

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BENEVIDES FERNANDES DA MATA

RAPHAEL ALMEIDA CORREA

**ESTUDO DE CASO: EROSÃO DA VILA FORMOSA E
BAIRRO SHANGRILÁ**

ANÁPOLIS / GO

2017

BENEVIDES FERNANDES DA MATA

RAPHAEL ALMEIDA CORREA

**ESTUDO DE CASO: EROSÃO DA VILA FORMOSA E
BAIRRO SHANGRILÁ**

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

ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES

COORIENTADORA: ANA LÚCIA CARRIJO ADORNO

ANÁPOLIS / GO: 2017

**BENEVIDES FERNANDES DA MATA
RAPHIAEL ALMEIDA CORREA**

**ESTUDO DE CASO: EROÇÃO DA VILA FORMOSA E
BAIRRO SHANGRILÁ**

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

APROVADO POR:



CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre (UniEvangélica)

(ORIENTADOR)



AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Especialista
(UniEvangélica)

(EXAMINADOR INTERNO)



AURELIO CAETANO FELICIANO, Especialista(UniEvangélica)

(EXAMINADOR INTERNO)

ANÁPOLIS/GO, 08 de dezembro de 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

MATA, BENEVIDES FERNANDES/ CORREA, RAPHAEL ALMEIDA

Estudo de caso: Erosão da vila da Formosa e bairro Shangrilá
(ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Estudo de caso 2. Erosão

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MATA, Benevides Fernades; CORREA, Raphael Almeida. Estudo de caso: Erosão da vila da Formosa e bairro Shangrilá – Para região de Anápolis. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Benevides Fernandes da Mata

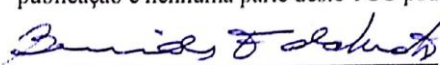
Raphael Almeida Correa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. Estudo de caso:
Erosão da vila da Formosa e bairro Shangrilá – Para região de Anápolis

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil


ANO: 2017

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



Benevides Fernandes da Mata

E-mail: benevidesmata@hotmail.com



Raphael Almeida Correa

E-mail: raphaelcorint@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus que nos guia e providencia exatamente aquilo de que necessitamos, que permitiu que chegássemos até aqui, que me honrou e brindou com uma família abençoada, minha esposa Marcilene, minhas filhas Amanda e Fernanda e meu filho Gabriel, que são fonte inspiradora para minha vida.

Sou grato aos Mestres, timoneiros, que conduziram essa travessia, que foram além de compartilhar seu saber, com generosidade, lealdade, seriedade e verdareio amor pelo que fazem. Isso me inspira e motiva a me espelhar nestas pessoas que tive o privilégio de conviver, somente Deus poderá galardoar seres tão iluminados merecedores de minha sincera e eterna gratidão

Sou grato à Unievangélica que abriu suas portas, permitindo que esse sonho se realizasse. Ao Dr Carlos Hassel que com afinco, trabalho árduo e visão, tem conduzido a instituição UniEvangélica a categoria de refência em ensino de qualidade no Estado quicá no País.

A cada colaborador da instituição, UniSocial, Secretaria do Curso de Engenharia, as senhoras da limpeza, aos zeladros e porteiros, são muitos os que silenciosamente contribuíram para que chegássemos aqui.

Professor Roberto Alves e sua equipe do Uniatender, muito obrigado amigo.

São muitos sonhos, muito suor, lutas e lágrimas, até aqui Deus nos ajudou.

Benevides Fernandes da Mata

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição para fazer a faculdade e o trabalho de final de curso. Sem ele, nada disso seria possível.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Aos meus pais e amigos pelo amor, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos e dificuldades que passei nesta jornada.

Raphael Almeida Correa

RESUMO

Os diversos problemas relacionados à drenagem urbana que atualmente vêm ocorrendo em muitas cidades brasileiras acontecem em função de vários aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais. A existência de problemas como enchentes, inundações, comprometimento dos cursos d'água em razão de erosões e carreamento de materiais poluentes, além dos riscos de contaminação por doenças de veiculações hídricas, são os motivos que levaram a escolha do tema e desenvolvimento deste trabalho. Por se tratar de uma área degradada, onde afloram nascentes do ribeirão Góis, tributário do ribeirão das Antas que por sua vez compõem a bacia do Jão Leite, foi definida como alvo deste estudo a erosão da Vila Formosa e Bairro Shangrilá, Anápolis- GO. Tendo como objetivo o estudo de caso e sugerir técnicas que possam minimizar e/ou conter o avanço da erosão, com base em pesquisas bibliográficas, levantamentos em campo e registros fotográficos, consultas a órgãos públicos e especialistas no tema, utilização de mapas e imagem de satélite, indicando os principais pontos problemáticos e as proposições das técnicas de controle para os mesmos.

Palavras-chave: Drenagem, Planejamento Urbano, Águas Pluviais, Enchentes, Erosão.

ABSTRACT

The various problems related to urban drainage that currently occur in many Brazilian cities are due to various political, social, economic and environmental aspects. The existence of problems such as floods, flooding, erosion and contamination of water courses, as well as the risks of contamination due to waterborne diseases, are the reasons that led to the choice of theme and development of this work. Due to the fact that it is a degraded area, where the sources of the Góis stream flow, tributary of the Antas stream, which in turn make up the João Leite basin, was defined as the erosion of Vila Formosa and neighborhood Shangrila, Anápolis-GO. Aiming at the case study and suggesting techniques that can minimize and / or contain the erosion advance, based on bibliographical research, field surveys and photographic records, consultations with public agencies and experts on the theme, use of maps and image of satellite, indicating the main problematic points and the propositions of the control techniques for them.

Key words: Drainage, Urban Planning, Rainwater, Floods, Erosion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: ESCOAMENTO SUPERFICIAL VILA FORMOSA	11
Figura 2: TIPO DE EROÇÃO POR REGIÃO	21
Figura 3: LOCALIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DA EROÇÃO	31
Figura 4: VISTA AÉREA DOS BAIRROS LIMÍTROFES DA EROÇÃO	32
Figura 5: VISTA AÉREA APROXIMADA DA EROÇÃO	32
Figura 6: PREJUÍZOS MATERIAIS.....	33
Figura 7: VOÇOROCA SHANGRILÁ / VILA FORMOSA.....	34
Figura 8: TUBULAÇÃO NO PONTO DE AMORTECIMENTO	35
Figura 9: LEVANTAMENTO PLANALTIMÉTRICO.....	37
Figura 10: ANÁLISE DE SOLO DAS CURVAS DE NÍVEL.....	37
Figura 11: MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO	38
Figura 12: ÍNDICE DE VAZIOS X PROFUNDIDADE	39
Figura 13: LIXIVIAÇÃO DO SOLO POR AÇÃO EROSIVA DA CHUVA	41
Figura 14: PERFIL TERRAÇO TIPO NICHOLS	42
Figura 15: SUGESTÃO DA BACIA DE CONTENÇÃO.....	43
Figura 16: AV. FEDERAL(PRES..VARGAS) – NOV. / 2011	44
Figura 17: AV. FEDERAL(PRES..VARGAS) –JUL./2012	44
Figura 18: AV.FEDERAL- PAVIMENTAÇÃO DE BIFURCAÇÃO DA VIA –SET./2012	45
Figura 19: AV. FEDERAL- OUTUBRO/2013	45
Figura 20: AVENIDA FEDERAL- OUTUBRO/2013	46
Figura 21: SISTEMA DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE –OUT.2013	46
Figura 22: 4ª CONSTRUÇÃO DE PAINEL DE CONCRETO-DEZ/2013	44
Figura 23: PAVIMENTO CONCLUÍDO/2014	44
Figura 24: NOVO TALUDE CONCLUÍDO/2014	45
Figura 25: COBERTURA VEGETAL DO TALUDE-MAR./2014.....	45
Figura 26A: RASTEJO TALUDE/ MEIO FIO SEM SARJETA – NOV/2014	46
Figura 27: AV.FEDERAL – ABR./2017-.....	46
Figura 28: AV. FEDERAL –ABRIL/2017- RECALQUE DO PAVIMENTO.....	47
Figura 29: AV. ARCO VERDE – ABRIL/2017.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:METODOLOGIA APLICADA EM FUNÇÃO DO MEIO FÍSICO	23
Tabela 2:Resultados de ensaios de adensamento do solo	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
1.2 METODOLOGIA.....	12
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 DRENAGENS URBANAS: O EFEITO DA URBANIZAÇÃO	14
2.1.1 Controle das águas do escoamento superficial	16
2.2 EROSÃO: DEFINIÇÕES E CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS..	19
2.2.1 Controle da erosão urbana	22
2.2.2 Controle da erosão na micro drenagem	25
2.2.3 Controle da erosão na macrodrenagem	27
3 ESTUDO DE CASO	31
3.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO	31
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	36
3.3 SUGESTÃO DE CONTROLE DE EROSÃO	41
3.4 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	44
4 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento urbano do estado de Goiás, começa a se acelerar na segunda metade do século XX devido ao aumento da população residente fomentada pelas estratégias do Governo Federal que promovia a ocupação dos grandes vazios do interior do país, a chamada Marcha para Oeste, com vistas a promover crescimento demográfico das regiões Norte e Centro Oeste do país, incrementar a produção agrícola da região, criando assim alimentos para atender a crescente demanda das regiões Sul e Sudeste.

Para viabilizar a interiorização o governo federal promoveu diversas ações que tornassem a região atrativa à migração, como criação da nova capital Goiânia na década de 30, construção de rodovias, ferrovias, e mais adiante a criação de Brasília, produzindo assim uma grande competição por recursos naturais, destruindo parte da biodiversidade natural existente. Segundo ESTEVAN(1997, pg.114-115):

“Goiânia, ao apresentar uma possibilidade geográfica no interior do país, foi palco de elevada imigração desde seus primeiros anos de existência. O atrativo principal para o surto imigratório foi a existência de largas faixas de terras férteis e matas - até então inexploradas - na área de abrangência da nova capital. A zona de rico potencial agrícola - conhecida como Mato Grosso de Goiás - começou a ser penetrada em função da construção de Goiânia (...) A construção da nova capital, deste modo, ao ensejar correntes imigratórias, foi responsável pelos lançamentos de germes de transformação nas estruturas socioeconômicas do centro - sul do Estado. Suas terras foram paulatinamente sendo conhecidas tornando-se cativante opção para assentamento de imigrantes rurais que passaram a se movimentar pelo campo brasileiro. Apropaganda oficial nos anos trinta - ressaltando a nível nacional as possibilidades econômicas de Goiás - colaborou para que imigrantes de outros estados, principalmente a partir de 1935, ocupassem as adjacências da nova capital e adentrassem as florestas virgens da zona do Mato Grosso de Goiás. O desbravamento desta área, situada no centro - sul do estado, foi tamanho, entre 1920 - 1940, 34,0% do estoque de matas do Estado foi destruído. O município de Goiânia atingiu 48.165 habitantes em 1940. Na área em que foi edificada a cidade existiam, em 1920, apenas dois pequenos municípios (Campinas e Trindade) cuja população somava no máximo 10.000 moradores” .(pg. 114 - 115)

A cidade de Anápolis, com seus 370 mil habitantes, segundo estimativas do IBGE para 2017, necessita urgentemente de um planejamento integrado que busque ações e soluções, que promova um novo modelo de desenvolvimento sustentável para a cidade.

