



FACULDADE CATÓLICA DE ANÁPOLIS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA NA BACIA DO RIO DAS
ANTAS EM ANÁPOLIS-GO**

**ANDREA MARIA DE LIMA
RAFAELLA CRISTINA DE ARAÚJO**

ANÁPOLIS-GO
2015

**ANDREA MARIA DE LIMA
RAFAELLA CRISTINA DE ARAÚJO**

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA NA BACIA DO RIO DAS
ANTAS EM ANÁPOLIS-GO**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade Católica de Anápolis para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Anápolis-GO, 21 de junho de 2015.

APROVADAS EM: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Ricardo Moreira de Castro
Orientador

Prof^ª. MS. Lidiane Ribeiro dos Santos

ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA NA BACIA DO RIO DAS ANTAS EM ANÁPOLIS-GO

Andrea Maria de Lima¹
Rafaella Cristina de Araújo¹
Ricardo Moreira de Castro²

RESUMO: Com o aumento desordenado da população nos últimos 50 anos e ocupação de locais de risco nas grandes cidades, os gestores públicos cada vez mais são obrigados a projetar e programar sistemas eficazes para controlar problemas relacionados ao ambiente urbano como enchentes, desabamentos de casas e alagamentos de ruas em períodos de chuva, através de sistemas de drenagem urbana. O trabalho teve como objetivo analisar o sistema de drenagem urbana na bacia do rio das Antas no município de Anápolis-GO, demonstrando as causas e efeitos da urbanização, além de discutir aspectos gerais da cidade como: localização, relevo e hidrografia. A pesquisa foi do tipo bibliográfica-explicativa, com avaliações em documentos específicos como o Plano Diretor do município e o Plano Municipal de Drenagem Urbana a fim de conhecer o que está sendo feito na cidade com relação à drenagem urbana. Foram coletadas informações junto a Defesa Civil e Corpo de Bombeiros destacando os principais pontos críticos de alagamento na cidade e em seguida, foi verificado as medidas já realizadas e que ainda estão em fase de implementação.

Palavras-chave: Drenagem Urbana. Sistemas de drenagem. Urbanização. Plano diretor.

ABSTRACT: With the inordinate increase in population over the past 50 years and occupying risk areas in major cities, public managers are increasingly required to design and program effective systems to control problems related to urban environment such as floods, landslides and flooding houses of streets periods of rain through urban drainage systems. The study aimed to analyze the urban drainage system in the Antas River basin in the city of Anápolis-GO, demonstrating the causes and effects of urbanization, and to discuss general aspects of the city as location, terrain and hydrography. The research was the literature-explanatory type, with assessments in specific documents such as the Plan municipal Director and the Municipal Plan for Urban Drainage in order to know what is being done in the city regarding urban drainage. Information was collected from the Civil Defense and Fire Department highlighting key hot spots of flooding in town and then it was verified the measures already taken and which are still being implemented.

Keywords: Urban Drainage. Drainage systems. Urbanization. Master plan.

¹Acadêmicas do 4º Período do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. (deynha_maria@hotmail.com / rafinha.araujo23@hotmail.com)

²Bacharel em Química, Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos. Professor orientador do Projeto Integrador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. (quimico.ricardocastro@gmail.com)

1 INTRODUÇÃO

A ocupação do homem ao longo do tempo foi realizada sem planejamento, ou seja, sem maior preocupação com o meio ambiente. A partir do crescimento demográfico das cidades houve um expressivo aumento de famílias, que se instalaram em locais sem infraestrutura, ocupando áreas de formas inapropriadas, avançando os recursos naturais e se aproximando dos leitos dos rios.

No Brasil, a drenagem e toda a infraestrutura da área urbana são de responsabilidade dos municípios que devem atender todas as ações relacionadas aos serviços tais como: prevenção às inundações sujeitas a alagamentos e inundações próximas de cursos naturais de água. A drenagem urbana poderia ser um plano exato, se funcionasse como deveria. No entanto, basta uma chuva forte para logo entendermos a ineficiência das redes de drenagem, redes essas que são restringidas e que não estão estabelecidas para receberem um volume maior de água da chuva, como resultado, pessoas perdem seus móveis, suas casas, suas vidas e até mesmo os seus sonhos.

Inúmeros planos de drenagem urbana de águas pluviais ainda são desenvolvidos e executados em cidades brasileiras, adotando-se, indiscriminadamente, o procedimento racional que é um procedimento indireto que constitui uma relação entre a chuva e o escoamento superficial. Ao mesmo tempo, sem que preocupações ou questionamentos sobre a atribuição do procedimento sejam elevados: a adaptação da solução de drenagem, os impactos impostos para jusante da área drenada, em acréscimos de volume, vazão e de poluentes. É possível que a aparente naturalidade dos recursos iniciais de percepção higienista para a drenagem de águas pluviais, explique que a fragilidade é uma questão técnica, econômica e institucional dos serviços de drenagem em muitas cidades brasileiras (BAPTISTA E NASCIMENTO, 2002).

Os impactos ocorridos pelo grande aumento da população e o grande volume de água não drenada são de interesse público, tendo como consequência as inundações, danificando o meio físico e econômico. O principal objetivo dos sistemas de drenagem urbana é a proteção, mantendo a saúde e a segurança da sociedade, protegendo também o ambiente natural.

Como toda cidade de médio e grande porte, o município de Anápolis/GO sofre com alagamentos de ruas em períodos chuvosos. As fortes chuvas que costumam cair no

verão deixam claro os graves problemas em várias partes da cidade, principalmente no centro, que é cortado pelo córrego das Antas, principal bacia hidrográfica do município e que recebe praticamente todo o escoamento de água da cidade, inclusive de outros córregos importantes, como o Cesário.

Segundo estudos da Federação Industrial de Goiás – FIEG (2014), Anápolis é conhecida pelo seu destaque como uma cidade em desenvolvimento, atraindo grandes empresas em diversos segmentos, tais como; farmoquímico, automobilístico, alimentos e bebidas, artigos de borracha, gráfica dentre outras (fios de eletricidade, artefatos de madeira, insumos farmacêuticos e construção pesada) trazendo consigo também uma grande procura e interesse de trabalho e moradia e instalações de novas indústrias. Diante deste crescimento e a falta de infraestrutura de drenagem urbana no município, surge à preocupação com os problemas relacionados à dificuldade de escoamento de água nos períodos de chuva (setembro a abril), sendo necessário planejamento adequado de políticas públicas de infraestrutura (saneamento/esgoto, drenagem, captação e escoamento da água em períodos chuvosos, tratamento de água).

