedologia e drenagem.

1.3 Escopo e organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco seções, divididos de forma sequencial, uma descrição sucinta do conteúdo de cada seção é dada a seguir.

A presente seção (1) trata das considerações introdutórias a investigação e apresenta o tema e a área de estudo bem como o problema de pesquisa e os objetivos estabelecidos.

Na seção (2) é apresentado a fundamentação teórica sobre erosão com a explanação dos conceitos sobre processos erosivos.

São apresentados na seção (3) os materiais utilizados no trabalho e a metodologia utilizada nas treze erosões pesquisadas.

É apresentada na seção (4) e discutida a caracterização da área de estudo analisando as formas, uso das coberturas do solo que atuam como causas dos processos erosivos.

Por fim, na seção (5) a conclusão apresentará os principais resultados obtidos, vinculados a investigação bem como são fornecidas sugestões para pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

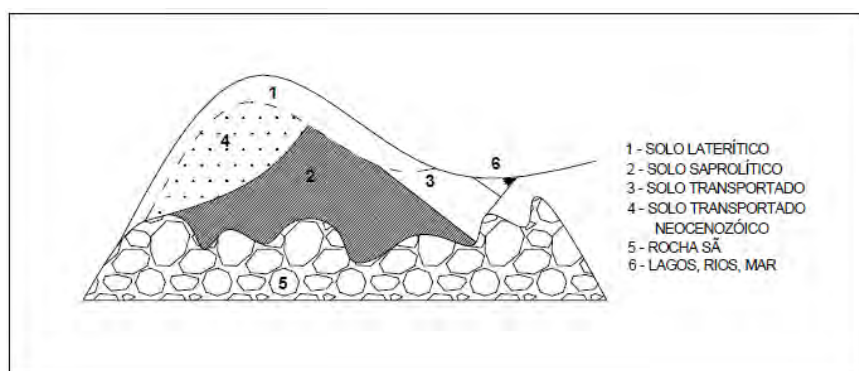
2.1 SOLOS TROPICAIS

Solos Tropicais são aqueles que apresentam peculiaridades de propriedade e de comportamento, em decorrência da atuação nos mesmos de processo geológico e/ou pedológico, típicos das regiões tropicais úmidas são denominados solos tropicais. (6).

Em regiões tropicais, a maioria dos solos, em função das suas características físico-químicas originárias do processo de formação, apresenta alta porosidade e grande sensibilidade das ligações cimentícias em presença de água, sobretudo quando estas correspondem a pontes de argila (7).

Os seguintes solos são encontrados em regiões tropicais: lateríticos, saprolíticos e transportados, a (Figura 2) ilustra um perfil esquemático da ocorrência destes solos.

Figura 2 – Perfil esquemático de ocorrência de solos em ambiente tropical.



Fonte: Rita Moura Fortes.

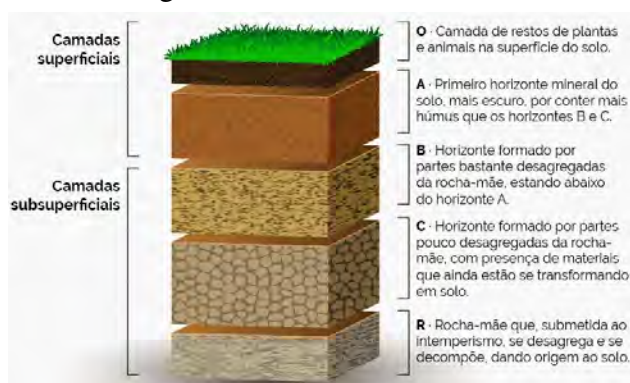
A classificação do solo em lateríticos e saprolíticos e tem uma forte relação com as características físicas e mineralógicas do solo, permitindo além da classificação também uma avaliação preliminar do comportamento do solo (8).

2.1.1 Solos laterítico

Correspondentes aos solos lateríticos na terminologia adotada pelo *International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering* (ISSMGE), ou seja, solos superficiais cujo horizonte correspondem aos horizontes pedológicos A e B, sendo que nas regiões tropicais é difícil distinguir onde termina um e começa outro (Figura 3). É um solo zonal, pois está de acordo com as condições climáticas (6, 9, 10).

Sua formação se dá pela atuação dos processos de alteração pedológicos que envolvem os mecanismos de desagregação e decomposição provocadas pelos processos geológicos (processos mecânicos e químicos), com a atuação mais intensa dos processos químicos.

Figura 3 – Camadas de solos.



Fonte: MyFarm.

A esses processos pedológicos denominados de laterização ou latossolização, com a intensa migração de partículas sob a ação das infiltrações e evaporação, dando origem a um horizonte superficial poroso, permanecendo quase que exclusivamente os minerais mais estáveis como: quartzo, magnetita, ilmenita e caulinita. A laterização é um processo muito lento, atuando em camadas superficiais bem drenadas, situadas acima do nível da água. Grande parte desse solo pé constituído colúvio ¹, sendo solos antigos ou maduros (6).

2.1.2 Solos saprolítico

O solo saprolítico é aquele que resulta da decomposição e/ou desmembração *in-situ* da rocha matriz (considerado material consolidado da crosta terrestre) pela ação das intempéries (chuvas, insolação, geadas), conservando a estrutura da rocha de origem (11).

Os solos saprolíticos têm potenciais de erodibilidade maior, devido à alta umidade e a baixa resistência. Portanto, os solos saprolíticos, ricos em minerais primários, geralmente inertes, e em argilominerais expansivos (2:1), ativos, constituem uma camada sensível ao processo erosivo, propiciando o solapamento dos pés dos taludes ou permitindo o encaixe da erosão nas camadas mais alteradas, consubstanciando o modelo de forma proposto (12).

Mineralogicamente, os solos saprolíticos apresentam a seguinte composição (8):

- a) Areia: mineralogia complexa contendo vários minerais em diferentes graus de alteração, tais como feldspatos, micas, além do quartzo;
- b) Silte: principalmente a caulinita, mica e quartzo;
- c) Argila: caulinita, haloisita, nontronita, vermiculita e atapulgita.

¹Tipo de solo composto por sedimentos de rochas e minerais, principalmente sedimentos de quartzo. Geralmente recobre enormes rochas ou formações argilosas

2.1.3 Solos da região centro-oeste

Os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás abrangem esse complexo regional. Compreende dois principais domínios naturais: o Planalto Central, com chapadões entremeados de vales, matas-galerias e a planície do Pantanal. A topografia é variável, mas dominam as áreas com declives suaves. O clima é predominantemente úmido, com uma estação seca pronunciada, que pode ir de maio a setembro (13).

A formação dos solos do centro-oeste são: Latossolos (Vermelhos e Amarelos), Argilossolos (Vermelhos e Amarelos), Argissolos Vermelhos, Latossolos Vermelhos (férricos), Nitossolos Vermelhos, Plintossolos, Espodossolos, Planossolos Hápticos, Planossolos, Vertissolos, Chernossolos, Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos, Neossolos Litólicos, Gleissolos e Neossolos Flúvicos (13).

Processos erosivos estudados do Distrito Federal, determinaram a erodibilidade de diversos solos, todos associados à ocorrência de ravinas e voçorocas (14).

2.1.4 Características do solo do município de Anápolis

A cidade de Anápolis, localiza-se no estado de Goiás, Situa-se entre duas capitais: a 54 km de Goiânia, capital do estado, e a 160 km de Brasília, capital federal. Encontra-se na denominada Zona fisiográfica do Mato Grosso Goiano, onde inicia o Planalto Central. Está inserida no bioma Cerrado caracterizado como uma vegetação de fisionomia e floras próprias, apresentando formações florestais, savânicas e campestres (15).

Pedologicamente predominam latossolos na porção leste e argissolos em associação com cambissolos e neossolos litólicos na porção leste. A caracterização geotécnica dos solos das voçorocas apontam para presença de um horizonte laterítico sobreposto a um horizonte saprolítico (3, 13).

Anápolis possui elevadas altitudes e sua morfologia plana favorece um maior volume de precipitação bem como para um incremento na velocidade dos ventos. Essa particularidade ao nível empírico no clima de Anápolis, afetam a interação solo-atmosfera e por consequência podem afetar as condições de intemperismo do solo, intervindo, em princípio, na capacidade de infiltração, nos processos erosivos e na estabilidade das encostas e taludes das erosões (3).

2.2 PROCESSOS EROSIVOS

A erosão é um processo físico que consiste na degradação, transporte do solo, pela água ou pelo vento. Este fenômeno que esculpe o relevo terrestre é chamado erosão geológica ou normal. Quando o solo é "despido" de sua vegetação natural e submetido ao cultivo, fica exposto diretamente às forças erosivas. Neste caso, a água e o vento removem material com intensidade muito maior do que a verificada quando o solo está naturalmente coberto. Esta remoção acelerada do material do solo é chamada erosão acelerada ou simplesmente erosão: o fenômeno mais eficiente de depauperamento do solo (16).

Em diversas pesquisas sobre os processos erosivos, nota-se que o seu desenvolvimento está ligado a uma complexa dinâmica de variáveis causais. Tomando como exemplo o clima e o uso do solo, duas das mais importantes variáveis causais dos processos erosivos, percebe-se que essas possuem entre si uma direta relação de interdependência. No caso a primeira tem influência direta na segunda. Tendo em vista esta complexidade, faz-se necessário considerar a origem da ação dinâmica, bem como o local e o momento em

que o processo ocorre e a sua velocidade de ocorrência. Destaca-se, no entanto, que a dinâmica de variáveis causais como clima e uso do solo, sendo que, por exemplo, o fato da primeira, clima, depender da segunda, uso do solo, reflete a sua complexidade (1, 17, 18).

Grande parte dos processos erosivos ocorrem de modo direto e previsível, como consequência da intervenção antrópica no meio ambiente. São exemplos dessa situação no meio rural, o plantio e manejo do solo de modo inadequado, como a não observação de curvas de nível ou o desmatamento de matas ciliares. Em meio urbano, têm-se práticas inadequadas como a impermeabilização superficial excessiva com concentração do fluxo e lançamento inadequados das drenagens de águas pluviais. Há que se destacar que existem erosões que surgem sem a possibilidade de previsão tão direta. É o caso, por exemplo, de várias erosões que surgem no Centro-Oeste em áreas de platô próximos aos bordos de chapada, formando ravinas e voçorocas (17, 18).

As fases dos processos erosivos podem ser divididas basicamente em três: desagregação, transporte e sedimentação. A desagregação, trata-se simplesmente de desprender ou destacar as partículas do solo. Após o fenômeno de desagregar as partículas, segue a fase de transporte, sendo necessário considerar a influência do tamanho das partículas, da força de arraste do agente, da topografia e a presença de obstáculos como a cobertura vegetal. A última fase, é a deposição do material que ocorre quando o agente erosivo perde sua força e velocidade ou encontra um obstáculo que faz com que as partículas se depositem (12).

2.2.1 Erosividade

A erosão dos solos depende de vários fatores visto que, chuva e declividade do terreno e a cobertura vegetal sejam as mesmas, alguns solos são mais susceptíveis ao destacamento e ao transporte de partículas pelos agentes de erosão que outros. Essa diferença, devido às propriedades do solo, é conhecida como erodibilidade do solo (17, 18).

Um grande volume de água, causa o destacamento e o transporte de solo estes fatores são importantes na previsão da erosão e no planejamento do uso do solo. Entretanto, a erodibilidade dos solos é o fator de maior interesse geotécnico (18).

2.2.2 Erodibilidade

A erodibilidade está associada à capacidade do solo de resistir aos esforços provenientes dos processos erosivos, resistência essa que varia de solo para solo de acordo com suas características intrínsecas e com fatores subsidiários como o ciclo de secagem, umedecimento e a composição química da água. Existe certa dificuldade em correlacionar a erodibilidade dos solos com seus parâmetros geotécnicos isolados devido ao grande número de variáveis que provocam interferência nas análises (19, 20).

2.2.3 Erosão hídrica

O mais comum é, no entanto, classificar a erosão em quatro grandes grupos: hídrica, eólica, glacial e organogênica. Estas erosões são geralmente classificadas em três tipos principais: superficial; interna e linear (sulco, ravina, voçoroca), segundo o seu estágio de evolução. Cabe destacar que a erosão superficial é também denominada laminar e que as ravinas e voçorocas podem assumir a forma de anfiteatro em lugar da forma linear característica da região Centro-Oeste (18). Nos três (erosão) citados, o desprendimento e

transporte das partículas do solo são visualmente notórios. Existe, no entanto, outro fenômeno associado ao fluxo da água difícil de ser percebido, que, além de gerar a deterioração do maciço, contribui para a evolução da erosão, é o fenômeno da esqueletização (21).

2.2.3.1 Esqueletização

O fenômeno da esqueletização é o processo de degradação física do solo que aumenta sua porosidade. Ele surge em consequência do transporte de partículas ou de compostos, ou elementos químicos solubilizados (18).

O aumento da porosidade do solo termina por gerar a instabilidade dos taludes das erosões, sendo, portanto, parte essencial no processo evolutivo das ravinas e voçorocas. O fenômeno da esqueletização pode ainda ser o elemento desencadeador de processos erosivos, ao contribuir para a instabilização de encostas naturais submetidas à ocupação ou uso inadequado (18).

2.2.3.2 Erosões Lineares

As erosões lineares possuem três etapas distintas de transformações: a) sulcos, b) ravinas e c) voçorocas. Sulcos são canais de até 10 cm de profundidade que surgem devido à concentração do escoamento superficial (18). As erosões laminares tendem a desgastar a superfície do solo de modo uniforme por fluxo superficial difuso. Ao iniciar a concentração da água em filetes, dá-se origem à formação de sulcos (Figura 4 a). Estes, de um aspecto geral, distribuem-se de modo aleatório, seguindo a declividade do terreno, podendo, no entanto, obter a direção mais fortemente condicionada pela geologia estrutural (Figura 4 b). No meio geotécnico tem-se dado grande importância ao estudo das erosões de origem hídrica, ditas lineares, que são classificadas pela maioria dos autores como ravinas (sem surgência de água) e voçorocas (com surgência de água)(Figuras 5 a e 5 b)(22).

Figura 4 – Erosão em sulcos.



(a) Erosão em sulcos, BR 060.



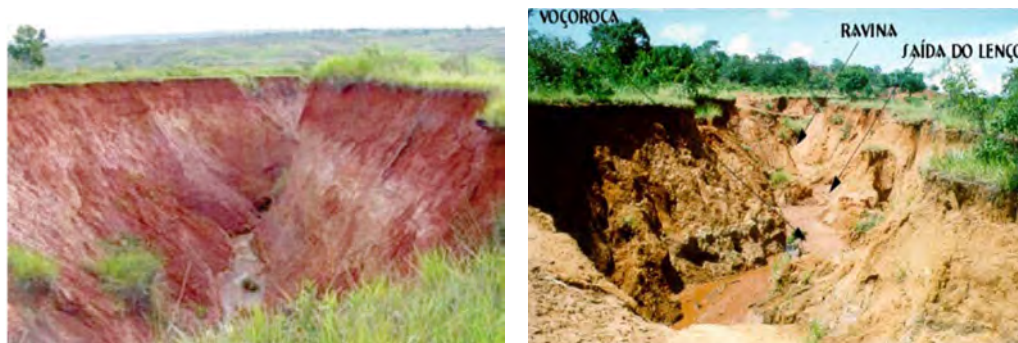
(b) Erosão em sulcos, BR 060.

Fonte: José Camapum de Carvalho et al.

2.2.4 Fatores condicionantes

Os processos erosivos, sejam de causas naturais ou antrópicas, podem ser entendidos a partir de fatores condicionantes e de fatores deflagratórios. É importante separar fatores condicionantes que influenciam a

Figura 5 – Erosão ravinas e voçorocas.



(a) Voçoroca na margem esquerda da rodovia (b) Ravina e voçoroca na fazenda morro limpo, DF-070.

Fonte: José Camapum de Carvalho et al.

velocidade do processo como a precipitação, a cobertura vegetal, topografia e o solo. (23).