Um novo modelo de desenvolvimento, que seja participativo e democrático em que diversos seguimentos da sociedade se articulem num projeto maior de bem comum, em que os interesses da coletividade sejam os vértices das ações e que poder público, iniciativa privada, sociedade, universidades se harmonizem em busca da melhoria da qualidade de vida da cidade de Anápolis. Onde a preservação do meio ambiente, a busca de soluções criativas, a participação popular sirvam como lição de cidadania, criando conexões de consciência ambiental, ética e responsabilidade social.

A centralidade que permitiu se tornar um polo de serviços, a partir dos governos militares sofreu uma transformação na década de 70, com a construção da Base Aérea e implantação do Daia-Distrito Agroindustrial de Anápolis, neste período passando à condição de área de segurança nacional.

Agora Anápolis é polo industrial, logístico e de segurança, com isso se consolida como a segunda cidade em importância no Estado, com seu crescimento econômico, e localização estratégica, ensejando massas de migração, que promoveram uma expansão urbana desordenada e dispersa, que pressiona a infraestrutura do município a atender as demandas de sua população, por moradia, serviços, saúde e educação.

Dados do IBGE de 2010, apontam que 57,6% da cidade de Anápolis conta com sistema de esgotamento sanitário adequado. Destaca-se em meio a esses problemas o deficiente sistema de drenagem urbana e a ocupação de regiões sem estudo de solo prévio, ocupações de encostas e fundos de vales. Um efeito causado por essas deficiências são as inundações, cheias, alagamentos, desmoronamento, erosões que surgem em várias áreas durante o período de chuva.

Em relação à erosão no perímetro urbano, 27,3% dos municípios brasileiros que fizeram manejo de águas pluviais informaram apresentar este problema nos últimos cinco anos. Tais municípios declararam que condições geológica e morfológica (47,8%) bem como ocupações intensa e desordenada do solo (46,4%) foram os principais fatores agravantes da erosão urbana.(IBGE,2008,pg.52)

O bairro Vila Formosa está localizado na região sudeste de Anápolis, fazendo divisa com, Shangrilá, Bairro Arco Verde, JK Oeste, Jardim América, Alto da Bela

Vista e São Sebastião. Possui um relevo íngreme e apresenta em sua maioria unidades populacionais de padrão popular. O bairro conta com equipamentos comunitários, centro de convivência, posto de saúde, feira coberta, instituição de ensino infantil, fundamental e médio, igrejas, comércio e rede do transporte coletivo.

Esta pesquisa se justifica por abordar uma erosão que persiste no tempo apesar de várias tentativas de contenção, ainda por se tratar da nascente do córrego Góis, contribuinte do córrego das antas que compõem a bacia do João Leite, soma-se tratar-se de região bastante adensada em que a ocorrência da erosão avança sobre propriedades e que compromete estruturas urbanas e promove risco à pessoas que ali residem e utilizam as vias, degradam o manancial.

Este trabalho levantou como problemática a seguinte questão: De que forma na região o processo acelerado de erosões por ação antrópica, está relacionada com a ausência do sistema de drenagem adequado, com a retirada de vegetação nativa e ocupação de encostas.

Como hipótese afirmou-se que a falta de planejamento na implementação de políticas públicas de saneamento básico, o manejo incorreto das águas pluviais através da drenagem urbana, impacta diretamente no meio social, econômico, ambiental e na qualidade de vida das pessoas que residem nos bairros.

Figura 1: ESCOAMENTO SUPERFICIAL VILA FORMOSA



FONTE:ENGº WELVIS FURTADO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a ocorrência da erosão na Vila Formosa/Shangrilá, apresentar relato fotográfico na linha do tempo do período de 2013 a 2017 em que se evidenciam as intervenções e seus resultados, demonstrar que uma vez instalado o processo erosivo antrópico, sua reversão e mesmo contenção, são onerosas e bastante complexas em resultar êxito. Dentro do estudo de caso, sugerir técnica como proposta de intervenção que contenha o avanço do processo erosivo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar fatores desencadeantes dos processos erosivos na região, analisando dados topográficos e pluviométricos;
- Sugerir opções de intervenção ;
- Apresentar relato fotográfico recente dos últimos quatro anos.

1.2 METODOLOGIA

Para elaboração deste trabalho foram utilizadas pesquisas de campo e bibliográficas, levantamentos locais, visitas aos órgãos públicos responsáveis pela área ambiental e urbana, simulações e entrevistas com profissionais de engenharia.

A coleta de dados realizada em campo será no município de Anápolis (GO), no Bairro Shangrilá na Vila Formosa, onde apresenta sérios problemas de erosão, objetiva-se definir o tipo de solo da região e o relevo local e sua contribuição para efeitos da erosão, o tipo de uso e ocupação do solo se consonante às leis municipais, como a ação antrópica desordenada contribuiu para o surgimento da erosão, se a rede de drenagem da região comporta o volume escoado, apresentar na linha de tempo um relato fotográfico da região, verificar se a rede de amortecimento das águas tem conseguido reduzir a velocidades dos lançamento pluviais, e finalmente sugerir um diagnóstico e possível correção ou contenção do fenômeno erosivo

A análise e avaliação dos resultados, será feita por pesquisa de campo, utilizando avaliação da rede de drenagem, se existente ou não, tendo como objetivo identificar o problema e ou seus causadores, a acumulação de detritos nas galerias existentes, canais de drenagem e cursos d'água obstruídos e assoreados.

Espera-se com este estudo compreender melhor as complexas relações que desencadeiam um processo erosivo, refletir acerca das melhorias estruturais necessárias relacionadas a drenagem, e não estruturais que envolvem manutenção, conscientização e educação ambiental e como devem ser aplicadas para que se alcance resultados consistentes na contenção do processo.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em quatro capítulos, sendo que em cada capítulo está exposto os seus respectivos assuntos, que são eles:

Capítulo 1 - Apresentação da introdução ao presente trabalho, dos objetivos geral e específicos que norteiam a presente produção científica, além da metodologia a ser empregada e esta estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Apresentação de todo o arcabouço teórico que ampara o presente estudo, relacionando ao planejamento urbano; estudo do solo; saneamento básico; sistema de drenagem.

Capítulo 3 – Estudo de caso, caracteriza-se o local, levantamentos referenciados e relatório fotográfico dos últimos 5 anos. Sugestões de técnicas para conter o avanço da erosão.

Capítulo 4 – Conclui-se o trabalho apontando os resultados do levantamento do estudo de caso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DRENAGENS URBANAS: O EFEITO DA URBANIZAÇÃO

A crise econômica que abalou o mundo também atingiu o Brasil, quando a crise se instaurou no país a economia estava no auge do ciclo do café paulista, na década de 1930, o principal impacto da forte crise foi o grande êxodo rural que começou a se intensificar, já que as grandes fazendas cafeicultoras estavam em decadência, dessa maneira uma parcela da população, desmotivada pela cafeicultura, dirigiu-se para as áreas do interior antes não ocupada, enquanto a outra parte iniciou uma migração em direção às cidades (Chaffun, 1996).

Bonduki (1996) destaca a década de 1970 como a década de consolidação desse processo redistribuição populacional no Brasil que começou em 1930, esse processo que ocorreu em função do progressivo esvaziamento rural e contínuo processo de metropolização. Uma das principais causas do agravamento dos problemas ambientais ocorridos nesse período, segundo o autor, foi o acelerado crescimento populacional e, conseqüentemente, o surgimento de atividades como a indústria, agropecuária e extração de minerais, que levou à utilização dos recursos naturais em larga escala e aumento na produção de resíduos nessas áreas.

Segundo Porto (2001) a grande maioria das cidades e centros urbanos brasileiros se consolidaram com a ausência de um planejamento urbano, tal fato ocasionou inúmeros problemas de cunho ambiental, sendo que esse impacto pode ser visto nos problemas relativos às enchentes e inundações, responsáveis por gerar prejuízos ambientais e econômicos todos os anos, desabrigando e matando a centenas de pessoas, além de proliferar doenças como a leptospirose e malária.

Tais impactos ambientais causados pela água estão atrelados ao desenvolvimento urbano das cidades, pois quanto maior o processo de urbanização de um local, também maior o processo de impermeabilização que essa área sofrerá, visto que aumenta o número de ruas, calçadas, pátios e áreas pavimentadas de forma geral, sendo assim, regiões onde antes a água da chuva infiltrava e percolava no solo passa a escoar para os condutos pluviais.

Portanto, antes do processo de urbanização o volume de água das chuvas escorria lentamente pela superfície do solo, sendo retido através dos obstáculos presentes, como por exemplo nas raízes de árvores e plantas, agora com a crescente urbanização a água escoava por um canal, exigindo uma maior capacidade de escoamento das seções. Os maiores efeitos desse processo de escoamento dessas águas é que gera um aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial (TUCCI, 1995).

Como consequência de tudo que já foi dito, ainda segundo Porto (1995) os impactos da urbanização requerem agora uma abordagem integrada para sua resolução, ou seja, que mescle em um mesmo tempo ações relativas a quantidade de água como a qualidade da água captada, além de nos aspectos de planejamento urbano ter integrado os diversos usos do solo urbano e principalmente os aspectos institucionais e legais necessários para ações de sustentabilidade, prevenção e controle do crescimento das cidades sobre o meio ambiente.

De acordo com a Constituição Federal, as ações de combate a enchentes são de responsabilidade da União, porém, em 1988 a Constituição passa a aumentar a autonomia municipal em algumas áreas, como as da habitação, saneamento e meio ambiente. Algumas das medidas realizadas pelos municípios de forma autônoma estão presente em seus planos diretores, como as leis de uso e ocupação do solo, que tem a função de restringir a área máxima de construção e de impermeabilidade do terreno (TUCCI et al, 2000).

