

FACULDADE ALVES FARIA (ALFA)
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Claudio Everson da Silva e Souza

DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO EM
APARECIDA DE GOIÂNIA-GO

GOIÂNIA/GO
MARÇO/2017

FACULDADE ALVES FARIA (ALFA)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRITO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Claudio Everson da Silva e Souza

**DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO EM
APARECIDA DE GOIÂNIA-GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Faculdade Alves Faria – ALFA, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre, sob a orientação da Prof. Dra. Eliane Lopes.
Linha de pesquisa: Análise e Políticas de Desenvolvimento Regional

GOIÂNIA/GO
MARÇO/2017

**FACULDADES ALVES FARIA COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

CLAUDIO EVERSON DA SILVA E SOUZA

**DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO EM
APARECIDA DE GOIÂNIA-GO**

BANCA AVALIADORA:

Prof^a. Dr^a. Eliane Lopes Brenner - ALFA
(Prof^a. Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Cintia Neves Godoi- ALFA
(Participante Interna)

Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin – PUC/GO
(Avaliador externo)

S729d Souza, Claudio Everson da Silva.

Diagnóstico da bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio em
Aparecida de Goiânia-GO. / Claudio Everson da Silva Souza – 2017.

95 fls. ;30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Alves Faria
(UNIALFA) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em
Desenvolvimento Regional - Goiânia, 2017.

Orientador (a): Prof.^a. Dra. Eliane Lopes Brenner

Inclui anexo e bibliografia

1. Ocupação urbana. 2. Bacia hidrográfica. 3. Impacto ambiental. I.
Souza, Claudio Everson da Silva Souza. II. UNIALFA – Mestrado em
Desenvolvimento Regional. III. Título.

CDU: 332.146:556

À minha esposa Odália Bispo e ao meu filho Arthur, pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, me mostrar o caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

À minha família, por compreender as minhas ausências em função deste projeto acadêmico-profissional.

A minha orientadora, Dr^a Eliane Lopes, pelo auxílio e direcionamento, sempre pertinentes.

Aos meus colegas de turma, em especial Sérgio Caruso e Tiago Junqueira, pela amizade e parceria.

Aos professores do Programa, por serem exemplos de profissionalismo, competência e ética acadêmica.

À Faculdade Alfredo Nasser, por contribuir financeiramente com os custos desta pesquisa.

Todo o futuro da nossa espécie, todo o governo das sociedades, toda a prosperidade moral e material das nações dependem da ciência, como a vida do homem depende do ar. Ora, a ciência é toda observação, toda exatidão, toda verificação experimental. Perceber os fenômenos, discernir as relações, comparar as analogias e as dessemelhanças, classificar as realidades, e induzir as leis, eis a ciência processos de descobrir e assimilar a verdade.

Rui Barbosa

RESUMO

SOUZA, Claudio Everson da Silva. **Diagnóstico da bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio em Aparecida de Goiânia - GO**. 2017. 95 fls. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Faculdade Alves Faria (ALFA), Goiânia, 2017.

Diagnóstico dos impactos ambientais sofridos pela ocupação urbana da bacia do córrego Santo Antônio, localizada no perímetro urbano de Aparecida de Goiânia-GO. Com o objetivo de realizar o diagnóstico da bacia do córrego Santo Antônio no município de Aparecida de Goiânia – GO foram identificados os principais elementos impactantes e geradores da degradação da bacia, e as principais consequências desse processo no meio natural. Para validação do estudo, a bacia foi analisada a partir de imagens de satélite e de dados coletados em campo. O estudo resultou na elaboração de um perfil ambiental da bacia, e na elaboração de mapas de usos e ocupações dos solos, demonstrando o perfil das diversas formas de ocupações. Os dados socioeconômicos e ambientais do meio urbano onde se localiza a bacia apresentam desigualdade da ocupação e deficiência significativa na preservação ambiental dos corpos hídricos.

Palavras-chave: Ocupação urbana, bacia hidrográfica, Impacto Ambiental.

ABSTRACT

SOUZA, Claudio Everson da Silva. Diagnosis of the hydrographic basin of the Santo Antônio stream in Aparecida de Goiânia - GO. 2017. 96 fls. Dissertation (Master in Regional Development) - Faculty Alves Faria (ALFA), Goiânia, 2017.

Diagnosis of the environmental impacts suffered by the urban occupation of the Santo Antônio stream basin, located in the urban perimeter of Aparecida de Goiânia-GO. In order to carry out the diagnosis of the Santo Antônio stream basin in the city of Aparecida de Goiânia - GO, the main impact and generative factors of the basin degradation were identified and the main consequences of this process in the natural environment were identified. To validate the study, the basin was analyzed from satellite images and data collected in the field. The study resulted in the elaboration of an environmental profile of the basin, and in the elaboration of maps of land uses and occupations, demonstrating the profile of the various forms of occupations. The socioeconomic and environmental data of the urban environment where the basin is located present an inequality of occupation and a significant deficiency in the environmental preservation of the water bodies.

Keywords: Urban Occupation, River Basin, Environmental Impact

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação do município de Aparecida de Goiânia-GO	44
Figura 2 – Ocupação urbana ao longo da bacia do Córrego Santo Antônio	57
Figura 3 – Espécies Invasoras nas margens do Córrego Santo Antônio, nas proximidades da ponte do setor Veiga Jardim - Aparecida de Goiânia-GO	59
Figura 4 – Cultivo de hortaliças nas margens do Córrego Santo Antônio, Jardim Monte Cristo	60
Figura 5 – Aterro Sanitário de Aparecida de Goiânia-GO	66
Figura 6 - Avanço da expansão urbana e assoreamento nas proximidades do setor Papilon Park, Aparecida de Goiânia-GO, 2002	74
Figura 7 - Avanço da expansão urbana e assoreamento nas proximidades do setor Papilon Park, Aparecida de Goiânia-GO, 2014	75
Figura 8 – Declividade do município de Aparecida de Goiânia em Ângulos.....	76
Figura 9 – Declividade do município de Aparecida de Goiânia em Percentuais...	77
Figura 10 – Polo Empresarial de Goiás	79
Figura 11 - Distrito Industrial do Município de Aparecida de Goiânia – DIMAG e Distrito Agro Industrial de Aparecida de Goiânia- DAIAG	80
Figura 12 - Resíduos em suspensão no córrego, nas proximidades do DIMAG e DAIAG	80
Figura 13 - Área de mineração, nas proximidades do setor Jardim Verde Vale ...	83

LISTA DE FOTOS

- Foto 1** – Avanço imobiliário em as áreas de proteção ambiental, nas proximidades da ponte do setor Veiga Jardim - Aparecida de Goiânia-GO.58
- Foto 2** – Ocupação irregular consolidada em áreas de proteção ambiental, nas proximidades da ponte do setor Veiga Jardim - Aparecida de Goiânia-GO.58
- Foto 3** – Desmatamento com prática de queimada para expansão urbana no setor Jardim Tiradentes, Aparecida de Goiânia-GO.60
- Foto 4** – Área com pouco adensamento urbano e pouca presença de cobertura vegetal. Visão da área de Construção da Estação de Tratamento de Esgoto, nas proximidades dos setores Santa Cecília e Colorado, Aparecida de Goiânia-GO...61
- Foto 5** – Formação de sulco e ravina no sentido da declividade e em direção ao leito do Córrego, nas proximidades dos setores Cândido Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia-GO71
- Foto 6** – Formação de sulco voçoroca sentido da declividade e em direção ao leito do Córrego, nas proximidades do setor Parque das Nações, Aparecida de Goiânia-GO72
- Foto 7** – Carreamento de lixo e resíduos de construção para o do Córrego, nas proximidades dos setores Cândido de Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia-GO73
- Foto 8** – Empresa de reciclagem de resíduos de construção, instalada nas proximidades leito do Córrego, nas proximidades dos setores Cândido de Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia-GO81
- Foto 9** – Pátio de disposição de rejeitos sólidos de empresa usado nas proximidades leito do Córrego, nas proximidades dos setores Cândido de Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia-GO81
- Foto 10** – Implantação da empresa de reciclagem de resíduos de construção, nas proximidades dos setores Tocantins e São Jorge Aparecida de Goiânia-GO82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Transformação do uso do Solo no município de Aparecida de Goiânia entre 1995 e 2015	48
--	----

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia-GO	36
Mapa 2 – Carta imagem da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia	37
Mapa 3 – Classificação do uso da terra dada bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia-GO, para o ano de 2015	38
Mapa 4 – Geologia da bacia do córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiania	39
Mapa 5 – Geomorfologia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia-GO	41
Mapa 6 – Solos presentes na bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia-GO	42
Mapa 7 – Classes de declividade ao longo da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia-GO	43
Mapa 8 – Delimitação da Bacia do Córrego Santo Antônio no município de Aparecida de Goiânia-GO	47
Mapa 9 – Adensamento urbano de Aparecida de Goiânia-GO, em 1995	53
Mapa 10 – Adensamento urbano de Aparecida de Goiânia-GO, em 2005	54
Mapa 11 – Adensamento urbano de Aparecida de Goiânia-GO, em 2015	55
Mapa 12 – Matas ciliares na bacia do córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia-GO.....	62
Mapa 13 - Impactos ambientais gerados pelo uso das terras na bacia do Córrego Santo Antônio	64
Mapa 14 – Diversos usos instalados ao longo da bacia.....	78
Mapa 15 – Impactos ambientais gerados pelo uso das terras na bacia do Córrego Santo Antônio.....	85

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA - Agencia Nacional das Aguas
ANVISA- Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
APP – Área de Preservação Permanente
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral do Ministério de Ciências, Tecnologia e Inovação
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAIAG – Distrito Agroindustrial de Aparecida de Goiânia
DIMAG - Distrito Industrial Municipal de *Aparecida de Goiânia*
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMB – Instituto Mauro Borges
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NBR - Norma Brasileira
ONU – Organização das Nações Unidas
PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO I: RECURSOS HÍDRICOS E BACIAS HIDROGRAFICAS	19
1.1 Geossistemas.....	20
1.2 Usos e apropriações da água na ocupação do território.....	21
1.3 Impactos na Bacia decorrentes de atividades humanas.....	25
1.4 Bacias Hidrográficas como elemento de Planejamento.....	29
1.5 Gestão de Recursos hídricos e Bacias Hidrográficas	31
CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA	35
2.1 A bacia do córrego Santo Antônio e seus aspectos físicos.....	35
2.1.1 Geologia e Geomorfologia	38
2.2 Ocupação do município de Aparecida de Goiânia	44
CAPÍTULO III: DIAGNOSTICO DOS USOS E SEUS IMPACTOS NA BACIA DO CORREGO SANTO ANTONIO	51
3.1 Metodologia	51
3.2 A urbanização do município de Aparecida de Goiânia as consequências do adensamento urbano na Bacia do Córrego Santo Antônio.....	52
3.2.1 Supressões das áreas verdes.....	57
3.2.2 Disposição de resíduos e aterro sanitário	65
3.2.3 As consequências dos processos erosivos e de assoreamento	69
3.3.4 Atividade industrial	79
3.3.5 Atividade mineradora.....	82
3.2.6 Demais Impactos ambientais decorrentes da ocupação urbana.....	85
CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS	91

INTRODUÇÃO

A evidente escassez física da água, resultante, dentre outros fatores, de sua poluição, de seu uso sem sustentabilidade¹ e da má distribuição desse recurso demonstram a problemática hídrica dos dias atuais. Conforme evidenciam dados da Agência Nacional da Água (ANA) em seu Portal de Metadados Geoespaciais², é notória a crise ambiental dos dias contemporâneos. A maior causa de deterioração ambiental é, por sua vez, a exploração de forma não sustentável do meio ambiente, intensificada pelo crescimento populacional. O aumento expressivo da população humana, sobretudo, a urbana exige cada vez mais recursos para sua sobrevivência, gerando um cenário de degradação em razão do uso insustentável dos recursos naturais, especialmente da água.

Tanto no passado quanto no presente, a água tem exercido vários papéis. Certamente um dos mais significativos é seu poder de manutenção da vida o qual se constitui como o elemento fundamental para o surgimento de uma sociedade, mas também para o seu desenvolvimento cultural e socioeconômico. Em uma perspectiva global, a escassez de água sofrida atualmente se mostra um dos principais problemas agravantes da interação entre o homem e a natureza, que se configura como um risco à manutenção da vida em todas as suas formas.

A água, por ter valor imensurável, constitui-se como um bem comum entre as sociedades. Por ter essa importância, há princípios éticos que devem ser levados em consideração. Segundo Selborne (2003), apesar da necessidade de utilização da água em situações que conduzem ao conforto e a comodidade, por exemplo, deve-se, primeiramente, atender às necessidades essenciais para sobrevivência dos seres humanos, assim como as dos nossos ecossistemas. O acesso irrestrito ao recurso, não autoriza sua utilização sem sustentabilidade.

Esta pesquisa, partindo do princípio de que os recursos hídricos não receberam ao longo do tempo a devida importância e cuidado, apresenta um

¹ Que ocorre sem levar em consideração critérios ambientais de sustentabilidade como preservação, utilização racional dos recursos naturais, cumprimento da legislação ambiental entre outros.

² <http://metadados.ana.gov.br>

diagnóstico da bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio no município de Aparecida de Goiânia-GO.

Conforme dados do IBGE (2010), a bacia do córrego Santo Antônio drena aproximadamente 60% da área urbana do município de Aparecida de Goiânia, o interesse por centralizar as análises neste município resulta da compreensão de que, atualmente, este é um dos municípios que mais crescem no estado de Goiás em termos populacionais e econômicos.

Com uma população estimada de 532.135 habitantes e uma área de aproximadamente 288,342 km², o município de Aparecida de Goiânia é um dos mais importantes integrantes da Região Metropolitana de Goiânia, conurbado³ ao sul da cidade de Goiânia. O processo de ocupação desordenado e acelerado deste município causou inúmeros problemas no meio social, econômico e físico, agravados pela necessidade de atualização do Plano Diretor, caracterizando práticas de parcelamento do solo, e problemas na drenagem urbana, decorrentes da falta de controle das águas pluviais e servidas.

Quanto à metodologia da pesquisa apresentada, trata-se de pesquisa aplicada qualitativa, que foi composta por levantamento bibliográfico e documental sobre a temática central do trabalho e sobre a ocupação de Aparecida de Goiânia, evidenciando o processo histórico de ocupação do município, por ser elemento essencial para a compreensão das características físicas em que se encontra a bacia nos dias atuais.