2.2.4.1 Precipitação

O maior impacto direto na erosão dos solos entre todos os fatores climáticos são a chuva, seja através do impacto das gotas sobre o solo desprotegido ou por escoamento superficial. A ação exercida sobre o solo depende da combinação de uma, séries de variáveis, sendo ser evidente pensar que a principal delas seja a intensidade. Tem-se ainda que chuvas torrenciais ou pancadas de chuvas intensas, como trombas d'água, representam a forma agressiva de impacto da água no solo. A força da erosão através da chuva depende ainda de fatores como a duração do evento, o diâmetro da gota, a direção e velocidade do impacto (17).

2.2.4.2 Topografia

O processo erosivo depende de fatores externos, como declividade e comprimento do talude ou encosta. Relevos de alta declividade produzem escoamentos superficiais com maiores velocidades e aumentam a capacidade erosiva.

2.2.4.3 Tipo de solo

Diferentes, solo apresentam erodibilidade diferente, ou seja, que determinados solos possuem uma menor capacidade de resistir aos processos erosivos, evidencia-se que a tipologia do solo e as características geotécnicas desse, como a textura, a permeabilidade e a resistência ao cisalhamento induzem uma maior ou menor velocidade dos processos erosivos. Estudos de processos erosivos no Distrito Federal, determinaram a erodibilidade de diversos solos, todos associados à ocorrência de ravinas e voçorocas. Verificou-se que o grau de lateritização dos solos é um fator interveniente na susceptibilidade à erosão e incluíram as relações, sílica/sesquióxidos e sílica/óxido de alumínio com indicadores desta propriedade nos modelos matemáticos. (14).

2.2.4.4 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal funciona para defesa natural dos vários solos. A cobertura vegetal é um fator modulador da ação da água sobre os solos e, dessa forma, possui a capacidade de alterar o potencial erosivo (17).

Quando ocorre um evento de precipitação sobre um terreno descoberto, as gotas de chuva farão as partículas do solo se desprender e salpicar e essas serão facilmente transportadas pela água. A vegetação rasteira tanto pode auxiliar ao interceptar as gotas de chuva, diminuindo seu impacto sobre a superfície do solo, quanto pode aumentar a capacidade de infiltração do solo diminuindo a velocidade de fluxo do escoamento superficial (2).

2.3 GEOPROCESSAMENTO

A introdução do Geoprocessamento no Brasil inicia-se a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo prof. Jorge Xavier da Silva docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no início dos anos 80. A vinda ao Brasil, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro *Canadian Geographical Information System* (GIS), incentivou o aparecimento de vários grupos interessados em desenvolver tecnologia, entre os quais podemos citar: Laboratório de Geoprocessamento de Departamento de Geografia da UFRJ e MaxiData responsável pelo setor de informática da empresa de aerolevantamento AeroSul (24).

O termo Geoprocessamento é um conceito mais global, relacionado às atividades de sensoriamento remoto, cadastros, outras pesquisas e investigações de campo para capturar dados. O geoprocessamento pode ser utilizado para criar um banco de dados; para manipular, organizar e atualizar as informações do Sistema de Informações Geográficas (SIG) (25).

2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies (26).

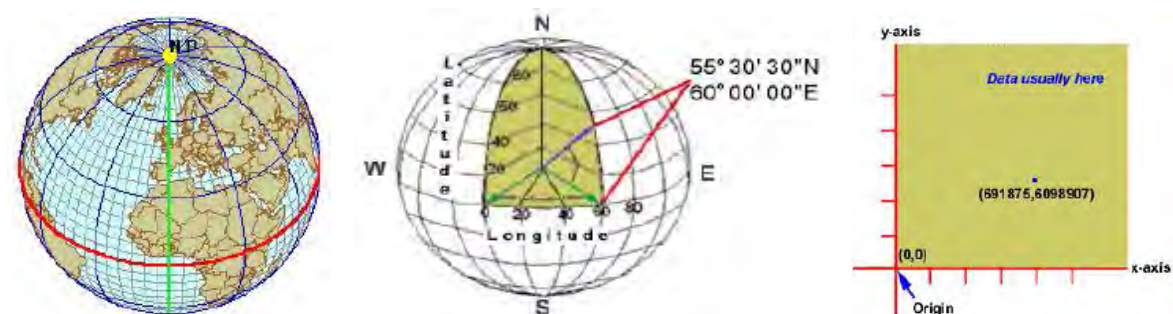
O SIG integra numa única base de dados informações espaciais provenientes de dados cartográficos, de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Oferece mecanismos para combinar as várias informações, por algoritmos de manipulação e análise, para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados e gerar mapas (26).

Um SIG é projetado para a coleta, o armazenamento e a análise de objetos e fenômenos onde a localização geográfica é uma característica importante ou fundamental para as análises. Por exemplo, a localização de um posto de bombeiros e as localizações onde a erosão do solo é mais severa, são considerações chaves no uso dessa informação; em cada caso, o que é e onde está, deve ser considerado (25).

2.4.1 Georreferenciamento

Todos os arquivos de dados em um SIG são georreferenciados. Georreferenciamento refere-se a localização de uma camada no espaço pelo sistema de coordenadas. A (Figura 6) apresenta os sistemas para o georreferenciamento de dados geográficos.

Figura 6 – Georreferenciamento de dados em SIG.



(a) Georreferenciamento da terra. (b) Georreferenciamento geográfico. (c) Georreferenciamento cartesiano.

Fonte: *Environmental Systems Research Institute.*

Uma forma comum de georreferenciamento é a indicação do sistema de coordenadas (latitude/longitude, UTM², KML³ entre outros), as unidades de referência e as posições das coordenadas: esquerda, direita, topo e fundo da imagem.

²Universal Transversa de Mercator

³Keyhole Markup Language

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Foi utilizada a planilha eletrônica, Excel da Microsoft para a confecção da ficha de cadastro. Para a localização das coordenadas geográficas foram utilizados os softwares MapSource V.6.10.3 e Google Earth Pro V.7.3.4.8248. Para a coleta das imagens locais foi utilizado o software SurveyCam para smartphone que vincula as coordenadas geográficas (27, 28, 29, 30). Para a declividade utilizou-se o AutoCAD & Civil 3D com Gpsvisualizer para converter as coordenadas KMZ para UTM (31, 32). Para tabulação da ficha de cadastro de erosão utiliza-se a cartilha do Projeto Pronex com formatação através da planilha de cálculo Excel (33). Para a criação do mapa de Anápolis foi utilizado o Software Spring 5.0.6 com o banco de dados Atlas 2008 (34). Para a criação dos mapas de geologia, geomorfologia, pedologia e drenagem utiliza-se o Software QGIS-OSGeo4W-3.24.1-1 (35).

Para manipulação de imagens digitais foi utilizado os softwares: LaTeXDraw Versão 2.0.0 e GIMP 2 versão 2.8.22 (36, 37).

Para a diagramação do modelo monográfico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Anápolis, ficha catalográfica e termo de aprovação utilizou-se aplicativo $\text{\LaTeX}$ 2_ε o qual não será objeto de investigação.

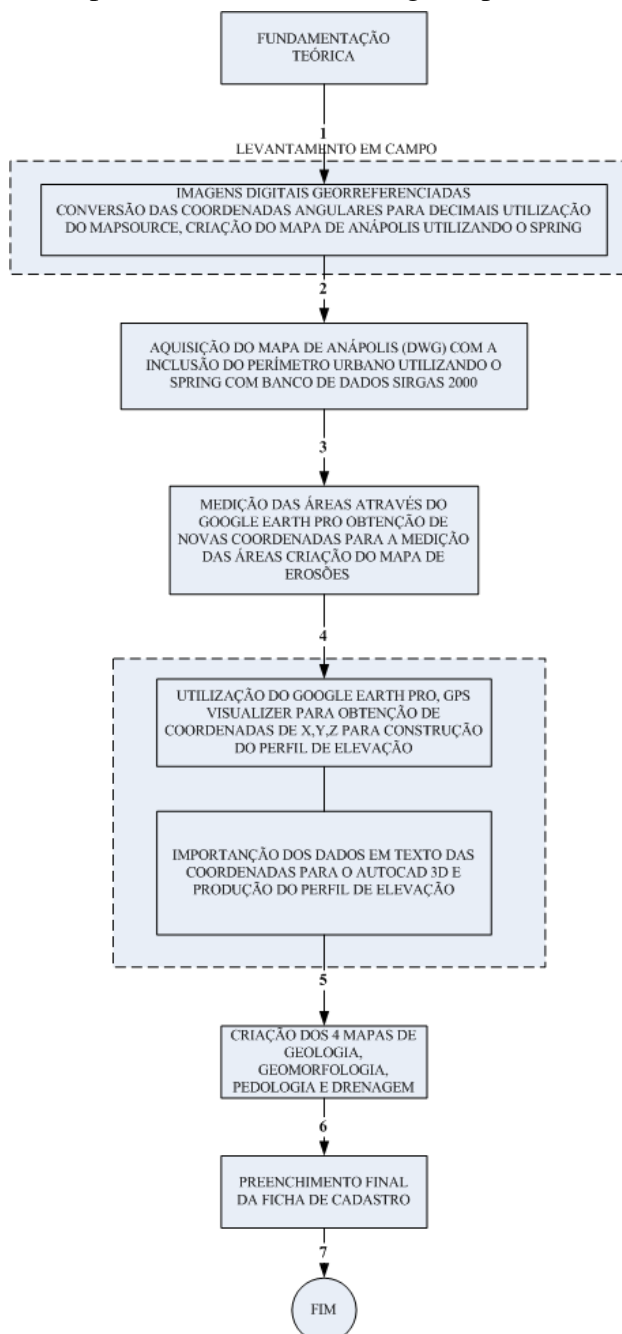
As pesquisas utilizando essa metodologia já foram desenvolvidas no contexto do projeto apoiado pelo Pronex, onde se destaca o Cadastro de Erosões Georreferenciadas do Distrito Federal e Processos erosivos e Cadastro de Erosões (2, 18, 33).

3.2 METODOLOGIA

Entre 2014 e 2015 foi realizado um estudo de erosões em Anápolis, onde foram identificadas 23 áreas com indícios a ocorrência de processos erosivos. Este estudo foi realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) empresa pública federal com funções de serviço geológico do Brasil. Com base neste estudo efetuou-se o levantamento com o cadastramento de erosões tipo voçorocas e ravinas (38).

Para a realização do cadastro de erosões em Anápolis, utilizou-se um procedimento desenvolvido em sete etapas (Figura 7).

Figura 7 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos para o cadastramento das erosões.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Na primeira etapa fez-se uma fundamentação teórica dos temas relacionados à degradação do solo, geoprocessamento e cadastro, visando uma melhor percepção das características da formação do processo erosivo.

Na segunda etapa foi realizado o levantamento de campo ao nível de reconhecimento visando confirmar a existência das feições e fazer o cadastramento das informações colhidas em campo. Nesta etapa foi possível fotografar e comprovar a existência ou não de algum processo erosivo e sua tipologia. Nesta etapa foi feito download do aplicativo Spring 5.0.6 e utilizado o banco de dados Atlas 2008 e DATUM (WGS84) com projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e selecionado a cidade de Anápolis onde foi produzido o mapa com georreferenciamento na sequência foi inserida as coordenadas geográficas das regiões visitadas e exportada a imagem na extensão (.png). Para a inserção dos números e da legendas a imagem (.png) e importada para o software LatexDraw e inseridos os números e legendas, e salvas no formato (.png) (Figura 8).

Figura 8 – Mapa da cidade de Anápolis com as treze regiões a serem pesquisadas.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

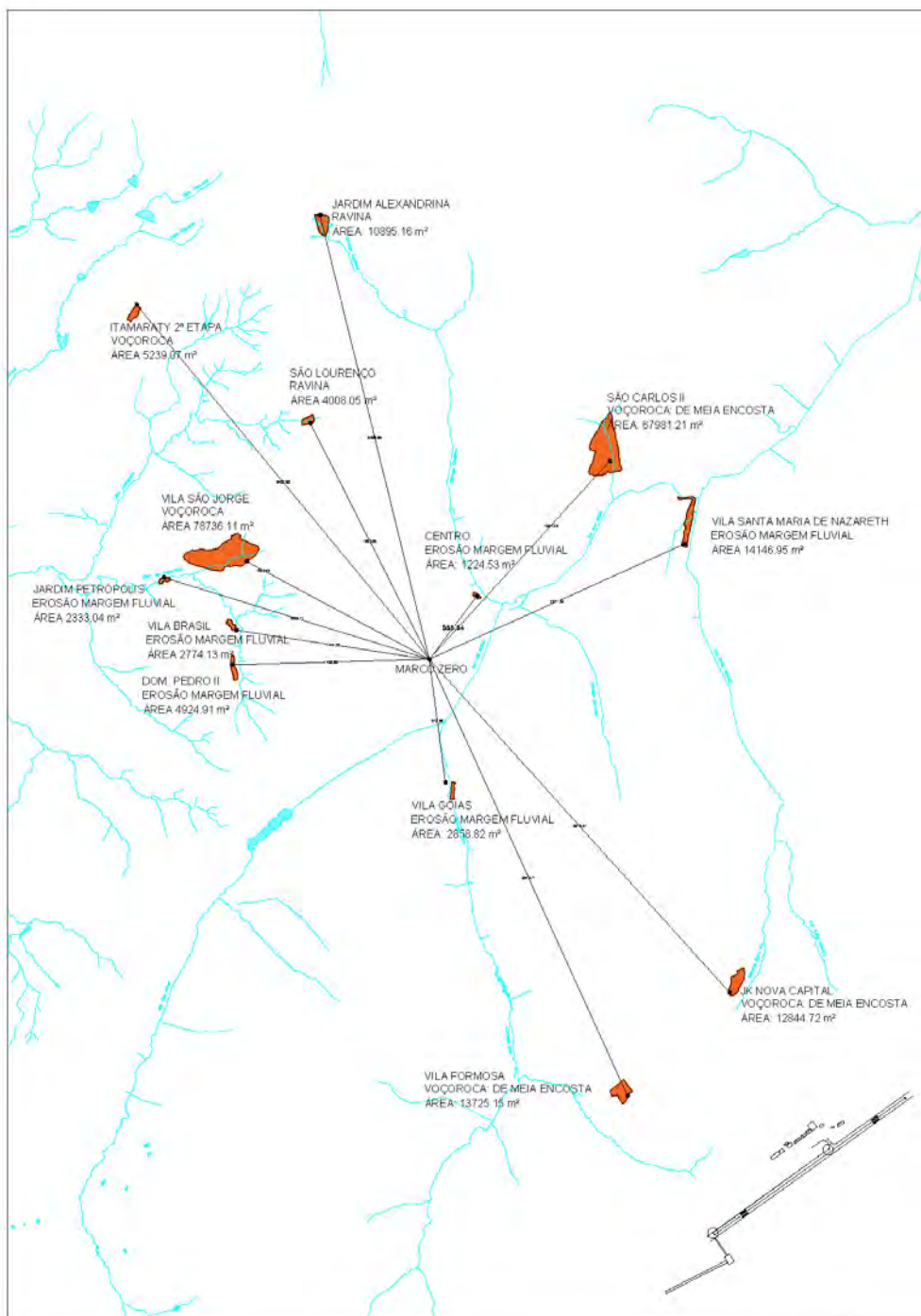
Na etapa três foi utilizado mapa de Anápolis em (.dwg) produzido pela Engenharia NHL Informática com sede em Goiânia sido incluído o perímetro da cidade de Anápolis através do banco de dados Atlas 2000 integrado ao Software Spring 5.0.6 com a importação do arquivo em (.dxf) (39).

Na etapa quatro foi criado o mapa de erosões¹ (Figura 9) constituído das seguintes alíneas:

- a) Foi selecionado os polígonos e salvos no formato (.kmz);
- b) Foi executado um upload para o site GPS Visualizer para a conversão de (.kmz) para UTM no formato (.gpx) e feito o download para o notebook;
- c) O arquivo (.gpx) e aberto no MapSouce e convertido para texto (tabulado)(.txt);
- d) O arquivo texto (tabulado)(.txt) é aberto através do Excel e formatado para tabulação e salvo no formato (.cvs) para o formato (MS-DOS);
- e) O arquivo (.cvs) e aberto através do bloco de notas onde foi substituído o ponto e vírgula por vírgula e salvo no formato (.cvs);
- f) O arquivo (.cvs) e aberto através do bloco de notas e são acrescentado duas linhas de comando: MULTIPLE e PLINE ao final da última coordenada e acrescentado um espaço e a letra C e salvo com a extensão (.scr) criando um arquivo de Script para o Autocad 3D;
- g) O Autocad 3D e aberto já com o mapa de Anápolis e digitado o comando: SCRIPT gerando assim a área obtida pelas coordenadas do Google Earth Pro.