As Leis de Uso e Ocupação do Solo são instrumentos que disciplinam e definem a distribuição espacial das atividades sócio-econômicas. A primeira etapa do processo de regularização de uma ocupação já existente ou da determinação de diretrizes para uma nova ocupação deve ser feita através do zoneamento, que é um instrumento de gestão onde regulamenta os tipos de usos adequados para cada porção do território, da cidade ou município (MOTA, 2003).

Os possíveis problemas gerados pela incompatibilidade de usos e ocupação estão relacionados principalmente ao desequilíbrio ambiental e a vulnerabilidade a acidentes e catástrofes, sendo elas naturais ou não. No que se refere aos recursos hídricos, o zoneamento das águas é considerado por Maciel Jr. (2000) como um instrumento de

gestão para o qual a definição dos usos adequados para as diversas áreas de uma bacia hidrográfica, e que devem ser estabelecidos em função das características naturais, da sua situação em termos de ocupação atual e do que se pretende para o futuro.

2.1.1 Controle das águas do escoamento superficial

O escoamento superficial é estimado pelo volume de água excedente, ou seja, é a água que não evapora nem mesmo infiltra ou percola no solo, sendo sua relação com a precipitação dada na medida em que quanto maior a intensidade da precipitação, maior será a parcela de chuva que contribuirá para as vazões superficiais.

Para Andrade (2004), as enchentes e inundações podem ser combatidas de duas maneiras, com medidas estruturais e não estruturais, sendo que a primeira seria uma forma que atue na diminuição da ocorrência dos eventos e a segunda seria uma que busque a redução das perdas. Ainda segundo o autor, as medidas chamadas de não estruturais, nesse caso possuem custos menores quando comparadas com as medidas estruturais.

As medidas denominadas de não estruturais buscam o controle do uso e ocupação do solo e a diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações através de soluções que não alteram o regime de escoamento superficial das águas, buscando resolver a problemática através da introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, ao disciplinamento do uso e ocupação do solo, à implementação de sistemas de alerta e à conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem (Ramos, 1999). Pode-se dizer que as soluções estruturais possuem como foco os efeitos das inundações, já as não estruturais, em geral, tomam como ponto de partida a solução da causa, sob abordagem preventiva.

Pode citar como exemplo de algumas medidas não estruturais já adotadas como meio de conter as enchentes o zoneamento de áreas de risco, sistemas de previsão e alerta, seguro contra enchentes e planejamento do uso do solo, além dessas medidas podem ser destacadas também os projetos de conscientização e educação ambiental promovido pelo poder público junto a população (ANDRADE,2004).

Porém, no Brasil, essas leis e medidas ficam restritas a penas a criação das mesmas, sendo raramente efetivada e implementada como foi previamente elaborada, isso se deve principalmente pela falta de fiscalização por meio do poder público.

Dessa forma, para Andrade (2004), trazendo tais conceitos para a esfera de combate a enchentes, pode-se dizer que a medida de zoneamento de áreas de risco na prática, consiste apenas em delimitar as áreas associadas a enchentes com os diferentes períodos do ano, precisando apenas de conhecimento técnico para tal tarefa, porém, a delimitação dessas áreas, deve ser feita em função do grau de risco que se é aceitável para cada uma, envolvendo assim um processo não apenas técnico, mas sim político-administrativo.

Desta maneira, se obtém os graus de susceptibilidade que cada zona possui, para assim posteriormente elaborar o planejamento de sua ocupação através das diretrizes e normas legais cabíveis. Sendo assim, o zoneamento determina as áreas que podem ou não ser ocupadas e já o planejamento do uso e ocupação determina de que modo essas áreas devem ser ocupadas.

Já se tratando das medidas de cunho estrutural, pode se dizer que são medidas de controle do escoamento superficial devem ser adotadas de acordo com o estágio de desenvolvimento da área de estudo, buscando priorizar o uso de medidas sustentáveis que minimizem, também, os impactos da poluição (Tucci, 2003).

As soluções ideais (sendo elas estruturais ou não estruturais) devem ser definidas de formas individual, sendo sempre observando cada caso de forma particular e levando também em consideração a característica do rio em que vai ser empregado. É importante sempre contrabalancear os benefícios realizados nas áreas de enchentes em contra partida aos impactos gerados campo social (TUCCI,1995).

As medidas denominadas de estruturais são ferramentas de controle de escoamento superficial direto que, constituídas por estruturas físicas de engenharia, destinam-se a desviar, deter, reduzir ou escoar, com maior rapidez e menores níveis, as águas pluviais (Ramos, 1999).

Essas medidas e técnicas aplicadas, de acordo com Silva (2006), direcionam a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas à canalização do escoamento, tendo como

exemplos mais comuns a construção de galerias subterrâneas e a retificação e revestimento de rios, com o objetivo claro de transportar a água pluvial o mais rápido possível para fora do meio urbano.

Porém, algumas dessas medidas tem seus custos muito altos, como por exemplo o processo de canalização de um rio, tornando muitas vezes impraticáveis em virtude da fragilidade financeira das cidades e municípios, e em consequência ao crescimento urbano e a intensa impermeabilização do solo, as soluções não comportam o aumento das vazões escoadas superficialmente, sendo inevitável a ocorrência de inundações em pontos críticos do sistema.

As técnicas estruturais de controle do escoamento superficial podem variar de acordo com o tamanho da área a ser drenada, índice de permeabilidade do solo, tipo de uso e ocupação do solo, características físicas, hidrológicas e hidráulicas, assim como o risco adotado para o sistema de drenagem e as obras de infra-estrutura urbana existentes (Barros, 2005). Sendo que o autor destaca as seguintes técnicas:

- Sistemas de coleta de água pluvial no lote e lançamento na rede: correspondem a todas as obras de coleta de água superficial no lote e transporte até a rede de drenagem
- Sistemas de microdrenagem: sistemas de condutos pluviais a nível de loteamento ou de rede primária urbana, tais como boca de lobo, galerias, poços de visita e caixas de ligação;
- Sistemas de macrodrenagem: sistemas que abrangem córregos, rios, canais e galerias de maior porte, receptores da água coletada pela microdrenagem;
- Reservatórios para controle de cheias: barramentos construídos em rios para conter o excesso de chuva e proteger áreas à jusante;
- Reservatórios urbanos de retenção ou bacias de retenção: pequenos reservatórios, também conhecidos como “piscinões”, destinados a conter o excesso de chuva e proteger áreas à jusante;
- Drenagem forçada em áreas baixas: conjunto de obras constituídas por diques e estações de bombeamento em áreas abaixo do nível d’água das cheias de córregos próximos;

As medidas estruturais também podem ser classificadas em duas categorias, sendo elas a extensiva e intensiva. As medidas estruturais extensivas são medidas que agem diretamente na bacia hidrográfica e tem o a intenção de modificar as relações entre a precipitação e a vazão da mesma, reduzindo com medidas físicas o escoamento e os efeitos da erosão.

Tucci (1993) menciona que tais medidas são viáveis apenas para bacias de pequeno porte e podem ser caracterizadas como controle da cobertura vegetal, pequenas obras de micro drenagem que aumentem a capacidade infiltração, percolação e armazenamento do solo.

De acordo com Macedo (2004) as medidas denominadas como estruturais intensivas estão ligadas diretamente a ações nos cursos d'água, através da construção de diques, muros de contenção, canais de desvio, reservatórios de retardamento e acumulação além de obras de engenharia ligadas a modificação da morfologia do curso d'água, seja alterando o escoamento natural ou pela aceleração, retardamento ou desvio do próprio curso do escoamento, amenizando assim os efeitos de uma possível enchente.

Importante ressaltar que a eficiência dessas soluções, sejam elas não estruturais ou estruturais, intensivas ou extensivas, está condicionada às características locais, como tipo de solo, análise das precipitações, topografia, qualidade das águas de drenagem, dentre outros, sendo cada solução encontrada e determinada de forma particular (Silva, 2006).

2.2 EROSÃO: DEFINIÇÕES E CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS

Proveniente do latim *erodere*, o termo erosão segundo Camapum de Carvalho (2006) pode ser definida como um conjunto de processos pelos quais os materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre são desagregados, desgastados ou dissolvidos e transportados pela ação dos agentes erosivos como água, vento e gelo, sendo a maior parte dos processos erosivos ocorrendo de forma direta e previsível, como uma consequência de uma intervenção no meio ambiente.

Esse processo ocorre naturalmente na superfície terrestre ao longo do tempo geológico, sendo responsável pela lapidação e formação do atual relevo da terra,

entretanto, alguns terrenos possuem uma suscetibilidade maior ou menor a erosão, um dos fatores dessa suscetibilidade pode ser como o homem se apropria dessas áreas (SALOMÃO, 1999; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

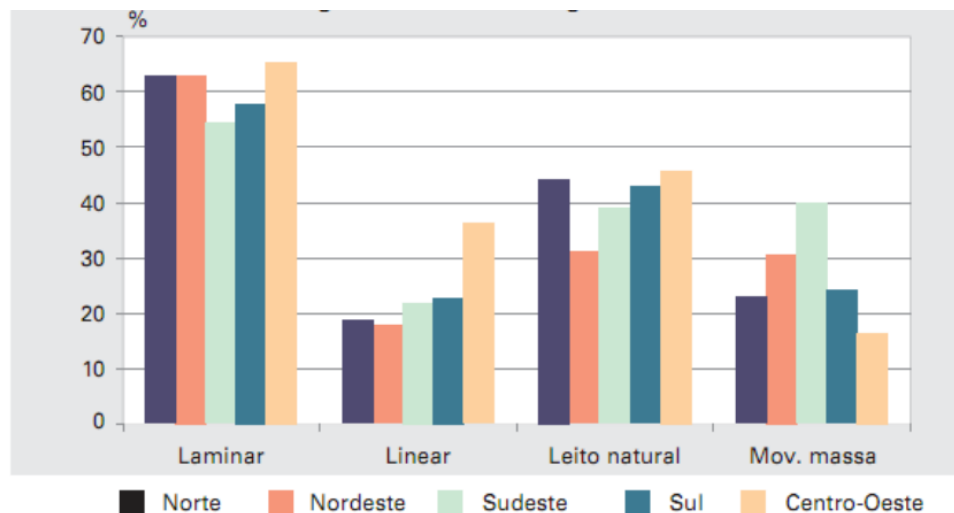
De acordo com Romão e Souza (2006), o conhecimento tanto de aspecto ambientais, meios físicos, antrópico ou biótico é fundamental para se entender todos os processos erosivos e desta forma fazer a previsão de eventos futuros, além de prevenção, controle e recuperação das áreas onde já houve os processos erosivos.