O trabalho apresentado teve como objetivo: identificar os principais pontos críticos de Anápolis com relação à drenagem urbana; avaliar os principais problemas relacionados à situação atual destes locais; descrever e demonstrar como estão sendo realizados os estudos e levantamentos do programa de drenagem urbana ao longo da bacia do rio das Antas que corta o município, assim como outros locais críticos.

A partir dos levantamentos e observações realizadas foi possível observar que o município de Anápolis/GO vem buscando propor alternativas para solucionar os problemas enfrentados sobre a drenagem urbana no município, no entanto, ainda há muito a que se fazer.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plano Diretor do Município de Anápolis-GO

A Lei complementar nº 128, de 10 de outubro de 2006 dispõe sobre o Plano Diretor de Anápolis, sendo que o artigo 16 vai de encontro aos artigos 182 da Constituição Federal; e 84-85 da Constituição Estadual, que preveem a criação de um Plano Diretor dos

municípios, obrigatório para áreas com mais de 20 mil habitantes, com base no Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que atribui a responsabilidade aos municípios com relação ao bem-estar da sociedade.

O Plano Diretor do município de Anápolis é uma síntese de leituras técnicas e comunitárias, daí conhecido também como Plano Participativo, é um documento de formulação de diagnósticos, problemas e potencialidades de Anápolis.

Trata-se de um documento de reivindicações populares em diversas áreas como: habitação, saneamento básico, infraestrutura, uso do solo, áreas de risco, urbanização, qualidade de vida e sustentabilidade, pois é a população que sente e vivencia a realidade de seus bairros.

Em Anápolis foram constituídos planos diretores em 1968, 1985 e 1992. Estes planos não conseguiram atingir o objetivo, em função da falta de uma estrutura do município para operacionalizá-los. O documento atual foi elaborado com o propósito de servir de roteiro básico para as políticas públicas dirigidas ao desenvolvimento equilibrado e sustentado do município, partindo da premissa de que existem eixos produtivos e competências para dar-lhes aceleração e sustentabilidade.

A fim de que seja regulada a função social da cidade e da propriedade urbana, o Plano Diretor Participativo busca construir outro modo de organizar a produção e o território, integrando as políticas públicas de Anápolis com as urbanas e ambientais de modo compatível para que se possa garantir o desenvolvimento sustentável de Anápolis.

O Plano Diretor em vigor difere muito da época de sua concepção. Quando foi elaborado não passava de um mero documento administrativo com pretensões simples, ou seja, resolução de problemas locais, desconsiderando as práticas sociais do cotidiano. Porém, hoje ele assume a função de um instrumento capaz de interferir no processo de desenvolvimento local, a partir da compreensão integradora dos fatores políticos, econômicos, financeiros, culturais, ambientais, institucionais, sociais e territoriais que condicionam a situação do município (INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 2003).

2.2 Causas e efeitos da urbanização

Nos últimos tempos, é perceptível o avanço nas cidades sobre as áreas verdes nas regiões metropolitanas, esse avanço tem causado a perda de áreas florestais e da biodiversidade. Sendo assim, essa crescente urbanização proporcionalmente também gera a

ampliação de infraestruturas urbanas (transporte, eletricidade, esgoto, etc.), a exploração de recursos naturais e a poluição, como por exemplo, a atmosférica, sonora e das águas.

Estudiosos têm verificado que o ritmo do crescimento das cidades tem ameaçado as áreas de preservação da biodiversidade, os *hotspots*¹. O crescimento urbano é justificado pelo aumento demográfico, pelos processos de migração e pela demanda econômica por oportunidade e geração de renda.

A perda da biodiversidade pelo aumento da urbanização envolve a questão do desmatamento e da degradação como fatores que também contribuem para a emissão de carbono na atmosfera (REBOUÇAS, 2014).

Outros efeitos podem ser observados, como: o crescimento desordenado das cidades, causado pelas migrações tanto do campo para a cidade, quanto de outras cidades ou regiões; falta de infraestrutura adequada em termos de serviços, como: energia, água, saneamento, hospitais, transporte coletivo deficitário, problemas de moradia, surgimento de favelas, cortiços, habitações ilegais, loteamentos clandestinos em áreas de mananciais; grande desigualdade social, desemprego e saturação de setores de trabalho (BÁRBARA, 2011).

É de responsabilidade dos governos locais, a adoção de políticas sociais que mitiguem os efeitos nocivos do processo de expansão da urbanização sobre a biodiversidade, sendo respeitado o perímetro urbano e os *hotspots* locais. Há diversas causas para a urbanização, entre elas a industrialização, êxodo rural devido às precárias condições de vida no campo e atração exercida pelas cidades (REBOUÇAS, 2014).

2.3 Sistemas de Drenagem Urbana

Historicamente, a civilização possui uma profunda interação com os cursos d'água. Desde as primeiras aglomerações urbanas constata-se sua localização preferencialmente junto a mananciais, tendo em vista que a disponibilidade de água favorecia o seu suprimento para consumo e higiene das populações, efetuando ainda a evacuação dos dejetos (BAPTISTA, NASCIMENTO, SOUZA e COSTA, 2001).

1- O conceito Hotspots foi criado em 1988 pelo ecólogo inglês Norman Myers. Sendo uma região biogeográfica que é simultaneamente uma reserva de biodiversidade, além de poder estar ameaçada de destruição.

Há alguns anos, autores como Mota (1997) e Wilken (1978) alertam para a necessidade de que os projetos urbanísticos e os de drenagem urbana integrem políticas únicas de gestão. O ciclo hidrológico deve ser conservado com a utilização de técnicas de conservação da água e do solo, sendo que o mesmo deve garantir condições mínimas para a preservação das águas. O saneamento básico também deve incorporar as políticas de resíduos sólidos e as águas pluviais.