¹Pode-se obter a localização do georreferenciamento das regiões pesquisadas clicando nas coordenadas decimais no (Apêndice B, p. 88).

Figura 9 – Mapa das erosões em .dwg.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

A etapa cinco foi implementado através do AutoCAD 3D o perfil de elevação visto que a vegetação dificultava a visualização do terreno (Figura 10). O perfil de elevação foi desenvolvido através das seguintes alíneas:

- a) Foi selecionado os polígonos e salvos no formato (.kmz);
- b) Foi executado um upload para o site GPS Visualizer para a conversão de (.kmz) para UTM no formato (.gpx) e feito o download para o notebook;
- c) O arquivo (.gpx) e aberto no MapSouce e convertido para texto (tabulado)(.txt);
- d) O arquivo texto (tabulado)(.txt) é aberto através do Excel e formatado para tabulação e salvo no formato (.cvs) para o formato (MS-DOS);
- e) O arquivo (.cvs) e aberto através do bloco de notas onde foi substituído o ponto e vírgula por vírgula e salvo no formato (.cvs);
- f) Cria-se um novo arquivo (.dwg) e configura-se o DATUM para Brasil e seleciona-se a norma: SIRGAS datum, UTM Zone 23S; Brasil-48d to 42d West no Autocad 3D. Cria-se uma Superfície e adiciona-se o arquivo (.cvs) configurando o formato do arquivo para NEZ (espace delimited) com a criação das curvas seleciona-se o Object Viewer e configura-se para SW Isometric onde a imagem é salva em (.jpg).

Figura 10 – Cadastro das imagens georreferenciadas e obtenção de comprimento e largura.



(a) Obtenção das coordenadas no Google Earth Pro.



(b) Área georreferenciada no Autocad 3D.

Fonte: Google Earth Pro; Wagner Oliveira de Araujo.

Foram desenvolvidos quatro mapas na etapa seis através do programa QGIS-OSGeo4W-3.24.1-1 sendo: geomorfológico, geológico, pedológico e hidrológico.

Os mapas foram criados através das seguintes alíneas:

- a) Efetuar download do aplicativo QGIS-OSGeo4W-3.24.1-1 (35);
- b) Efetuar download do banco de dados: geomorfológico, geológico e pedológico do IBGE (40, 41, 42);
- c) Efetuar download do banco de dados hidrológico (43);

- d) Cria-se um projeto de erosões no QGIS;
- e) Adiciona-se um grupo de “Erosões”;
- f) Na barra de ferramenta clicar em “Camada”
- g) Clicar em “Adicionar camada” na sequência clicar em “adicionar camada vetorial” selecionar o arquivo geomorfologia (.shp) (shape file);
- h) Selecionar a “coluna” correspondente a tabela de dados que será identificada;
- i) Clicando com o botão direito e selecionando “propriedade”;
- j) Selecionando o ícone “Estilo” no item coluna selecionar a coluna correspondente a tabela do banco de dados através do “listbox” selecionando categorizado;
- k) Clicar no botão “Classificar” e depois clicar “OK”;
- (*) Efetuar estes procedimentos (f a l) para o banco de dados de geologia, pedologia e hidrologia;
- l) Na barra de ferramentas em “Complementos” clicar em “Gerenciar e instalar complementos” selecionar “Instalar QuickMapServices” com a instalação volte a barra de ferramentas e clique em “Web” depois “QuickMapServices” em seguida em “Google” e finalmente “Google Satellite” com isso temos a imagem de satélite dentro do QGIS;
- m) Na sequência clicar no ícone “Novo compositor de Impressão” será aberto uma janela para a manipulação dos itens do projeto criado. Criando com o padrão de folha A2 (420 mm × 594 mm) no formato paisagem onde são incluídos os seguintes procedimentos:
 - adicionar mapa geomorfológico e as legendas;
 - adicionar mapa geológico e as legendas;
 - adicionar mapa pedológico e as legendas;
 - adicionar mapa de satélite com hidrografia e as legendas.

E por fim imprimir-se o mapa que pode ser visto no (Apêndice C) da página 89.

E finalmente na etapa sete o preenchimento da ficha de cadastro com seus atributos digitalmente na planilha Excel e convertida em **tabela longa** devido à utilização de mais de uma página através $\text{L}^{\text{T}}\text{E}^{\text{X}} 2_{\epsilon}$ (Quadro 1). Foram utilizados os mapas de Geologia, geomorfologia e pedológico que podem ser observado no Apêndice C para preenchimento dos campos na ficha de cadastro (3).

Quadro 1 – Ficha de cadastro da erosão modelo.

FICHA DE CADASTRAMENTO – X			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	00/00/0000
Código:	SW000	Acesso:	

(continua)

Quadro 1 – Ficha de cadastro da erosão modelo

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – X			
Nome:	EROSÃO00	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	00°00'00.00"S	EW:	00°00'00.00"W
Localização:			
Rua XXXXXXXXX - Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina	☐ Voçoroca: de cabeceira		
☐ Voçoroca: de meia encosta	☐ Erosão marginal		
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica:			
Geomorfologia:			
Geologia:			
Litologia:			
Pedologia:			
Vegetação			
☐ Cerrado	☐ Mata galeria		
☐ Cerrado ralo o campo cerrado	☐ Veredas		
☐ Campo sujo	☐ Campo rupestre		
☐ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo	☐ Corpos d'água		
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento		
☐ Mata	☐ Solo exposto		
☐ Área urbana	☐ Estrada		
☐ Cerrado	☐ Chácara		
Altimetria:	0,00 m		
Feições Geológicas:			
Hidrogeologia:			
Aspectos geotécnicos:			
3) Características da Erosão			
Comprimento: 0,00 m	Largura: 0,00 m		
Profundidade:	Talude: 0°		
Nível de água:			
Volume da erosão			
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³		
☐ Grande - >10.000 m ³			
Declividade			

(continua)

Quadro 1 – Ficha de cadastro da erosão modelo

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – X	
☐ Plano ($0 < d \leq 3$)	☐ Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
☐ Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	☐ Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
☐ Ondulado ($8 < d \leq 20$)	☐ Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Causas	
Atenuantes	
4) Avaliação das condições da evolução	
5) Principais Impactos	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1.1 EROSÃO SETOR CENTRAL

Erosão marginal na Travessa Associação Esporte Clube (Centro) causada por desvio do córrego devido à construção de empreendimentos imobiliários. Com a construção de um shopping e de uma via para acesso na margem esquerda do mesmo. Com esta mudança forçada do leito do córrego, em sua dinâmica natural provocou a erosão da margem direita. Canalizando evita-se a erosão foi realizada uma contenção na margem erodida, com tubulões cheios de terra. Realizou-se essa obra, e mais uma vez alterou a dinâmica do córrego e provocou a destruição do muro de gabião da margem esquerda levando para dentro do leito e metade da via (Figura 11).

Figura 11 – Erosão de margem fluvial do setor central.



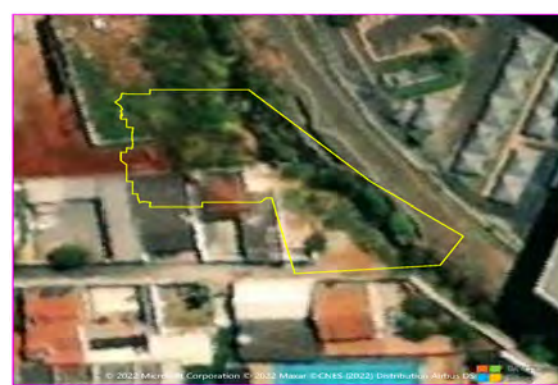
(a) Desmoronamento do muro de gabião.



(b) Detalhe da erosão na pista.



(c) A erosão destruiu a metade da pista.



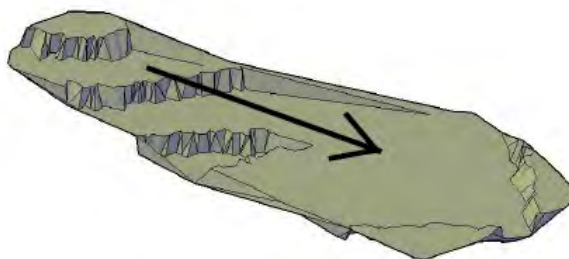
(d) Área demarcada no Autocad 3D.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google

Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 12).

Figura 12 – Sentido do fluxo da água do setor Central.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada. (Quadro 2).

Quadro 2 – Ficha de cadastro da erosão Setor Central.

FICHA DE CADASTRAMENTO – A			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	08/12/2021
Código:	SW05	Acesso:	SETOR CENTRAL
Nome:	EROSÃO005	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	-16.324339S	EW:	-48.950083W
Localização:			
Travessa Associação Esporte Clube, 15 - Setor Central, Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☒ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do Córrego Cesários			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☒ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☐ Campo limpo			

(continua)

Quadro 2 – Ficha de cadastro da erosão Setor Central

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – A	
Uso e ocupação do solo	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	990,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 68,00 m	Largura: 15,14 m
Profundidade: 1,04 m	Talude: 2º
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano ($0 < d \leq 3$)	☐ Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
☒ Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	☐ Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
☐ Ondulado ($8 < d \leq 20$)	☐ Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Erosão marginal causada por desvio do córrego devido a construção de obra. Provavelmente a mudança forçada do leito do córrego, em sua dinâmica provocando erosão a margem direita. Na tentativa de cessar a erosão, foi realizada uma contenção na margem erodida, com tubulões cheios de terra. Ao realizar esta obra, mais uma vez alterou a dinâmica do córrego e este passou a erodir e destruir o muro de gabião da margem esquerda. Após vários eventos de erosões o muro de gabião não resistiu e cedeu, levando para dentro do leito do córrego, terra, pedaços do muro e metade da via do shopping que no presente momento encontra-se totalmente interditada até para pedestres.	
Causas	
Causada por desvio do córrego	
Atenuantes	
Construção do desvio do córrego	
4) Avaliação das condições da evolução	
Erosão ativa	

(continua)

Quadro 2 – Ficha de cadastro da erosão Setor Central

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – A
5) Principais Impactos
Obstrução total da via.
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas
Constante fiscalização por parte do poder público para evitar novos locais com corte/aterro e residências muito próximas e em taludes íngremes.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.2 EROSÃO SÃO CARLOS II

Processo de voçorocamento na Rua Aquiles Elias instalado no córrego Boa Vista, tributário do Ribeirão das Antas. O aumento em relação sua largura pode ser ocasionado pela dinâmica natural do córrego aliado ao aumento do fluxo de água devido à impermeabilização da cabeceira na Avenida Brasil Norte. Um ponto a ser considerado é a construção de novos empreendimentos imobiliários. Na rua Aquiles Elias, no fundo das residências, é possível verificar o deslocamento do solo, com fissuras e inclinação de diversas árvores (Figura 13).

Figura 13 – Erosão do setor São Carlos II.



(a) Área demarcada da voçoroca.



(b) Voçoroca com desnível de aproximadamente 10 m.



(c) Inclinação do terreno.

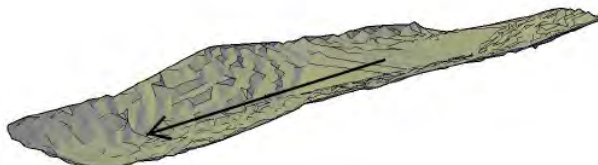


(d) A vegetação encobre a voçoroca.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 14).

Figura 14 – Sentido do fluxo da água do setor São Carlos II.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada. (Quadro 3).

Quadro 3 – Ficha de cadastro da erosão São Carlos II.

FICHA DE CADASTRAMENTO – B			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	22/12/2021
Código:	SW01	Acesso:	São Carlos II
Nome:	EROSÃO001	RA:	VOÇOROCA
Coordenadas NS:	-16.315225S	EW:	-48.940983W
Localização:			
Rua Aquiles Elias e Av. Dr. Calil Q 59, 14 - São Carlos II, Anápolis - GO, 75084-160			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☒ Voçoroca: de meia encosta		☐ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do Rio das Antas			
Geomorfologia: Modelado de Dissecação - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☒ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☐ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo		☐ Corpos d'água	
☐ Agricultura		☐ Reflorestamento	
☐ Mata		☐ Solo exposto	
☒ Área urbana		☐ Estrada	
☐ Cerrado		☐ Chácara	
Altimetria:		1011,00 m	
Feições Geológicas:		Saprólito	
Hidrogeologia:			
Aspectos geotécnicos:			
3) Características da Erosão			
Comprimento: 430,00 m		Largura: 44,90 m	
Profundidade: 2,56 m		Talude: 3º	
Nível de água:			
Volume da erosão			
☐ Pequena - até 1.000 m ³		☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³	

(continua)

Quadro 3 – Ficha de cadastro da erosão São Carlos II

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – B	
(X) Grande - $>10.000 m^3$	
Declividade	
() Plano ($0 < d \leq 3$)	() Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
(X) Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	() Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
() Ondulado ($8 < d \leq 20$)	() Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Processo de voçorocamento instalado no córrego Boa Vista, tributário do Ribeirão das Antas, Voçoroca ativa desde 2014 conforme relatos de moradores a mesma atingiu várias moradias na margem esquerda do córrego, ao longo da rua Aquiles Elias e sua cabeceira aponta para Av. Brasil Norte. A dinâmica da drenagem local provoca o aumento do fluxo de água devido a impermeabilização da Av. Brasil Norte. Um ponto preocupante é a construção de novos empreendimentos imobiliários, com um talude de aproximadamente 40 m de altura.	
Causas	
Concentração de fluxo superficial proveniente do acostamento da estrada. A construção de casas a montante de erosão contribui para a impermeabilização do solo e o aumento da concentração superficial de água no acostamento da estrada.	
Atenuantes	
Declividade do terreno muito acentuada	
4) Avaliação das condições da evolução	
A erosão pode evoluir em direção à estrada, a montante e para as laterais. A vegetação da margem esquerda da ravina é muito rala e não protege o talude do escoamento superficial.	
5) Principais Impactos	
Progressão da erosão com desabamento das construções	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	
Obras de contenção de encostas, de taludes de corte e aterro. Obras de urbanização com a melhoria do sistema de drenagem pluvial urbana do entorno, com correto destinação até o nível de base local, Monitoramento e fiscalização constante.	

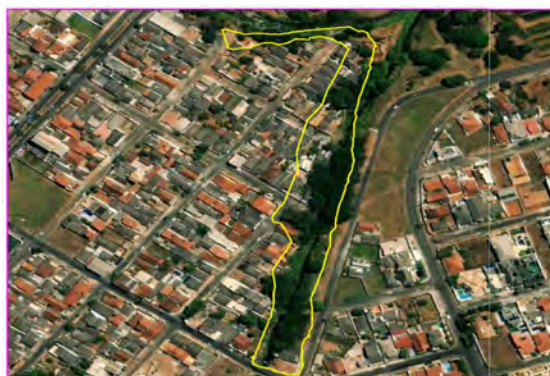
Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.3 EROSÃO SANTA MARIA DE NAZARETH

Foi verificado que já existe um histórico de recorrência de inundações das ruas próximas à confluência do córrego Água Fria e o Ribeirão das Antas entre as Ruas Padre Anchieta e Joaquim Sebastião. Houve uma obra na região, porém conforme pode notar houve erosões decorrentes ao aumento do fluxo de águas em períodos chuvosos o que provocou destruição do muro de gabião e deslizamento de parte da via e a mesma apresenta fissuras 8 cm e várias árvores encontram-se tombadas para dentro do córrego(Figura 15 e 16).

Figura 15 – Erosão do setor Santa Maria de Nazareth.



(a) Área demarcada da margem fluvial.



(b) Voçoroca com desnível de aproximadamente 15 m.

Fonte: Google Earth Pro; Wagner Oliveira de Araujo.

Figura 16 – Erosão do setor Santa Maria de Nazareth.



(a) Inclinação do terreno e entulho.



(b) Solo rachando para dentro do córrego.

Fonte: Google Earth Pro; Wagner Oliveira de Araujo.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 17).

Figura 17 – Sentido do fluxo da água Santa Maria de Nazareth.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 4).