Para Galerani (1995), o conceito de erosão vem do processo de carreamento dos solos, os agentes desse processo podem ser a água, ventos ou outros, porém, em geral, os principais processos erosivos ocorridos nos centros urbanos são causados pela o agente da água, sendo que esses processos são agravados pela ação do homem através da alteração da característica natural, como desmatamento, remoção das encostas e ocupação desordenada e irregular do terreno e o aumento de áreas impermeabilizadas que dificultam a percolação da água no solo.

A erosão hídrica é umas das principais formas de degradação do solo, acarretando prejuízos de ordem econômica, ambiental e social. O Brasil por ser um país tipicamente tropical, com volume de chuvas concentrados durante alguns meses, sofre intensamente com problemas de erosões, principalmente na região Centro-oeste do país como mostra a figura 01. Segundo Bahia (1992) o Brasil chega a perder cerca de 600 milhões de toneladas de solo devido a erosão anualmente. Além do prejuízo na reposição dos nutrientes perdidos, outro grande problema decorrente é o assoreamento dos corpos de água.

De forma resumida, os processos mais básicos de erosão são causados pela ação da água, que provem do impacto das gotas de chuva diretamente na superfície do solo, essas partículas promovem uma desagregação do solo seguida do transporte dessas partículas através do escoamento superficial. Sendo assim, as erosões se classificam quanto a forma como surgiram, e podem ser divididas em dois tipos, o fato que designa qual erosão será causada é a forma com que a água escoar nos terrenos, desta forma podem ser formadas erosões laminares e erosões lineares (GALERANI, 1995).

Figura 2: TIPO DE EROSIÃO POR REGIÃO



FONTE: IBGE, 2000.

Ainda segundo Galerani (1995) erosão é considerada laminar ou em lençol quando é causada pelo escoamento difuso da água da chuva, desta maneira a água da chuva remove de forma progressiva e relativamente uniforme a parte superficial do solo. Esse é o tipo de processo erosivo que gera maiores problemas em áreas rurais e ocasionam em sua maioria a perda de terra cultiváveis e queda de produtividade do solo como a perda de fertilizante e sementes, esse tipo de erosão exige um grande investimento para a recuperação do solo.

Já a erosão linear é provocada pela concentração dos fluxos de águas superficiais, onde essa concentração de linhas de fluxos resulta em sulcos na superfície do solo e que com o decorrer do tempo tendem a se aprofundar e causar o aparecimento de ravinas. Quando as ravinas atingem o lençol freático, acontece o estágio mais grave do processo erosivo linear, que seriam o surgimento das voçorocas. Esse é tipo de erosão que atingem em sua maioria, as áreas peri-urbanas, sendo assim destruindo os equipamentos públicos urbanos e obras civis. (FONSECA *et al.*, 2001).

Segundo Salomão (2007), grande maioria das cidades que estão instaladas em terrenos de solos arenosos e relativamente profundos, apresentam erosões por ravinas e voçorocas e é causada especialmente pela concentração de água de escoamento superficial, sendo elas pluviais ou servidas.

Em sua origem, erosão urbana, está ligada diretamente a falta de planejamento adequado das autoridades responsáveis, esse planejamento deve considerar as particularidades do meio físico, condições econômicas e sociais da área urbana a ser desenvolvida (FENDRICH, 1984).

Com o aumento das áreas construídas e também pavimentadas, cresce também de forma substancial o volume e a velocidade das enxurradas e desde que não sejam dissipadas, concentram o escoamento e acelera o processo de surgimento de ravinas e voçorocas. A destruição ou entupimento das redes de galerias de águas pluviais agravam ainda mais os problemas causados pelos processos erosivos, enchentes e concentração dos agentes poluentes que agravam ainda mais os problemas nas cidades, sendo que todos reunidos gera a perda da capacidade de armazenamento de água de abastecimento (MARTINS, 2001).

2.2.1 Controle da erosão urbana

O objetivo principal do controle da erosão é manter a integridade física das cidades. O fenômeno das erosões envolvem em sua maioria problemas socioeconômicos, como perda da fertilidade do solo, ruas interditadas ou até lotes inteiros (TUCCI & GENZ, 1995). No início do processo, é facilmente controlável, porém ao atingir proporções maiores é difícil encontrar soluções e as medidas paliativas envolvem altos custos.

Segundo Pimentel (1997) os métodos mais utilizados para o controle das erosões envolvem soluções individuais ou até soluções de grande envergadura, tais soluções podem ser a manutenção de áreas permeáveis dentro dos lotes, cobertura com sacos de areia, lona ou até barragens que são consideradas soluções estruturais intensivas de macrodrenagem, que passam pelo sistema de microdrenagem e pavimentação, sendo eles adotados de acordo com especificidade de cada local.

A localização do processo erosivo é importante no seu desenvolvimento, isso devido as suas características geotécnicas e geomórficas, topográficas e de drenagem dos locais físicos onde estão localizados os processos erosivos, pois tais fatores determinam a suscetibilidade á erosão. Outras características como a precipitação e clima do local também irão determinar o desencadeamento de tais processos. Para o

controle da erosão, inicialmente é feito um diagnóstico de processo, depois, são definidos a área de drenagem e hidrograma de contribuição (FENDRICH, 1997).

Ainda segundo Fendrich (1997), não existe uma metodologia única a ser aplicada nesses tipos de obras, mas para cada caso deve ser utilizado um tipo específico e particular, ou seja, elas são determinadas em função das condições que o entorno apresentam e que são impostas pelo meio físico, objetivos do estudo e recursos disponíveis (Tabela 1).

Tabela 1:METODOLOGIA APLICADA EM FUNÇÃO DO MEIO FÍSICO

PRÁTICAS DE CONTROLE		MEDIDAS			
		CORRETIVAS	MITIGADORAS	PREVENTIVAS	
OBRAS DE DISCIPLINAMENTO DE FLUXO	Microdrenagem	Meios fios/Guias	X	X	X
		Sarjetas	X	X	X
		Sarjetões	X	X	X
		Bocas de lobo/Bocas coletoras	X	X	X
		Galerias	X	X	X
		Poços de visita	X	X	X
		Trecho	X	X	X
		Tubos de ligações	X	X	X
		Estações de bombeamento	X	X	X
		Coletores	X		
	Macrodrenagem	Canais: naturais ou artificiais	X	X	X
		Dissipadores de energia	X	X	X
		Ressalto hidráulico	X	X	
		Barragens	X	X	
		Vertedouros	X	X	
		Bacia de acumulação	X	X	

	Bacias dissipadoras	X	X	
OUTRAS OBRAS	Contenção e proteção de taludes	X	X	X
	Revegetação	X	X	X
	Aterramento	X	X	
	Barramento	X	X	
	Terraceamento	X	X	
COMPLEMENTARES	Obras de pavimentação	X	X	X
	Drenos	X	X	
	Geossintéticos	X	X	
	Gabião	X	X	X
	Obras auxiliares de proteção	X	X	
	Mapeamento/Cartografia geotécnica			X
MEDIDA CORRETIVA	Lixo	X		

Fonte: Fendrich, 1997.

O controle das erosões consiste na execução de um conjunto de obras, cuja finalidade principal é evitar ou diminuir a energia do escoamento das águas pluviais sobre terrenos desprotegidos e susceptíveis, que pode ser conseguido com obras de sistema de drenagem tais como: pavimentação das ruas, execução de guias, sarjetas, boca de lobos e galerias de águas pluviais.

Os métodos preventivos envolvem um trabalho de reconhecimento das características no meio físico, uso e direcionamento das formas de ocupação. Já os métodos de controle abrangem a análise da situação atual da feição erosiva e a concepção de um projeto hidráulico e estrutural para solucionar o problema (BIDONE & TUCCI, 1995).

No controle das erosões é fundamental a realização de um diagnóstico do processo (determinando a área de drenagem e o hidrograma de contribuição). Segundo diversos autores como Bidone & Tucci (1995) e Fendrich (1997) podem ser utilizadas como métodos de controle de erosão urbana: a macrodrenagem e a microdrenagem.

2.2.2 Controle da erosão na micro drenagem

A condução das águas superficiais nas áreas urbanizadas é conhecida como micro drenagem. A micro drenagem é importante no controle da erosão por evitar o escoamento direto sobre o solo (TUCCI & GENZ , 1995).

Este tipo de sistema tem como objetivo esgotar as vazões oriundas das chuvas mais frequentes e possuem um papel importante no controle dos processos erosivos, pois impedem o escoamento direto sobre o solo.

Desta maneira as águas que escoam superficialmente pelas ruas ou superfície do terreno são captadas por canaletas chamadas sarjetas, que possuem dimensões e inclinações padronizadas, sendo que sua forma varia de acordo com a inclinação da rua e o volume da água escoada. As sarjetas conduzem a água até as bocas de lobo, a água captada pelas bocas de lobo e drenagem pluvial é conduzida à tubulação (devido à velocidade das águas no final da tubulação e para evitar a erosão, são utilizados dissipadores de energia). Estas conduzem às saídas que são remanejadas até as galerias ou a canais abertos (BILDONE E TUCCI, 1995).

Ainda segundo Tucci & Genz (1995) o custo financeiro dos sistemas de micro drenagem em centros urbanos é diretamente proporcional ao volume de água pluvial que será escoado, sendo assim, é recomendável que todos os projetos, desde residenciais a projetos de grandes escalas urbanas, aumentem de forma considerável as áreas verdes com presença de vegetação, como as áreas de jardim, praças e parques, para que dessa forma diminua o coeficiente de áreas impermeáveis e aumentem áreas onde a água das precipitações possam infiltrar no solo.