Em seguida, foram realizados os estudos do meio físico da bacia do Córrego Santo Antônio, por meio de mapeamentos no Laboratório de Processamento de Imagens da Universidade Federal de Goiás e de observação *in loco*. O mapeamento foi realizado com auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas, a fim de identificar a interação das formas dos elementos naturais da bacia do Córrego Santo Antônio (geologia, solos, relevo, declividade), e as principais formas de uso. A partir desses elementos, tornou-se possível identificar os principais impactos socioambientais desencadeados ao longo da bacia nas últimas décadas, e assim, auxiliar no planejamento da gestão territorial.

³Conurbação (do *lat. urbis*, cidade) é a unificação da malha urbana de duas ou mais cidades, em consequência de seu crescimento geográfico. Geralmente esse processo dá origem à formação de regiões metropolitanas.

Este trabalho está estruturado em três capítulos. O primeiro capítulo trata do conceitos de bacia hidrográfica, apontando que nesta pesquisa é usado o recorte da Bacia Hidrográfica como geossistema. Logo depois é tratado o tema da ocupação humana do território e os impactos decorrentes dessa interação. Também é apresentada a proposta de Bacia Hidrográfica como elemento de planejamento, apontando elementos essenciais para a gestão dos recursos hídricos e bacias hidrográficas.

No segundo capítulo, é apresentada a caracterização da bacia do Córrego Santo Antônio, apontando os elementos físicos que compõem a bacia, considerando suas condicionantes predominantes do local tais como: Geologia e Geomorfologia e logo depois os aspectos socioeconômicos, discorrendo sobre o processo de ocupação do município de Aparecida de Goiânia, desde sua formação. O capítulo apresenta ainda as principais atividades desenvolvidas e os principais impactos ambientais desencadeados pelas ações antrópicas ao longo da bacia.

No terceiro capítulo, é apresentado o diagnóstico ambiental da bacia, considerando-se os impactos da expansão urbana ocorrida no município, as consequências negativas ambientais no que tange aos usos e apropriações da bacia de forma incorreta e das atividades antrópicas. Além disso, são apontados nesse capítulo os problemas, as discordâncias do uso da bacia com a legislação ambiental e os recursos para minorarem os impactos e a degradação ambiental neste recorte espacial, isto é, a bacia hidrográfica do município de Aparecida de Goiânia, Goiás.

CAPÍTULO I

RECURSOS HÍDRICOS E BACIAS HIDROGRÁFICAS

Recursos hídricos são todos os corpos d'água, superficiais e subterrâneos, indispensáveis à manutenção da vida, das florestas, da produção agrícola, e de toda a biodiversidade nos sistemas. Trata-se de um bem natural estratégico para homens, plantas e animais.

Entretanto, para alguns autores como Vianna e Rebouças (2002) há o entendimento de que existe uma diferenciação entre os termos “água” e “recursos hídricos”. Para esses autores, o termo água refere-se, em regra geral, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização econômica, já o termo recurso hídrico, considera a água como bem econômico passível de utilização para diversos fins. Neste trabalho, o tema da água será tratado enquanto recurso hídrico, abordando o recorte: Bacia Hidrográfica.

A bacia hidrográfica, num sentido ambiental, é a região no entorno de um curso d'água que drena em uma determinada direção, ou seja, é constituída pelo caminho que as águas precipitadas percorrem. Já no âmbito legal, a bacia hidrográfica é uma delimitação de uma unidade territorial de cursos d'água, para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme com a Lei 9.433/97. No contexto ambiental, as bacias hidrográficas estão diretamente relacionadas aos demais componentes da paisagem, ou seja, a cobertura vegetal, a declividade e as características do meio físico.

Dentro desse cenário natural, insere-se o homem, que por sua vez, exerce impactos ao ambiente natural com suas ações antrópicas sobre o meio físico, afetando diretamente as condições quantitativas e qualitativas dos recursos naturais disponíveis, inclusive da água. Essa antropização se destaca em relação a esse recurso em razão de sua forma. Desse modo, a água, com sua capacidade própria de deslocamento espacial, agrega consigo também a capacidade de transportar diversos elementos, como areia, cascalho, lixo entre outros, que acabam depositadas nos leitos dos mananciais. As propriedades da água, quando considerada como manancial, trazem consigo uma profunda

relação de interdependência entre os demais componentes naturais à montante e à jusante dos cursos d'água, como a fauna e flora que compõem a paisagem.

Assim, pode se afirmar que as condições ambientais de um determinado rio ou córrego representam a síntese do condicionamento ambiental da bacia hidrográfica como um todo. Nessa perspectiva, ressalta-se que os recursos hídricos, bem como suas interações com os demais componentes do meio ambiente, são diretamente impactados pela antropização, na qual se destaca as várias formas de ocupação e usos da terra, a saber: ocupação urbana, impermeabilização, captação para abastecimento, lançamento de esgoto deposição do lixo, o uso industrial, carreamento de sedimentos, erosão de encostas e assoreamento dos cursos da água, dentre outros.

1.1 Geossistema

Este trabalho se fundamenta teórico-metodologicamente na premissa do recorte *bacia* como um geossistema, ou seja, consideram-se as partes de um todo ao se referir à bacia do córrego Santo Antônio, por meio de análises dos aspectos físicos (geologia, geomorfologia, clima, solos entre outros) e também dos aspectos socioeconômicos. A utilização do geossistema parte do princípio de que a paisagem (o todo), para ser estudada, deve ser fracionada. Contudo, esse todo não constitui o somatório das partes, mas sim uma composição por meio das funções que essas partes representam. (OGATA, 1995).

Nesse sentido, é importante compreender, tal como propõe Bertalanffy (1973), que os princípios da Teoria Geral dos Sistemas, inicialmente considerados pelos biólogos e ecólogos apenas para examinar as relações de interdependência entre conjuntos de componentes físico-bióticos do meio natural, foram trazidos para a análise ambiental, contemplando também as relações dos seres vivos com o meio no qual se inserem. Os pesquisadores Almeida e Tertuliano (1999) destacam que um sistema pode ser definido como o conjunto de unidades com relação entre si e encontra-se organizado em virtude das relações entre as unidades. Nesse sentido, cada unidade tem seu estado controlado, condicionado ou dependente do estado de outras unidades. Portanto, a composição do conjunto está relacionada com unidades e o nível de

organização destas é que possibilita que assuma função de um todo, onde o todo é maior que a soma das partes (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Geograficamente, o geossistema é compreendido, sobretudo, como sendo a relação desenvolvida entre a natureza e a sociedade. Apesar disso, embora os geossistemas, inicialmente, abordassem apenas os fenômenos naturais, atualmente se admite que os fatores econômicos e sociais devem ser levados em consideração durante sua análise, uma vez que influenciam na sua estrutura e em suas particularidades. (SOTCHAVA, 1977).

Assim, ao observar a problemática do trabalho de forma sistêmica e/ou geossistêmica, conclui-se que esta premissa teórica pode fundamentar os estudos de bacia hidrográfica de forma mais ampla e completa, especialmente ao se analisar as questões ambientais associadas às questões sociais e econômicas, uma vez que as condições em que a bacia em questão se encontra são resultantes do processo de interações homem-natureza. Bohrer (2000) propõe que a natureza seja analisada de modo integrado, de maneira que os diversos componentes ou atributos sejam vistos interagindo entre si por meio de processos que atuem em diferentes escalas, considerando-se a influência humana sobre eles.

Nessa perspectiva, nos estudos das bacias hidrográficas é possível obter uma visão sistêmica e integrada do todo e das partes, em razão da clara delimitação da bacia e a natural interdependência desenvolvida entre os processos geoambientais, desdobrando-se em vários subsistemas, sobre os quais se observa a influência de forças antrópicas. Assim, a bacia pode ser vista então como um sistema, ou uma unidade de planejamento, integrando políticas para a implementação de ações conjuntas com o objetivo de compreender os usos, a conservação e a recuperação de suas águas.

1.2 Usos e apropriações dos Recursos Hídricos na ocupação do território

No plano da ocupação humana, os registros históricos apontam que os mais antigos agrupamentos humanos foram instaurados ao logo dos cursos d'água, dado seu caráter essencial à subsistência. Ao longo dos anos, diferentes atividades humanas têm levado ao uso sem moderação e a apropriações

indevidas dos recursos hídricos, resultando na diminuição e até na escassez das águas, um bem vital para a sobrevivência de todas as espécies. A água é um bem indispensável à sobrevivência humana e animal. O homem necessita desse recurso não só para garantir sua sobrevivência, como também para o desenvolvimento de suas atividades produtivas, tais como agricultura, indústria ou pecuária (TRIGUEIRO, 2005).

Entretanto, num sentido clássico, a maior causa de deterioração ambiental é a exploração do meio ambiente sem observar os critérios de sustentabilidade ambiental, intensificada pelo crescimento populacional que originou e deu vazão à crise ambiental contemporânea (CLARK, 1995). O crescimento da população humana, sobretudo, a urbana, exige cada vez mais recursos para sua sobrevivência, gerando um cenário de degradação em razão do uso insustentável dos recursos naturais, especialmente da água.

O controle do fogo fez com que a interação do homem com a natureza assumisse características próprias e cada vez mais distintas. A invenção da agricultura, por volta de dez mil anos, fez com que a relação homem *versus* natureza mudasse de perspectiva em relação às demais espécies animais. O homem passou, desde então, a apropriar-se dos recursos naturais para a manutenção e perpetuação da espécie (MAY et al, 2003). No que diz respeito ao valor da conservação da água, Barlow e Clarke (2003, p. 3) consideram que:

A água foi um símbolo importante nas lendas e histórias de muitas culturas antigas. Diferentemente das pessoas que vivem nas nações industrializadas e urbanizadas do século XXI, a maioria dos humanos ao longo da história soube que seus recursos de água poderiam se esgotar e mantiveram um respeito saudável pela conservação de qualquer água encontrada. Em tempos bíblicos, quando Isaac voltou a terra onde seu pai Araham havia vivido, os antigos poços abertos por ele eram tão importantes para a vida, que se tornaram motivo de disputa com os povos de outras tribos da região.

Dessa maneira, observa-se que a água doce tem um papel fundamental na configuração da história da humanidade, pois ao desenvolver algumas habilidades e dominar algumas ferramentas, o homem passou a intervir no curso e no ciclo das águas, construindo barragens, canais, alterando cursos

d'águas, em benefício próprio e, na maioria das vezes, sem considerar aspectos como a degradação ambiental e o esgotamento desse recurso natural.

Na modernidade, com o advento da era industrial, com a instituição das unidades produtoras fabris, para se obter mão de obra, foi necessário trazer pessoas do campo para as cidades, que, por sua vez, cresceram de maneira desordenada, originando, então, as periferias. Um exemplo atual desse cenário é que, no Brasil, segundo o IBGE (2010), mais de 11 milhões de habitantes vivem em aglomerados subnormais, denominação dada pelo IBGE para favelas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas. Essa população representa 6,0% da população recenseada em 2010 e ocupa áreas não ideais para urbanização, como algumas encostas com declividade acentuada e áreas de fundos de vales.

Após a Revolução Industrial, a urbanização se apresenta como um dos principais fatores de influência de divisão entre população do campo e população da cidade, o que reflete diretamente na relação sociedade e natureza. Em relação à demanda por recursos naturais, principalmente pela água, Porto-Gonçalves (2006) afirma que até as décadas de 1950 e 1960, ocorreu a migração de pessoas do meio rural para o meio urbano num processo de povoamento das cidades, isto é, a urbanização foi um fenômeno específico e unicamente dos países industrializados. Nesse contexto, a importância do desenvolvimento dos recursos ambientais e as formas com que estes contribuem para a produtividade econômica e o bem estar social nem sempre é observada, embora a maioria das atividades econômicas e sociais dependa do tipo de solo, do clima e da qualidade da água.

Esse crescimento populacional, por sua vez, exerce significativa pressão sobre os recursos naturais, sobretudo os recursos hídricos, e de forma mais intensa nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, onde a produção voltada para exportações é colocada em primeiro plano em detrimento da preservação do meio ambiente. No que diz respeito ao consumo abusivo da água, Martini (2003, p. 89) afirma que:

Hoje consumimos seis vezes mais água doce do que em 1900 – embora a população mundial não tenha crescido na mesma proporção ao longo do século. Os altos padrões de consumo hídrico estão

associados, sobretudo à irrigação dos campos – geralmente perdulária e responsável por mais de 70% da água doce empregada – e pelas indústrias, que utilizam outros 22%. Há estimativas de que o consumo industrial vai pelo menos dobrar até 2025, com um aumento de até quatro vezes nas suas emissões poluentes nos corpos d'água.

Na medida em que as populações e as atividades econômicas crescem, as cidades rapidamente atingem condições de escassez de água ou se deparam com limites para o desenvolvimento econômico.

A ocupação urbana desordenada, principalmente em torno de bacias hidrográficas, vem sendo intensificada de forma desajustada e desrespeitosa. Os rios que atravessam centros urbanos não dispõem mais de seus espaços, atualmente pode se observar, que na maioria das cidades as planícies de inundação (áreas de baixios destinadas à ocupação pelos córregos durante as ocorrências de cheias) se encontram ocupadas, demonstrando que as consequências e transformações são profundas.

Nesse processo, a cobertura natural que margeia o rio é substituída por área impermeável, a qual impede a infiltração das águas da chuva, provocando assim as cheias, assoreamento, erosão do solo e devastação geral.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), o habitante urbano consome água, em média, três vezes mais do que um rural levando em consideração as suas atividades. Nesse caso, deve ser considerado, também, o habitante urbano nas diferentes realidades financeiras. Isto é, o habitante com um maior poder aquisitivo demanda maior quantidade de água. Depreende-se disso que o maior consumo dos recursos naturais, principalmente o da água, está sempre vinculado ao crescimento populacional e econômico. Da década de 1950 até os dias atuais, a população cresceu três vezes mais, ao passo que a demanda pela água cresceu mais de cinco vezes (IBGE, 2010).

Para além da demanda doméstica, a atividade industrial tem um percentual significativo do uso da água, respondendo por cerca de 20% do consumo total de água, utilizando grandes quantidades de água limpa conforme o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL–MMA, 2013). O uso nos processos industriais é diverso e, dependendo da atividade e tecnologia adotada, a água resultante dos processos industriais (efluentes industriais) pode carregar

resíduos, contaminando os mananciais. Salienta-se, ainda, o uso agrícola da água, onde a irrigação consome mais de dois terços da água doce utilizada no planeta.