Os sistemas de drenagem das cidades brasileiras são em sua grande maioria, do tipo combinado, ou seja, recebem contribuições de esgoto doméstico e das águas pluviais, o que agrega aos alagamentos uma complicação adicional: problema de saúde pública. Com o extravasamento do sistema por falta de capacidade ou obstrução, a água acumulada apresenta grande quantidade de organismos patogênicos, que em contato com o indivíduo podem provocar doenças, como a cólera, entre outras. Uma alternativa seria a implantação de sistemas do tipo separador absoluto, haja vista, que o nível de tratamento das águas servidas na maioria das cidades é inferior a 26%. (CRUZ, SOUZA e TUCCI, 2007).

Um aspecto importante com relação aos sistemas de drenagem urbana diz respeito ao seu financiamento. Em função do próprio porte das intervenções, associadas a volumes e vazões elevadas em relação a outros sistemas hidráulicos urbanos, a implantação e a gestão dos sistemas implica, tradicionalmente, na mobilização de significativos recursos financeiros (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

Os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades, sendo estas sujeitas a alagamentos. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada. Quando um sistema de drenagem não é desenvolvido desde o início da formação do planejamento urbano, é bastante provável que este, ao ser projetado, revele-se de alto custo e deficiente. É conveniente, para a comunidade, que a área urbana seja planejada de forma integrada. Se existirem planos regionais, estaduais ou federais, é interessante a perfeita compatibilidade entre o plano de desenvolvimento urbano e esses planos.

Todo plano urbanístico de expansão deve conter em seu bojo um plano de drenagem urbana, visando delimitar as áreas mais baixas potencialmente inundáveis a fim de diagnosticar a viabilidade ou não da ocupação destas áreas de ponto de vista de expansão dos serviços públicos. Um adequado sistema de drenagem urbana de águas superficiais ou subterrâneas, onde esta drenagem for viável, proporcionará uma série de benefícios, tais

como: desenvolvimento do sistema viário; redução de gastos com manutenção das vias públicas; valorização das propriedades existentes na área beneficiada; escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das precipitações; eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais; rebaixamento do lençol freático; recuperação de áreas alagadas ou alagáveis; segurança e conforto para a população habitante ou transeunte pela área de projeto.

Em termos genéricos, o sistema da microdrenagem faz-se necessário para criar condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres numa área urbana, por ocasião de ocorrência de chuvas frequentes, sendo conveniente verificar se o comportamento do sistema para chuvas mais intensas, considerando-se os possíveis danos às propriedades e os riscos de perdas humanas por ocasião de temporais mais fortes (FERNANDES, 2002).

2.3.1 Sistema inicial de Drenagem

O sistema inicial de drenagem ou ainda coletor de águas pluviais, é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões (PMSP, 1999).

Segundo o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano da Cidade de São Paulo, a limpeza e a desobstrução de bueiros e bocas de lobo devem ser executadas com periodicidade, em períodos diferentes, sejam eles secos ou chuvosos, preferencialmente antes do início do período chuvoso, pois o sistema de drenagem inicial deve estar completamente livre de obstruções ou interferências. Estes serviços, segundo o manual, devem ser executados lado a lado com a limpeza urbana.

Ainda no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (2012):

A evolução natural da operação e manutenção do sistema de drenagem inicial deve prever a implantação de controle operacional centralizado com atuação em tempo real. Para isso deverão ser instalados dispositivos que permitam o monitoramento e a regulagem do seu funcionamento em tempo real. Este controle consiste na execução de comandos sobre partes móveis do sistema, segundo condições pré-definidas, que utilizam como entrada as características do sistema de drenagem e o evento chuvoso em andamento. O sistema de controle operacional em tempo real fornecerá ao município ferramentas para a gestão dinâmica do sistema de drenagem e seus equipamentos. Essas técnicas permitem tornar mais eficientes os sistemas de drenagem urbana e manejo das águas pluviais levando em

conta de modo integral os seus vários componentes: rede de drenagem, elevatórias, comportas, reservatórios operados, extravasores, fontes de poluição, estações de tratamento e corpos receptores.

2.3.2 Sistema de Macrodenagem

O sistema de macrodrenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou fechados) de maiores dimensões, galerias, reservatórios e de equipamentos hidromecânicos e estruturas hidráulicas para o serviço de manutenção. Estes, localizados geralmente em parques.

A principal finalidade de um serviço de manutenção é manter o sistema de drenagem em condições de receber, conduzir, armazenar e tratar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo assim os riscos de falha e, conseqüentemente, os riscos de inundação e da poluição hídrica na sua área de influência. Um dos grandes problemas do sistema de drenagem decorre da falta de manutenção e da má utilização de seus mecanismos. Podem ser observadas falhas no sistema de macrodrenagem em virtude da falta de manutenção, seja por assoreamento da calha dos principais corpos receptores seja pelo mau funcionamento das estruturas de armazenamento. Assim, a elaboração de um plano de manutenção é vital para obter a efetiva gestão da drenagem urbana. As ferramentas típicas que compõem um sistema de manutenção incluem o mapa de planejamento com as rotinas de controle, acompanhamento e inspeção de cada parte do sistema e a ficha de cadastro histórico de manutenção (GRAÇA, ANDRÉ, BRENTARI, FELICIANI E TIVERON, 2012).

2.4 Legislação

O Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal estabelecendo diretrizes gerais da política urbana assim como outras providências. O capítulo I, Diretrizes Gerais, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

O capítulo III descreve sobre o Plano Diretor, sendo que este deve ser aprovado por lei municipal (Art.40). Trata-se de um instrumento básico da política de desenvolvimento

e expansão urbana, é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas. O mesmo deverá englobar o território do Município como um todo.

Além de exigência constitucional o Plano Diretor reforça o papel do planejamento local, como importante instrumento para a organização das ações governamentais, visando o bem-estar coletivo e social, bem como implantar mecanismos de uma política de justiça social.

A lei que instituir o Plano Diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos, pois corre o risco de ficar ultrapassado e não atender mais seus objetivos. As estratégias hoje implantadas, não servirão no futuro.