Os principais elementos da microdrenagem que estão descritos a seguir, tem como base os trabalhos de Tucci (2001); Bidone e Tucci (1995); Ridente & Almeida Filho (1998) e Fendrich (1997) e DAEE (1990):

- Meio fio (guias): elementos de pedra ou concreto, colocado entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível do passeio;
- Sarjetas: faixa de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias publicas e que para elas escoam;
- Sarjetões: calhas localizadas nos cruzamento de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas;
- Bocas-de-lobo /Bocas Coletoras: dispositivos localizados em pontos convenientes, nas sarjetas, para captação de águas pluviais. Podem ser implantadas na guia, com grelhas paralelas ao eixo da rua, na forma combinada (guia e grelha) e com fendas horizontal e longitudinal na forma combinada. São geralmente utilizadas sozinhas, mas podem também ser empregadas de forma múltipla (com ou sem depressão). Essas variações dependerão do projeto da rua a ser implantado;
- Galerias: canalização usada para conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas. Elas devem ser projetadas para funcionamento a seção plena com a vazão de projeto, e a velocidade máxima admissível é determinada em função do material a ser empregado na rede. Por exemplo, para tubo de concreto, a velocidade máxima admissível é de 5,0m/s e 0,60m/s a velocidade mínima;
- Poços de visita: dispositivo localizado em pontos convenientes do sistema de galerias para permitir mudanças de direção, declividade, diâmetro, inspeção e limpeza das canalizações;
- Trecho: porções de galeria situada entre dois poços de visita;
- Tubos de ligação: canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas- de lobo para galerias ou para os poços de visita.
- Caixas-de-ligação: são utilizadas quando se faz necessário a locação de bocas-de-lobo intermediarias ou para evitar-se a chegada, em um mesmo poço de visita, de mais de quatro tubulações. Sua função é similar à do poço de visita, dele diferenciam-se por não serem visitáveis;

- Estações de bombeamento: conjunto de obras equipamentos destinados a retirar água de um canal de drenagem, quando não mais houver condição de escoamento por gravidade, para um outro canal em nível mais elevado ou receptor final da drenagem em estudo;
- Coletores: A locação da rede coletora de águas pluviais geralmente é feita de duas maneiras: sob o meio-fio ou sob o eixo da via pública. O recobrimento mínimo deve ser de 1,0m sobre a geratriz do tubo, possibilitando também a ligação das canalizações de escoamento com recobrimento mínimo de 0,60m das bocas de lobo.

2.2.3 Controle da erosão na macrodrenagem

As estruturas de macrodrenagem destinam-se a condução final das águas captadas pela drenagem primária, dando prosseguimento ao escoamento oriundo das ruas, sarjetas, vales e galerias, que são elementos anteriormente englobados como estruturas de microdrenagem (FRIENDRICH, 1997).

O sistema de macrodrenagem de uma zona urbana corresponde também à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, sendo constituída pelos córregos, riachos e rios localizados nos talvegues e vales (MARTINS, 1995).

A solução para os problemas de erosão, dentro do quadro urbano, passa pela execução do sistema de galerias de águas pluviais e pavimentação. Após coletadas as águas através das bocas de lobo, essas são conduzidas para os coletores principais e emissários, que acumulam a contribuição de toda a bacia.

Segundo Tucci & Genz (1995) o maior problema é o lançamento das águas dos emissários no terreno natural. Apesar da construção de dissipadores de energia, após o lançamento, havendo declividade do terreno natural, e sendo o solo pouco resistente, o volume de água dá início ao processo erosivo, que inicia a jusante do lançamento e avança para montante com rapidez, podendo até destruir o dissipador e o próprio emissário.

O autor Martins (1995) também enfatiza a necessidade de execução de um projeto bem dimensionado para esse tipo de obra, que envolve principalmente; cálculo adequado da vazão, diretriz geométrica bem elaborada (volume de corte e aterro, cotas

de seções em relação à área drenada e aos projetos urbanísticos) e desempenho dos impactos ambientais que são gerados nas instalações das obras.

Os principais elementos que incluem uma obra de macrodrenagem são os seguintes: canais; dissipadores de energia; barragens de assoreamento; vertedouros; bacia de acumulação e bacias dissipadoras (DAEE, 1990; MARTINS, 1995; FRENDRICH, 1997 e GARCIAS, 1997). Segundo esses autores esses elementos foram descritos da seguinte maneira:

- Canais: são geralmente projetados para escoar águas pluviais ou servidas e podem ser artificiais ou naturais, abertos ou fechados, e os principais materiais utilizados para sua estabilização são os seguintes: revestimento vegetal, concreto, concreto armado, gabiões, alvenaria, geotêxtil, etc. Para Martins (1995), os canais podem ser artificiais ou naturais, dependendo da situação de cada obra, pois elas envolvem principalmente custos de implantação e manutenção, condições para sua execução, remoção e relocação das populações ribeirinhas. Aconselha ainda que se observe com critério se ao longo desses canais existirá a necessidade de emprego de estruturas especiais, como pontes, travessias sob aterros (por ex, bueiros), transição de seção, mudanças de declividade (por ex., degraus), confluências, etc., pois essas obras podem interferir diretamente no desempenho hidráulico do projeto inicial de instalação do canal;
- Dissipadores de energia: são colocados na saída dos canais ou galerias, e têm a finalidade de reduzir a velocidade de águas, de forma a permitir um fluxo tranquilo no talvegue receptor (GALERINI *et al.*, 1995). Para os autores os tipos de dissipadores modificam-se em função da dissipação de energia hídrica que pode ser efetuada induzindo-se o jato d'água a um choque com um defletor vertical, ou por meio da formação de ressaltos hidráulico. Os tipos mais empregados no Brasil são de vigas de impacto confinadas para dissipação de energia Bradley-Peterka e Ms(Munir Saab), estes são geralmente utilizados apenas nas extremidades de tubos de concreto e possuem custo elevado; o outro tipo empregado é de

mergulho (Bacia de Mergulho e Ressalto hidráulico), geralmente utilizado em extremidades de canais.

- Barragens: são construídas para armazenar e reter as águas pluviais e matérias inconsolidadas. As formas e dimensões dependerão do material utilizado e da natureza do substrato rochoso e dos materiais inconsolidados, podendo ser construídas pequenas barragens com intervalos determinados, conhecidas como escalonadas, a Tabela 2 mostra algumas vantagens e desvantagens da utilização de alguns tipos de barragens. Segundo Souza (2001), os materiais geralmente utilizados são os tipos “pedras” soltas, alvenaria (tijolo, rochas), gabiões, solos, telas de arame, sacos plásticos ou de nylon preenchidos com concreto, solo cimento ou solo, concreto (gravidade), concreto armado e madeira (paus roliços ou pranchões, tocos de árvores, bambus e folhas de plantas lenhosas “paliçadas”).
- Vertedouros : são estruturas construídas em locais de barramento da água escoada no interior da voçoroca, tendo como principal função a condução controlada da água em excesso, ou seja, são obras complementares às barragens (DAEE,1990). Os tipos mais empregados são: de queda, calha e em degraus “cachimbo”. Os vertedouros de queda são usualmente limitados para quedas de até 3m, e os tipos calhas e em degraus “cachimbos” normalmente são empregados para quedas maiores. Segundo Souza (2001) os principais materiais empregados em vertedouro são concreto e gabiões, sendo que, a escolha do tipo de vertedouro dependerá do tipo de obra que será aplicada, sendo necessária, para cada tipo específico, uma equação que calcule a descarga que ocorre nos vertedores.
- Bacia de Acumulação: são conhecidas também como bacias de amortecimento de cheias e têm a função de receber as águas provenientes da drenagem urbana e um emissário (tubulações ou galerias subterrâneas e canais abertos) de diâmetro reduzido que conduz a água acumulada na bacia até um local conveniente (GALERANI et al.,, 1995). Ainda segundo o autor a execução deste tipo de obra só passa a ser viável economicamente, a partir de momento em que os gastos necessários para sua execução sejam menores do que a economia feita pela redução do

diâmetro do emissário, em função do seu comprimento. Além disso, eles mostram as principais vantagens e desvantagens de serem utilizados este tipo de obra. As vantagens apontadas são: redução do assoreamento e do impacto da vazão sobre o córrego receptor e do custo de implantação em relação a um emissário convencional. E as desvantagens apresentadas referem-se á necessidade periódica de limpeza e desassoreamento da bacia.

- Bacias Dissipadoras: têm a função de oferecer proteção contra o solapamento das barragens. A dissipação da energia das águas, realizada principalmente pelos extravasadores ou condutos de descarga, pode provocar a formação de processos erosivos no leito e nas margens à jusante das barragens (FENDRICH, 1997b). Por isso, é preciso que sejam construídas bacias dissipadoras que convertam a energia cinética em energia potencial antes que o escoamento siga adiante. Os materiais utilizados nestas bacias podem ser o concreto e ou gabiões. O autor recomenda que sejam adotadas medidas preventivas adequadas para as condições do meio físico local, quando da realização inadequada e blocos de rocha vulneráveis á ação erosiva das águas em movimento podem ser solapadas com velocidade de 0,60 a 0,9 m/s.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO

De acordo com a temática da drenagem urbana e seus problemas decorrentes do processo de urbanização, conforme exposto na introdução e na revisão bibliográfica e, considerando a metodologia anteriormente apresentada, estão sendo mencionados e discutidos os principais problemas na erosão da Vila Formosa tais como: inundações, disposição inadequada de resíduos sólidos, e principalmente a presença de grandes processos erosivos com escorregamento de encostas.

A referida conta com vários elementos de microdrenagem (ruas, sarjetas, bocas de lobo, tubulações e galerias), os quais formam um sistema primário de drenagem das águas pluviais, conduzindo as mesmas até o sistema de macrodrenagem.

O levantamento de campo foi realizado com o auxílio da imagem de satélite e de registros fotográficos da área em estudo, os quais permitiram a identificação, locação e avaliação dos principais pontos impactados. A área escolhida para a realização do estudo comporta os setores Vila Formosa 3ª etapa e Residencial Shangrillá, localizados na região sudeste de Anápolis, figuras(3,4 e 5) , inserida na macro zona do rio antas com coordenadas geográficas $16^{\circ} 21' 76''$ e $48^{\circ} 56' 34''$, no município de Anápolis no Estado de Goiás.

Figura 3: LOCALIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DA EROSIÃO



FIGURA 4 –

Figura 4: VISTA AÉREA DOS BAIRROS LIMÍTROFES DA EROSÃO



FONTE :GOOGLE MAPS

Figura 5: VISTA AÉREA APROXIMADA DA EROSÃO



FONTE :GOOGLE MAPS

A área de estudo foi escolhida devido aos danos ambientais devido processo de ocupação urbana desordenada, impermeabilização do solo, obras viárias que mal

projetadas favoreceram o escoamento superficial acelerado, as diversas tratativas sem êxito na correção dos efeitos do rastejo do solo encontrados nesta região. Os impactos ocasionados por estes fenômenos resultam em danos aos equipamentos públicos, estruturas micro e macro do sistema hidrológico, prejuízos imobiliários, riscos à comunidade, prejuízos ao contribuinte e a natureza que compromete nascentes e bacias importantes do Estado, figuras 6 e 7.