As ocupações urbanas desordenadas, o aumento da impermeabilização do solo, e o descarte incorreto de resíduos sólidos são fatores determinantes para alterar a permeabilidade do solo, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial, e por consequência modifica o ciclo das águas nas cidades. A urbanização faz com que o escoamento seja incrementado e que a infiltração diminua, em uma mudança de regime de escoamento localmente mais drástica do que aquela provocada pelo desmatamento (FENDRICH; IWASA, 1998 apud VENDRAME; LOPES, 2005). Tendo em vista o crescimento populacional como um dos maiores problemas em evidência para o consumo da água, Tucci (1998) assevera que:

Nos aproveitamentos dos recursos hídricos, os aspectos ambientais não eram sequer questionados. A visão econômica dos benefícios estava voltada fundamentalmente para o crescimento econômico, que exige maior uso dos recursos naturais. Com a deterioração dos recursos naturais, criou-se uma preocupação maior com a quantificação do impacto que a exploração humana pode provocar na bacia, buscando-se medidas preventivas que minimizem estes danos.

O total de água disponível é, pois, o fator determinante para a manutenção e a preservação dos nossos ecossistemas, sejam eles naturais ou produtivos. Tal variação na quantidade e na qualidade da água pode trazer prejuízos no que se refere aos aspectos sociais e econômicos. Isto é, afetaria o abastecimento das cidades, comprometeria a produção agrícola, e, como bem sabemos, toda a geração de energia necessita de quantidades elevadas de água para sua produção. Com a não produção de energia, fábricas e indústrias diminuiriam suas produções, o que, conseqüentemente, afetaria tanto a economia como vários outros setores (FERNANDES, 2002).

1.3 Impactos nos recursos hídricos decorrentes de atividades humanas

O homem, comumente, procura de maneira cada vez mais crescente ideias e tecnologias para extrair da natureza elementos naturais, deixando um

rastros impactantes dessa exploração que busca não somente atender às suas necessidades, sem se preocupar com os danos e impactos negativos causados ao ambiente.

No ambiente urbano, a partir das diversas relações estabelecidas com a natureza, a paisagem tornou-se resultado da intervenção humana, e no decorrer dos tempos, essas relações se tornaram conflitantes, exacerbando a necessidade de preservação do meio ambiente.

Os problemas ambientais gerados por essa coexistência conflituosa começaram a ser percebidos com maior intensidade no século XXI, principalmente pela exploração descontrolada dos recursos naturais, associado ao crescimento demográfico, razões do aumento na demanda dos recursos básicos do planeta para a sobrevivência humana.

Apesar disso, conforme já apontado, um dos fatores que provocam significativo estado de alerta decorrentes desse panorama apresentado é o que diz respeito aos recursos hídricos. O uso indiscriminado da água, sua poluição e escassez, estão sendo considerados como uma das questões mais graves do século XXI, comprometendo vários outros fatores de relevância mundial, como a segurança alimentar e a saúde pública.

Para melhor compreensão dos problemas sofridos pelos recursos hídricos ante a ação antrópica, é importante, porém, trazer o conceito de impacto ambiental, uma vez que existem diferenças contextuais. Nesta pesquisa, foi adotado o que consta na Resolução CONAMA n. 001, de 1986. Nesse documento, é considerado impacto ambiental;

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1996).

É importante observar que a lei não aponta diretamente o agente causador da degradação, se é o ser humano em si, uma consequência de atividade antrópica, ou até mesmo um fenômeno natural como um raio que

atinge determinada floresta e acaba por destruí-la por meio de um incêndio. O que fica evidenciado é o fato de que a degradação ambiental (alterações adversas das características do meio ambiente) produz exclusivamente impacto ambiental negativo.

Nessa perspectiva, a partir dos diversos fatores de apropriação da natureza, tais como as atividades humanas que influenciam nesse processo, as relações sociais que as produzem, as inter-relações que determinam as mudanças ocorridas no espaço geográfico, pode-se apontar como a apropriação e a utilização dos recursos naturais trazem impactos gerados pela ausência de planejamento eficaz e/ou comprometimento com o meio ambiente.

Sabendo-se que o crescimento e o desenvolvimento urbano causam o aumento da demanda por água, por conseguinte, seu uso intensivo provoca a degradação dos mananciais devido à contaminação pelos resíduos urbanos, observa-se que uma das principais causas da contaminação dos mananciais se origina no despejo de poluentes, tanto os esgotos domésticos e industriais, como os resíduos da construção civil e de culturas agrícolas em áreas próximas aos mananciais. Nesse ínterim, as substâncias agrotóxicas despejadas pelas atividades agrícolas em mananciais não agredem somente a água superficial, mas os lençóis freáticos e o solo, causando inúmeros danos a esses recursos naturais, tornando-os inférteis e de baixa qualidade.

No que se refere à degradação do meio ambiente através de atividades antrópicas, o Centro de Tecnologia Mineral do Ministério de Ciências, Tecnologia e Inovação (CETEM/MCTI, 2014, p.16) apresenta relatórios apontando que, embora a extração mineral proporcione riquezas e desenvolvimento econômico local, gera impactos irreparáveis no meio ambiente. Segundo relatório, especialistas argumentam que “estes impactos têm confinamento limitado, sendo pontual e local”. Há de se considerar a enorme carga impactante da atividade de extração mineral no Brasil sob o meio ambiente caracterizada e exercida por mais de 3 mil minas e nove mil mineradoras em plena atividade de extração somados a milhares de garimpeiros espalhados por todo o território. ⁴

⁴ Os impactos concernentes as atividades de mineração serão apresentadas de forma pontual no capítulo III deste trabalho.

Conforme Fernandes (2002), os percentuais de água disponíveis para um determinado recorte espacial é fator determinante para a manutenção e preservação dos ecossistemas, tanto os naturais quanto aqueles produtivos. Quando há variações nesses percentuais, haverá também, por conseguinte, variações tanto positivas quanto negativas nos aspectos sociais e econômicos. Isto é, o abastecimento de água interfere diretamente na produção agrícola e na geração de energia, que necessita de quantidades elevadas de água para sua produção.

Para além da disponibilidade em quantidade, outro fator relevante é a qualidade do recurso disponível. A qualidade da água pode ser avaliada pelo grau de sua composição e de suas substâncias. Suas características básicas são física, química e biológica. Alguns parâmetros físicos como temperatura da água, densidade, turbidez, bem como indicadores químicos como oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio, fósforo demonstram a qualidade da água disponível em um determinado espaço (TUCCI, 1988).

Quanto às alterações nas quantidades de recursos hídricos disponíveis, é sabido que estas ocorrem mediante a interferência humana no meio ambiente, destacando-se entre estas o desmatamento, as construções de barragens, o manejo indevido do solo. Especialmente no que tange aos recursos hídricos em ambientes urbanos, Fernandes (2002) destaca que um dos principais problemas ambientais do Brasil é a deterioração dos rios nos grandes centros urbanos, o que resulta não só na diminuição da vazão, como também na supressão dos cursos d'água, pela expansão urbana.

O crescimento populacional se sobrepondo a áreas de mananciais traz consigo inúmeros impactos, como a impermeabilização do solo, a remoção florestal, o aumento de lançamento direto de lixo e de esgoto na natureza e a localização de aterros sanitários próximos aos mananciais, alteração na qualidade da água. Nos centros urbanos, os problemas de lixo e esgotamento sanitário são os que mais atuam na degradação de mananciais de abastecimento. Logo, fica evidente que tanto a quantidade quanto a qualidade da água podem ser afetadas por vários fatores sejam eles químicos, físicos, biológicos ou por ação antrópica. Para Dalarmi (1995), a maior ameaça à

qualidade da água bruta dos mananciais reside na expansão urbana sobre suas bacias.

Um dos impactos mais significativos da degradação de mananciais é a crescente escassez de água de qualidade. Nos ambientes urbanos, os mananciais encontram-se comprometidos desde suas nascentes, em razão da apropriação e uso inadequado pela população. Nesses ambientes, observa-se numa dinâmica gradual, que grande parte da vegetação nativa já foi suprimida, dando lugar ao assoreamento em razão da exposição do solo. Em decorrência disso, ocorre o desencadeamento de vários impactos, como as erosões, os processos de desgaste do solo (desagregação, arranque, transporte e deposição de sedimentos) que são, por fim, depositados ao longo do curso fluvial, causando, por conseguinte, assoreamento de todo curso do manancial.

Nesse cenário de degradação, nos períodos chuvosos, com o grande volume do escoamento pluvial, parte do solo assoreado é transportada pela água, sendo conduzida, então, para o leito do manancial que tende a ficar cada vez mais raso, diminuindo a qualidade da água e impactando as relações ecológicas da região. Atualmente, o ritmo de exploração, degradação e destruição dos recursos naturais se tornou, em muitos domínios, mais acelerado do que a capacidade da natureza para repô-los.

Outro setor que traz uma grande preocupação acerca da preservação e conservação do meio ambiente é a extração de minerais, utilizados como matéria-prima para diversos segmentos do setor industrial, construção civil, além de serem aproveitados como fontes energéticas. No entanto, a extração dos minerais desencadeia uma série de problemas ambientais e socioeconômicos, afetando diretamente a natureza e a qualidade de vida da população. Apesar de existirem normas ambientais para a realização das atividades mineiras, as áreas exploradas sofrem modificações irreversíveis.

1.4 Bacias Hidrográficas como elemento de Planejamento

Para a ANA (2005), a preservação de bacias hidrográficas é uma medida de proteção e restauração da qualidade ambiental e dos ecossistemas aquáticos. Essa estratégia tem como fundamento a constatação de que muitos

dos problemas relacionados à disponibilidade de recursos hídricos de qualidade podem ser evitados ou resolvidos de maneira eficaz, por meio de ações que compreendam a bacia hidrográfica como um todo, considerando assim, todos os usos e atividades desenvolvidas em sua área de abrangência, bem como todos os atores-sociopolíticos envolvidos.

O estudo de cada região para conhecer seu potencial hídrico é uma importante forma de atingir a eficiência e a equidade no seu uso e de promover a sua conservação e proteção. A Declaração Universal dos Direitos da Água (ONU - 1992) reconheceu o valor da água e a importância de sua manutenção em seu sexto princípio, propondo que a água não se constitui como uma doação gratuita da natureza, pois “ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer lugar” (ONU, 1992).

Para evitar que isso ocorra, são necessários estudos preliminares das características hídricas do território, articulando com os demais dados geográficos e socioeconômicos. Partindo-se dessa análise, é descrita a situação atual do recurso hídrico na região (disponibilidade, demanda, qualidade e conflitos presentes) e também as principais tendências de mudança nessa área estudada. Esses levantamentos em geral são acompanhados por planos específicos dos tipos de usos inerentes às bacias e recursos hídricos disponíveis que, em geral, propõem metas de curto, médio e longo prazo (para até 20 anos), bem como ações e programas necessários, para alcançar resultados positivos acerca da preservação e conservação dos recursos hídricos existentes.

Atualmente, o estágio de desenvolvimento da PNRH e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos preconizados pela lei 9.433 de 1997 ainda não é uniforme em todo o território nacional. Persistem as necessidades de aprimoramento e adequação às diversidades nacionais para que se consiga, efetivamente, o adequado gerenciamento desse recurso fundamental não só para a sobrevivência do homem, mas principalmente do meio em que ele vive.

A Lei 9.433/97 demarca concretamente a sustentabilidade dos recursos hídricos em três fatores importantes: a disponibilidade de água, a utilização racional e a utilização integrada. Desse modo, são garantidas a

disponibilidade e a proteção de água de boa qualidade, por intermédio de instrumentos legais, de uma utilização racional e integrada. Apesar disso, considera-se importante ressaltar que a relação existente entre homem e água precede ao Direito, ficando àqueles que desfrutam desse recurso a incumbência de tomar parte no processo de gerenciamento dos recursos hídricos e da conservação do meio ambiente como um todo. E, nessa perspectiva, tanto o Estado como o Direito são entes abstratos que demonstram as manifestações da vontade do homem. Logo, a efetividade da lei e o gerenciamento adequado dos recursos hídricos estão nas mãos não só do ente público, mas também perpassa a responsabilidade de cada indivíduo.

1.5 Gestão de Recursos hídricos e Bacias Hidrográficas

Para Silva e Pruski (2003, p. 3), um processo de gestão, seja ambiental ou de recursos hídricos, deve ser constituído 1. por uma política que estabeleça as diretrizes gerais; 2. por um modelo de gerenciamento que estabeleça a organização (ou configuração) administrativa e funcional necessária para tal; e 3. por um sistema de gerenciamento. Tal sistema é constituído pelo conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, para execução da política, por meio do modelo adotado e tendo por instrumento o planejamento ambiental. Nesse sentido, Silva e Pruski (2000, p. 4) propõem que:

O gerenciamento ou gestão de um recurso natural, econômico ou sociocultural consiste na articulação do conjunto de ações dos diferentes agentes sociais, econômicos ou socioculturais iterativos, objetivando compatibilizar o uso, o controle e a proteção deste recurso ambiental, disciplinando as respectivas ações antrópicas, de acordo com a política estabelecida para o mesmo, de modo a se atingir o desenvolvimento sustentável.

Em perspectiva semelhante, segundo Tucci (1988, p. 24), o gerenciamento de Recursos Hídricos tem por característica um campo de atuação que abrange muitas áreas. O planejador trabalha com base no processo quantitativo em diferentes momentos e de forma clara e resumida, para que sejam tomadas as decisões e com elas atenda da melhor forma possível, à sociedade e haja proteção do meio ambiente. E por ter esta variedade de

alternativas no que diz respeito aos Recursos Hídricos, o planejador deve ter o cuidado para se utilizar a melhor metodologia possível antes de tomar qualquer iniciativa, para que a mesma, verdadeiramente, auxilie no gerenciamento da quantidade de água potável disponível.

A primeira experiência brasileira na gestão de recursos hídricos teve início na década de 30 e estava vinculada à questão agrícola. Em 1933, foi criada a Diretoria de Águas, no Ministério da Agricultura, logo em seguida, em 1934, esse serviço foi transferido para a estrutura do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), quando foi criado o Código de Águas, que até hoje está em vigor.

No Centro-Oeste encontram-se quatro bacias de grande relevância em termos de volume de água no país, que estão entre as oito maiores do Brasil, a saber: do rio Amazonas, do rio Araguaia-Tocantins do rio São Francisco e do rio Paraná.

A Bacia Amazônica ocupa cerca de 42% da superfície brasileira, e 38,1% de todo território da região do Centro-Oeste. Sua extensão vai do Andes até o Oceano Atlântico. Possui uma descarga média anual de 1042Km³/ano em território nacional e 444Km³/ano na região Centro-Oeste (ISA GAMA - UNICAMP/NEPO p. 3)

Tendo em vista a importância na participação no Estado de Goiás, a Bacia do rio Araguaia-Tocantins apresenta menor abrangência territorial, com 20,8% da área da região. No entanto, quando comparada à bacia do Amazonas em termos de distribuição por Unidades Federativas, ela compreende aproximadamente 64% da área do Estado de Goiás, 13% do Estado de Mato Grosso e 13% da superfície do Distrito Federal (ISA GAMA - UNICAMP/NEPO p.4).