Quadro 4 – Ficha de cadastro da erosão Santa Maria de Nazareth.

FICHA DE CADASTRAMENTO – C			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	09/12/2021
Código:	SW02	Acesso:	S. M. NAZARETH
Nome:	EROSÃO02	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	-16.318760S	EW:	-48.935290W
Localização:			
Rua Padre Anchieta e Joaquim Sebastião - Vila Santa Maria de Nazareth, Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☒ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do Córrego Água Fria			
Geomorfologia: Modelado de Dissecação - Baixas Vertentes			
Geologia: Depósitos aluvionares			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☒ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☐ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo		☐ Corpos d'água	

(continua)

Quadro 4 – Ficha de cadastro da erosão Santa Maria de Nazareth

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – C	
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	983,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 369,00 m	Largura: 39,39 m
Profundidade: 4,67 m	Talude: 4°
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano (0 < d ≤ 3)	☐ Fortemente ondulado (20 < d ≤ 45)
☒ Suave ondulado (3 < d ≤ 8)	☐ Montanhoso (45 < d ≤ 75)
☐ Ondulado (8 < d ≤ 20)	☐ Escarpado (d > 75)
Descrição geral	
Local com histórico desde 2014 de recorrência de inundações das ruas próximas a confluência do córrego Água Fria e o Ribeirão das Antas. Houve rebaixamento do leito do Ribeirão que solucionou o problema de extravasamento da calha tanto do córrego Água Fria, como do Ribeirão das Antas. O problema verificado foi a erosão das margens do córrego Água Fria entre as Ruas Padre Anchieta e Pedro Martins. Há no local uma placa de serviços para canalização porém devido ao aumento do fluxo de água nos períodos chuvosos houve o desmoronamento de 80% do muro de gabião que encontra-se dentro do córrego.	
Causas	
Concentração de fluxo superficial proveniente das águas das chuvas	
Atenuantes	
Declividade do terreno.	
4) Avaliação das condições da evolução	
A erosão pode evoluir em direção á estrada, a montante e para as laterais.	
5) Principais Impactos	
Progressão da erosão com desabamento das construções	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	

(continua)

Quadro 4 – Ficha de cadastro da erosão Santa Maria de Nazareth

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – C

Obras de contenção de encostas marginais no córrego para estabilização de aterros lançados (com acompanhamento de Eng^o Civil/Geotécnico), com a integração dos sistemas de drenagens existentes. Executar manutenção das drenagens pluviais e canais de córregos, a fim de evitar que o acúmulo de resíduos impeça o perfeito escoamento das águas durante a estação chuvosa.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.4 EROSÃO JK NOVA CAPITAL

Erosão com muita vegetação verificou-se que seu início está na Rua 44 e seu degrau de abatimento. Um terreno aplainado com excesso de terra, e abundante de entulhos de construção civil são depositados na erosão, contribuindo assim para o assoreamento da bacia. Provavelmente a erosão possa ser causada devido à má gerenciamento das águas pluviais, devido a ineficiente do sistema de drenagem na região e captação das águas oriundas da Avenida Juscelino Kubitschek, ou seja, maior impermeabilização da região (Figura 18).

Figura 18 – Erosão do setor JK Nova Capital.



(a) Área demarcada da voçoroca.



(b) Voçoroca com desnível de aproximadamente 20 m.



(c) Inclinação do terreno e entulho.

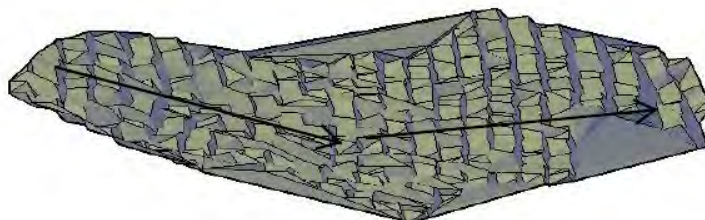


(d) Rua com restos da erosão.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 19).

Figura 19 – Sentido do fluxo da água do setor JK Nova Capital.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 5).

Quadro 5 – Ficha de cadastro da erosão JK Nova Capital.

FICHA DE CADASTRAMENTO – D			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	12/12/2021
Código:	SW03	Acesso:	JK NOVA CAPITAL
Nome:	EROSÃO003	RA:	VOÇOROCA
Coordenadas NS:	-16.350664S	EW:	-48.932328W
Localização:			
Rua 44 - JK Nova Capital, Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☒ Voçoroca: de meia encosta		☐ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Água Fria			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☒ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☐ Campo limpo			

(continua)

Quadro 5 – Ficha de cadastro da erosão JK Nova Capital

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – D	
Uso e ocupação do solo	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	1072,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 227,00 m	Largura: 87,60 m
Profundidade: 18,3 m	Talude: 5°
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m^3	☐ Média - 1.000 a 10.000 m^3
☒ Grande - >10.000 m^3	
Declividade	
☐ Plano ($0 < d \leq 3$)	☐ Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
☒ Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	☐ Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
☐ Ondulado ($8 < d \leq 20$)	☐ Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Erosão com muita vegetação, onde foi possível verificar a cabeceira na Rua 44, e seu de-grau de abatimento. Existe a possibilidade que esta erosão seja oriunda da má gestão de águas pluviais, devido a ineficiência do sistema de drenagem e captação das águas que surge da Av. Juscelino Kubistscheck.	
Causas	
Falta de eficiência da drenagem no local.	
Atenuantes	
Grande inclinação do terreno no entorno	
4) Avaliação das condições da evolução	
Ocupação da cabeceira por empreendimentos imobiliários o que pode gerar a evolução da erosão.	
5) Principais Impactos	
Transporte de terra em direção à estrada, entupindo o sistema de captação de águas pluviais e interrupção da estrada de ferro ao longo da rua 44.	

(continua)

Quadro 5 – Ficha de cadastro da erosão JK Nova Capital

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – D
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas
Obras de contenção de encostas marginais no córrego para estabilização de aterros lançados (com acompanhamento de Eng ^o Civil/Geotécnico), com a integração dos sistemas de drenagens existentes. Executar manutenção das drenagens pluviais e canais de córregos, a fim de evitar que o acúmulo de resíduos impeça o perfeito escoamento das águas durante a estação chuvosa.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.5 EROSÃO VILA GOIÁS

Erosão marginal entre a Rua Padre Feijó e Av. Brasil Sul região algumas moradias abandonadas e outras demolidas. Edificações comerciais que se estende no córrego diversas fraturas nas estruturas, indício de movimentação dessas estruturas. Verificou-se uma proteção junto as margens do córrego em ambos os lados um conjunto de manilhas com concreto fazendo a contenção das margens além da falta de muretas sobre a rua que cruza o córrego. Também foi verificado que esta área é de protensão ambiental (Figura 20).

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 21).

Figura 20 – Erosão do setor Vila Goiás.



(a) Área demarcada da erosão margem fluvial.



(b) Erosão de margem fluvial com desnível de aproximadamente 7 m.



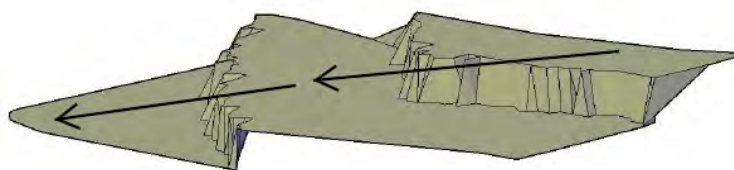
(c) Inclinação do terreno e entulho.



(d) Terreno ingreme com entulho.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Figura 21 – Sentido do fluxo da água do setor Vila Goiás.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 6).

Quadro 6 – Ficha de cadastro da erosão Vila Goiás.

FICHA DE CADASTRAMENTO – E			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	15/12/2021
Código:	SW04	Acesso:	VILA GOIÁS
Nome:	EROSÃO004	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	-16.336828S	EW:	-48.952153W
Localização:			
Av. Brasil Sul e Rua Padre Feijó - Vila Goiás, Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☒ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do rio das Antas			
Geomorfologia: Modelado de Dissecação - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☒ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☐ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo		☐ Corpos d'água	
☐ Agricultura		☐ Reflorestamento	
☐ Mata		☐ Solo exposto	

(continua)

Quadro 6 – Ficha de cadastro da erosão Vila Goiás

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – E	
(X) Área urbana	() Estrada
() Cerrado	() Chácara
Altimetria:	1002,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 140,00 m	Largura: 27,40 m
Profundidade: 2,68 m	Talude: 3°
Nível de água:	
Volume da erosão	
() Pequena - até 1.000 m ³	() Média - 1.000 a 10.000 m ³
(X) Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
() Plano (0 < d ≤ 3)	() Fortemente ondulado (20 < d ≤ 45)
(X) Suave ondulado (3 < d ≤ 8)	() Montanhoso (45 < d ≤ 75)
() Ondulado (8 < d ≤ 20)	() Escarpado (d > 75)
Descrição geral	
Local com erosão marginal com histórico com a presença de moradias desocupadas ou abandonadas a beira do córrego. Alguns galpões comerciais estende-se para dentro do córrego. Área de proteção ambiental invadida. Existência de manilhas como forma de conter a erosão no local contudo estas estão praticamente todas destruídas em razão da força das água fluviais em períodos chuvosos.	
Causas	
Concentração de fluxo superficial proveniente das águas em períodos chuvosos.	
Atenuantes	
Colocação de manilhas de contenção a jusante para retenção do solo	
4) Avaliação das condições da evolução	
A erosão pode evoluir em direção à estrada, a montante e para as laterais.	
5) Principais Impactos	
Transporte de terra em direção ao córrego assoreando e possivelmente desmoronamento das margens.	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	
Desenvolver estudos de viabilidade com intervenções estruturais que possam mitigar os riscos geológicos encontrados na região.	

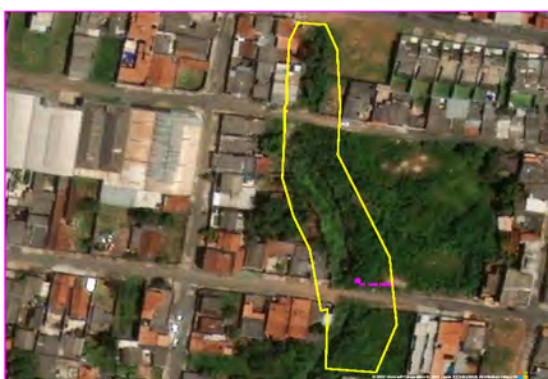
Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.6 EROSÃO DOM PEDRO II

Erosão marginal localizada entre a Rua Barão de Cotegipe, Adalberto Pereira e Senador Sócrates Mar-dochén Diniz a jusante do parque Liberdade, na cabeceira de drenagem do setor Dom Pedro II, erosão proveniente do aumento do fluxo das águas em períodos chuvosos devido à impermeabilização da cabeceira de drenagem e ocupação das matas ciliares e áreas de proteção ambiental. O problema é agravado pela ausência de bueiros nas ruas que cruzam o córrego (Figura 22). A região está localizada em uma região de vale e todo fluxo de água é direcionado para a entrada da erosão.

Figura 22 – Erosão do setor Dom Pedro II.



(a) Área demarcada da erosão margem fluvial.



(b) Erosão de margem fluvial com desnível de aproximadamente 5 m.



(c) Edificação dentro da erosão.



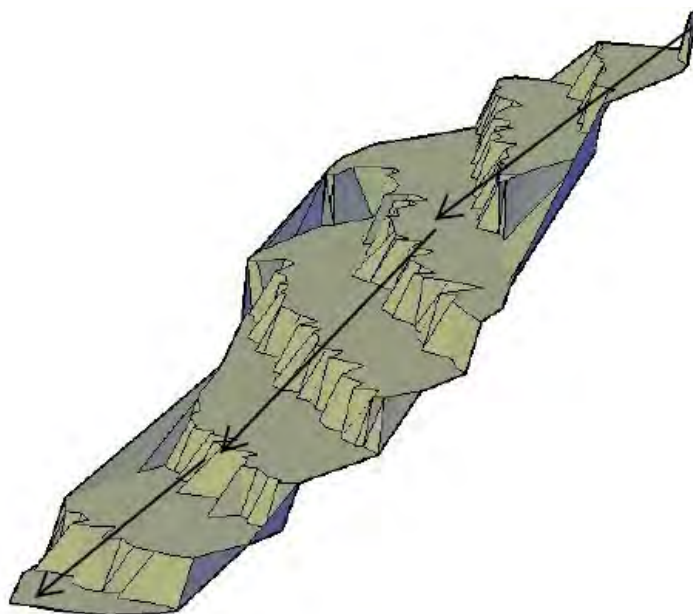
(d) A vegetação encobre a erosão.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 23).

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 7).

Figura 23 – Sentido do fluxo da água do setor Dom Pedro II.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Quadro 7 – Ficha de cadastro da erosão Dom Pedro II.

FICHA DE CADASTRAMENTO – F			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	26/12/2021
Código:	SW06	Acesso:	DOM PEDRO II
Nome:	EROSÃO006	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	-16.329111S	EW:	-48.966972W
Localização:			
Ruas Barão de Cotegipe, Adalberto Pereira da Silva e Senador Sócrates M. Diniz - Anápolis			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☒ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Catingueiro			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Morros			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	

(continua)

Quadro 7 – Ficha de cadastro da erosão Dom Pedro II

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – F	
☒ Campo sujo	☐ Campo rupestre
☐ Campo limpo	
Uso e ocupação do solo	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	968,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 182,00 m	Largura: 31,50 m
Profundidade: 6,77 m	Talude: 2°
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano (0 < d ≤ 3)	☐ Fortemente ondulado (20 < d ≤ 45)
☒ Suave ondulado (3 < d ≤ 8)	☐ Montanhoso (45 < d ≤ 75)
☐ Ondulado (8 < d ≤ 20)	☐ Escarpado (d > 75)
Descrição geral	
Setor a jusante do Parque Liberdade, dentro da cabeceira de drenagem do bairro Dom Pedro II. Local com erosão marginal devido ao aumento do fluxo das águas em períodos chuvosos em consequência da impermeabilização da cabeceira de drenagem e ocupação das matas ciliares e áreas de proteção ambiental. Diversas residências dentro do córrego. O problema é acentuado devido a ausência de bueiros nas ruas que cortam o córrego, e elementos para diminuição da velocidade das águas do córrego.	
Causas	
Falta de drenagem na região	
Atenuantes	
Colocação de manilhas de contenção a jusante para retenção do solo	
4) Avaliação das condições da evolução	

(continua)

Quadro 7 – Ficha de cadastro da erosão Dom Pedro II

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – F
Sem melhorias nas obras de captação das águas pluviais existe a probabilidade do aumento da erosão
5) Principais Impactos
Progressão da erosão com desabamento das construções
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas
Desenvolver estudos de viabilidade com intervenções estruturais que possam mitigar os riscos geológicos encontrados na região. Instalação de pluviômetro para monitoramento e alerta de pontos estratégicos do município.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.7 EROSÃO VILA BRASIL

Localizado mais a jusante da bacia de drenagem do parque da Liberdade erosão marginal ao lado do Setor Dom Pedro II entre as Ruas Prof. Salvador dos Santos e Erasmo Braga. Processo característico da erosão marginal devido ao aumento do fluxo e energia das águas do córrego, devido à impermeabilização de toda sua cabeceira de drenagem e ocupação indevida das áreas de proteção ambiental e destruição das matas ciliares (Figura 24). Neste levantamento ocorre fato semelhante ao setor Dom Pedro II área de região baixa com a drenagem feita pela sarjeta da rua com a concentração do fluxo de água fluvial em um único ponto.

Figura 24 – Erosão do setor Vila Brasil.



(a) Área demarcada da erosão margem fluvial.



(b) Erosão de margem fluvial com desnível de aproximadamente 6 m.



(c) Estação elevatória de esgoto.

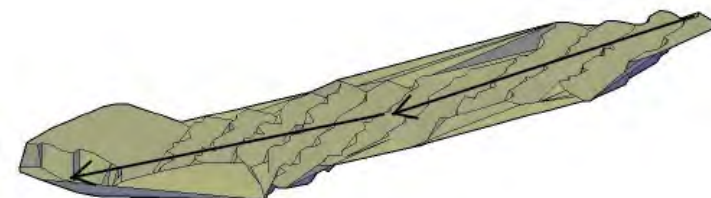


(d) Terreno ingreme com edificação dentro da erosão.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 25).