Figura 6: PREJUÍZOS MATERIAIS



FONTE: DA MATA / 2017

Figura 7:VOÇOROCA SHANGRILÁ / VILA FORMOSA



FONTE: DO AUTOR/2014

O surgimento do rastejo de massa, que seria o processo mais lento de movimento de massas, que nesse caso possui uma forte relação com o lançamento à meia encosta de águas pluviais captadas a montante do tributário do córrego Góis, a retirada de matas ciliares e o indevido e contínuo despejo de esgotos na rede de captação pluvial. Uma vez que esses fluxos não recebiam dissipação da energia e encontravam solos pouco coesos, devido a retirada da cobertura vegetal natural e também pela sua própria composição, foram atuando de forma gradual e progressiva na formação da voçoroca.

Para realizar a avaliação dos solos foram empregadas metodologias classificatórias com base nos limites de uso do solo para edificação urbana, a qual considera fatores e dificuldades ligados a tipologia de solo, relevo, clima e forrageiras da superfície da área afetada. No todo, combina-se a avaliação referente à limitação das áreas destinadas ao uso urbano para edificação com outras, classes capazes de realizar manutenção para o uso das terras, observando as metodologias indicadas em LEPSCH (1983) e UBERTI et al., (1991). Aplicando-se esta última metodologia a área suscetível à erosão foi inferida pela própria classe de aptidão de uso e, principalmente, pelo cruzamento entre classe de aptidão e uso atual das terras (MARTINI et al., 2006).

A geologia de Anápolis é composta pelas unidades estratigráficas¹, sendo que a na área urbana predominam as rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú, compostos essencialmente de rochas vulcânicas básicas e ultrabásicas do período neoproterozóico (850 a 651 milhões de anos). Estas rochas sofreram a ação de processos tectônicos que causaram o fatiamento crustal e imbricamento gerando uma série de falhas transcorrentes com orientação dominante WNW / ESSE (JESUS, 2013).

Segundo SILVA et al(2016), as principais bacias hidrográficas que compõem a cidade de Anápolis estão localizadas na porção oeste e leste da cidade, sendo a Bacia do rio das Antas a leste e a do córrego Catingueiro a oeste. O rio das Antas, afluente pela margem direita do rio Corumbá, possui como principais sub-bacias, as bacias do córrego Reboleiras e do ribeirão Piancó (manancial de abastecimento de Anápolis) na sua margem esquerda e do ribeirão Extrema na sua margem direita. Já a bacia do córrego Catingueiro é tributária da bacia do ribeirão João Leite, onde são feitas as captações de água para abastecimento de Goiânia (FERNANDES; PEIXOTO, 2015).

Na área estudada identificou que a impermeabilização no perímetro aumentou o escoamento superficial, e isso tornou o ponto de recebimento de águas pluviais o único colo de recebimento da maioria do escoamento superficial da microbacia. Isto denota uma fluência concentrada de água conduzida por baixo da galeria, em volume excedido ao que o projetado, contribuindo para a formação de deslocamento de massa à jusante da rede pluvial e perda da estanqueidade da tubulação de vido a perda de solo que a sustenta figura 8.

Figura 8:TUBULAÇÃO NO PONTO DE AMORTECIMENTO



FONTE:ENGº WELVIS FURTADO

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

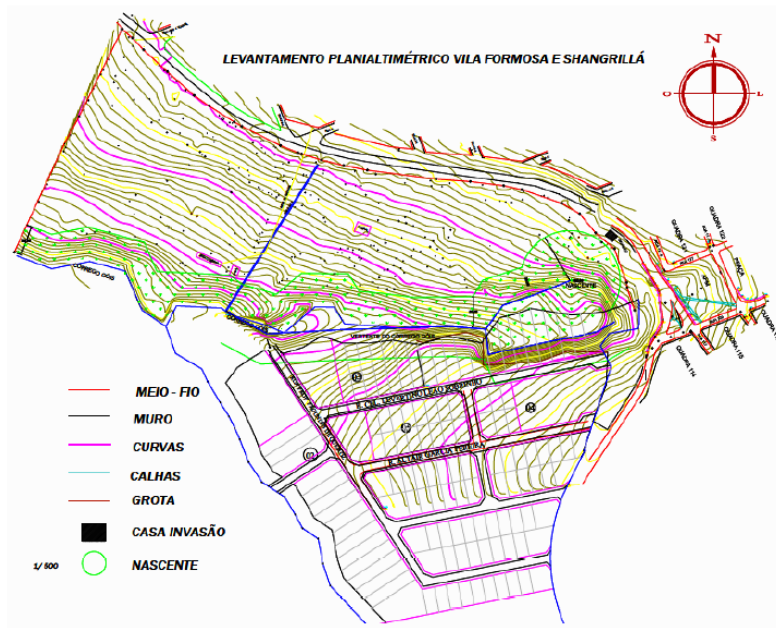
A caulinita é a argila silicatada mais comum nos solos brasileiros: forma-se mais facilmente em regiões de clima tropical-úmido, o qual favorece o intemperismo químico (LEPSCH, 2011). As águas que precipitam encontram microfissuras na superfície e percolam o solo, esse contato com água que promoverá o surgimento de microtúbulos no interior do solo que a medida que o fluxo de percolação se mantém retiram material criando vazios na camada de solo acima e abaixo da rede coletora, o que provocará no solo a perda de suporte e na tubulação a perda da estanqueidade da tubulação. A galeria que deveria represar o escoamento da água da superfície para jusante perde eficiência e permitirá que volumes de água fluam para o interior do solo causando um novo processo erosivo interno definido como *piping*. A erosão subterrânea ou *piping* corresponde, portanto, ao processo de formação de tubos, ou seja, formação de canais a partir da face de uma encosta ou talude por meio do carreamento de partículas. Esse processo pode evoluir para grandes cavidades no subsolo (CAMAPUM, et al, 2006).

Segundo estudo de Nimer (1989), o clima dominante na região dos cerrados, é do tipo tropical quente subúmido com duas estações bem definidas, uma seca no período outono-inverno, e úmida com chuvas muito fortes que corresponde ao período de primavera-verão, onde ocorrem 70% do volume total de chuvas, sendo geralmente mais chuvoso o trimestre janeiro a março, precipitando em média 45 a 55% do total anual.

A área analisada, quanto à topografia apresenta um desnível acentuado não sendo semiplana, as drenagens adjacentes são pertencentes à bacia do Rio das Antas. A cidade quanto a sua geologia encontra-se no domínio do complexo goiano, com rochas do complexo granulítico (Arqueano), do Grupo Araxá (mesoproterozóico) e Cobertura Detrito-Lateríticas (terciárias e quaternárias). Apresenta-se ainda ao sudoeste predominância de canga laterítica no relevo aplainado e granulitos nas áreas dissecadas (SILVA; MARTINS, 2015).

Conforme levantamento planialtimétrico, figura 9, identifica-se os divisores de água e delimita-se a bacia de contribuição de águas pluviais. Foram identificados as curvas de níveis para encontrar os declives indicativos da declividade que o rastejo solo vem apresentando mesmo após a inserção da obra que contém as galerias de recolhimento de águas pluviais e escada para amortecimento destas águas drenadas.

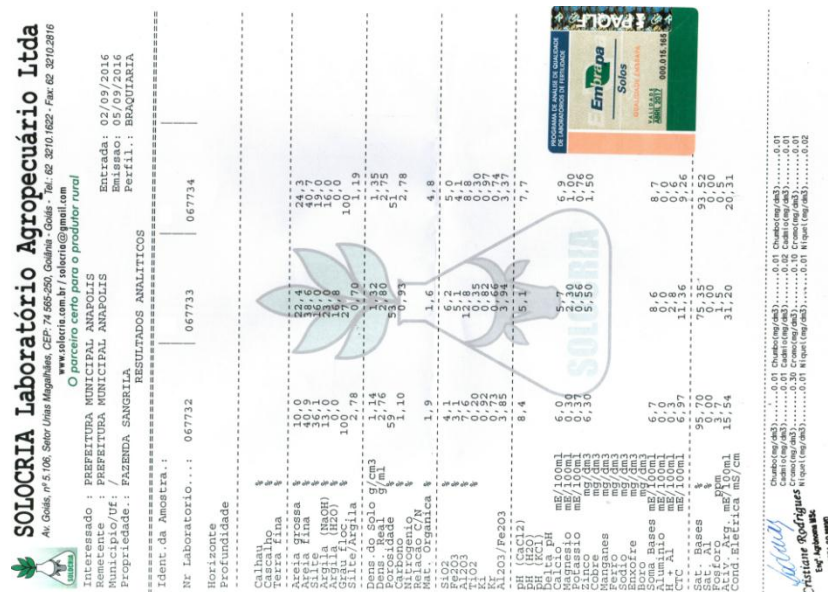
Figura 9:LEVANTAMENTO PLANALTIMÉTRICO



EXTRAÍDO:SILVA ET AL(2016)

Nos dois setores, objetos de estudo deste trabalho, foram coletadas amostras de solo dentro das áreas com curvas de nível para os parâmetros de Fertilidade (Química) + Zinco, física (textura-argila, limo, areia), extrato sulfúrico (SiO₂, Al₂O₃, TiO₃, Fe₂O₃, Ki, Kr), densidade real e aparente, argila dispersa em água, argila em NaOH (calgon) areia grossa, areia fina e silte, metais pesados (Cd, Cr, Ni, e Pb) (SILVA et al., 2016) figura 10.

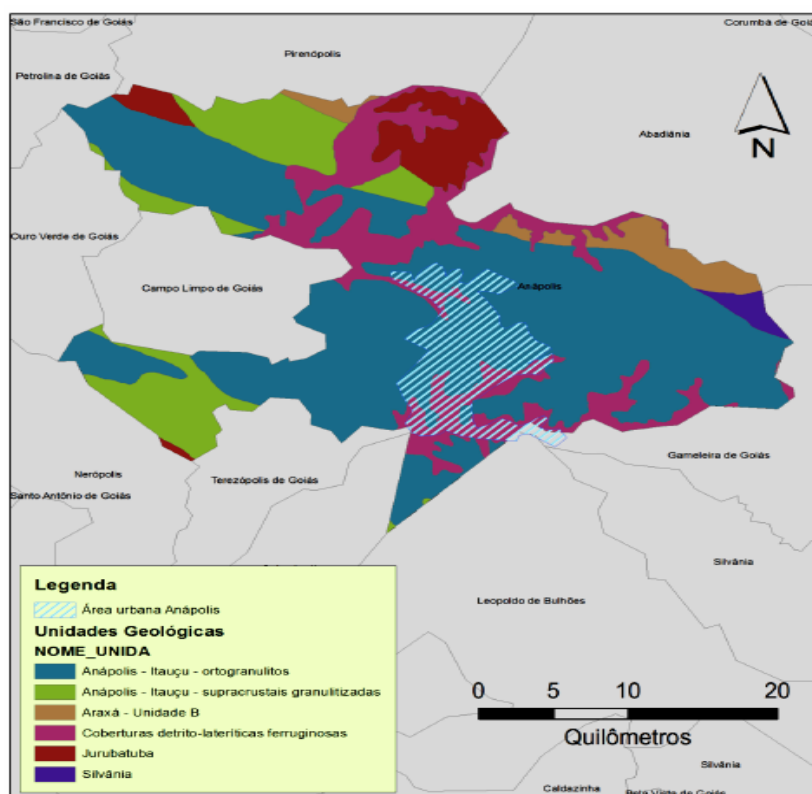
Figura 10:ANÁLISE DE SOLO DAS CURVAS DE NÍVEL



FONTE: PREFEITURA DE ANÁPOLIS

O solo estudado é formado em sua maioria por argilas do tipo caulinita cujas partículas são revestidas por óxidos de ferro os quais são responsáveis pelas típicas cores avermelhadas. A estrutura é composta de agregados com formato arredondado e de tamanhos muito pequenos (0,5 a 3,0 mm), e estão acomodados de modo a deixarem uma grande quantidade de macroporos entre eles, proporcionando uma alta permeabilidade à água, mesmo com elevados teores de argila e em razão do intenso intemperismo a que são submetidos, a maior parte dos Latossolos estes são pobres em nutrientes vegetais (BRITTO et al., 2014).