O Governo tem divulgado propagandas em revistas de grande circulação convocando a população a participar dos comitês, mas ainda falha no aspecto organizacional. Não há, ainda, na ANA um sistema de informações bem estruturado, acessível a qualquer pessoa interessada, funcionando como um canal democrático de acesso aos dados e informações relacionadas aos comitês. Pode-se dizer que houve uma evolução institucional no plano federal com a Lei 9433/97, que instituiu a criação da ANA, e a implementação do CNRH, porém encontra-se em fase de transição. São muitas as barreiras e as dificuldades surgidas ao longo do processo de implementação dos

comitês no Brasil, algumas delas com raízes profundas e de difícil modificação. No entanto, não se pode ignorar que as ações que vêm sendo tomadas em prol de um melhor gerenciamento dos recursos hídricos estão na direção certa, fundamentadas no sucesso de iniciativas de âmbito internacional (FERNANDES, 2002 p. 56).

O Brasil aderiu definitivamente à gestão dos usos da água a partir da lei federal nº 9.433/97 que estabeleceu como fundamento da PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos (art. 1º, II Parágrafo Único) que "a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico". Portanto, na legislação brasileira, a água é considerada como bem de domínio público, não podendo ser tomada como propriedade particular, sendo então definida como bem dos Estados e da União. Esse domínio estatal, porém, produz para o estado a obrigação de administrar. Farias (2005) afirma que, ao tratar a água como bem público, o estado passa a ter a função de cuidar de algo que não é seu, mas sim da coletividade. Essa determinação legal comparece no art. 18 da Lei 9.433/97 o qual dispõe que "a outorga não implica a alienação parcial das águas que são inalienáveis, mas o simples direito de uso". Assim sendo, no Brasil, o acesso à disponibilidade de água é um direito constitucional, ao qual, todos devem ter acesso. A água deve, pois, ser compreendida como um patrimônio comum da nação.

Partindo da premissa de que os problemas mais significativos sofridos pelo bem natural água se originam do fato de ela se apresentar como um bem comum, ou seja, com custo zero, há uma recorrência do fato de cada consumidor individual não estabelecer limites, regras e hábitos de manejo correto em seu consumo, incorrendo, muitas vezes, em abusos na utilização do recurso. Daí a necessidade de gestão governamental desse bem.

Assim, com o objetivo de ampliar a eficácia na gestão da água, foi criada a legislação inerente à questão dos recursos hídricos. O Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente, criou, no ano de 1995, a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH-MMA), com a responsabilidade de propor a formulação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, bem como acompanhar e monitorar sua implementação.

Nesse contexto no Congresso Nacional, no ano de 1997, foi editada a lei 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e criou o

Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH. A Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997 criou o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, atribuindo a administração dos recursos hídricos ao poder público, aos usuários e à comunidade. Trata-se de uma lei atual, avançada e importante para a ordenação territorial, em seu sentido mais amplo, caracterizada por uma descentralização de ações, contra uma concentração de poder.

A partir dessa lei, observam-se importantes avanços no gerenciamento e na aplicação dos instrumentos de gestão em todo o país, como a regulamentação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Trata-se do principal fórum de discussão nacional sobre gestão de recursos hídricos, constituindo-se como um importante órgão articulador das políticas públicas, do gerenciamento de águas em diferentes domínios. Posteriormente à instituição do CNRH, no ano de 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), que tem como finalidade implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Esta lei institui os princípios básicos praticados hoje na gestão de recursos hídricos. O primeiro princípio é o da alocação da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. O segundo é o dos usos múltiplos. O terceiro é o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável. O quarto é o do reconhecimento do valor econômico da água, indutor do uso racional desse recurso natural, dado que serve de base à instituição da cobrança pela utilização dos recursos hídricos, e quinto e último é o da gestão descentralizada e participativa.

A experiência brasileira de administração e gestão de recursos hídricos, segundo a divisão geográfica de bacias hidrográficas, tem avançado muito, a partir da definição de gestão dos recursos hídricos, conforme o modelo de bacias hidrográficas, e respeitando o marco maior da lei federal 9.433, adaptando a gestão à nova Política de Recursos Hídricos. No capítulo a seguir será apresentada as características e aspectos gerais da Bacia do Córrego Santo Antônio localizada no município de Aparecida de Goiânia-GO.

CAPITULO II

2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA.

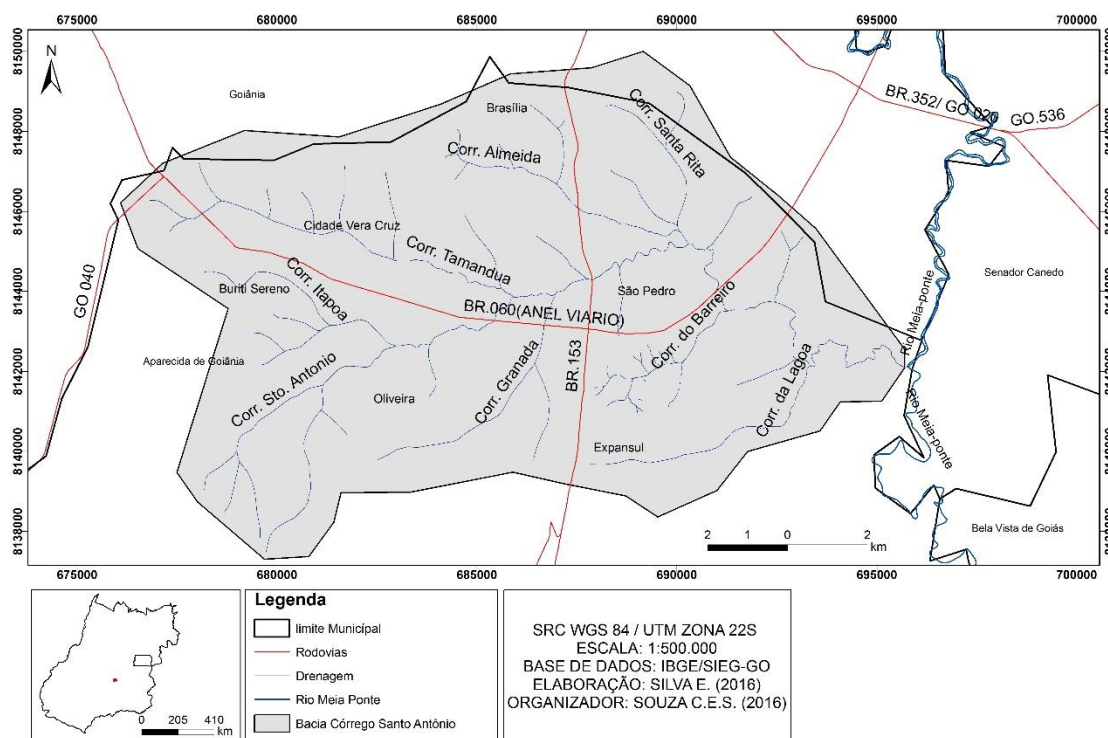
Apesar da Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio não ser a responsável pelo abastecimento do município de Aparecida de Goiânia, a mesma responde por mais de 60% da drenagem, interferindo diretamente no meio ambiente urbano do município. Conforme já se destacou neste estudo, as bacias integram uma noção conjunta de condições naturais e atividades humanas nelas desenvolvidas, resultando em comportamentos e alterações significativas. Tais resultados podem, eventualmente, apresentar causas naturais, entretanto, parte-se do princípio de que a atuação do homem implica diretamente na aceleração dos processos de antropização, provocando desequilíbrio do sistema.

Para a caracterização dos aspectos ambientais da Bacia do Córrego Santo Antônio, considera-se fundamental evidenciar os condicionantes naturais do meio físico, tais como clima, solo, geologia e relevo, os quais subsidiarão a análise referente à deflagração e à aceleração dos processos de degradação ambiental. Visto dessa forma, será apresentada, inicialmente, sua localização geográfica correspondente aos seus aspectos físicos, enfatizando características da geologia e da geomorfologia. Na sequência, propõe-se uma análise descritiva de aspectos referentes à ocupação do município de Aparecida de Goiânia.

2.1 A Bacia do Córrego Santo Antônio e seus aspectos físicos

A Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio, possui aproximadamente 157 km², conforme se observa no Mapa 1 a seguir. Esse córrego nasce na Serra das Areias, com altitudes próximas dos 920 metros e deságua no rio Meia Ponte, com altitude próxima a 640 metros.

Mapa 1. Delimitação da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE/SIEG-GO.

O Mapa 1 evidencia que a bacia é cortada por duas importantes rodovias, a BR 153 e a GO 060. Portanto, configura-se como um local de grande escoamento. Outro fator relevante é a conurbação com Goiânia, o que potencializa o adensamento urbano.

Em relação à rede de drenagem à jusante da bacia encontra-se o Rio Meia Ponte, implicando no fato de que os danos ambientais à montante da bacia do córrego Santo Antônio atingem diretamente o rio Meia Ponte.

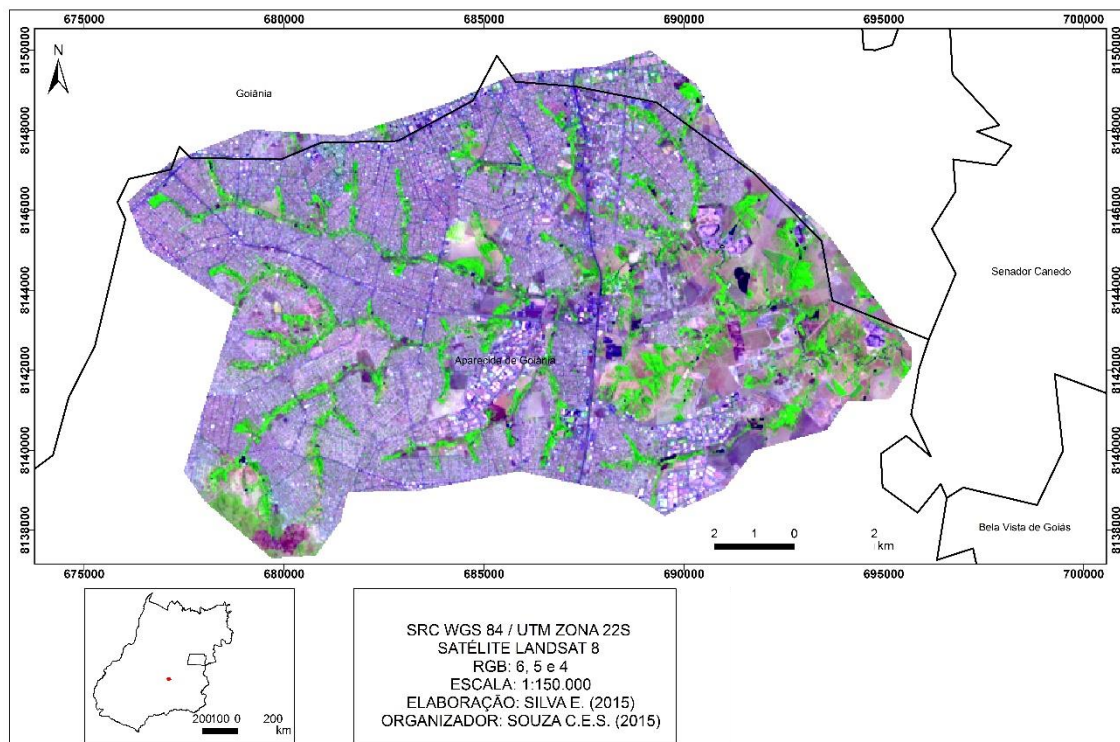
Nessa perspectiva, considera-se que os problemas relacionados aos usos dos recursos hídricos na bacia do córrego Santo Antônio não devem ser tratados de forma isolada e dissociada das questões globais do meio ambiente.

A dinâmica de ocupação do solo e a urbanização dispersa são, pois, fatores que ocasionam uma forma de uso intensivo dos recursos naturais, impactando significativamente a qualidade do meio ambiente e gerando déficit ambiental.

Numa breve percepção espacial do uso e ocupação do solo na bacia, elaborou-se uma carta imagem com base em imagens do satélite Landsat 8, para a data de 08 agosto de 2015. É importante salientar que essa imagem, ainda que de resolução moderada, é a mais atual disponibilizada gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A partir da análise da carta imagem, observa-se alto índice de adensamento urbano ao longo da bacia. É possível perceber a supressão das matas ciliares em toda a bacia e a pouca vegetação existente concentra-se nas margens dos córregos, como evidencia o Mapa 2.

Mapa 2. Carta imagem da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.



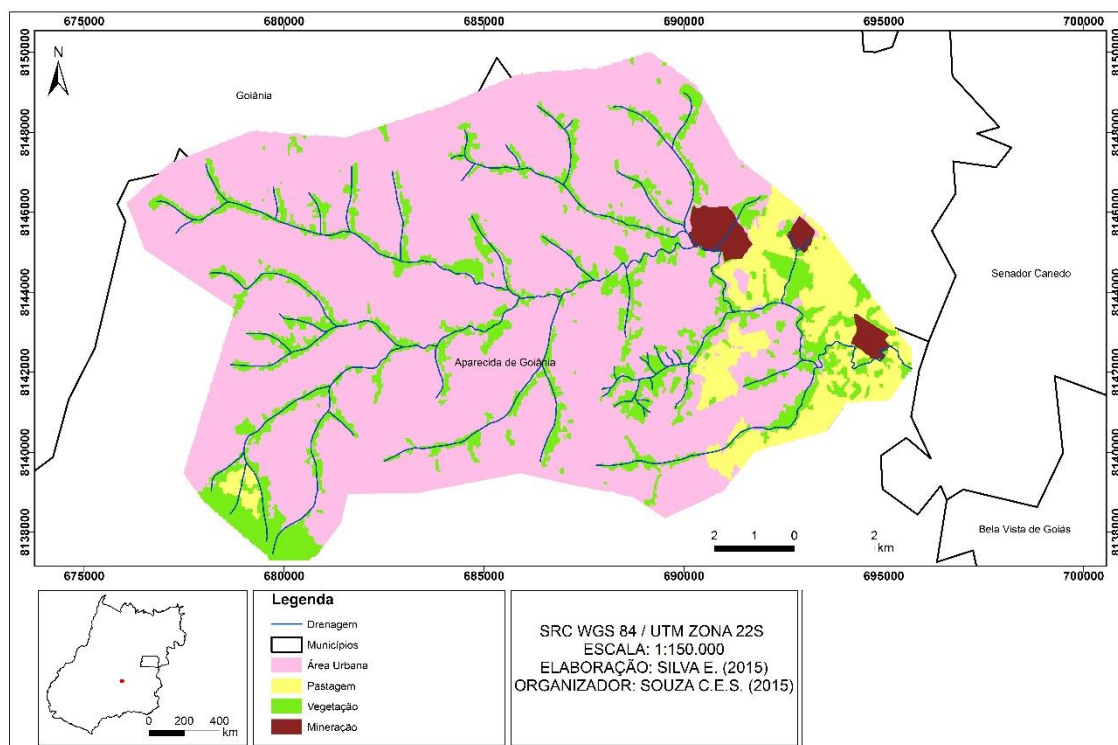
Fonte: Elaborado a partir dos dados NASA, 2015.