Figura 25 – Sentido do fluxo da água do setor Vila Brasil.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 8).

Quadro 8 – Ficha de cadastro da erosão Vila Brasil.

FICHA DE CADASTRAMENTO – G			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	26/12/2021
Código:	SW07	Acesso:	VILA BRASIL
Nome:	EROSÃO07	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	-16.326794S	EW:	-48.96671W
Localização:			
Ruas Prof. Salvador dos Santos e Erasmo Braga - Vila Brasil - Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☒ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Catingueiro			
Geomorfologia: Modelado de Dissecação - Morros			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☐ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☒ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			

(continua)

Quadro 8 – Ficha de cadastro da erosão Vila Brasil

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – G	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	953,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 103,00 m	Largura: 26,10 m
Profundidade: 7,23 m	Talude: 2º
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano ($0 < d \leq 3$)	☐ Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
☒ Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	☐ Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
☐ Ondulado ($8 < d \leq 20$)	☐ Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Setor de erosão marginal, localizado a jusante da bacia de drenagem do Parque Liberdade. Processo causado pelo fluxo e energia das águas do córrego, devido a impermeabilização de toda sua cabeceira de drenagem e ocupações irregulares das áreas de proteção ambiental e das matas ciliares. Colabora para o aumento do problema a falta de bueiros e um sistema de controle do fluxo das águas superficiais.	
Causas	
Ocupações irregulares em áreas de proteção ambiental e matas ciliares.	
Atenuantes	
Colocação de manilhas de contenção a jusante para retenção do solo	
4) Avaliação das condições da evolução	
Caso não seja realizada nenhuma obra na drenagem a tendência é de uma evolução da erosão.	
5) Principais Impactos	
Progressão da erosão com desabamento das construções	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	

(continua)

Quadro 8 – Ficha de cadastro da erosão Vila Brasil

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – G

Obras de melhorias de infraestrutura urbana: saneamento básico, drenagem pluvial, pavimentação, impermeabilização de terrenos entre outros.

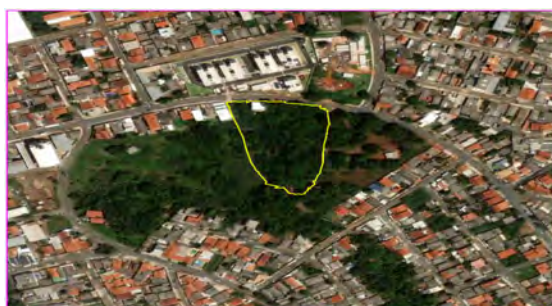
Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.8 EROSÃO JARDIM ALEXANDRINA

Erosão causada por má gerenciamento das águas pluviais, aliada a local de afloramento de água subterrânea na Av. Dona Albertina de Pina. Verificou-se a insuficiência dos dutos de drenagens árvores inclinadas e fissuras no solo, indicando que a erosão se encontra ativa. Outro fator que merece muita atenção foi a construção, localizada na cabeceira da drenagem do setor impermeabilizando ainda mais o local, aumentando o fluxo de água para a drenagem, conseqüentemente com o aumento da erosão (Figura 26).

Figura 26 – Erosão do setor Jardim Alexandrina.



(a) Área demarcada da erosão margem fluvial.



(b) Entrada de água fluvial esconde a erosão.



(c) Inclinação do terreno as margens da rua.



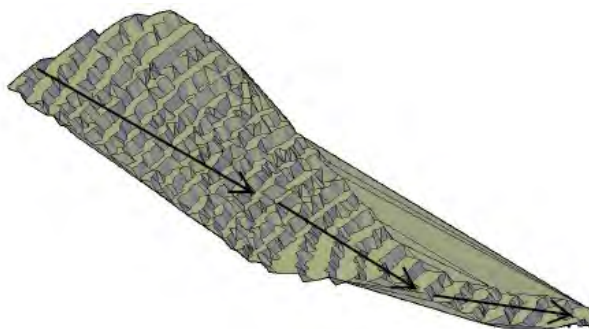
(d) Caneleta longitudinal com desnível de aproximadamente 15 m.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 27).

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 9).

Figura 27 – Sentido do fluxo da água do setor Jardim Alexandrina.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Quadro 9 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Alexandrina.

FICHA DE CADASTRAMENTO – H			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	26/12/2021
Código:	SW08	Acesso:	J. ALEXANDRINA
Nome:	EROSÃO08	RA:	RAVINA
Coordenadas NS:	-16.298975S	EW:	-48.961219W
Localização:			
Av. Albertina de Pina e Rua Augusto Pinto Pereira - Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☒ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☐ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Cesário			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☒ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☐ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo		☐ Corpos d'água	
☐ Agricultura		☐ Reflorestamento	
☐ Mata		☐ Solo exposto	

(continua)

Quadro 9 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Alexandrina

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – H	
(X) Área urbana	() Estrada
() Cerrado	() Chácara
Altimetria:	1.067,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 160,00 m	Largura: 82,90 m
Profundidade: 17,6 m	Talude: 6°
Nível de água:	
Volume da erosão	
() Pequena - até 1.000 m ³	() Média - 1.000 a 10.000 m ³
(X) Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
() Plano (0 < d ≤ 3)	() Fortemente ondulado (20 < d ≤ 45)
(X) Suave ondulado (3 < d ≤ 8)	() Montanhoso (45 < d ≤ 75)
() Ondulado (8 < d ≤ 20)	() Escarpado (d > 75)
Descrição geral	
Erosão marginal provocada por má gestão das águas pluviais, aliada a local de surgências de água. No local foi possível observar que a erosão avança para a Avenida Albertina de Pina devido a insuficiência dos dutos de drenagens. Outro agravante para a região é a construção de um condomínio de prédios bem a norte do setor na própria avenida. Essa construção, localizada na cabeceira da drenagem impermeabiliza o local, aumentando o fluxo de água para a drenagem, por consequência aumentando a erosão, ativa e bastante extensa.	
Causas	
Má gestão das águas pluviais e local com surgências de água.	
Atenuantes	
Redutores de velocidade em forma de escada	
4) Avaliação das condições da evolução	
A construção de um condomínio de prédios na mesma avenida pode aumentar a erosão no local.	
5) Principais Impactos	
Fissuras na pavimentação da avenida.	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	

(continua)

Quadro 9 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Alexandrina

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – H

Obras de urbanização como a melhoria do sistema de drenagem pluvial urbano do entorno, com o correto destino até o nível de base local, pois a região é altamente erodível.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.9 EROSÃO VILA FORMOSA

Erosão antiga entre as Avenidas Presidente Vargas e Arco Verde com histórico de rompimento de obras de engenharia, em etapas anteriores sem sucesso onde houve o aumento da erosão. O local apresenta diversos afloramentos de águas em alguns pontos, causando queda dos barrancos e avanço a residências. Um ponto importante é que a cabeceira de drenagem recebe as águas pluviais das vias adjacentes onde são escoadas para o ponto de erosão pode-se observar que foi construído muro de gabião com diversas manilhas para a passagem de águas fluviais além do formato em forma de escada visando a diminuição da energia de queda da água e ao final vários blocos de impacto (Figura 28).

Figura 28 – Erosão do setor Vila Formosa.



(a) Área demarcada da erosão margem fluvial.



(b) Erosão com desnível de aproximadamente 40 m.



(c) Vista lateral do muro de gabião.

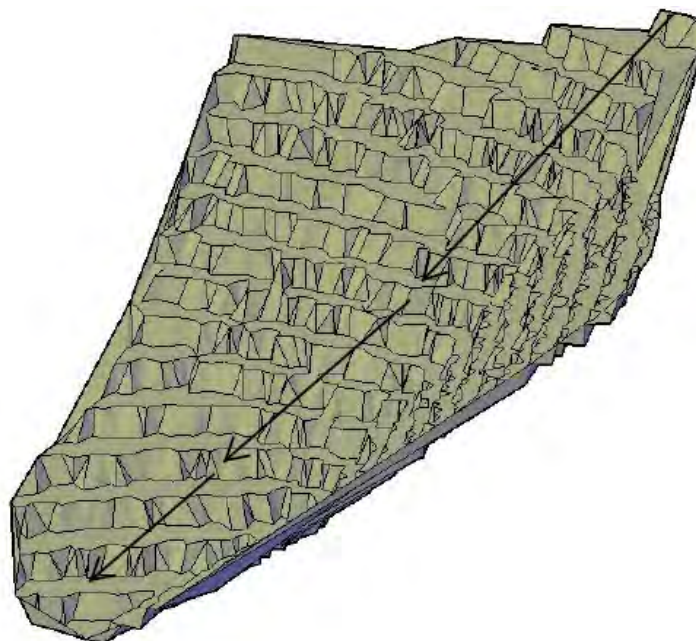


(d) Tentativa de conter a erosão da rua 127.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 29).

Figura 29 – Sentido do fluxo da água do setor Vila Formosa.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 10).

Quadro 10 – Ficha de cadastro da erosão Vila Formosa.

FICHA DE CADASTRAMENTO – I			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	17/12/2021
Código:	SW09	Acesso:	VILA FORMOSA
Nome:	EROSÃO09	RA:	VOÇOROCA
Coordenadas NS:	-16.357647S	EW:	-48.939311W
Localização:			
Av. Arco Verde e Av. Pres. Vargas - Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
() Ravina	() Voçoroca: de cabeceira		
(X) Voçoroca: de meia encosta	() Erosão marginal		
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona da vertente direita do córrego Góis			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			

(continua)

Quadro 10 – Ficha de cadastro da erosão Vila Formosa

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – I	
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu	
Litologia:	
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro	
Vegetação	
☐ Cerrado	☐ Mata galeria
☐ Cerrado ralo o campo cerrado	☐ Veredas
☐ Campo sujo	☐ Campo rupestre
☒ Campo limpo	
Uso e ocupação do solo	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	1.062,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 162,00 m	Largura: 176,00 m
Profundidade: 13,8 m	Talude: 6º
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano (0 < d ≤ 3)	☐ Fortemente ondulado (20 < d ≤ 45)
☒ Suave ondulado (3 < d ≤ 8)	☐ Montanhoso (45 < d ≤ 75)
☐ Ondulado (8 < d ≤ 20)	☐ Escarpado (d > 75)
Descrição geral	
É uma erosão de grandes dimensões com histórico de rompimento de obras de engenharia. Existe surgências de águas na região a prefeitura realizou uma grande obra no local.	
Causas	
Concentração de fluxo superficial proveniente do acostamento da estrada. A construção de casas a montante da erosão parece ter contribuído para a impermeabilização do solo e o aumento da concentração superficial de água no acostamento da estrada	

(continua)

Quadro 10 – Ficha de cadastro da erosão Vila Formosa

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – I
Atenuantes
Diversas ruas próximas da erosão despejam suas água fluviais diretamente neste local. Não é possível identificar se existe algum tipo de retardo para diminuição da velocidade das águas em períodos de chuvas.
4) Avaliação das condições da evolução
Erosão Controlada
5) Principais Impactos
A configuração do local remete a uma grande cabeceira de drenagem, onde toda as águas onde toda as águas plúvias que caem desde a avenida Progresso, a oeste, avenida Paraguai, a leste, e ruas Jamil Aidar e Esmeralda a sul, são escoadas para o ponto da erosão.
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas
Implantação de medidas institucionais, através de leis municipais, sobre intervenções em solo em épocas de chuva, visando obrigar a construção primeiro de obras de contenção antes da edificação.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.10 EROSÃO ITAMARATY

Local com erosão causada devido à má gerenciamento das águas pluviais. A erosão apresenta diversas frentes de avanço, uma casa localizada na Av. José de Deus apresenta rachaduras a pavimentação também exibe rachaduras indicando movimentação de solo. Essa erosão pode ser causada pelo ineficiente sistema de drenagem pluvial das ruas Brasília, Cristal e adjacentes (Figura 30).

Observa-se que algumas casas possuem nível mais baixo do que a rua Irmãos Crispim (Figura 30 b). Nas ruas da Prata e Circular foi observado declividade muito acentuada (Figura 30 c). A erosão pode ser vista através da rua Circular e que todas as residências da rua Irmãos Crispim estão com sua parte dos fundos para a erosão.

Figura 30 – Erosão do setor Itamaraty 2ª etapa.



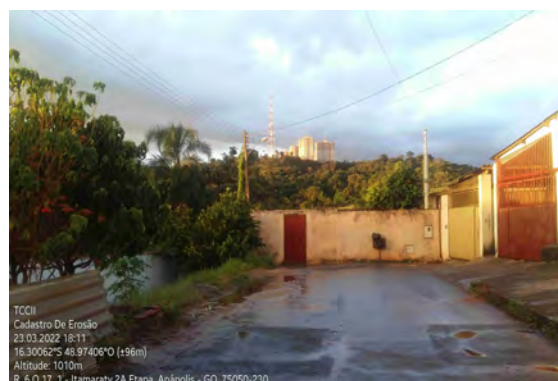
(a) Área demarcada da erosão voçoroca.



(b) O nível da pavimentação ficou muito elevado.



(c) Declividade no local é muito acentuada.

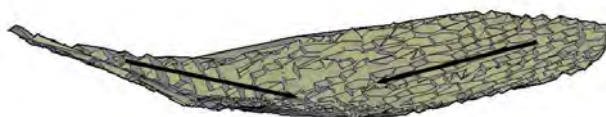


(d) Final da Rua 6 as residências estão na borda da voçoroca.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 31).

Figura 31 – Sentido do fluxo da água do setor Itamaraty 2ª etapa.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 11).

Quadro 11 – Ficha de cadastro da erosão Itamaraty.

FICHA DE CADASTRAMENTO – J			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	23/03/2022
Código:	SW010	Acesso:	ITAMARATY
Nome:	EROSÃO10	RA:	VOÇOROCA
Coordenadas NS:	-16.302500S	EW:	-48.970100W
Localização:	Av. José de Deus, Rua Irmãos Crispim - Itamaraty 2ª etapa - Anápolis - GO		
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☒ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☐ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Capuava			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu			
Litologia:			
Pedologia: Podzólico Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☐ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☒ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo		☐ Corpos d'água	

(continua)

Quadro 11 – Ficha de cadastro da erosão Itamaraty

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – J	
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☒ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	1075,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 125,22 m	Largura: 51,20 m
Profundidade: 33,5 m	Talude: 4°
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano (0 < d ≤ 3)	☐ Fortemente ondulado (20 < d ≤ 45)
☒ Suave ondulado (3 < d ≤ 8)	☐ Montanhoso (45 < d ≤ 75)
☐ Ondulado (8 < d ≤ 20)	☐ Escarpado (d > 75)
Descrição geral	
Local com erosão causada devido a má gestão das águas pluviais. A erosão possui diversas frentes pelas ruas: Brasília, Circular, Prata e Paulista. Uma residência localizada na Av. José de Deus apresenta rachaduras a pavimentação também apresenta movimentação de solo.	
Causas	
Má gestão de águas pluviais	
Atenuantes	
Grande inclinação do terreno pela rua Irmãos Crispim	
4) Avaliação das condições da evolução	
Não há possibilidade de avaliação das condições de evolução em razão das casas ficarem ao redor da erosão.	
5) Principais Impactos	
Alagamentos em razão da acentuada declividade do terreno	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	
Implantação de redutores de velocidade da força das águas e monitoramento da região.	

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.11 EROSÃO SÃO LOURENÇO

Foi verificado que a erosão referente a voçoroca possui obras de contenção, como um retaludamento da mesma e contenção da rua Leopoldo de Bulhões com muros atirantados. Existe também um reflorestamento na rua Leopoldo de Bulhões. Ao final da rua Pedro Jacinto muito entulho de obra e muito árvores caídas(Figura 32). O trecho da rua Leopoldo de Bulhões onde existe o muro atirantado não existe nenhuma boca de lobo até a esquina da rua Niterói.

Figura 32 – Erosão do setor São Lourenço.



(a) Área demarcada da erosão ravina.



(b) Final da rua Pedro Jacinto.



(c) Não existe calçada entre o muro e a rua Leopoldo de Bulhões.