Figura 11: MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO



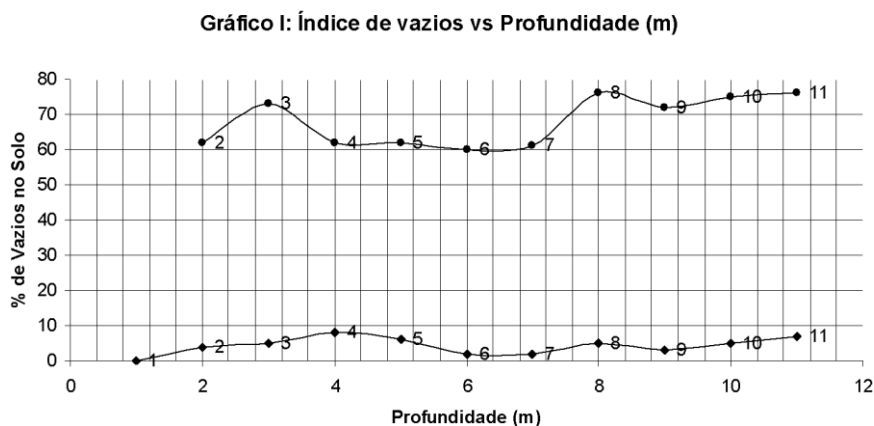
EXTRAÍDO DE : SILVA et al(2016)

Observa-se nos resultados da análise do solo na área dos objetos de estudo, que a concentração de matéria orgânica, em especial de ácidos húmicos não está presente para que haja uma maior capacidade de retenção de cátions metálicos, mesmo em menor profundidade, principalmente no horizonte de 2 m, o que leva à redução do transporte dos poluentes metálicos no solo, visto que as substâncias húmicas atuam como fortes agentes complexantes em função da presença de sítios ligantes formados por

agrupamentos carboxílicos e fenólicos. Portanto, é esperada uma maior concentração, por exemplo, de cátions bivalentes nas amostras do horizonte estudado do solo, devendo-se considerar, ainda, o efeito da presença de compostos silicatados na retenção do metal, em que uma maior capacidade de troca catiônica (CTC) do solo denota uma maior disponibilização de sítios de ligação para o metal após a saída de cátions ou prótons associados a esses silicatos, em decorrência da carga superficial negativa dos últimos (VAZ JUNIOR,2013; CLAPP et al,2001).

Segundo (SILVA, et al, 2016,p12), os ensaios de Sondagem à Percussão (SPT-standard penetration test), realizados na área objeto deste estudo, mostram perfil geotécnico de solo mole, com camada de argila siltosa, e certa presença de areia média a fina, camada de argila orgânica. Obteve presenças de água a 2,0 m. O número de golpes de Sondagem à Percussão (NSPT) referentes a camada de argila orgânica variou < 2 a 4 golpes, denotando que o solo é de consistência muito mole assim como o elevado índice de vazios.

Figura 12:ÍNDICE DE VAZIOS X PROFUNDIDADE



EXTRAÍDO DE : SILVA et al(2016)

A Tabela 2 apresenta o resumo dos resultados dos ensaios consequentes da aferição da redução de ensaios de adensamento.

Tabela 2:Resultados de ensaios de adensamento do solo

Furo	Prof. (m)	Wi (%)	E ₀	n (%)	Y _h
------	-----------	--------	----------------	-------	----------------

SP - 1	4	61,46	1,618	62	1,718
	5	100,41	2,662	73	1,454
SP - 2	11	66,74	1,164	62	1,573
	13	66,8	1,643	62	1,671
SP - 3	2	69,21	1,491	60	1,898
SP - 4	2	49,83	1,57	61	1,629
	5	136,6	3,18	76	1,355
	3	97,89	2,598	72	1,439
SP - 5	5	150,39	2,985	75	1,283
	12	146,33	3,264	76	1,396

Fonte: SILVA et al., 2016.

Os dados geotécnicos apresentados anteriormente são oriundos do estudo realizados nas curvas de nível da área de influência ao rastejo do solo sem geodrenos. Utilizou um fator de segurança inferior a 1,50, para indicar a necessidade de acelerar os recalques nos intervalos das curvas, para que o solo mole tenha sua resistência aumentada. DAL'ASTA et al., (2005) afirma que “os problemas geotécnicos estão associados, principalmente, à possibilidade de escorregamento e de queda de blocos de rochas”.

Figura 13: LIXIVIAÇÃO DO SOLO POR AÇÃO EROSIVA DA CHUVA

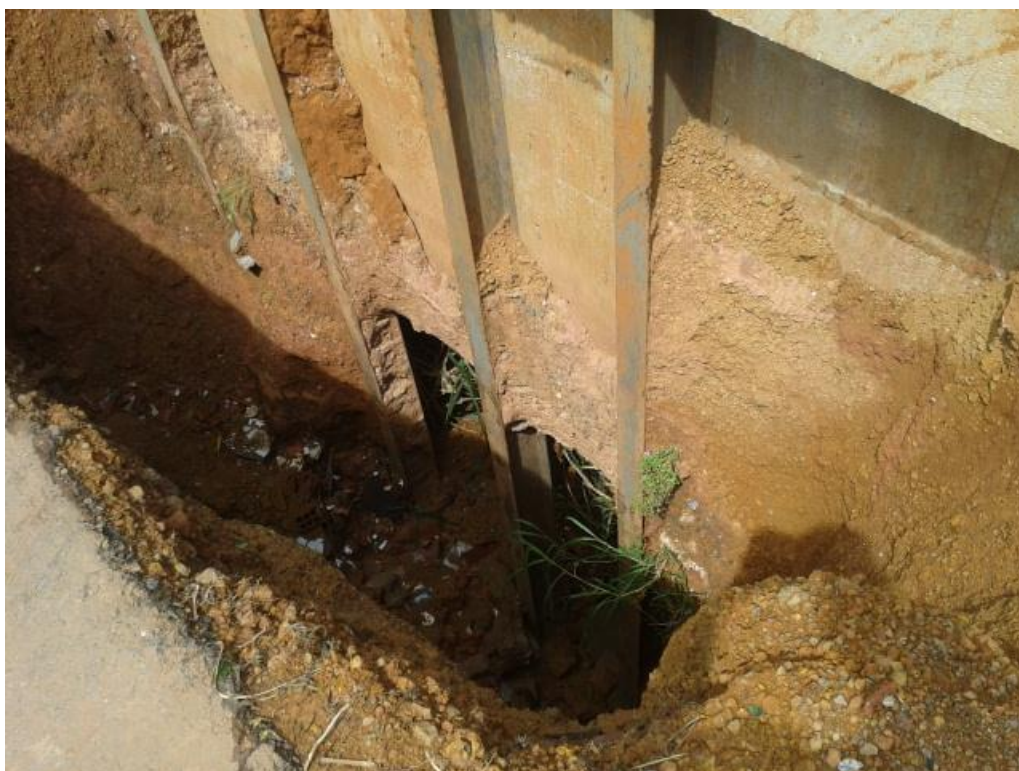


FOTO:AUTOR/2017

Segundo(NASCIMENTO e SOUZA 2013), a declividade acentuada das vertentes observadas associada ao volume e à intensidade das chuvas e à retirada da cobertura vegetal pela atividade agrícola anteriormente exercida na área e pela ocupação urbana não planejada, conferem a essa unidade uma elevada suscetibilidade aos processos erosivos.

3.3 SUGESTÃO DE CONTROLE DE EROSÃO

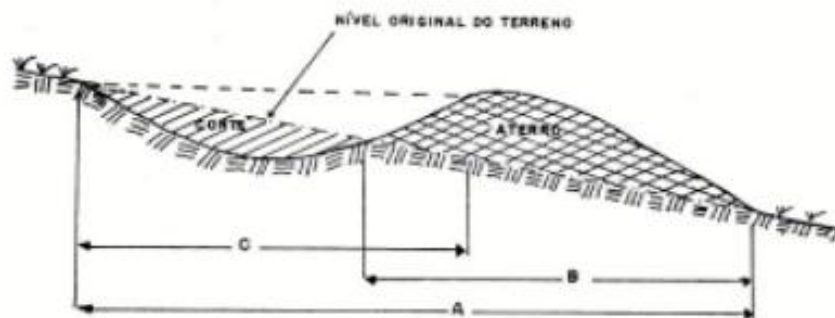
As tentativas de contenção do processo erosivo aplicadas anteriormente, deixam claro que uma vez instalada a erosão, reverter o processo demanda muitos recursos e nem sempre com êxitos. Segundo Conciani (2008), “o controle de erosão não é feito apenas com uma obra ou uma ação”. Diversas ações são aplicáveis de modo a se prevenir e combater erosões de solos.

As sugestões de técnicas que atendam ao objetivo de conter o efeito erosivo, se dá no âmbito do exercício acadêmico de experimentar, de propor, sem a pretensão de esgotar o assunto de forma definitiva até mesmo por se tratarem de análises aparentes e referenciais sobre o tema e a região, e que propostas definitivas requerem estudos mais aprofundados que servirão de ensejo pra um próximo estudo.