Para melhor quantificação e qualificação dos dados apresentados na carta imagem, realizou-se o processo de classificação supervisionada.⁵ E

⁵ Classificação da imagem refere-se ao processo que permite extrair informações qualitativas e quantitativas de uma imagem de satélite. Foi feita pelo método de segmentação (extração de feições homogêneas) no *software* ENVI 5, e por inspeção visual no *software* ArcGis. 10.2.

assim, foi gerado o Mapa 03, indicando os usos e ocupações predominantes em 2015:

Mapa 3. Classificação do uso da terra da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia, para o ano de 2015.



Fonte: Elaborado a partir dos dados NASA, 2015.

Para ampliar as possibilidades de compreensão dos impactos ambientais intensificados pelo uso inadequado da bacia, foram elaborados os mapas de geologia, solos relevo e declividade, que serão apresentados a seguir.

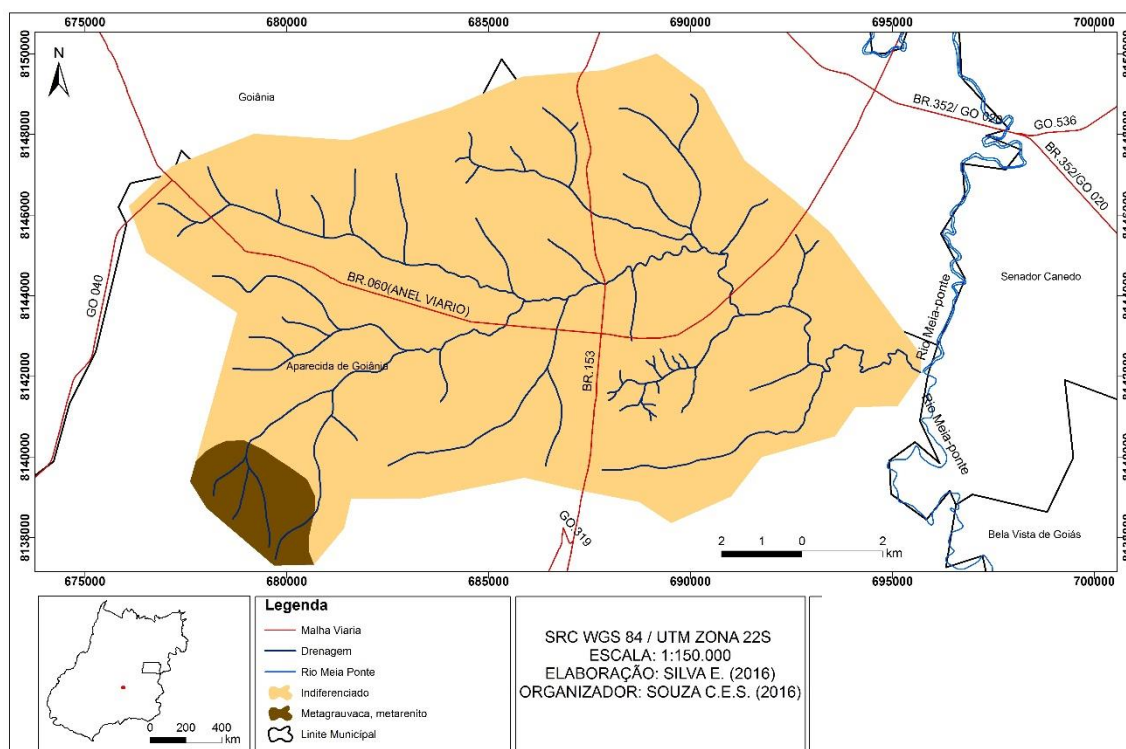
2.2 Geologia e Geomorfologia

A Geologia compreende o estudo das rochas, sua deformação e estruturação, idade e potencial econômico, além de suas inter-relações com o meio físico. A compreensão geológica é fundamental para o entendimento das formações rochosas e de como as suas estruturas compõem as formas de relevo.

A geologia do município de Aparecida de Goiânia, por sua vez, é integralmente representada por um conjunto de rochas metamórficas,

denominadas de Grupo Araxá, representada no Mapa 4, como unidade geológica indiferenciada, metagrauvaca e metarenito. Essas unidades também podem ser classificadas como unidades C (PMaC – micaxistos) e D (PMaD – quartzitos). (LACERDA FILHO et al., 1999).

Mapa 4 – Geologia da Bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Elaborado a partir dos dados da NASA, 2015.

De acordo com Rodrigues et al. (2005), o grupo Araxá, da área de estudo, é composto por xistos e quartzitos. Os xistos são rochas ricas em micas (muscovita, biotita e clorita), constituídas por quartzo, granada e mais raramente feldspatos e turmalina, caracterizando-se ainda pela facilidade de alteração por processos de intemperismo, que consistem na variação do calor, infiltração de água, ação do vento e erosão. Estendem-se pelas áreas rebaixadas do relevo e afloram como lajeados ao longo dos rios da bacia.

Quanto aos quartzitos, são rochas ricas em quartzo e podem conter concentrações variáveis de micas (muscovita). Esses são mais resistentes ao intemperismo, ocorrem nas áreas topograficamente mais elevadas, nas

localidades da Serra da Areia (RODRIGUES et al., 2005). Essas características apontam o alto potencial da bacia para o desenvolvimento de atividade de extração mineral, que é explorada na bacia de forma significativa.

Outro fator relevante para o estudo do meio é a geomorfologia. O estudo da geomorfologia de uma determinada área tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais (CASSETI, 2006).

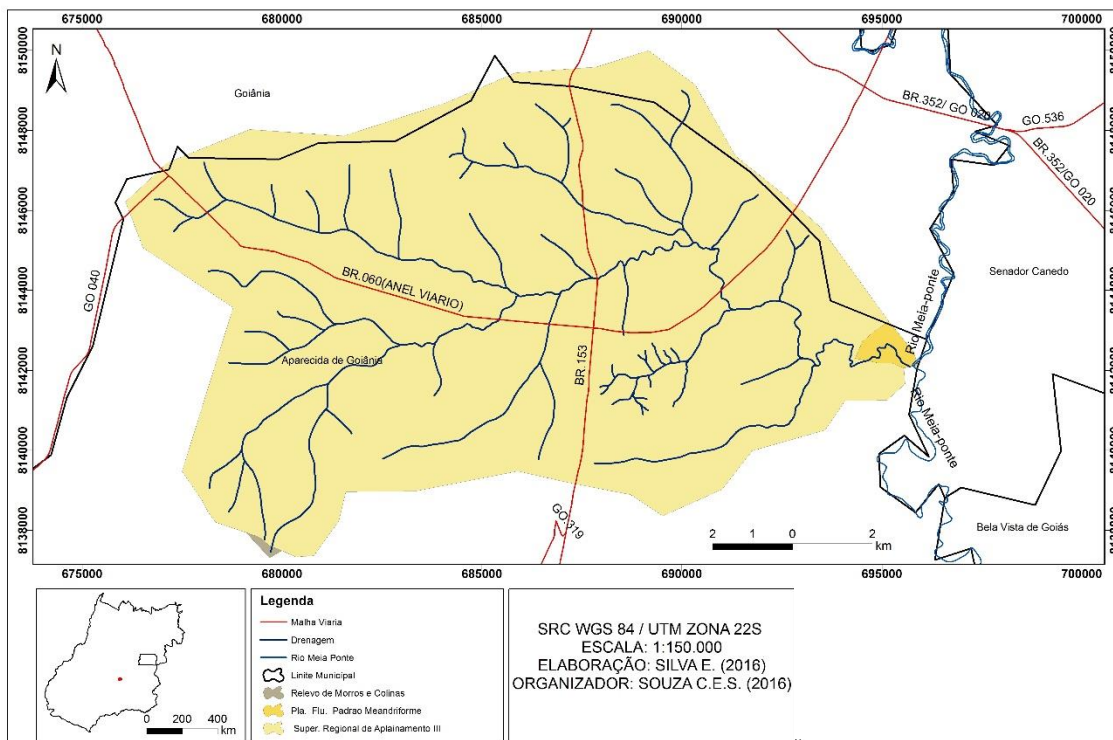
O relevo deve ser compreendido como resultado tanto de fatores endógenos, quanto de fatores exógenos. E ainda, é um dos elementos naturais que contribuem para suscetibilidade ou não da ocorrência de impactos ambientais a exemplo de erosões e de assoreamentos.

As unidades geomorfológicas correspondem à associação de formas de relevo geradas por uma evolução comum e foram individualizadas, no caso em estudo, em Relevo de Morros e Colinas, presente na Serra das Areias, onde se localiza a nascente do córrego Santo Antônio.

Nesse sentido, quanto as declividades da bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio, observa-se que predominam relevos planos e suavemente ondulados, com exceção da porção que ocorre no extremo sudoeste da bacia do Santo Antônio, onde está situada a Serra das Areias pertencente à classe de relevo montanhoso e das proximidades da sub-bacia do córrego Barreiro onde ocorrem relevos ondulados.

Em sua jusante, encontro com o rio Meia Ponte, tem-se Planície Fluvial com padrão Meandriforme. Essas duas unidades representam menos de 5% da bacia. O relevo predominante é o de Superfície Regional de Aplainamento como apresentado no mapa 5.

Mapa 5 – Geomorfologia da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.

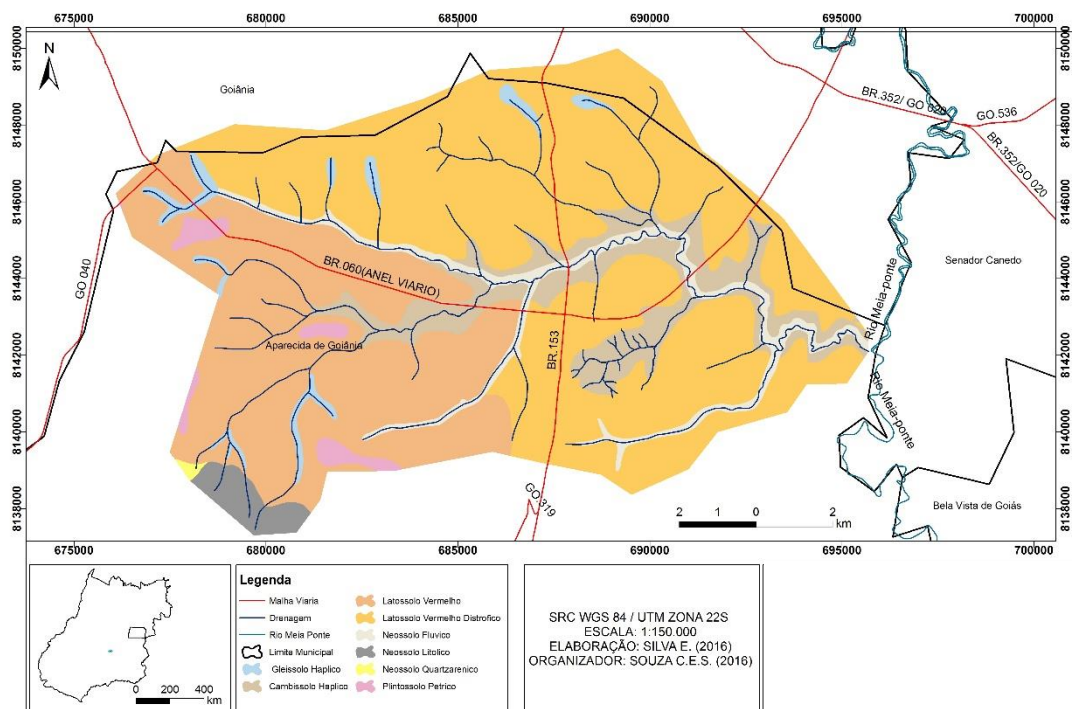


Fonte: Elaborado a partir dos dados da NASA, 2015.

Os compartimentos geomorfológicos presentes na bacia foram definidos por Rodrigues et al. (2005) e denominados de Região da Serra da Areia, Região das Chapadas e Região do Vale do Meia Ponte. De acordo com as análises dos autores, a Região da Serra das Areias é representada pela serra homônima e adjacências, constituindo-se como um padrão de relevo forte ondulado, apresentando máxima amplitude de altitude com cotas na ordem de 760 a 999 metros.

Associados com essas compartimentações geomorfológicas encontram-se os solos mais representativos, sendo eles os Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos. Esses últimos possuem importância econômica regional por estarem associados às jazidas de areia (RODRIGUES, et al., 2005) apresentadas no Mapa 6.

Mapa 6 – Solos presentes na da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Elaborado a partir dos dados da NASA, 2016.

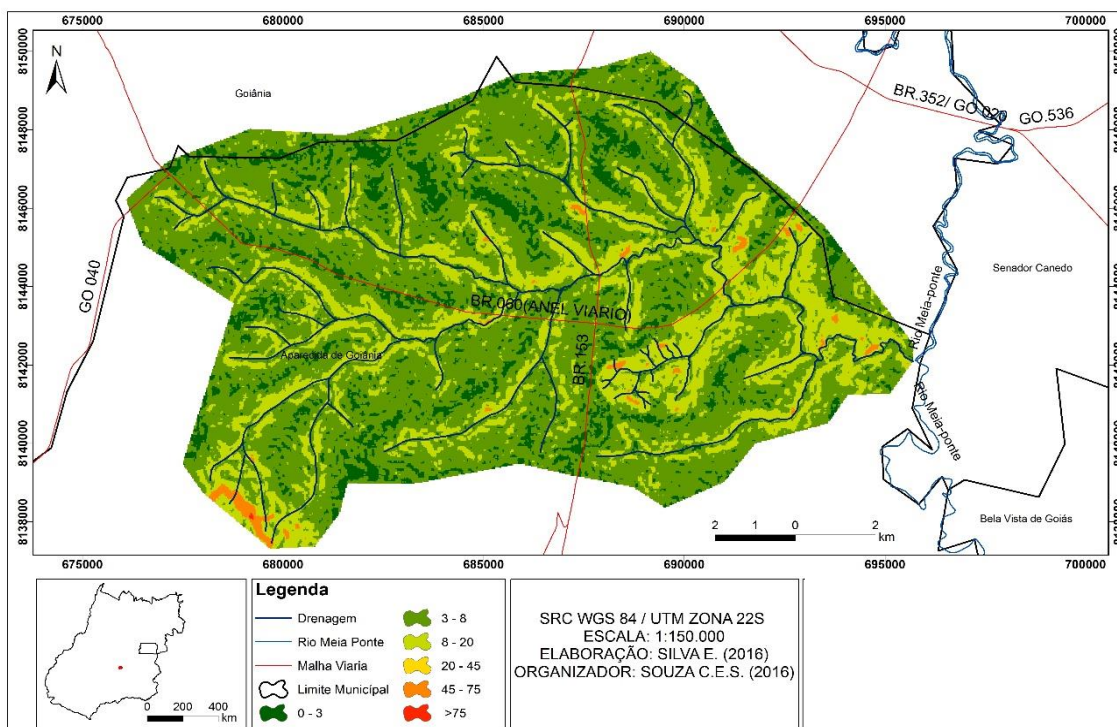
Apesar da formação plana dos Latossolos, favorecerem o cultivo de alimentos e formação de áreas de pastagens, observa-se que no município de Aparecida de Goiânia, essas áreas são predominantemente ocupadas pelo adensamento urbano, evidenciando a falta de planejamento da ocupação territorial urbana.