A visão atual do Plano Diretor difere muito da época de sua concepção. Quanto foi pensado, o Plano Diretor não passava de um mero documento administrativo com pretensões simples, para a resolução de problemas locais, desconsiderando as práticas sociais do cotidiano. Hoje, ele assume a função de, como instrumento, interferir no processo de desenvolvimento local, a partir da compreensão integradora dos fatores políticos, econômicos, financeiros, culturais, ambientais, institucionais, sociais e territoriais que condicionam a situação do município (INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 2001).

Oliveira (2009) ressalta que o grande objeto do Plano Diretor é construir cidades com qualidade urbana para todos, expressando no seu contexto, variáveis como habitação, saneamento básico, transporte urbano, uso e ocupação do solo urbano, visando, sobretudo, a preservação da qualidade ambiental das cidades.

Como instrumento, o Plano Diretor em sua concepção deve ser fruto de mecanismos democráticos, possibilitando a prática da gestão compartilhada, com participação direta da população no planejamento urbano. Como previsão constitucional, o instrumento deve trazer possibilidade da participação da sociedade civil organizada como poderosa forma de gestão democrática (OLIVEIRA, 2009).

A partir do Estatuto da Cidade (2001), a participação popular tornou-se um ponto essencial e obrigatório para a elaboração do Plano Diretor, especialmente quando o assunto é relacionado ao ambiente, preservação da natureza, equilíbrio ambiental, garantindo às futuras gerações melhores condições de vida e bem-estar social.

Segundo o artigo 2º da Lei nº 10.257 do Estatuto da Cidade:

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.

Percebe-se então que, o objeto do Plano Diretor é construir cidades com qualidade de vida urbana para todos, expressando em seu contexto, variáveis como habitação, saneamento básico, transporte urbano, uso e ocupação correta do solo urbano, visando, sobretudo, a preservação no presente da qualidade ambiental da cidade e garantir condições de vida saudável às gerações futuras.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi do tipo bibliográfico-explicativo, com pesquisas e avaliações em documentos específicos relacionados à gestão pública de Anápolis/GO como: PMDU (Plano Municipal de Drenagem Urbana, 2014) elaborado pela empresa Exoteng Engenharia e o Plano Diretor do município (Lei Complementar Nº 128, de 10/10/2006), correlacionando com os deveres descritos no Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257) sobre drenagem urbana. Além de consultas a órgãos públicos como SMDU (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano), Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Foram identificados através de dados da Defesa Civil e da coordenação do Corpo de Bombeiros os pontos mais críticos de alagamento nos períodos de chuva na cidade a partir de estudos da topografia assim como a influência das principais bacias hidrográficas. Através desta avaliação foi possível observar quais os locais que possuem um maior histórico de ocorrência de alagamentos. Também foram descritas as características dos locais com intuito de adotar medidas mitigadoras para evitar os problemas verificados.

A análise documental abrangeu a leitura da Constituição Federal de 1988, a Lei Orgânica do Município de Anápolis, promulgada em 05 de abril de 1990; o Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257, de 10 de Julho de 2001, que atribui a responsabilidade aos municípios com relação ao bem-estar da sociedade. Diante destes aspectos foram analisadas prerrogativas do Plano Diretor de Anápolis em relação à drenagem urbana e avaliadas todas as medidas até

então adotadas e que ainda devem ser realizadas para solucionar os problemas enfrentados. E por fim, foram coletados alguns dados do IBGE e SEGPLAN/GO.

A partir destas análises foi possível propor medidas preventivas e avaliar melhor a situação do sistema de drenagem urbana no município.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dados gerais do Município de Anápolis-GO

4.1.1 Localização

O município está situado no Planalto Central brasileiro, pertence à Mesorregião do Centro Goiano e à microrregião de Anápolis. A cidade está a 50 km da capital goiana e a 140 km da capital federal conforme figura 01, constituindo um poderoso eixo econômico/populacional sendo o maior em concentração urbana da região. Constitui-se no terceiro maior município do estado em população e é a segunda maior força econômica, com um PIB (Produto Interno Bruto) de mais de R\$ 12 bilhões (IBGE, 2011). Com destaques nos quesitos riqueza econômica, logística e infraestrutura tecnológica, é considerada a cidade mais competitiva do estado (IBGE, 2013).

A cidade possui grande vocação como pólo industrial na região Centro-Oeste, com destaque para o ramo farmacêutico, que se firmou a partir da instalação do Distrito Agroindustrial (DAIA) em 1976. Possui grande potencial logístico por estar localizada entre duas capitais (figura 01) e serve como entroncamento para as regiões norte e nordeste do país. A cidade é cortada pelas rodovias federais BR-153, BR-060 e BR-414, pelas rodovias estaduais GO-222, GO-437 e GO-330 e pela Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), sendo ponto inicial da Ferrovia Norte Sul, que está sendo integrada à FCA.



Figura 01: Localização de Anápolis.
Fonte: LACERDA (2004).

4.1.2 Características de Relevo e Geográficas

Anápolis está situado no planalto central brasileiro. Seu relevo é ondulado, apresentando formas convexas associadas a formas tabulares amplas. O ponto mais baixo de Anápolis está a 1.017m de altitude e o ponto mais alto está em 1.137m de altitude, na Base Aérea de Anápolis. A maior parte do território do município possui um relevo medianamente dissecado com potencialidade erosiva fraca. Apresenta formas convexas associadas a formas tabulares amplas, ou seja, formas de diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados por vales de fundo plano. Nessa área, a drenagem das águas é pouco entalhada e as encostas possuem uma inclinação de 2° a 5°. A substituição da cobertura vegetal primitiva por pastos, submetidos à prática de queimada e ao pastoreio intenso, provoca a retirada de nutrientes do solo pelo escoamento superficial promovendo seu esgotamento (Prefeitura de Anápolis, 2006).

Os relevos intensamente dissecados com potencialidades erosivas muito fortes encontram-se em duas áreas. A primeira, menor, ao norte, junto à fronteira com os municípios de Abadiânia e Pirenópolis. A segunda maior, desde os limites com o município de Ouro Verde e avançando em direção ao centro, sob a forma de uma faixa estreita. Caracteriza-se pelas

formas convexas e aguçadas, pelo espaçamento interfluvial inferior a 750 metros, eventualmente associados a relevos residuais de topo plano e a bordas de planalto e chapadões, com escarpas de até 45°. (WESLEY MOREIRA, 2009).