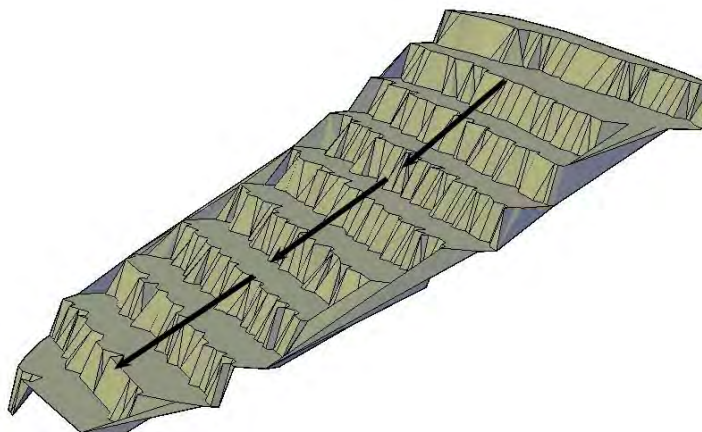


(d) Muro atirantado na rua Leopoldo de Bulhões.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 33).

Figura 33 – Sentido do fluxo da água do setor São Lourenço.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 12).

Quadro 12 – Ficha de cadastro da erosão São Lourenço.

FICHA DE CADASTRAMENTO – K			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	23/03/2022
Código:	SW011	Acesso:	S.LOURENÇO
Nome:	EROSÃO11	RA:	RAVINA
Coordenadas NS:	-16.312876S	EW:	-48.961747W
Localização:	Rua Leopoldo de Bulhões e Xavantes - São Lourenço - Anápolis - GO		
Tipo de área degradada			
☒ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☐ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Capuava			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Morros			
Geologia: Coberturas Detrito-Lateríticas			
Litologia:			
Pedologia: Podzólico Vermelho Escuro			
Vegetação			

(continua)

Quadro 12 – Ficha de cadastro da erosão São Lourenço

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – K	
☐ Cerrado	☐ Mata galeria
☐ Cerrado ralo o campo cerrado	☐ Veredas
☐ Campo sujo	☐ Campo rupestre
☒ Campo limpo	
Uso e ocupação do solo	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	1064,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 95,94 m	Largura: 48,76 m
Profundidade: 8,70 m	Talude: 5°
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano ($0 < d \leq 3$)	☐ Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
☒ Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	☐ Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
☐ Ondulado ($8 < d \leq 20$)	☐ Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Erosão possui obras de contenção com retaludamento e na rua Leopoldo de Bulhões com muro atirantado. Também existe um reflorestamento na rua Leopoldo de Bulhões com várias espécies de árvores. Neste mesmo trecho não localizamos nenhuma boca de lobo e também não existe calçada. Ao final da rua Pedro Jacinto existe muito entulho de obra com árvores caídas e as casas estão a beira da ravina.	
Causas	
Má gestão de águas pluviais	
Atenuantes	
Inclinação do terreno no entorno e a falta de drenagem no local	
4) Avaliação das condições da evolução	

(continua)

Quadro 12 – Ficha de cadastro da erosão São Lourenço

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – K
Não há condições de avaliação da evolução pois a vegetação encobre a ravina
5) Principais Impactos
Rachaduras nas casas e alagamentos
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas
Melhoria do sistema de drenagem com redutores de velocidade das águas em períodos chuvosos. Monitoramento constante do local. Implantação de praça com a continuação do reflorestamento na região de cabeceira.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.12 EROSÃO VILA SÃO JORGE

Local com grande erosão ativa há 3 anos atualmente parece estar estabilizada, após obras de drenagem e pavimentação na rua Oriente. As residências localizadas na rua Oriente estão a beira da erosão, ou seja, o fundo nas casas estão para o lado da erosão implicando em risco a qualquer sinal de movimentação do solo.

Na travessa 8, devido à falta de pavimentação e de drenagem pluvial, a mesma já apresenta sinais de ravinamento. Na rua Liberdade acontece situação semelhante à rua Oriente, várias casas apresentam seus fundos para a erosão, acarretando risco a qualquer sinal de movimentação de solo (Figura 34).

Figura 34 – Erosão do setor Vila São Jorge.



(a) Área demarcada da erosão voçoroca.



(b) Voçoroca com muito entulho de obra.



(c) Inclinação da pavimentação ao redor da voçoroca.

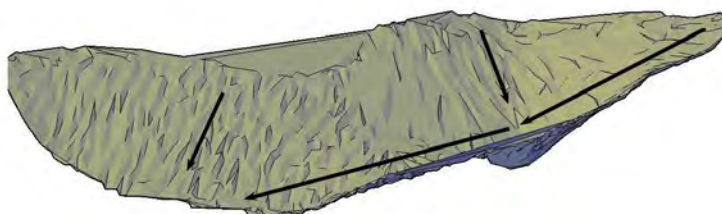


(d) Verifica-se a esquerda as casas e a inclinação da pavimentação.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 35).

Figura 35 – Sentido do fluxo da água do setor Vila São Jorge.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 13).

Quadro 13 – Ficha de cadastro da erosão Vila São Jorge.

FICHA DE CADASTRAMENTO – L			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	21/03/2022
Código:	SW012	Acesso:	VILA S. JORGE
Nome:	EROSÃO12	RA:	VOÇOROCA
Coordenadas NS:	-16.321050S	EW:	-48.965075W
Localização:	Rua Da Liberdade e Oriente - Vila São Jorge/ Frei Eustáquio - Anápolis - GO		
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☒ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☐ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (chechado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Catingueiro			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☐ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☒ Campo limpo			

(continua)

Quadro 13 – Ficha de cadastro da erosão Vila São Jorge

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – L	
Uso e ocupação do solo	
☐ Campo	☐ Corpos d'água
☐ Agricultura	☐ Reflorestamento
☐ Mata	☐ Solo exposto
☒ Área urbana	☐ Estrada
☐ Cerrado	☐ Chácara
Altimetria:	1004,00 m
Feições Geológicas:	Saprólito
Hidrogeologia:	
Aspectos geotécnicos:	
3) Características da Erosão	
Comprimento: 554,76 m	Largura: 212,40 m
Profundidade: 50,3 m	Talude: 14°
Nível de água:	
Volume da erosão	
☐ Pequena - até 1.000 m ³	☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³
☒ Grande - >10.000 m ³	
Declividade	
☐ Plano ($0 < d \leq 3$)	☐ Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
☐ Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	☐ Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
☒ Ondulado ($8 < d \leq 20$)	☐ Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Local com grande erosão encontra-se estabilizado devido a obras na rua Oriente com pavimentação asfáltica as residências possuem fundos para a erosão, o que implica em risco a qualquer sinal de movimentação do solo ou ativação da erosão devido a força das águas. As residências nas ruas José Gomes de Paula e Liberdade encontram-se com os fundos voltados para a erosão.	
Causas	
Concentração das águas fluviais e declividade acentuada em direção a erosão	
Atenuantes	
Grande inclinação do terreno no entorno	
4) Avaliação das condições da evolução	
A erosão continua ativa principalmente na esquina da rua Da Liberdade e que não possui calçada com muito entulho de obra.	
5) Principais Impactos	
Risco provável de desabamento em relação as residências próximas da erosão	

(continua)

Quadro 13 – Ficha de cadastro da erosão Vila São Jorge

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – L
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas
Realização de obras de pavimentação e drenagem nas ruas para coibir ravimento e erosão. Constante monitoramento e acompanhamento do bueiros e limpeza constante. Melhorias nas obras de captação das água pluviais.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.1.13 EROSÃO JARDIM PETRÓPOLIS

Erosão marginal do córrego Catingueiro, com rápida evolução nos últimos 3 anos. O córrego catingueiro recebe água das chuvas de grande parcela da cidade de Anápolis, principalmente entre as avenidas Pedro Ludovico, Prof. Benvindo Machado e Leopoldo de Bulhões com Quintino Bocaiuva, localizadas a montante.

O local apresentou rápida evolução nos últimos 3 anos avançando sobre as residências localizadas no final da rua 11, levando uma parte dessa mesma rua (Figura 36). Essa evolução é devida ao aumento do fluxo e energia das águas do córrego que passaram a erodir com mais força as suas margens. Soma-se a má gerenciamento das águas fluviais, que escoam pelas ruas Pedro da Silva, 8, 9 e Dona Maria Cunha. Todas essas são ruas principais e desembocam na rua 24, essa da (acesso) a rua onze.

Em época de chuvas intensas, grandes volumes de água escoam por essas ruas e acabam por chegar no córrego do catingueiro com grande força provocando o aumento das erosões (Figura 36).

Figura 36 – Erosão do setor Jardim Petrópolis.



(a) Área demarcada da erosão margem fluvial.



(b) Voçoroca coberta pela vegetação.



(c) Muito entulho e sem pavimentação.

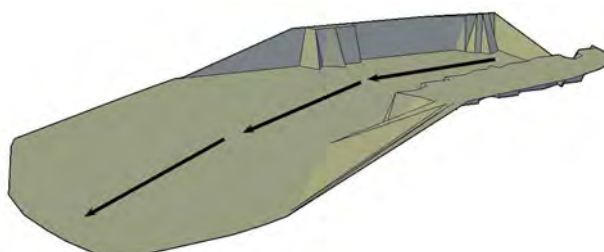


(d) Final da Rua 11 com uma inclinação acentuada.

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo; Autocad Civil 3D.

Foi realizado a confecção do perfil de elevação da região a partir das coordenadas geográficas do Google Earth Pro e AutocadCivil 3D em razão da vegetação no local dificultando a visualização do sentido do fluxo da água (Figura 37).

Figura 37 – Sentido do fluxo da água do setor Jardim Petrópolis.



Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Elaboração da ficha de cadastro: para agilizar e uniformizar os procedimentos do campo foi elaborada a ficha para o cadastro das feições erosivas previamente, identificada (Quadro 14).

Quadro 14 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Petrópolis.

FICHA DE CADASTRAMENTO – M			
1) Identificação e localização da erosão		Data:	21/03/2022
Código:	SW013	Acesso:	JD. PETRÓPOLIS
Nome:	EROSÃO13	RA:	EROSÃO MARGINAL
Coordenadas NS:	-16.323464S	EW:	-48.971682W
Localização:			
Rua 11 - Jardim Petrópolis - Anápolis - GO			
Tipo de área degradada			
☐ Ravina		☐ Voçoroca: de cabeceira	
☐ Voçoroca: de meia encosta		☒ Erosão marginal	
2) Dados Regionais (checado em campo)			
Bacia hidrográfica: Macrozona do córrego Catingueiro			
Geomorfologia: Modelado de Dissecção - Baixas Vertentes			
Geologia: Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu			
Litologia:			
Pedologia: Latossolo Vermelho Escuro			
Vegetação			
☐ Cerrado		☐ Mata galeria	
☐ Cerrado ralo o campo cerrado		☐ Veredas	
☐ Campo sujo		☐ Campo rupestre	
☒ Campo limpo			
Uso e ocupação do solo			
☐ Campo		☒ Corpos d'água	
☐ Agricultura		☐ Reflorestamento	
☐ Mata		☐ Solo exposto	
☒ Área urbana		☐ Estrada	
☐ Cerrado		☐ Chácara	
Altimetria:		939,00 m	
Feições Geológicas:		Saprólito	
Hidrogeologia:			
Aspectos geotécnicos:			
3) Características da Erosão			
Comprimento: 85,00 m		Largura: 28,85 m	
Profundidade: 4,63 m		Talude: 5°	
Nível de água:			
Volume da erosão			
☐ Pequena - até 1.000 m ³		☐ Média - 1.000 a 10.000 m ³	

(continua)

Quadro 14 – Ficha de cadastro da erosão Jardim Petrópolis

(continuação)

FICHA DE CADASTRAMENTO – M	
(X) Grande - $>10.000 m^3$	
Declividade	
() Plano ($0 < d \leq 3$)	() Fortemente ondulado ($20 < d \leq 45$)
(X) Suave ondulado ($3 < d \leq 8$)	() Montanhoso ($45 < d \leq 75$)
() Ondulado ($8 < d \leq 20$)	() Escarpado ($d > 75$)
Descrição geral	
Erosão marginal do córrego Catingueiro este recebe água das chuvas de grande parcela da cidade de Anápolis, principalmente entre as avenidas Pedro Ludovico, Prof. Benvindo Machado e Leopoldo de Bulhões com Quintino Bocaiuva, localizados a montante do mesmo. Muito entulho de obra no final da rua 11 com declividade entorno de 10m altura.	
Causas	
Má gestão de águas fluviais e acentuada declividade das ruas ao redor	
Atenuantes	
Grande inclinação do terreno no entorno	
4) Avaliação das condições da evolução	
Erosão ativa no local	
5) Principais Impactos	
Desabamento de casas junto a margem da erosão que não ultrapassa 1m.	
6) Sugestões de Medidas Preventivas e Corretivas	
Obras de destinação das águas pluviais, de toda a cabeceira da drenagem. Obras de canalização do córrego catingueiro, e obras para diminuição da velocidade das águas. Obras de melhoria do sistema de drenagem pluvial urbana do entorno, com o correto destino do nível de base local, pois o substrato da região é altamente erodível.	

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

(conclusão)

4.2 DISCUSSÃO

O preenchimento das fichas de cadastros no trabalho de campo permitiu a formação de um banco de dados da situação das erosões visitadas. A análise da ficha de cadastro e do documentário fotográfico permitiu verificar que as principais causas do processo erosivo em Anápolis são as galerias pluviais deficientes. Em meio urbano, têm-se práticas inadequadas como número de bocas coletoras na via sendo insuficiente ou inexistente. Não é possível verificar as microbacias de contribuição que compõem um conjunto no dimensionamento da rede de drenagem da via por meio dos poços de visita com isto existe uma concentração do fluxo em razão da declividade das vias. Foram as galerias pluviais¹ como causadora principal, encontradas 6 erosões, ou seja, 53,85 % do total. E o escoamento concentrado foi responsável pelo surgimento de 7 erosões, ou seja, 46,15 % do total cadastrado (Quadro 15).

¹Erosões marginais

Quadro 15 – Prováveis causas das erosões.

SETOR	ESTÁGIO DE ÁREA DEGRADADA	PROBLEMA PRINCIPAL
SETOR SÃO CARLOS II	VOÇOROCA: DE MEIA ENCOSTA	ESCOAMENTO CONCENTRADO
SANTA MARIA DE NAZARETH	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL
JK NOVA CAPITAL	VOÇOROCA: DE MEIA ENCOSTA	GALERIA PLUVIAL
VILA FORMOSA	VOÇOROCA: DE MEIA ENCOSTA	ESCOAMENTO CONCENTRADO
JARDIM ALEXANDRINA	RAVINA	ESCOAMENTO CONCENTRADO
CENTRO - TRAVESSA ESPORTE CLUBE	EROSÃO MARGINAL	ESCOAMENTO CONCENTRADO
VILA GOIÁS	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL
DOM PEDRO II	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL
VILA BRASIL	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL
ITAMARATY 2ª ETAPA	VOÇOROCA: DE CABECEIRA	GALERIA PLUVIAL
SÃO LOURENÇO	RAVINA	ESCOAMENTO CONCENTRADO
VILA SÃO JORGE	VOÇOROCA: DE CABECEIRA	ESCOAMENTO CONCENTRADO
JARDIM PETRÓPOLIS	EROSÃO MARGINAL	ESCOAMENTO CONCENTRADO
ESCOAMENTO CONCENTRADO	53,85 %	
GALERIA PLUVIAL	46,15 %	

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

Em meio urbano, têm-se práticas inadequadas como número de bocas coletoras na via sendo insuficiente ou inexistente. Não é possível verificar as microbacias de contribuição que compõem um conjunto no dimensionamento da rede de drenagem da via por meio dos poços de visita com isto existe uma concentração do fluxo em razão da declividade das vias. O poder erosivo da água em movimento e sua capacidade de transporte dependem da densidade e da velocidade de escoamento, bem como da espessura da lâmina d'água e principalmente, da inclinação da vertente ou relevo. A partir dessas informações foi possível classificar as erosões em relação ao seu comprimento, largura, profundidade, inclinação e sentido do fluxo de água.

Foi observada a utilização da escada hidráulica de drenagem que dissipa a energia de um curso de água quando é necessário direcionar a água para um nível mais baixo a uma curta distância, ideal para regularizar a carga hidráulica de um curso d'água, permitindo que a velocidade de escoamento seja adaptável.

As observações de campo apresentam os problemas das galerias pluviais: subdimensionamento de tubulações; lançamento das águas pluviais em áreas de cabeceiras de drenagem e falta de monitoramento do órgão público.