Quanto à Superfície Regional de Aplainamento, denominada por Rodrigues (2005) como Região das Chapadas, o relevo apresenta padrão suave ondulado, com predomínio de Latossolos Vermelhos e Latossolos distrófico Vermelho-Amarelos nas áreas aplainadas e Cambissolos Háplicos nas vertentes de drenagens mais encaixadas.

Na porção de ocorrência dos Latossolos, além do relevo suave ondulado, as classes de declividade predominantes são de 0 a 3% (Mapa 7). Devido a esses fatores, durante o período chuvoso, a velocidade de escoamento da água na drenagem é baixa, pressupondo impactos por transporte de sedimentos, menores do que aqueles provocados pelos processos de intemperismo e pedogênese, ou seja, é uma formação de relevo considerada estável do ponto de vista geodinâmico.

A associação dos fatores: forma de relevo, tipo de solo e declividade evidenciam que a bacia, em quase sua totalidade, é propícia à ocupação urbana (RODRIGUES et al., 2005).

Mapa 7 – Classes de declividade ao longo da bacia do Córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pela NASA, 2016.

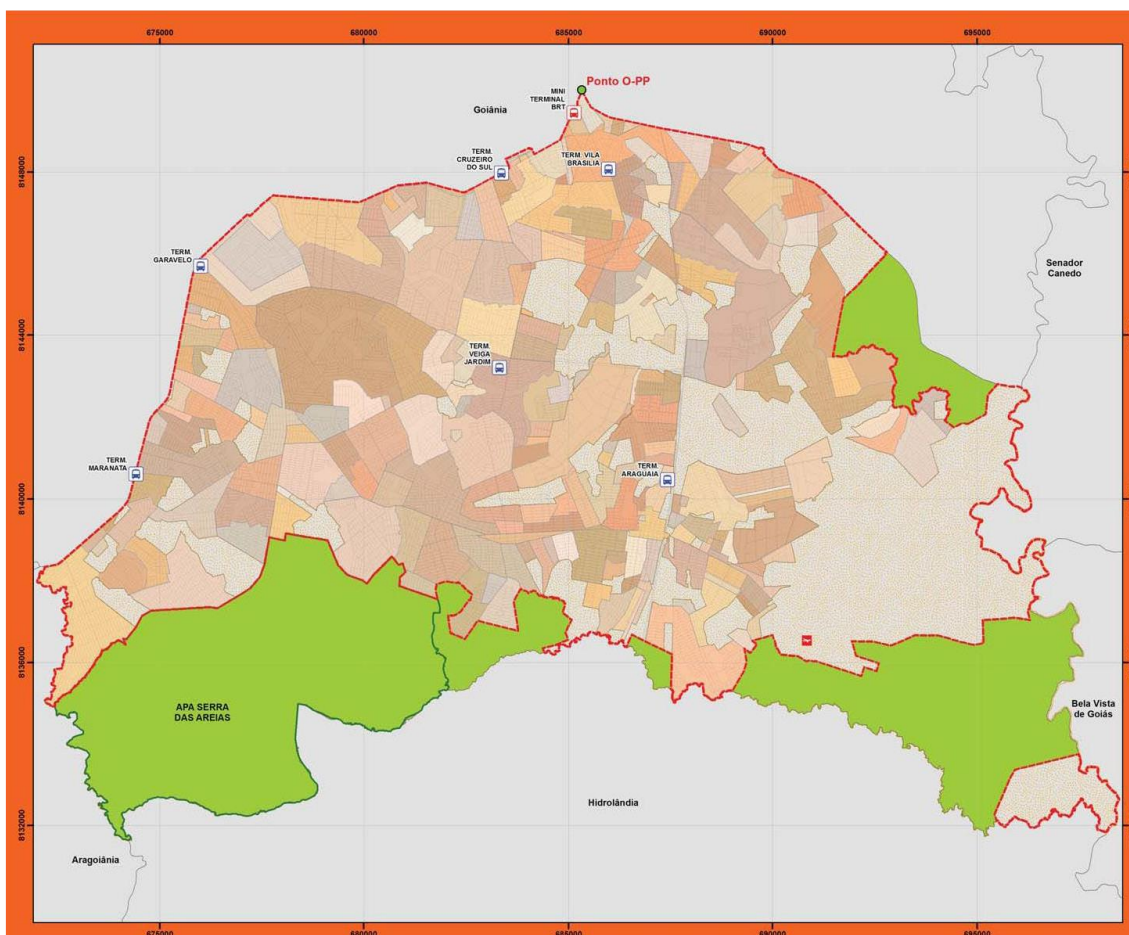
Em uma extensa faixa, ao longo das margens do Córrego Santo Antônio, concentram-se os Cambissolos Háplicos e Neossolo Flúvico. Essas categorias de solos apresentam como principais limitações para uso, o relevo com declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de pedras na massa do solo (EMBRAPA, 2006). Conforme observações em campo, nas localidades desses solos, encontram-se vários processos de sedimentação e ocorrência de processos erosivos. Observa-se, também, que nesta porção da bacia, há declividade de 8 a 75%, o que contribui para os problemas mencionados.

Os mapas apresentados possibilitam maior compreensão do meio físico da bacia. Esses elementos assumem importância fundamental no

processo de ocupação do espaço, fator que inclui as propriedades de suporte ou recurso, cujas formas ou modalidades de apropriação respondem pelo comportamento da paisagem e suas consequências. Visto dessa forma, na seção a seguir serão apresentadas características dos modos de ocupação do município de Aparecida de Goiânia, as quais embasam a compreensão que se depreende dos mapas elencados para esta pesquisa.

2.3 Ocupação do município de Aparecida de Goiânia

Figura 1. Delimitação do município de Aparecida de Goiânia



Fonte: Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia, (2015).

O histórico da ocupação do município de Aparecida de Goiânia recupera elementos que indicam sua antecedência em relação à ocupação de Goiânia. Sua fundação, como povoado, ocorreu em 1922, quando fazendeiros da região

fizeram uma doação de terras à Igreja Católica. Nessa década, no ano de 1920, a rede urbana do Estado resumia-se a 49 municípios e a um total de 511.919 habitantes (PINTO, 2006). O arraial de Aparecida localizava-se no caminho entre Santo Antônio das Grimpas (Hidrolândia) e Campinas, núcleos urbanos também anteriores à Goiânia. A data adotada como nascimento do município é 11 de maio de 1922, dia em que foi realizada a primeira festa em homenagem à padroeira do arraial, Nossa Senhora de Aparecida. No entorno da igreja edificada, instaurou-se espacialmente o povoado. A característica de povoado rural denominado de distrito perdurou até a emancipação municipal realizada em 1963, recebendo a denominação de Aparecida de Goiânia.

Goiânia, a capital planejada de Goiás, foi inaugurada em 1937. Apesar de o Decreto-Lei Nacional nº. 311 de 02 de março de 1938, que dispunha sobre a formação do território da capital, incluir o arraial de Aparecida de Goiânia e de Campinas no perímetro urbano e suburbano de Goiânia, o surgimento do arraial de Aparecida de Goiânia se deu num momento anterior à integração regional e à modernização do território, numa conjuntura de inserção rural.

No ano de 1947, a Lei Estadual nº 574 definiu Aparecida como cidade satélite de Goiânia. Por fim, no ano de 1958, com a Lei Municipal nº 1295, torna-se distrito de Goiânia. Nesse contexto temporal e espacial, a emancipação de Aparecida de Goiânia, ocorrida na década de 1960, consolidou-se com a Lei Estadual nº 9.927, de 14 de novembro de 1963, desde então duas datas devem ser ressaltadas na história de ocupação do município, a saber, 1971 e 2002, que correspondem, respectivamente, à nova lei de parcelamento do solo de Goiânia e à aprovação do primeiro Plano Diretor de Aparecida de Goiânia (APARECIDA, 2015).

No período compreendido entre 1950 e 1960, a construção de Brasília e a pavimentação da rodovia - BR-153 provocaram um intenso fluxo migratório para o estado de Goiás. À época, a população do Estado passou de 826.414 habitantes, em 1950, para 1.913.289 habitantes, em 1960, conforme informações do IBGE (2014). Tal crescimento refletiu diretamente na ocupação do espaço urbano de Aparecida.

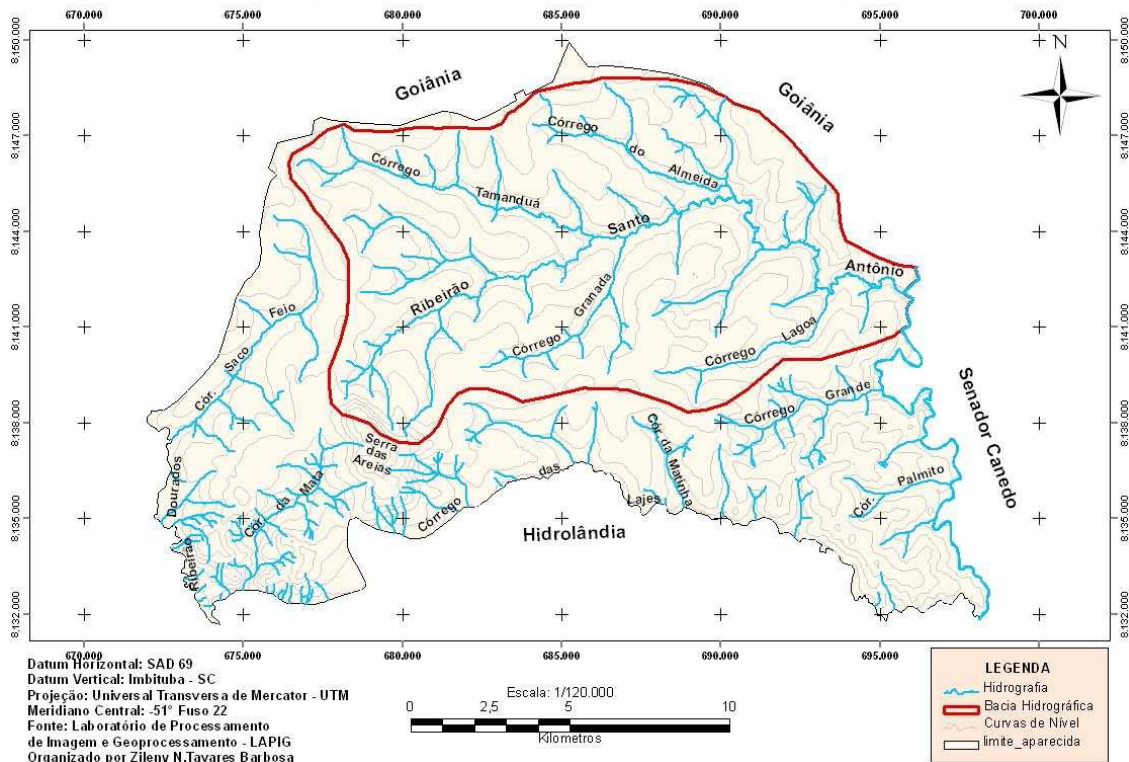
Até 1963, o município possuía uma população de 7.472 habitantes. Ainda segundo o (IBGE 2014), no período entre os anos de 2000 e 2010 o crescimento da população foi de 35,45% chegando a uma densidade demográfica de aproximadamente 1.580,27 habitantes/km². Entre 1970 e 1975, foram autorizados e demarcados 40 loteamentos no município, porém estes terrenos só foram ocupados quase vinte anos depois.

O município avançou significativamente no desenvolvimento econômico na última década, tanto em termos populacionais quanto nos aspectos econômicos. Com uma política de incentivo fiscal atrativa, mais de 150 empresas de médio e grande porte foram atraídas para a cidade, provocando mudança no cenário socioeconômico local. O município deixou de ser cidade dormitório, para se tornar um polo industrial e universitário.

Aparecida de Goiânia possui uma população atual de 455.657 habitantes, conforme o último Censo do IBGE (2010). Está localizada na região Centro Oeste do Brasil nas coordenadas 16°49'24" latitude Sul e 49°14'38" longitude Oeste, com 808 metros de altitude, em média, clima tropical com estação seca e bioma cerrado (IBGE, 2014).

Quanto à hidrografia, Aparecida de Goiânia é banhada pelo rio Meia Ponte, que também lhe serve de limite com outros municípios. Os ribeirões das Lages, Santo Antônio e os Córregos Tamanduá, do Almeida e Salvador, entre outros que também compõem a hidrografia. O abastecimento predominante de água potável do município de Aparecida de Goiânia é proveniente do Sistema Meia Ponte e do Ribeirão João Leite, com as barragens localizadas em Goiânia (SANEAGO, 2013). Porém, conforme já se destacou em capítulo anterior, bacia o córrego Santo Antônio drena aproximadamente 60% da área urbana do município de Aparecida de Goiânia, tal como comparece no Mapa 8.