Vale ressaltar que escarpas são paredões ou ondulações súbitas. No caso de de até 45°, são paredões com menos de 300 metros de altura, de acordo com o nível do mar.

Com relação às características geográficas, segue abaixo algumas informações necessárias:

Área: 933.155 Km²;

População: 361.991 habitantes de acordo com IBGE de 2014;

Densidade Demográfica: 358,58 hab/Km²;

Altitude: 1.017 metros.

4.1.3 Características Hidrológicas

Mesmo não existindo nenhum rio caudaloso na área urbana, o município de Anápolis em termos de mananciais de águas é privilegiado, cujas nascentes se dirigem para as bacias do Rio Paraná, Tocantins e Araguaia, com importância para a Platina e a Amazônica.

São vários córregos e ribeirões com volume de água pequeno, na maioria das vezes estreitos e com pouca declividade da calha. Durante o tempo das chuvas é costume transbordar em alguns locais. Isto se dá em virtude da grande contribuição oriunda da água de chuva, associado ao alto índice de impermeabilização do solo da cidade e por deficiências de sistemas coletores de águas pluviais.

Os córregos principais na região urbana da Cidade de Anápolis são: Rio das Antas, Córrego Água Fria, Córrego Mato Grosso, Córrego do Góis, Córrego dos Catingueiros, Córrego dos Cesáreos, Córrego São Silvestre, Córrego Reboleiras e início do Rio da Extrema (MARTINS, 2015).

4.1.4 Características Hidrográficas

A cidade possui cinco principais microbacias, dispostas nas áreas de maior

influência na cidade, são eles: Ribeirão das Antas, Ribeirão do Piancó, Ribeirão Padre Sousa, Ribeirão João Leite e Ribeirão Caldas. Estas micro bacias possuem declividades medianas promovendo um bom escoamento em suas calhas naturais.

A bacia do rio das Antas tem uma área de aproximadamente 17 km². Esse rio é afluente pela margem direita do rio Corumbá que, por sua vez, é um afluente do rio Paranaíba, tributário do rio Paraná (MARTINS, 2015).

Situado nos primeiros contrafortes do Planalto Central Goiano, o Município de Anápolis pertence às duas grandes Bacias Hidrográficas do Paraná e Amazonas. Em relação às bacias hidrográficas do município, constitui-se de uma micro bacia do Rio Corumbá que deságua no Rio Paraná, que por sua vez deságua na Bacia Platina, sendo assim considerado integrante do maior corredor hidrográfico do Brasil.

Correa, 2005, relata muito bem a localização do município. Segundo ele, o município esta:

Situado nos primeiros contrafortes do planalto central do município de Anápolis pertence a duas grandes bacias hidrográficas sendo Paraná e Amazonas. Na bacia do Rio Paraná merece destaque os rios Gonçalves e João Leite, afluentes da margem esquerda do rio Meia Ponte que banham as partes sul e sudeste dos rios das Antas e Piancó tributários da margem esquerda do rio Corumbá. Da bacia Amazônica destaca-se o rio Padre Souza, afluente da margem esquerda do rio das Almas, grande tributário do Rio Tocantins. (CORREA, 2005, p.120).

4.2 Programa de Drenagem Urbana na cidade de Anápolis-GO

A drenagem urbana nada mais é que o conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que a população está sujeita a diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável. Ou seja, a drenagem nada mais é do que o gerenciamento da água da chuva que escoam no meio urbano.

O programa de drenagem urbana será viabilizado com a elaboração e execução de um plano Diretor de Drenagem Urbana, sendo ele um instrumento de planejamento setorial na área urbana, como na ocupação do solo, coleta e disposição das águas pluviais.

De acordo com o Plano Municipal de Drenagem Urbana, Lei Federal nº 11.445/2007, os municípios devem elaborar estudos e projetos com relação às sistemas de drenagem para estarem aptos a receber recursos federais para combater este problema. No entanto, somente em 2006, quando foi elaborado o Plano Diretor de Anápolis, a administração pública do município por meio de processo licitatório contratou em 2013 a empresa Exoteng Engenharia para elaborar o Plano Municipal de Drenagem Urbana (PMDU), na qual foi apresentado no ano 2014 com as seguintes abordagens:

- ✓ Plano de Mobilização Social;
- ✓ Diagnóstico da Situação da Prestação de Serviços de Drenagem Urbana.
- ✓ Prognóstico e alternativas para universalização dos serviços de Drenagem Urbana;
- ✓ Concepção dos Programas, Projetos e Ações necessários para atingir os objetivos e metas do PMDU;
- ✓ Definição das ações de emergência e contingência;
- ✓ Mecanismos e procedimentos de controle social e dos instrumentos para o monitoramento e avaliação sistemática da eficiência, eficácia e efetividade das ações programadas.

Segundo o secretário de Obras, Serviços Urbanos e Habitação de Anápolis, foram realizadas audiências públicas e realizados debates com presença de autoridades e população em geral, que além do estudo, esperam também a aprovação de outros projetos relacionados ao ambiente, como os planos de água potável, esgoto sanitário e resíduos sólidos. No entanto, ainda necessita passar por tramitação legal (aprovação do poder Legislativo e Executivo) para iniciar a sua execução.

4.2.1 Planejamento específico

O Plano de Drenagem Urbana de Anápolis visa elaborar o documento relacionado à Drenagem Pluvial Urbana através de técnicos da Prefeitura Municipal e entidades representativas com amplo conhecimento do assunto. Serão realizadas ações de educação ambiental e mobilização social de forma permanente, com o objetivo de obter informações diversas através de trabalho de campo e descrição dos problemas enfrentados pela população relativos às localidades que carecem de intervenção.

Mediante as informações técnicas obtidas, serão promovidas discussões relativas ao aprimoramento de metodologias para que se consiga agregar valores às experiências práticas dos participantes. Experiências anteriores de outros municípios também servirão de modelo comparativo à SMDU (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano), identificando os pontos relativos e comuns, estabelecendo critérios para elaboração de programas físicos e investimentos conforme as disponibilidades orçamentárias, considerando programas de investimentos que atendam a necessidade da população.