Pode-se observar que das diversas técnicas que se apresentam, para a região do Shangrilá:

- O terraceamento, que consiste na construção de um conjunto de terraços projetados, segundo as condições locais, para controlar a erosão de determinada área. Os terraços tem como princípio o seccionamento ou a subdivisão dos comprimentos de rampa de forma a interceptar o escoamento superficial antes que evolua e atinja alta velocidade, ganhando poder erosivo. (WADT, 2004);

Figura 14: PERFIL TERRAÇO TIPO NICHOLS



FONTE :PRUSKI(2011)

- Aproveitamento de área verde a montante, para onde seriam direcionados parte do escoamento superficial, permitindo que parte se infiltre para o lençol e parte seja drenada por tubulação subterrânea e o excesso seria conduzido por tubulação conectada ao sistema redutor de velocidade já existente;

Figura 15: SUGESTÃO DA BACIA DE CONTENÇÃO



FONTE:GOOGLE MAPS

- Retorno à configuração anterior da via, sem bifurcação com recomposição de solo, revegetação da área, retirada por completo de entulhos e criação de um espaço ecológico de preservação e recuperação dos mananciais e contenção da voçoroca.

3.4 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Figura 16: AV. FERROVIÁRIA(PRES..VARGAS) – NOV. / 2011



FONTE: GOOGLE MAPS

Figura 17: AV. FERROVIÁRIA(PRES..VARGAS) –JUL./2012



FONTE: GOOGLE MAPS

Figura 18: AV. FERROVIÁRIA- PAVIMENTAÇÃO DE BIFURCAÇÃO DA VIA –SET./2012



FONTE: GOOGLE MAPS

Figura 19: AV. FERROVIÁRIA- OUTUBRO/2013



FOTO: DA MATA/2013

Figura 20:AV.FERROVIÁRIA- OUTUBRO/2013

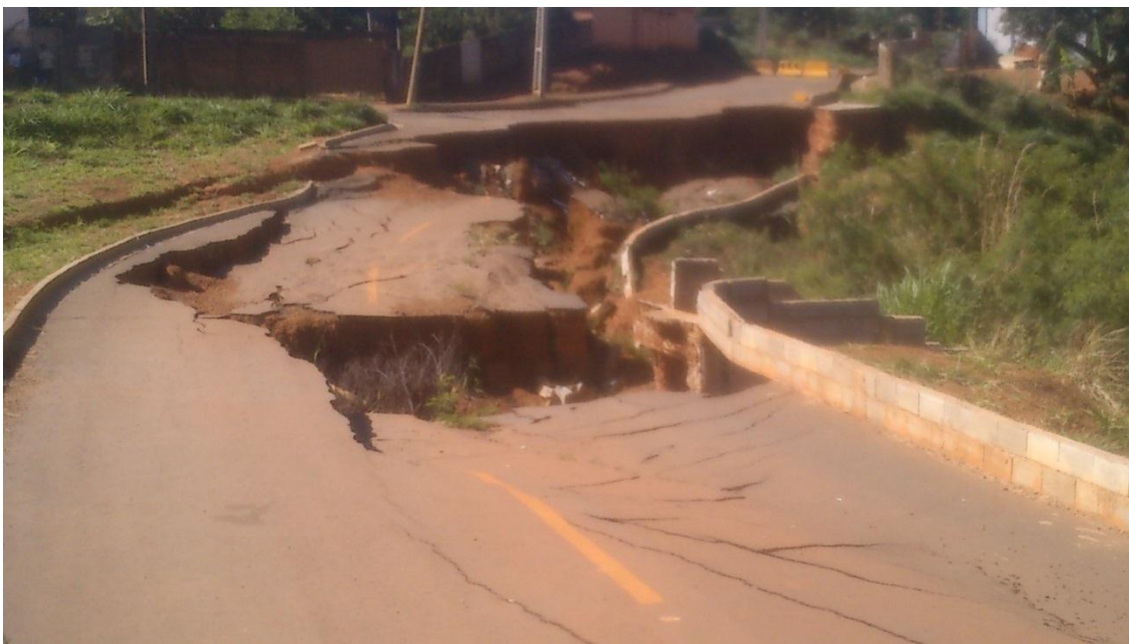


FOTO: DA MATA/2013

Figura 21:SISTEMA DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE –OUT.2013



FOTOS: DA MATA/2013

Figura 22:4ª CONSTRUÇÃO DE PAINEL DE CONCRETO-DEZ/2013



FONTE: JOSMAR MOURA

Figura 23: PAVIMENTO CONCLUÍDO/2014



FOTO: ENGº WELVIS FURTADO DA SILVA

Figura 24:NOVO TALUDE CONCLUÍDO/2014



FOTO:ENG° WELVIS FURTADO DA SILVA

Figura 25:COBERTURA VEGETAL DO TALUDE-MAR./2014



FOTO:ENG° WELVIS FURTADO DA SILVA

Figura 26A: RASTEJO TALUDE/ MEIO FIO SEM SARJETA – NOV/2014



FOTO: DA MATA/2014



FOTO: DA MATA/2014

Figura 27: AV.FEDERAL – ABR./2017-



FOTO: DA MATA/2017



FOTO: DA MATA/201

Figura 28:AV. FEDERAL –ABRIL/2017- RECALQUE DO PAVIMENTO



FOTO: DA MATA/2017

Figura 29:AV. ARCO VERDE – ABRIL/2017



FOTO: DA MATA/2017



FOTO: DA MATA/2017

4 CONCLUSÃO

Notadamente a concepção de projeto urbanístico concebido para a região, não contemplou a declividade do terreno e suas curvas de níveis, o que possivelmente evitaria a formação de calhas de escoamento superficial acelerado no sentido da vertente em volume acima da capacidade de amortecimento do sistema de redução projeto à época.

A erosão da Vila Formosa e Shangrilá, demonstra claramente que uma vez instalado o processo erosivo urbano, sua reversão será onerosa, e que se avança no tempo, assume-se altos custos para sua correção no futuro.

Os movimentos de massa por gravidade, ação das chuvas, declividade, foram potencializados pelas características do solo pouco coesivo, pela retirada das coberturas vegetais, impermeabilização do solo, rede de drenagem ineficiente e sem manutenção e com uma parcela importante dos moradores da região que entopem bueiros com lixo.

Infere-se que, mesmo que grandes somas sejam aplicadas em sua correção, o processo erosivo, dada a sua complexidade e dinâmica, exige acompanhamento e manutenções constantes e que sempre serão necessários correções para eficácia.

O poder público municipal tem atuado em frentes erosivas históricas em Anápolis, na Rua Leopoldo de Bulhões, no centro e na Matinha, no bairro Maracanã, acredita-se que com as experiências acumuladas, que os feições erosivas instaladas no município sejam contidas e que a cidade e seus moradores possam usufruir da maneira sustentável de seus recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESTEVAM, Luis. **O Tempo da Transformação: estrutura e dinâmica da Formação Econômica de Goiás.**

Goiânia: Ed. do Autor, 1997.

ALVAREZ V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solos.** In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32, 1999.

ANDRADE, J. P. M. **Medidas não Estruturais.** In: Mendes, H. C.; Marco, G. de; Andrade, J. P. M.; Souza, S. A.; Macedo, R. F. **Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas públicas mitigadoras – USP/EESC, 2004.**

BERTOLINI, D.; GALETI, P. A.; DRUGOWICH, M. I. **Tipos e Formas de terraços.** In: Simpósio sobre Terraceamento Agrícola, Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989, 79-98.

BIDONE, F.; TUCCI, C. E. M. **Microdrenagem.** In: Tucci,C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.277-347.

CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. et al **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro.** – Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2006.

DAL’ASTA, A. P.; RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. de S. **Análise de Áreas de Risco Geomorfológico em Santa Maria - RS: O Caso Do Morro Cechela.** In: Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. USP. 2005

FENDRICH, R.; **Drenagens e Controle da Erosão Urbana – Curitiba: EDUCA, 306 p.**

FERNANDES, R.L.G , PEIXOTO, D. **Setorização de áreas de risco alto e muito alto em Anápolis – GO.** In. 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015. [25] NIMER, E. **Clima.** In: IBGE. **Geografia do Brasil – Região Centro-Oeste.** IBGE. Rio de Janeiro. V. 1, p. 23-34. 1989.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. DA; BOTELHO, R. G. M. et al **Erosão e Conservação de Solos - Conceitos, temas e aplicações.** - 3ª edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

JESUS, A. S. **Investigação Multidisciplinar de Processos Erosivos Lineares: Estudo de Caso da Cidade de Anápolis – GO.** Tese de Doutorado, Publicação G.TD – 087/2013, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, DF, 340 p. 2013.

LEPSCH, I. F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso,** 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175 p;

MACEDO, R. F. **Medidas Estruturais Intensivas**. In: Mendes, H. C.; Marco, G. de; Andrade, J. P. M.; Souza, S. A.; Macedo, R. F. **Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas públicas mitigadoras** – USP/EESC, 2004.

MARTINI, L. C. P. et al. **Avaliação da Suscetibilidade a Processos Erosivos e Movimentos de Massa: Decisão Multicriterial Suportada em Sistemas de Informações Geográficas**. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 1, 2006, p. 41-52.

MARTINS, J. R. S. **Obras de Macro drenagem**. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.168-240.

NIMER, E. **Clima**. In: IBGE. **Geografia do Brasil** – Região Centro-Oeste. IBGE. Rio de Janeiro. V. 1, p. 23-34. 1989.

ROMÃO, P. de A.; SOUZA, N. M. de. **Caracterização Ambiental**. In: Camapum de Carvalho, J.; Sales, M. M.; Souza, N. M.; Melo, M. T. S. et al **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. – Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2006, p.157-192.

SALOMÃO, F. X. de T. **Controle e Prevenção dos Processos Erosivos**. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. G. M. et al **Erosão e Conservação de Solos Conceitos, temas e aplicações**. - 3ª edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 269

SOUZA, M. L. de **Proposta de um Sistema de Classificação de Feições Erosivas voltados à Estudos de Procedimentos de Análises de Decisões quanto a Medidas Corretivas, Mitigadoras e Preventivas: Aplicação no Município de Umuarama (PR)**. Tese de Doutorado. UNESP. Rio Claro– SP, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. Ciência e Cultura, Gestão da Águas/Artigos, Vol. 55, nº 4, São Paulo, 2003.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. **Controle do Impacto da Urbanização**. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.277-347.

UBERTI, A. A. A.; BACIC, I. L. Z.; PANICHI, J. de A.V.; LAUS NETO, J. A.; MOSER, J. M.; PUNDEK, M.; CARRIÃO, S. L. **Metodologia para classificação da aptidão de uso das terras do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1991. 19 p.

WADT, P. G. S. et al. **Práticas de Conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003.