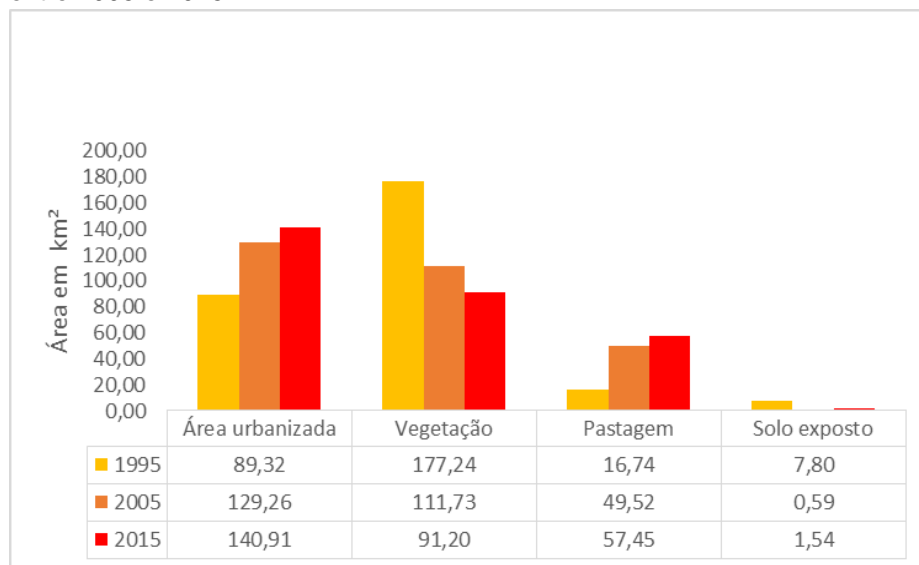
Mapa 8. Delimitação da Bacia do Córrego Santo Antônio.



Fonte: Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia, (2015).

A intensificação do uso desordenado ao longo da bacia desencadeia processos erosivos, assoreamentos, deterioração dos recursos hídricos pontualmente, ao longo do curso e, cumulativamente, à sua jusante. Do ponto de vista espacial, é demonstrada essa dinâmica por meio da espacialização do adensamento da mancha urbana nos períodos de 1995, 2005 e 2015 a qual será especificada no capítulo 3. Nesse recorte temporal, ocorreu uma forte expansão urbana e populacional, de maneira bastante acelerada com significativo adensamento urbano nas proximidades de Goiânia e, também, concentração na área central do município, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Transformação do uso do Solo no município de Aparecida de Goiânia entre 1995 e 2015.



Fonte: Elaborado com base de dados disponíveis no site do Lapig-UFG -2015.

O Gráfico 1 apresenta a proporção do crescimento urbano, da perda de vegetação e da expansão das pastagens. Nas últimas três décadas do município, isso se deu ocorreu de forma intensa e rápida. A primeira área a ser adensada foi nas proximidades de Goiânia. Observou-se, ainda, que a mudança de uso e cobertura do solo no município ocorre com a supressão da vegetação seguida pela pastagem e posteriormente boa parte das áreas de pastagens são loteadas. Boa parte das áreas com solo exposto, também, se converte em loteamentos ou em pastagens.

Verificou-se, ainda, que o adensamento urbano provocou, também, a redução das matas ciliares principalmente na área da bacia do Córrego Santo Antônio. Essa vegetação das margens dos rios e mananciais é responsável por proteger os cursos d'água do assoreamento. O desmatamento e as queimadas com finalidade de preparar o ambiente para a ocupação humana têm reduzido a quantidade de matas ciliares dos mananciais urbanos. Essa é uma das consequências mais significativas do adensamento urbano.

Os municípios localizados nas regiões metropolitanas brasileiras, por receberem fortes contingentes populacionais, crescem rapidamente, provocando vários problemas urbanos. Nesse contexto, pode-se destacar a expansão urbana pela qual a Região Metropolitana de Goiânia vem passando nas décadas de 1990 e 2000, com uma taxa de urbanização da ordem de 98% (IBGE, 2010).

O município de Aparecida de Goiânia cresceu juntamente com a expansão urbana da Região Metropolitana de Goiânia, registrando em 2005 uma população total de 455.303 habitantes. Dentre esses municípios da região metropolitana, Aparecida de Goiânia foi um dos municípios que experimentou as maiores taxas de crescimento no Estado de Goiás. Sua taxa de crescimento foi de 7,3% enquanto que a taxa média de crescimento anual da população metropolitana vem se mantendo em 3,2% desde o Censo de 1991. A Taxa de urbanização de Aparecida de Goiânia em 1991 era de 98,4%, em 2000 de 99,7%.

Nessa perspectiva, o crescimento urbano acelerado tem provocado no município várias implicações como: excesso de superfícies impermeabilizadas; ocupação irregular das margens dos rios; lançamento de esgotos nos cursos d'água; processos de erosão instalados em diversas regiões administrativas; assoreamento dos cursos d'água; disposição do lixo de forma inadequada; disposição de resíduos de construção civil em áreas de preservação permanente; registros de áreas de alagamento em diversas regiões administrativas e exploração mineral muito próxima a loteamentos com ocupação residencial.

Segundo Reis et al. (1999), quando algum tipo de impacto, de ordem antrópica ou natural, impede que determinada área retorne naturalmente ao seu estado original, esta é considerada área degradada. A degradação ambiental de uma determinada área pode estar relacionada a diversos fatores como: manejo agrícola inadequado; remoção da cobertura vegetal do solo; perda dos horizontes superficiais de solo por causa de erosão ou mineração; dentre outros.

Entretanto, devido à abundância de córregos, o município apresenta considerável quantidade de mananciais com relevância significativa na configuração de sua paisagem. Tais cursos d'água interferiram de forma natural na configuração do uso e ocupação do solo. Nessas áreas, conforme observado em visita de campo, os principais usos na bacia foram mapeados, evidenciando a ocupação de Áreas de Preservação Permanente. A retirada da mata ciliar nativa, o lançamento de esgoto clandestino, presença de grande quantidade de lixo, aterro irregular feito com resíduos, principalmente da construção civil têm provocado uma grande quantidade de erosões ao longo do córrego Santo

Antônio. Existem no entorno do córrego várias construções em áreas irregulares, executadas à margem do manancial ou sobre nascentes, comparecendo, de forma mais expressiva, em chácaras residenciais, depósito de resíduos da construção civil. Além disso, pode-se destacar, também, o crescimento desordenado de áreas irregularmente loteadas, e ocupadas, as quais são consideradas frágeis em razão da pouca cobertura vegetal no solo, bem como sua estrutura, fortemente suscetível à erosão, como se discutirá posteriormente.

Ainda em relação ao crescimento populacional observado no município, segundo Andreoli (2003), à medida que os padrões de uso e ocupação do solo promovem a impermeabilização das áreas de drenagem das bacias, a quantidade de água, que antes infiltrava no solo, passa a escoar pelos condutos de drenagem, aumentando, conseqüentemente, o escoamento superficial. Esse aspecto é de grande importância para a compreensão dos impactos observados na bacia. Tucci (2001) destaca que este efeito é consequência da compactação do solo e impermeabilização por ruas, calçadas, pavimentação asfáltica, edificações, dentre outros.

Dadas essas considerações, a seguir, no capítulo três, será apresentado o diagnóstico prático do trabalho de campo, bem como as principais implicações e consequências da atual configuração ambiental da bacia do córrego Santo Antônio. Em campo, foram obtidos dados de usos e apropriações, a partir dos quais são apontadas as vocações e aos impactos gerados por essa conjuntura, culminando numa análise ambiental detalhada que subsidia as discussões e proposituras deste trabalho.

CAPITULO III

3 OCUPAÇÃO E IMPACTOS: UMA ANÁLISE DA INTERAÇÃO DINÂMICA ENTRE O HOMEM E OS RECURSOS HÍDRICOS.

3.1 Metodologia

O desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa supõe um corte temporal-espacial por parte do pesquisador, trazendo como contribuição ao trabalho de pesquisa uma composição de diferentes procedimentos de caráter racional e intuitivo capazes de contribuir para uma melhor compreensão do fenômeno. À medida que recortamos o objeto de estudo, ou seja, a bacia do Córrego Santo Antônio por meio de mapeamentos, fotos da área com coordenadas geográficas, visita *in loco* e uma pesquisa bibliográfica desenvolvida no campo dos recursos naturais em específico a água, acreditamos estar colocando em evidência uma produção científica existente acerca da temática proposta.

A compreensão espacial de uma determinada área, a exemplo de bacias hidrográficas, é fundamental para que haja ordenamento das atividades a serem nelas desenvolvidas, tendo em vista que os condicionantes naturais do meio físico e as ações antrópicas inseridas no ambiente, quando não são compatíveis, podem gerar impactos ambientais negativos.

Visando a auxiliar na compreensão espacial do meio físico, em seus diversos aspectos, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) têm se tornado ferramenta indispensável para auxiliar na compreensão e no planejamento espacial. Os SIGs permitem, de forma rápida, obter informações diversas de uma determinada área e correlacioná-las tanto com seus aspectos naturais como com as formas de uso (SILVA; ZAIDAN, 2004). Essa visão de conjunto busca uma melhor compreensão de como esses componentes se interagem.

Nesse contexto, a presente pesquisa para analisar a bacia espacialmente, foram utilizados dados satelitários com auxílio dos SIGs, que permite a identificação das formas dos elementos naturais (geologia, solos, relevo, declividade), bem como suas principais formas de usos. E, a partir desses

elementos, foram identificados os impactos socioambientais desencadeados ao longo da bacia nas últimas décadas.

Para melhor compreensão, essa demonstração é dividida em etapas. A primeira parte constitui-se da delimitação espacial da bacia e dos seus principais elementos de localização. Para tanto, levou-se em consideração os limites físicos dos divisores de água, com o auxílio de dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM)⁶. Após a delimitação da bacia, utilizou-se base de dados vetoriais para localizar os municípios, o estado de Goiás, a drenagem, e as principais rodovias que interceptam a bacia e alguns bairros que estão nela localizados. Esses dados foram adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014).

3.2 A urbanização do município de Aparecida de Goiânia e as consequências do adensamento urbano na Bacia do Córrego Santo Antônio

Na análise da ocupação espacial da bacia, considera-se como um dos elementos mais importantes a dinâmica do crescimento populacional, nesta pesquisa esse fator é demonstrado por meio da espacialização (por meio de mapas) do adensamento da mancha urbana nos períodos de 1995, 2005 e 2015.

Nesse recorte temporal, ocorreu uma forte expansão urbana e populacional, de maneira bastante acelerada com significativo adensamento urbano nas proximidades de Goiânia e, também, concentração na área central do município.

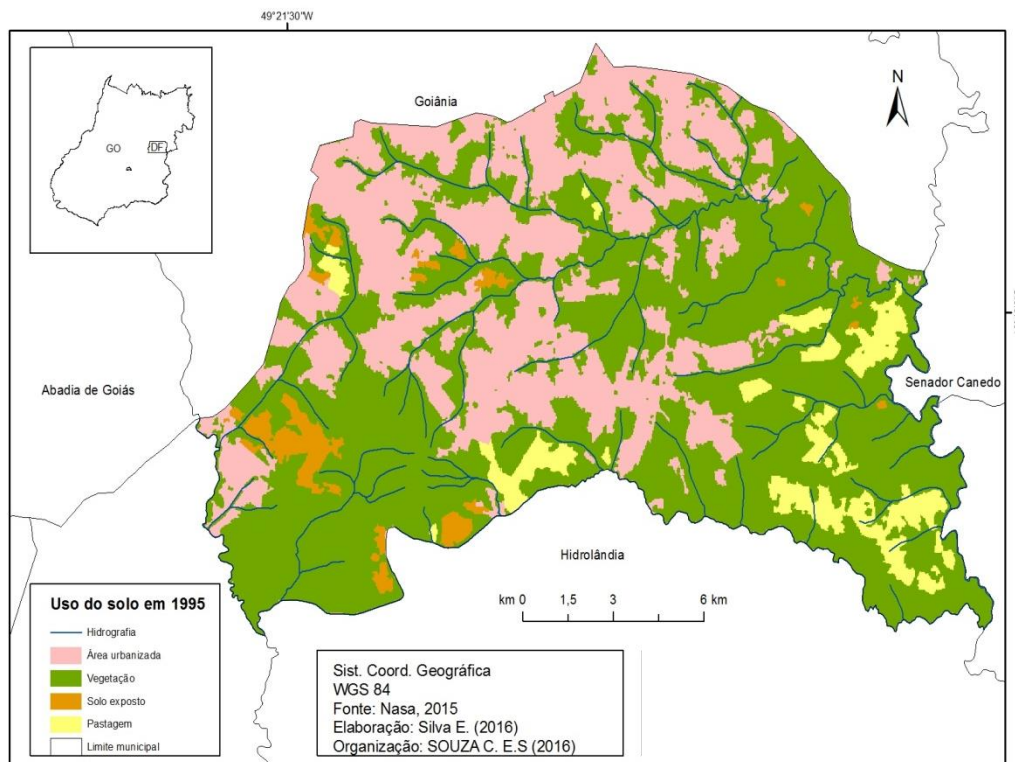
Atualmente, Aparecida de Goiânia é um ambiente de importantes transformações urbano-industriais. O crescimento do município de maneira desordenada provocou o surgimento de áreas periféricas, gerando ocupações inapropriadas e irregulares, e, nesse sentido, surgem diversos problemas de ordem social, econômica e estrutural nesses locais, com destaque nessa

⁶ Os dados SRTM consistem em uma base completa de cartas topográficas digitais terrestres de alta resolução. Por meio desses dados é possível localizar os divisores de água de uma bacia hidrográfica bem como sua jusante e montante e assim, delimitá-la.

pesquisa para aqueles decorrentes do uso e ocupação do solo, bem como problemas ambientais. Assim, nota-se que o principal fator gerador de problemas de ordem ambiental é a expansão industrial, que contribui em maior grau para o surgimento e crescimento de aspectos relacionados à poluição e degradação do meio ambiente na cidade.

No município de Aparecida de Goiânia, as políticas para a ocupação urbana são frágeis, e as políticas públicas de fiscalização e proteção ambiental incipiente, haja vista, por exemplo, as áreas de mananciais, densamente ocupadas sem o devido critério legal. Tal fato compromete a qualidade ambiental das bacias hidrográficas do município e de suas nascentes. Nota-se que o entorno de quase todas as suas bacias é ocupado por área urbana e por atividade agropastoril. A expansão e o adensamento urbano podem ser observados nos Mapas 9, 10 e 11.