4.3 Pontos críticos de alagamentos na cidade

A população Anapolina cresceu muito nos últimos 20 anos (tabela 01), como consequência, incidentes nas áreas ambientais e sociais aparecem todos os dias, especialmente quando não se tem um planejamento adequado e uma conscientização da população. As pessoas depositam todo tipo de lixo de forma inapropriada, nas ruas, leito dos rios, margens e encostas, entupindo bueiros, bocas de lobo, sarjetas, aonde sedimentos vão se arrastando, ocasionando assoreamento das áreas e também extinguindo as matas ciliares e toda vegetação.

Tabela 01. Evolução populacional de Anápolis (1980 a 2014).

Ano	População (habitantes)
1980	179.973
1991	239.047
1996	264.868
2000	287.666
2010	334.613
2012	342.347
2014	361.991

Fonte: IBGE Cidades – Censo 1980 a 2014

Ainda na tabela 1, mostra como o crescimento desordenado e a falta de planejamento em áreas específicas, como infraestrutura, habitação e saneamento, a cidade não comportou tais avanços, com isto surgiram inúmeros problemas, dentre eles: alagamentos devido à falta de permeabilidade dos solos, aumento dos veículos automotores, causando desgaste da massa asfáltica, aumento das áreas de risco na cidade, com o surgimento de novos bairros. Com tudo isto, a capacidade de vazão das águas da chuva fica praticamente inexistente, contribuindo para o escoamento superficial até o leito dos rios, onde a declividade das áreas são mais baixas e inexistentes, como por exemplo, na Avenida Federal com a Brasil, no bairro Andracel, baixada próximo ao Córrego Góis na avenida Miguel João – Vila Góis (Figura 2).

O mapa mostra claramente, a baixada onde é encontrado um dos pontos críticos do Rio Antas. O percurso do rio, no sentido sul/leste, é evidenciado, timidamente o Rio Extrema, um de seus afluentes na margem direita.

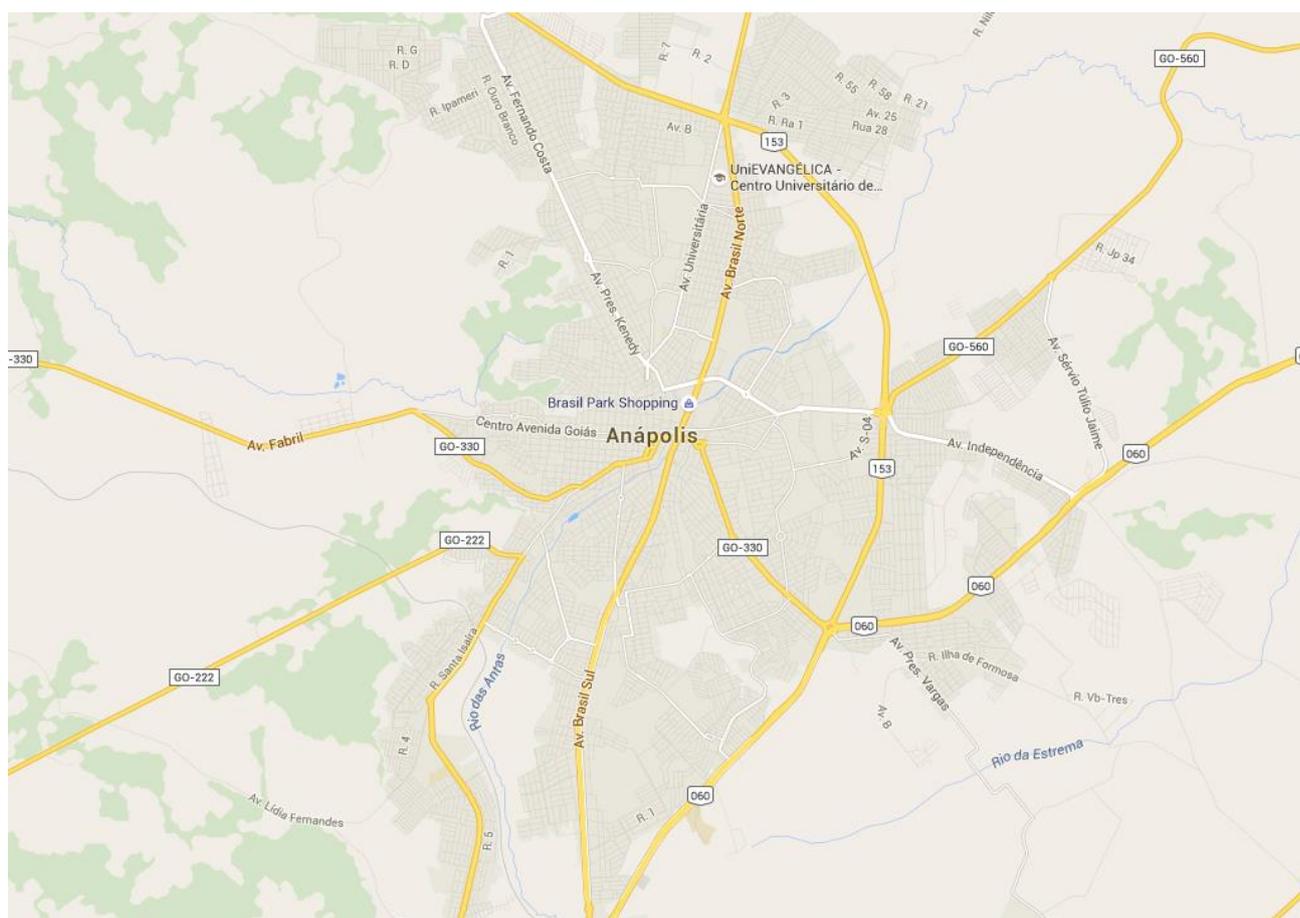


Figura 2: Percurso do Rio das Antas em Anápolis.
Fonte: Google Maps.

A administração municipal demonstrou preocupação com estes problemas a partir da década de 80, onde as instalações da rede coletora de esgoto sanitário já não atendiam à demanda, percebia-se o crescimento, porém não havia desenvolvimento até então. Conseqüentemente as obras de infraestrutura eram praticamente inexistentes.