O cadastro ofereceu a identificação dos danos causados ao meio socioeconômico: residências, vias públicas e redes de esgoto. Somente nos setores, Vila Formosa e Santa Maria de Nazareth observamos obras com muros de gabião que sofreram alguma intervenção da prefeitura. Pode-se observar que setor, Santa Maria de Nazareth na Av. Perimetral oeste parte da obra foi completamente destruída pela força das águas.

A pesquisa de campo permitiu um bom entendimento sobre a dinâmica em que os processos de erosões ocorreram. Com base nessas observações, foram sugeridas soluções técnicas para o problema.

Para a maioria das erosões foi sugerida a melhoria das galerias pluviais. Isso é justificável visto que a maioria das erosões são de águas pluviais. Elas são construídas em regiões como cabeceiras de drenagem

ou margens de cursos d'água, e essa instabilidade, provoca o aceleração do processo erosivo.

Outra causa é o escoamento concentrado, gerado pela deficiência da galeria pluvial. A água pluvial escoando acompanhando a declividade do terreno, e nesse trajeto ganha velocidade e força, iniciando sulcos, que rapidamente transformam-se em voçorocas. A construção de galerias pluviais nessas áreas são importantes para melhorar o trajeto das águas.

A indicação da recuperação da mata ciliar para contenção do processo erosivo. A vegetação favorece a infiltração das diminuindo a velocidade e intensidade das águas da chuva e protege a camada superficial do solo, do escoamento concentrado.

Em áreas onde foram construídos os muros de gabião não foi reservado espaços para o replantio das espécies nativas como forma da prevenção de possíveis erosões.

Também foram constatadas contenções feitas com manilhas para proteção das encostas procedimento utilizado contra os efeitos da erosão hídrica de fluxo concentrado. Estas barreiras impedem o aprofundamento de sulcos, estabilizam o perfil longitudinal do solo e, simultaneamente, contribuem para a retenção de sedimentos, iniciando o processo de deposição do solo, preenchimento da feição erosiva e gradativa colonização vegetal do setor em tratamento (44, 45).

No (Quadro 16) pode-se observar a área degradada e a área de destruição gerada as ravinas e voçorocas apresentam as maiores proporções de destruição.

Quadro 16 – Setores por área de erosão.

SETOR	ESTÁGIO DE ÁREA DEGRADADA	PROBLEMA PRINCIPAL	ÁREA (m ²)
SETOR CENTRAL	EROSÃO MARGINAL	ESCOAMENTO CONCENTRADO	1.224,53
JARDIM PETRÓPOLIS	EROSÃO MARGINAL	ESCOAMENTO CONCENTRADO	2.333,04
VILA BRASIL	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL	2.774,13
VILA GOIÁS	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL	2.858,82
SÃO LOURENÇO	RAVINA	ESCOAMENTO CONCENTRADO	4.008,05
DOM PEDRO II	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL	4.924,91
ITAMARATY 2ª ETAPA	VOÇOROCA: DE CABECEIRA	GALERIA PLUVIAL	5.239,07
JARDIM ALEXANDRINA	RAVINA	ESCOAMENTO CONCENTRADO	10.895,16
JK NOVA CAPITAL	VOÇOROCA: DE MEIA ENCOSTA	GALERIA PLUVIAL	12.844,72
VILA FORMOSA	VOÇOROCA: DE MEIA ENCOSTA	ESCOAMENTO CONCENTRADO	13.725,15
SANTA MARIA DE NAZARETH	EROSÃO MARGINAL	GALERIA PLUVIAL	14.146,95
SÃO CARLOS II	VOÇOROCA: DE MEIA ENCOSTA	ESCOAMENTO CONCENTRADO	67.981,21
VILA SÃO JORGE	VOÇOROCA: DE CABECEIRA	ESCOAMENTO CONCENTRADO	78.736,11

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

A prefeitura municipal de Anápolis por meio da Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) mantém relatórios sobre regiões de calamidades para alerta em caso de contingenciamento de catástrofes conforme informação do secretário o engenheiro ambiental Rafael Moreira Farinha e que a defesa civil estuda implantar o banco de dados e elaborar os mapas temáticos sobre ameaças, vulnerabilidades e riscos de desastres.

Os estudos a serem realizados para prevenir que uma erosão surja não são triviais. Normalmente, esta necessidade de prevenir revisita quando alguma erosão já se instalou em áreas vizinhas à de estudo ou quando

se está implantando alguma obra de engenharia, como estradas, por exemplo. Destaca-se, no entanto, que os estudos prévios e o planejamento de uso do solo conseguem antever o risco do processo erosivo ao analisar feições pré-existentes traçadas ao longo dos séculos. Os estudos devem tentar avaliar os prováveis agentes erosivos e as características básicas do meio.

5 CONCLUSÃO

Os conceitos relacionados aos processos erosivos foram introduzidos. Apresenta-se um estudo sobre erosividade, erodibilidade, erosão hídrica e fatores condicionantes visando aprimorar o conhecimento sobre erosões. Foi realizada a pesquisa de campo utilizando o georreferenciamento para as dimensões comprimento, largura, profundidade e área utilizando o mapa da região de Anápolis em (.dwg). Foram criados os perfis de elevação em razão da vegetação impedir a visualização da profundidade através do mapa de Anápolis em (.dwg) além dos mapas de geologia, geomorfologia, pedologia e drenagem dos córregos da região metropolitana de Anápolis desenvolvidos no QGIS.

O estudo avaliou os prováveis agentes erosivos e as características básicas do meio. Dentro deste contexto pode-se avaliar geomorfologia, topografia da bacia de contribuição. Foi realizado o mapeamento do fluxo de superfície, identificando aspectos importantes, como nascentes e taludes no local. E por fim análise do desempenho de obras de controle de erosões anteriormente instaladas na região estas informações relevantes são adicionadas a cada ficha de cadastro das treze erosões pesquisadas contribuindo para a formação de um banco de dados para o acompanhamento das erosões e planejamento para execução de possíveis obras.

Por meio das pesquisas de campo as 13 erosões visitadas ficam evidentes que a manutenção regular não ocorre como esperado ficando muito a desejar quanto periodicidade em relação os períodos de estiagem.

Como trabalho futuro, sugerem-se ensaios laboratoriais para estudos de processos erosivos e a criação de um banco de dados computacional visando um maior detalhamento de todas as informações relevantes da pesquisa de campo formando um histórico detalhado sobre as erosões estudadas.

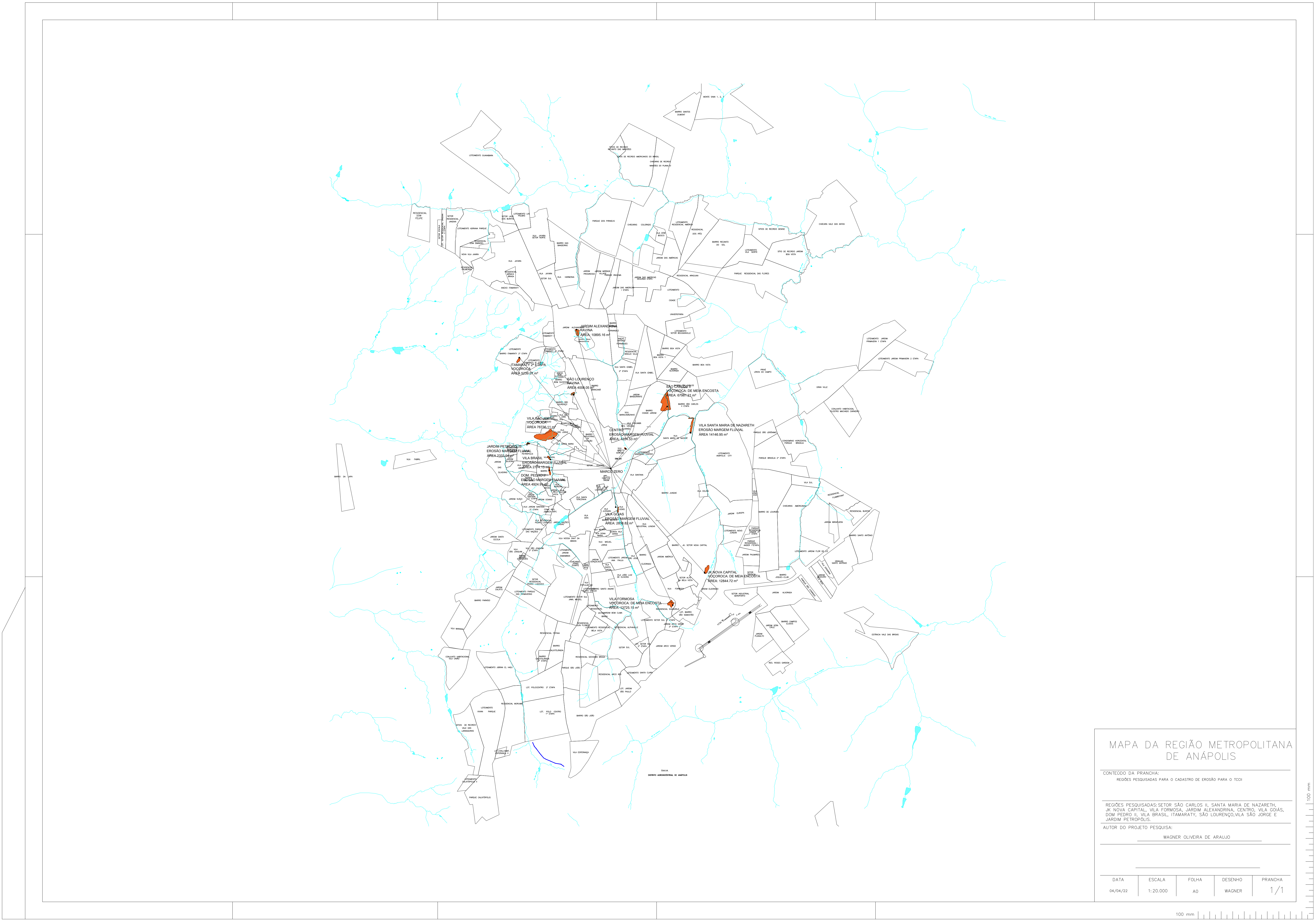
REFERÊNCIAS

- 1 SILVA, P. H. M.; MARTINS, R. I. M. *Desenvolvimento de Aplicativo para Auxílio no Cadastramento de Erosões Lineares em Meio Urbano*. 71 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) — Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- 2 MARTINS, E. O. et al. Cadastro de erosões. In: _____. *Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro*. Brasília: Finatec, 2006. cap. 5, p. 193–220.
- 3 JESUS, A. S. de. *Investigação Multidisciplinar de Processos Erosivos Lineares: Estudo de Caso da Cidade de Anápolis - GO*. 367 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) — Universidade de Brasília, 2013.
- 4 ÁVILA, F. F. de. Uso da terra e erosão acelerada na porção sudoeste de Anápolis (GO). *IX EREGEO - Encontro Regional de Geografia - Novas territorialidades - integração e redefinição regional*, Porto Nacional - TO, p. 10, jul 2005. Disponível em: <https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/Fernandes_avila_frederico_terra_eros_o.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2022.
- 5 IBGE. *Cidades e Estados*. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/anapolis.html>>. Acesso em: 5 abr. 2022.
- 6 FORTES, R. M. *Noções de Solo*. 2022. 11 p. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/rosane/downloads/materialdeapoio/1_NOCOES_DE_SOLOS.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- 7 SIMPÓSIO SOBRE SOLOS NÃO SATURADOS, 2., 1994, Recife. *Influência da Microestrutura no Colapso de um Solo de Brasília*, v. 1. Recife: UFPe, 1994. 105-110 p.
- 8 NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. Identificação expedita dos grupos de classificação MCT para solos tropicais. In: *10º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*. Foz do Iguaçu: ABMS, 1994. v. 4, p. 1293–1300.
- 9 VAUGHAN, P. R. Mechanical and hydraulic properties of in-situ residual soils, particularly as related to their structure and mineral component. In: *Proc. 1st Int. Conf. Geomechanics in Tropical Lateritic and Saprolitic Soils*. Brasília, DF: International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), 1985. p. 231–263.
- 10 MYFARM. *MyFarm - Software de Gestão Agrícola*. 2022. Disponível em: <<https://www.myfarm.com.br/tipos-de-solo/>>. Acesso em: 27 maio 2022.
- 11 ALMEIDA, J. G. R. *Erodibilidade De Solos Tropicais Não Saturados Nos Municípios De Senador Canedo E Bonfinópolis - GO*. 133 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
- 12 MORTARI, D. *Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no Distrito Federal*. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.
- 13 LEPSCH, I. F. *Formação e Conservação dos Solos*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 218 p. ISBN 978-85-7975-008-3.

- 14 CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 10., 1994, Foz do Iguaçu. *Estudo da erobibilidade de solos do Distrito Federal*. Foz do Iguaçu: ABMS, 1994. 1245-1252 p.
- 15 CLEMENTE, M. A. D. *A influência da vegetação como elemento modificador do conforto térmico da ambiência urbana da cidade de Anápolis-GO*. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) — Universidade Evangélica de Anápolis, 2009.
- 16 BRASIL. Erosão Hídrica: Unidade 1. *Práticas Mecânicas de Conservação de Água e Solo*, p. 1–26, 2020. Disponível em:< <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/62>>. Acesso em: 29 set. 2021.
- 17 CARVALHO, J. C. de et al. (Org.). *Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro*. Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2006. 464 p. ISBN 85-85862-16-5.
- 18 CARVALHO, J. C. de et al. Processos erosivos. In: _____. *Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro*. Brasília: Finatec, 2006. cap. 2, p. 39–95.
- 19 FÁCIO, J. D. *Proposição de uma metodologia de estudo da erobibilidade dos solos do Distrito Federal*. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 1991.
- 20 SANTOS, R. M. dos. *Caracterização Geotécnica e Análise do Processo Evolutivo das Erosões no Município de Goiânia*. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) — Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.
- 21 CRUZ LIMA, M. *Degradação físico-química e mineralógica de maciços junto às voçorocas*. 336 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) — Universidade de Brasília, 2003.
- 22 AGEITEC. *Agência Embrapa de Informação Tecnológica: Principais voçorocas*. 2022. Disponível em:< <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 7 jan. 2022.
- 23 DINIZ, N. C. Avaliação de terrenos quanto à suscetibilidade à erosão. In: _____. *Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro*. Brasília: Finatec, 2006. cap. 6, p. 221–247.
- 24 INPE. *Desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica no Brasil: Desafios e Oportunidades*. 2022. Disponível em:< <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/segeo.html>>. Acesso em: 19 mar. 2022.
- 25 CALIJURI, M. L.; LOURES, S. S. P. *Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas*. 2006. 27 p.
- 26 INPE. *Introdução ao Geoprocessamento*. 2022. Disponível em:< http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 19 mar. 2022.
- 27 GOOGLE. *Google Earth Pro*. 2021. Disponível em:< <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 28 SURVEYCAM. *SurveyCam*. 2021. Disponível em:< <https://www.surveycam.com/>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 29 GARMIN. *Updates & Downloads*. 2021. Disponível em:< https://www8.garmin.com/support/download_details.jsp?id=209>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 30 MICROSOFT. *Microsoft Excel*. 2021. Disponível em:< <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 31 GPSVISUALIZER. *Gps Visualizer*. 2021. Disponível em:< <https://www.gpsvisualizer.com/>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 32 AUTODESK. *AutoCAD Civil 3D*. 2021. Disponível em:< <https://www.autodesk.com.br/products/civil-3d/overview>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

- 33 CARVALHO, J. C. de; DINIZ, N. C. *Cartilha Erosão*. 2021. Disponível em:< <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000016163.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 34 INPE. *Spring 5.0.6 - Download*. 2022. Disponível em:< <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>>. Acesso em: 5 fev. 2022.
- 35 QGIS. *Software QGIS-OSGeo4W-3.24.1-1*. 2022. Disponível em:< <https://www.norbit.de/~jef/QGIS-OSGeo4W-3.24.1-1.msi>>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- 36 LATEXDRAW. *LaTeXDraw*. 2021. Disponível em:< <http://latexdraw.sourceforge.net/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- 37 GIMP2. *GIMP - GNU Image Manipulation Program*. 2021. Disponível em:< <https://www.gimp.org/>>. Acesso em: 5 jun. 2021.
- 38 CPRM. *Serviço Geológico do Brasil (CPRM)*. 2021. Disponível em:< <http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- 39 NHL. *Mapa de Anápolis*. 2022. Disponível em:< https://link-4share.com/download/s5LVltPScE/mapa_de_anapolis_com_quadras_dwg.html>. Acesso em: 5 fev. 2022.
- 40 IBGE. *Banco de informações ambientais - geomorfologia*. 2022. Disponível em:< https://bdiaweb.ibge.gov.br/assets/shapes/geom_area_mu_5201108.zip>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- 41 IBGE. *Banco de informações ambientais - pedologia*. 2022. Disponível em:< https://bdiaweb.ibge.gov.br/assets/shapes/pedo_area_mu_5201108.zip>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- 42 IBGE. *Banco de informações ambientais - geologia*. 2022. Disponível em:< https://bdiaweb.ibge.gov.br/assets/shapes/geol_area_mu_5201108.zip>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- 43 SEG. *Sistema Estadual de Geoinformação*. 2022. Disponível em:< http://dados.sieg.gov.gov.br/Sieg/RGG/sig%5Cmacrozaee%5Chidrografia%5C/dren_orig.zip>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- 44 VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. *Métodos e Técnicas para o Controle da Erosão e Conservação do solo*. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. 50 p.
- 45 SILVA, W. F. da; MARTINS, E. R. Use of Debris Program of Civil Construction Waste Management in Containment Residential Erosion Geovanni Braga in Anapolis in the State of Goiás. *American Journal of Civil Engineering*, v. 3, n. 6, p. 207, 2015. Disponível em:< <https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=229&doi=10.11648/j.ajce.20150306.12>>. Acesso em: 28 mar. 2022.

APÊNDICE A – MAPA DAS EROSÕES



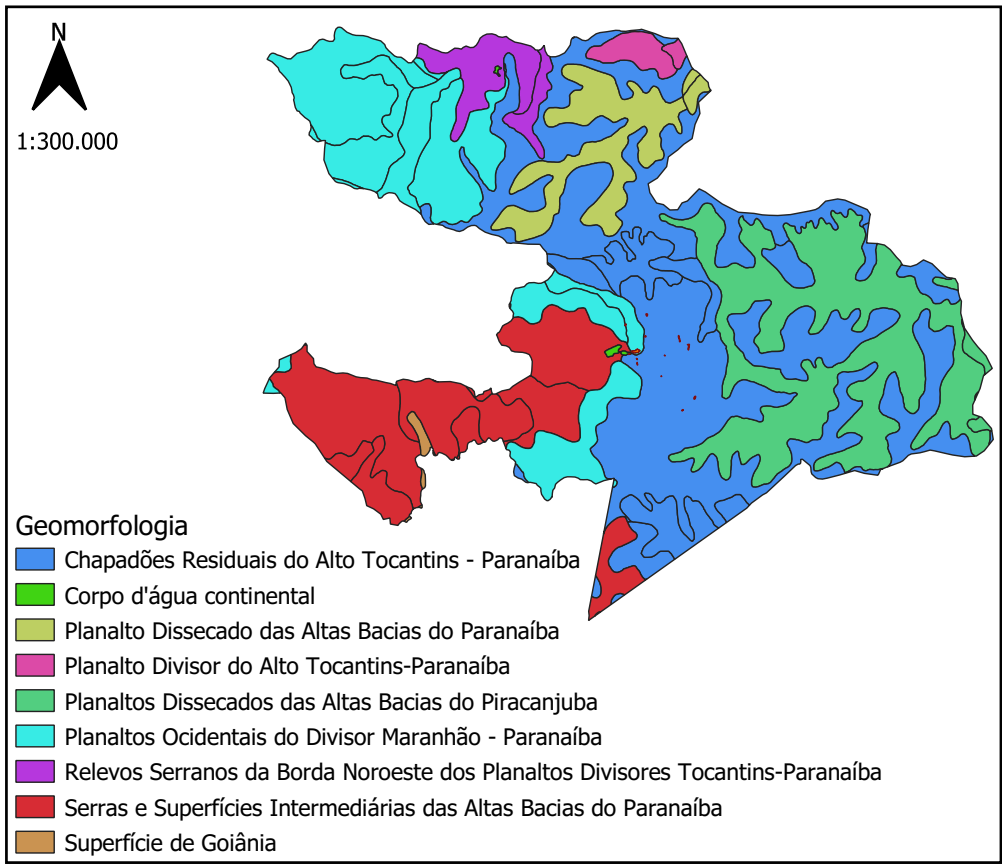
APÊNDICE B – GEORREFERENCIAMENTO DAS EROSÕES

Quadro 17 – Localização georreferenciada das áreas.

Nº	Local	Coordenada geográfica
1	Setor Central	-16.324339, -48.950083
2	São Carlos II	-16.315225, -48.940983
3	Santa Maria de Nazareth	-16.318760, -48.935290
4	JK Nova Capital	-16.350664, -48.932328
5	Vila Góias	-16.336828, -48.952153
6	Dom. Pedro II	-16.329111, -48.966972
7	Vila Brasil	-16.326794, -48.966710
8	Jardim Alexandrina	-16.298975, -48.961219
9	Vila Formosa	-16.357647, -48.939311
10	Itamaraty	-16.302500, -48.970100
11	São Lourenço	-16.312876, -48.961747
12	Vila São Jorge	-16.321050, -48.965075
13	Jardim Petrópolis	-16.323464, -48.971682

Fonte: Wagner Oliveira de Araujo.

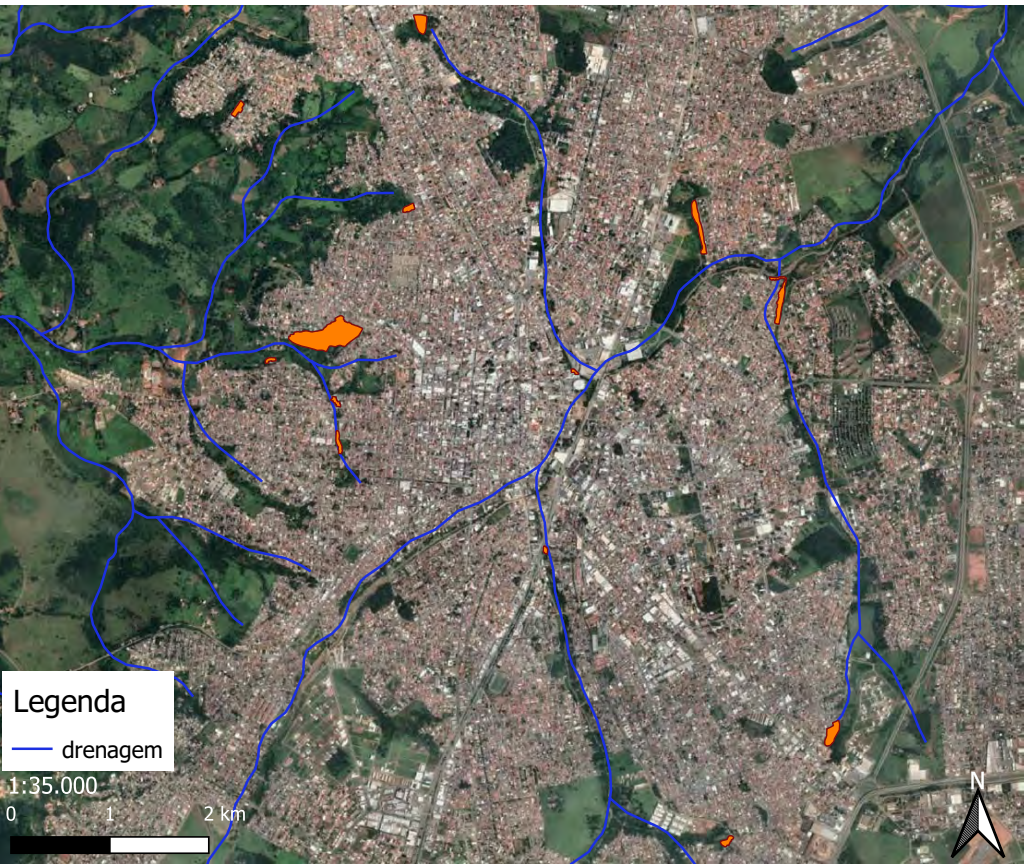
APÊNDICE C – MAPAS: GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, PEDOLOGIA E DRENAGEM



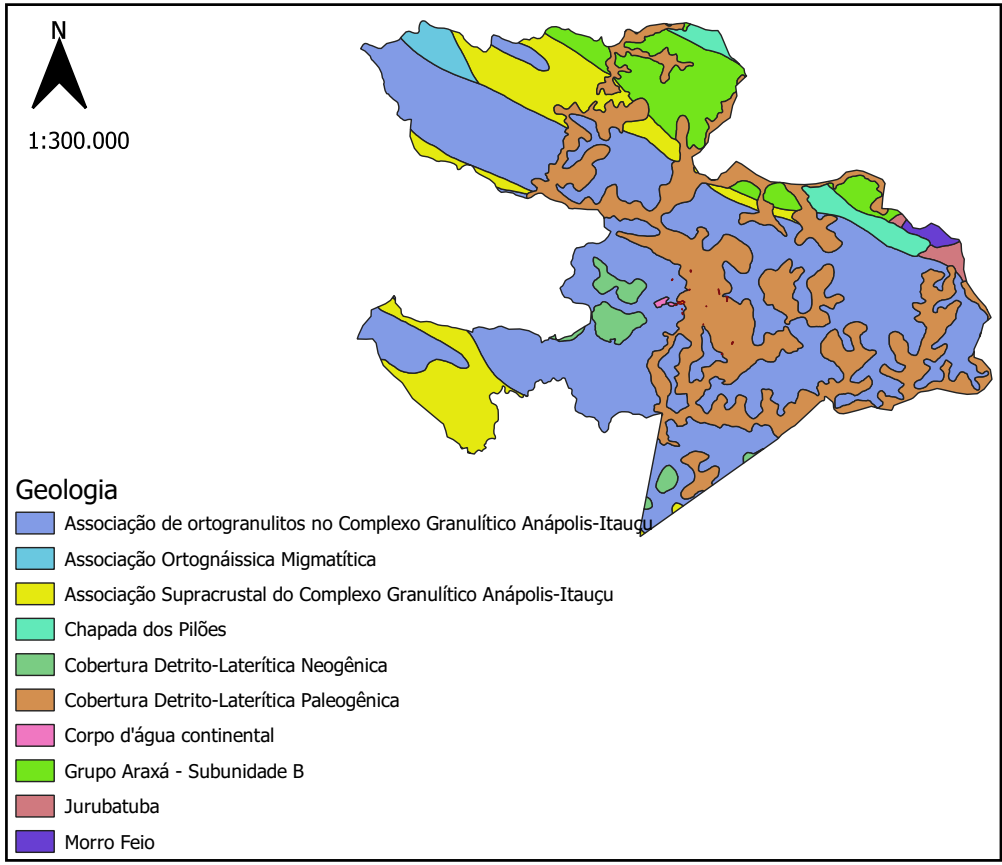
Elaborado por: Wagner Oliveira de Araujo

Legenda

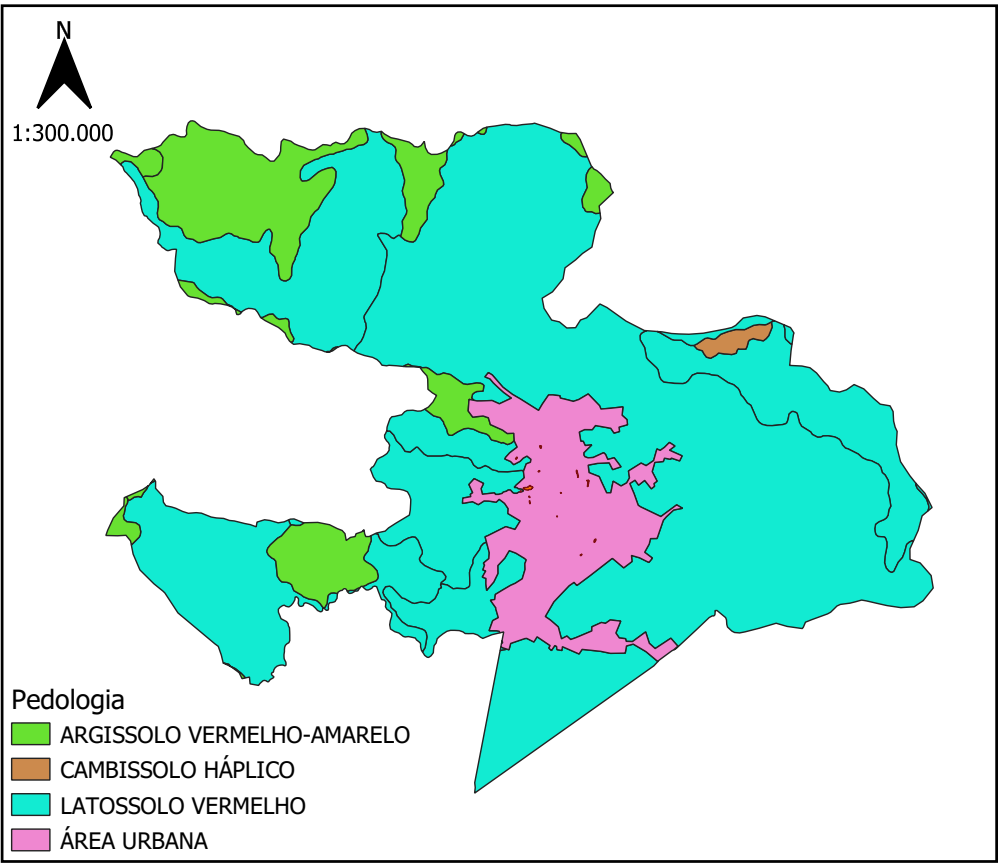
- Alexandrina - Avenida Albertina de Pina
- Centro - Travessa Esporte Clube
- Dom Pedro II - Rua Barão de Cotegipe e Rua Senador Sócrates mardochen Diniz
- Itamaraty II - Rua 2 e Rua 11
- Jardim Petropolis - Rua 11
- JK Nova Capital - Rua 43
- Maracanã - Rua Leopoldo Bulhões e Rua Pedro jacinto
- Santa Maria de Nazareth - Rua Padre Anchieta e Rua Joaquim Sebastião
- São Carlos II - Avenida Perimetral
- Vila Brasil - Rua Erasmo Braga e Rua Professor Salvador dos Santos
- Vila Formosa - Avenida Presidente Vargas
- Vila Goes - Rua Padre Feijó e Avenida Brasil Sul
- Vila São Jorge e Frei Eustáquio - Rua Oriente e Rua da Liberdade



Elaborado por: Wagner Oliveira de Araujo



Elaborado por: Wagner Oliveira de Araujo



Elaborado por: Wagner Oliveira de Araujo

ÍNDICE

Apêndice A – Mapa das erosões, 87	Erosão Vila São Jorge, 72
Apêndice B – Georreferenciamento das erosões, 88	Revisão da Literatura, 18
Apêndice C – Mapas: Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Drenagem, 89	Geoprocessamento, 24
Conclusão, 83	Processos Erosivos, 20
Discussão e Análise dos Resultados, 35	Erodibilidade, 21
Análise dos resultados, 35	Erosão hídrica, 21
Discussão, 79	Erosividade, 21
Introdução, 15	Fatores condicionantes, 22
Objetivo específico, 16	Sistemas de informação geográfica, 24
Objetivo geral, 16	Georreferenciamento, 24
Materiais e Métodos, 26	Solos Tropicais, 18
Materiais, 26	Características do solo do município de Anápolis, 20
Metodologia, 26	Solos da região centro-oeste, 20
Erosão Dom Pedro II, 52	Solos laterítico, 18
Erosão Itamaraty, 65	Solos saprolítico, 19
Erosão Jardim Alexandrina, 59	
Erosão Jardim Petrópolis, 76	
Erosão JK Nova Capital, 45	
Erosão São Carlos, 38	
Erosão São Lourenço, 69	
Erosão Santa Maria de Nazareth, 41	
Erosão Setor Central, 35	
Erosão Vila Brasil, 55	
Erosão Vila Formosa, 62	
Erosão Vila Goiás, 48	