Segundo dados da Defesa Civil e do Corpo de Bombeiros de Goiás, há 31 pontos críticos cadastrados na cidade, dentre eles bairros nobres, como o Anápolis City, onde 82 famílias vivem numa região com risco de alagamento, em virtude de as casas serem construídas às margens do Córrego Água Fria. Na Vila São Joaquim, 73 famílias habitam uma área mista: que possui erosões; risco de alagamento por enxurradas, e pelo transbordamento do Córrego das Antas. Há ainda na Vila Santa Maria de Nazaré possui pontos em que existe risco de alagamento pela proximidade com os dois ribeirões, das Antas e Água Fria.

Quanto às áreas suscetíveis de alagamentos, segundo dados da Defesa Civil de Anápolis, a cidade conta com 11, dentre os bairros destacam-se ruas dos bairros Jardim Europa, Vila Góis, Setor Sul, Santa Clara e Novo Paraíso. Quanto aos riscos de desabamento, o tenente cita alguns pontos localizados na Vila União, São Joaquim, Parque das Nações, Adriana Parque, JK, Pólo Centro e Setor Sul (JORNAL OPÇÃO, 2007, p.04).

Alguns pontos da cidade, como a Avenida Universitária (figura 03) e Avenida Brasil próximo ao Brasil Park Shopping (figura 04), o problema dos alagamentos causam transtornos de mobilidade no trânsito.



Figura 03: Alagamento na Avenida Universitária, em 2013, além dos transtornos causados no trânsito, houve uma vítima fatal.

Fonte: G1.com (2013).



Figura 04: Avenida Brasil próximo ao Brasil Park Shopping. A obra de contenção foi realizada pela Prefeitura Municipal, mas não foi suficiente, pois a técnica usada (gabiões) não suportou o escoamento das águas e veio a desabar. Fonte: PMDU (2013).

Uma das medidas já realizadas ao longo da extensão do Ribeirão das Antas foi a recuperação das áreas de risco de inundação, como nas proximidades do Central Park entre as ruas Engenheiro Portela e Avenida José Sarney.

As figuras acima mostram áreas suscetíveis a riscos ambientais, dentre eles as inundações. Para Lacerda et al (s/d) estes riscos estão associados à construção de estradas; à áreas de mineração; de pavimentação que provoca a impermeabilização, ocorrendo um intenso fluxo de escoamento superficial que pode ocasionar a destruição parcial ou total da pavimentação asfáltica; ocupação de planícies de inundações e de baixas vertentes adjacentes a cursos d' água; lançamento de águas pluviais em cabeceiras de drenagem sem dispositivos para proteção contra processos erosivos, etc. Segundo o autor:

Na área urbana de Anápolis os riscos existentes são erosão pluvial em sulcos, ravinas e voçorocas, erosão fluvial, assoreamento e inundações [...] A segunda área de concentração de riscos está na parte central da malha urbana, englobando o centro da cidade e os bairros Anápolis City a leste, Vila Góis a sul e bairro D. Pedro II a oeste. Nesta área os riscos são de erosão pluvial em sulcos, ravinas e voçorocas, erosão fluvial e inundações (LACERDA et. al, s/d).

4.4 Propostas para o problema de Drenagem Urbana

Um dos grandes erros no passado foi autorização de construções em locais inapropriados como o Centro Administrativo, a Praça do Ancião, o Fórum Municipal, a Delegacia Fiscal e outros, que estão literalmente acima do leito do Ribeirão das Antas, sendo assim é necessário maior controle e conhecimento do uso de solo principalmente em locais próximos as margens de leitos de rios.

Para os locais de onde foi retirada a cobertura vegetal, tanto no Ribeirão das Antas quanto em seus afluentes, a solução, que já está em andamento e pode ser utilizada em outros locais, é o emprego da técnica conhecida como gabião, que nada mais é que uma parede de pedras encaixadas, revestida por uma tela metálica, permitindo a drenagem natural. Esse recurso já foi aplicado na região da Avenida Universitária, onde se construiu a nova passagem sobre o Córrego João Cesário. Trata-se de um trabalho demorado, dispendioso, mas extremamente necessário. Estas providências devem ser adotadas ininterruptamente, a fim de se evitar que o Ribeirão das Antas se transforme em um caso de calamidade pública.

O Ribeirão das Antas nasce no trevo do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) e percorre grande parte da cidade, inclusive o centro da cidade. Sendo assim, alguns outros córregos acabam sendo afluentes deste, como os Córregos Góis, João Cesário e Água Fria, agravando ainda mais os problemas por falta de infraestrutura. Porém, não se pode restringir somente a obras estruturantes, pois outra questão que agrava a situação é a impermeabilização da cidade, que é um processo irreversível, e, por isso, tem-se buscado alternativas através de métodos de contenção para drenar o volume intenso em pontos críticos da cidade, assim como o que está sendo realizado na Avenida José Sarney (figura 05) o processo de canalização das águas do Rio das Antas, da mesma forma, na Rua Engenheiro Portela em ligação com o Central Park (figura 06).



Figura 05: Avenida José Sarney em obras. Nesta região as obras estão em andamento, com previsão de término para antes do período chuvoso.

Fonte: LIMA (2015).



Figura 06: Ligação da Rua Engenheiro Portela com o Central Park. A obra já foi concluída. Foi realizada as instalações de gabiões para contenção da velocidade das águas, bem como, o alargamento do curso do rio naquela área.

Fonte: LIMA (2015).

Outras propostas também podem ser enumeradas como a realização de projetos de recomposição das áreas de preservação permanente relacionadas com os recursos hídricos, expansão e reestruturação das galerias de água pluvial e desenvolvimento de ações de Educação Ambiental nas áreas naturais do município que recebem as maiores pressões de atividades antrópicas.

4.5 Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais de Anápolis

O Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais – PGAS da bacia hidrográfica do Antas foi criado em Anápolis no ano de 2013, através da Lei nº 3.681, com os objetivos de garantir água para abastecimento urbano, aproveitando e usando as águas do Córrego Antas, conforme os limites ambientais e hidrológicos e também respeitando as condições climatológicas da região, dentro das leis ambientais pertinentes; bem como realizar obras e serviços de saneamento do solo e da água, revertendo em benefício da população local, com ações compatíveis de sustentabilidade. E finalmente a lei estabelece condições de monitoramento, controle e conservação ambiental de toda a bacia.

A mesma lei, em seu objetivo terceiro estabelece que diante das cheias, deverá ser viabilizadas melhorias de interesse social. Talvez este seja o principal objetivo do programa, pois diante do controle, deverão ser minimizadas situações não só de caráter ambiental, como os de caráter econômico, social e principalmente humano, em função da situação atual e precavendo situações futuras da ocupação do solo desta bacia.

Vale lembrar que esta lei deverá ter efeitos concretos com um efetivo plano de ações elaborado por técnicos formado de pelo menos 10 representantes do governo municipal (secretarias), estadual, órgão da sociedade civil (CREA e SIDUSCON)² e instituições educacionais (faculdades). Este grupo será denominado grupo gestor, e terá como fundamento básico o acompanhamento e a fiscalização das ações do PGAS.

Outro fator importante que esta lei determina, está descrito no seu artigo 4º, no qual estabelece:

Toda edificação em via pavimentada a ser aprovada pelo Poder Público Municipal deverá contemplar em seu projeto a construção de dispositivos de retenção/detenção de águas pluviais que retardem o escoamento para a rede pública de drenagem, devendo ainda respeitar os percentuais mínimos de área permeável estabelecidos em lei.

Diante do exposto desta lei, fica evidente a importância deste plano para a preservação da bacia hidrográfica do Antas para a cidade, pois somente assim, a população se

2- CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia: Responsável pelo registro e fiscalização de profissionais destas área e afins.
SIDUSCON: Sindicato da Indústria da Construção Civil.

conscientizará da relevância social do córrego para a população.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o advento das grandes cidades, vieram com elas problemas estruturais, sociais e econômicos, trazendo aos seus habitantes consequências drásticas devido o surgimento de grandes aglomerações sem um mínimo possível de planejamento e ordenamento seja jurídico ou estrutural.

A necessidade de legalizar o solo urbano e organizar as áreas públicas de modo que sua população seja amparada em casos de calamidades, como enchentes, terremotos ou mesmo alagamentos, deu aos novos gestores a obrigatoriedade de aplicar políticas públicas e criar programas em vários setores, dentre eles, educação, saúde e meio ambiente.

O município de Anápolis vem buscando alternativas para solucionar os problemas relacionados à drenagem urbana, como o programa de Gestão das Águas Superficiais criado 2008, que visa implementar um plano de ação de combate as enchentes e criação de sistemas de drenagem para escoamento das águas superficiais, no entanto, ainda há muito o que se fazer para prevenir que tais incidentes venham a acontecer ou que continuem ocorrendo.

É necessário realizar outras medidas como projeto de recomposição das áreas de preservação permanente relacionadas com os recursos hídricos, monitoramento e fiscalização de todas as atividades desenvolvidas nas microbacias hidrográficas do município, realizar programas de monitoramento da qualidade ambiental (físico e químico) com a coleta sistemática e análise da água dos principais corpos hídricos, além de desenvolver ações de Educação Ambiental com a população em geral.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; SOUZA, V. C. B.; COSTA, L. S. G. M. **Utilização de tecnologias compensatórias no projeto de um sistema de drenagem urbana.** In: II Simpósio de Recursos Hídricos del Cono Sur, 1998, Santa Fé, Argentina. Anais. Santa Fé, Instituto Argentino de Recursos Hídricos, 1998.

BAPTISTA, Márcio Benedito. NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 7 n.1 Jan/Mar 2002, 29-49.
Bárbara. **Dicas, notícias e curiosidades**. São Paulo, 2011.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Lei nº 10.257/2001. Brasília, 2001.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS - UNIEVANGÉLICA. **Programa de Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.unievangelica.edu.br/files/images/M%C3%Alrcia%20Martins.pdf>. Acesso em 18/04/2015).

CORREA, F. M. **Impactos antrópicos sobre a qualidade da água no rio das Antas na área urbana da cidade de Anápolis** – Goiás: uma abordagem para gestão ambiental. 2005. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília, 2005.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.

FERNANDES, C. – **Microdrenagem – Um estudo inicial**, DEC/CCT/UFPB, Campina Grande, 2002, p.196.

GOOGLE MAPS . Hidrografia de Anápolis. Disponível em: <http://www.google.com.br/maps/seach>. Acesso em: 05 mai.2015.

GOIÁS. **Pólos Industriais do Estado de Goiás**: Anápolis. FIEG, 2014.

GRAÇA, E. C.; ANDRÉ, J. C.; BRENTARI, J. A.; FELICIANI, M. R.; TIVERON, V. P. M.; SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, **Manual de drenagem e manjo de águas pluviais**, volume I, São Paulo 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades – Censo 2002**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php> >. Acesso em: 25 mar. 2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos**. Brasil. 1980 a 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php> >. Acesso em: 25 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (IBRAP). São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.ibrap.org.br:80/numero14.htm>. Acesso em: 19/04/2015.

Jornal Opção. DEFESA CIVIL – BATALHÃO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR, out. 2007.

LACERDA, Homero. **Mapa fotointerpretado das formas de relevo de Anápolis – GO em escala 1/50.000**. Anápolis: relatório de pesquisa (inédito), 2004.

MOTA, Suetônio. Rio de Janeiro: ABES 1997. - **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES 1999.

OLIVEIRA, Isaurindo. **Técnicas do regadio**, Cap.20. 2ª Edição, 2011.
Prefeitura Municipal de Anápolis. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Anápolis, 2006.

_____. **Aspectos Geográficos**. Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/anapolis/aspectos-geograficos>. Acesso em 18/04/2015.

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo (1999). **Diretrizes básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. São Paulo, p.289.

REBOUÇAS, Fernando. **Agenda Pesquisa**, 2014.

SAMO, Paulo. **Drenagem**. Artigo: Outubro, 2012.

TONELINI, Carmencita. **Jornal Agora Anápolis**, 2012.

WILKEN, Paulo Sampaio. **Recursos hídricos**. Engenharia de drenagem superficial. São Paulo: CETESB, 1978. Volume 5 nº1 jan/mar 2000, p.61-68.