Mapa 9. Adensamento urbano de Aparecida de Goiânia, em 1995



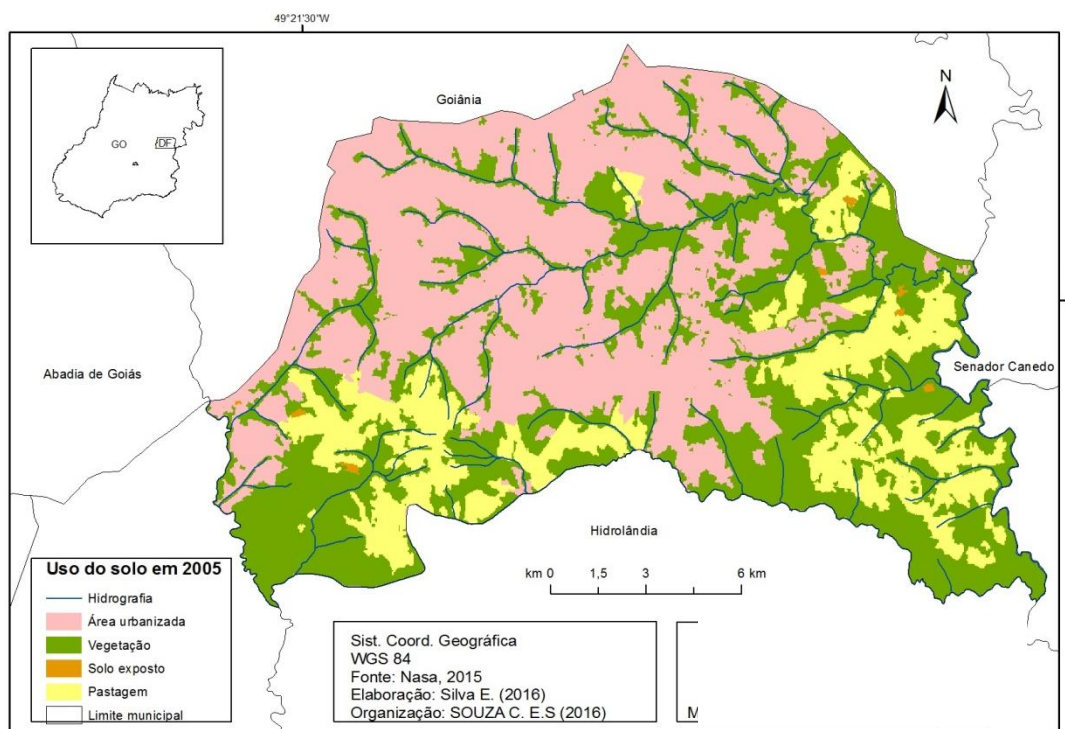
Fonte: Elaborado a partir dos dados NASA, 2015.

Na década de 1990, o crescimento urbano do município de Aparecida de Goiânia ocorreu de forma acelerada e irregular, resultando em uma malha urbana esparsa, sendo que as áreas periféricas cresceram mais que o núcleo urbano central, este já consolidado, sobretudo, pelo uso comercial. Além da região central do município, a porção norte também já se encontrava consolidada neste período, inclusive com crescente processo de verticalização.

É importante ressaltar que nas décadas de 1980 e 1990, a Lei 1541/1996 autorizou a doação de áreas públicas, formando os assentamentos promovidos pelos Governos do Estado e pela Prefeitura, que juntamente com a especulação imobiliária, intensificou o processo de ocupação urbana, que se deu de maneira dispersa e marcada por grandes vazios.

Entretanto, já em 2005, nas proximidades de Goiânia, a ocupação é consolidada, ocorrendo significativa abrangência na porção centro-sul. Ocorreu, também nesse período, a expansão das pastagens, ou seja, a vegetação natural foi substituída pelas pastagens, uma consequência da derrubada da vegetação natural para ocupação dessas áreas, como demonstrado no Mapa 10.

Mapa 10. Adensamento urbano de Aparecida de Goiânia, em 2005.

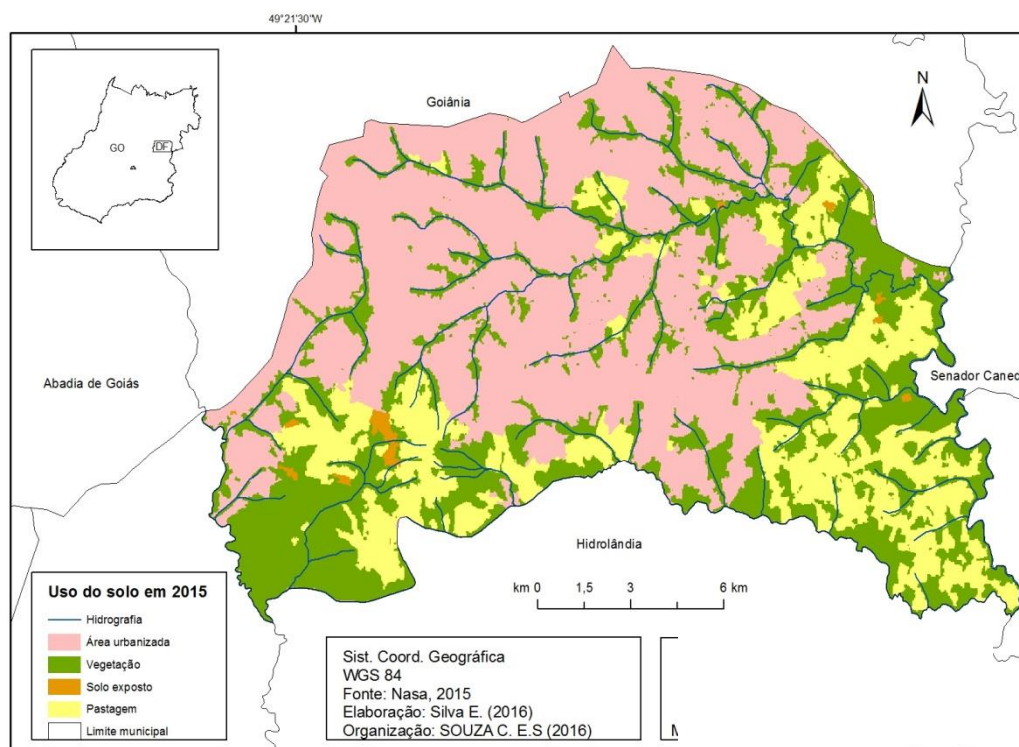


Fonte: Elaborado a partir dos dados NASA, 2015.

Semelhante ao que ocorreu em 2005, em 2015, a expansão urbana continua acentuada e a supressão da vegetação ocorre de forma significativa no sentido das matas ciliares (Mapa 11), aumentando a pressão sobre os recursos naturais, em especial, aos corpos hídricos que cortam o município.

O processo de urbanização acelerado, como o ocorrido no município é o principal gerador dos impactos do meio físico. Tais problemas não são apenas ambientais, são, também, sociais (transporte coletivo, saneamento, drenagem, saúde, educação, pavimentação, etc.).

Mapa 11. Adensamento urbano de Aparecida de Goiânia, em 2015.



Fonte: Elaborado a partir dos dados NASA, 2015.

No Mapa 11, é possível observar que a transformação espacial ocorreu de forma rápida. A paisagem foi fortemente transformada pelo alto grau de urbanização, trazendo consigo falhas perceptíveis no que se diz respeito a planejamento e apresentando falhas graves de infraestrutura.

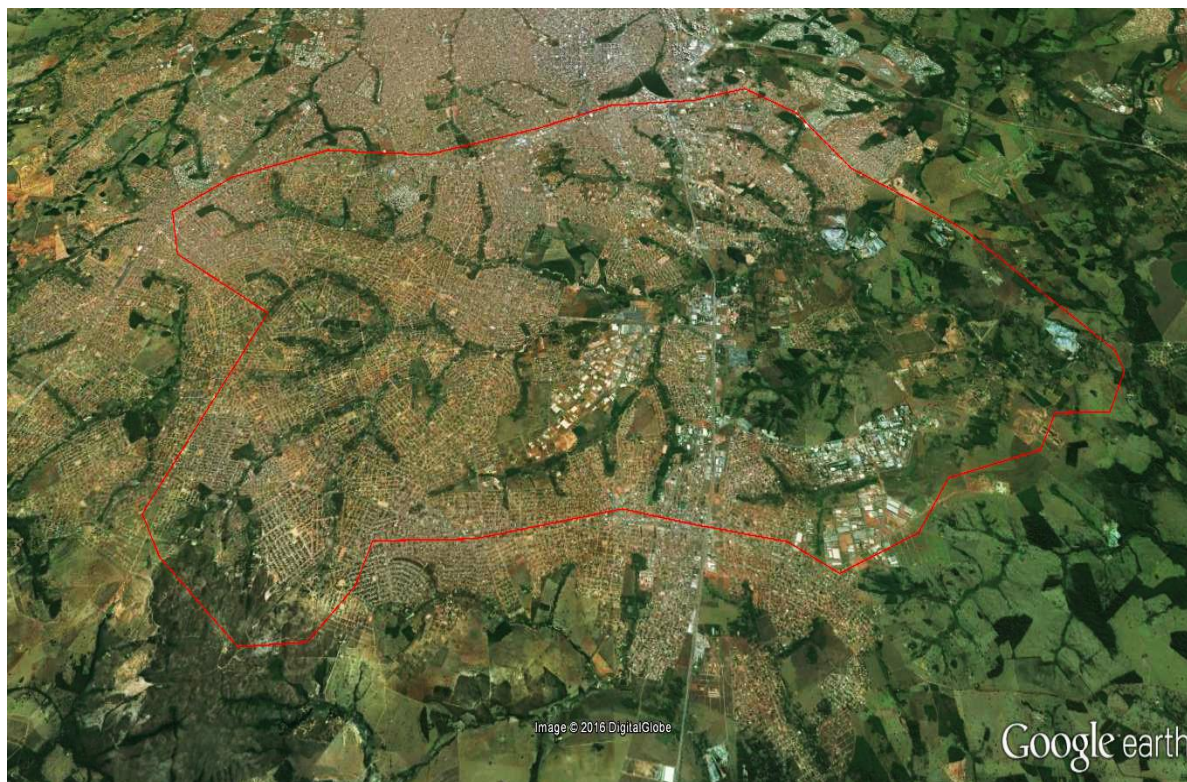
Observa-se significativo número de elementos que contribuem negativamente para a qualidade ambiental nas bacias hidrográficas, a saber: o

lançamento de efluentes domésticos; o lançamento de efluentes diretamente nos cursos d'água por parte de indústrias, sobretudo as concreteiras e pedreiras, bem como pequenas produções em serralherias, marcenarias, ferros-velhos, que, também, lançam seus efluentes nos cursos d'água; residências e empresas (públicas e privadas) construídas fora dos limites de proteção estabelecidos por lei; retirada da cobertura vegetal (com desmatamento e diminuição da mata ciliar); assoreamento; erosões; resíduos da criação de animais; entre outros.

Outro fator importante no processo de ocupação do município são as especulações imobiliárias descontroladas. A maioria acontece num processo socioeconômico voltado para atender ao mercado direcionado à população de baixa renda, resultando na ocupação de áreas que não são adequadas à moradia, fazendo com que essa população se instale em áreas impróprias, resultando um processo de ocupação irregular contínuo e difícil de ser controlado. Pode-se, inferir, então, que o processo acelerado, intenso e inadequado de ocupação em Aparecida de Goiânia impactou significativamente o meio físico, em razão da intervenção humana.

O adensamento urbano constitui-se como fator predominante de uso da bacia que ocorreu sem nenhum planejamento ou controle prévio. Houve um crescimento concomitante de população, estrutura urbana e expansão industrial, resultando numa apropriação inadequada do meio ambiente. Na figura 2 a seguir, é possível perceber um intenso adensamento urbano ao longo da bacia, chegando a mais de 65%. As áreas com vegetação representam menos de 16% da bacia.

Figura 2 – Imagem: Ocupação urbana ao longo da bacia do Córrego Santo Antônio.



Fonte: Google Earth 2016.

3.2.1 Supressão de áreas verdes

A área urbana é o maior uso da bacia e continua em expansão, sendo possível observar em campo, que dentre os impactos resultantes dessa ocupação, a supressão das áreas de APPs é preocupante. Nesse sentido, nota-se preponderância da ocorrência de graves problemas ambientais que já ultrapassaram a condição de risco, configurando-se como passivos ambientais do município. Depreende-se disso que a possibilidade de alcançar melhoria da qualidade do ambiente e de vida da população está vinculada à necessidade de atenuação desses fatores. Cita-se como exemplo as áreas onde os processos erosivos já comprometem a segurança da população local. Existem, ao longo da bacia, muitos processos erosivos instalados e em condições avançadas de degradação dos solos, e justamente por se tratar de ocupação urbana, configuram graves riscos à vida da população.

Foto 1 – Avanço imobiliário em as áreas de proteção ambiental, nas proximidades da ponte do setor Veiga Jardim – Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do autor.

Além do avanço de novas ocupações, também se destacam áreas com ocupações consolidadas nas margens do Córrego conforme a foto 2:

Foto 2 – Ocupação irregular consolidado em as áreas de proteção ambiental, nas proximidades da ponte do setor Veiga Jardim – Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do autor.

Essas formas de ocupações geralmente caracterizam-se por serem irregulares. Em decorrência desse fator, não há serviço de saneamento básico, e os efluentes residenciais são lançados *in natura* no córrego. Outro problema relevante em relação à ocupação em áreas de APPs é a inserção de espécies exóticas (figura 3). Além de alteração da cobertura vegetal natural, essas espécies podem desencadear processos de degradação tais como erosão e assoreamento.

Figura 3: Espécies Invasoras- Bananeiras – Encontradas às margens do córrego Santo Antônio, nas proximidades da ponte do setor Veiga Jardim - Aparecida de Goiânia.



Fonte: Google Earth, 2016.

Foi observada ainda, às margens dos mananciais a presença de cultivo de hortaliças, (figura 4) que em sua maioria se estendem ocupando as APP's, gerando como consequências, retirada da vegetação, contaminação do córrego e do solo com produtos agrotóxicos, e exposição do solo a processos erosivos.

Figura 4– Cultivo de hortaliças nas margens do córrego, Setor Jardim Monte Cristo.



Fonte: Acervo do Autor

Ainda sobre a expansão urbana ao longo da bacia, destacam-se, ainda, desmatamento e queimada para construção de condomínio (foto 3).

Foto 3 – Desmatamento com pratica de queimada para expansão urbana no setor Jardim Tiradentes, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do autor

Além da ocupação da bacia encontrar-se em processo contínuo, verificou-se também que, mesmo em áreas sem ocupação ou sem adensamento urbano significativo, a cobertura vegetal é praticamente inexistente (foto 4).

Foto 4 – Área com pouco adensamento urbana e pouca presença de cobertura vegetal. Visão da área de Construção da Estação de Tratamento de Esgoto, nas proximidades dos setores Santa Cecília e Colorado, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do autor

Observou-se que ocupação pelos diversos usos presentes na bacia, além dos impactos ambientais mencionados, reduziu significativamente a vegetação ao longo da bacia. E de maneira mais drástica ocorreu à diminuição e ausência de matas ciliares. Essa porção de vegetação que margeia os corpos de água tem comumente porte arbóreo ou arbustivo em ambientes não perturbados. Essas matas são de grande importância, visto que influenciam de vários modos nos mananciais e suas dinâmicas, e, portanto, sua remoção causa prejuízos incontestáveis para o homem e para a natureza de modo geral.

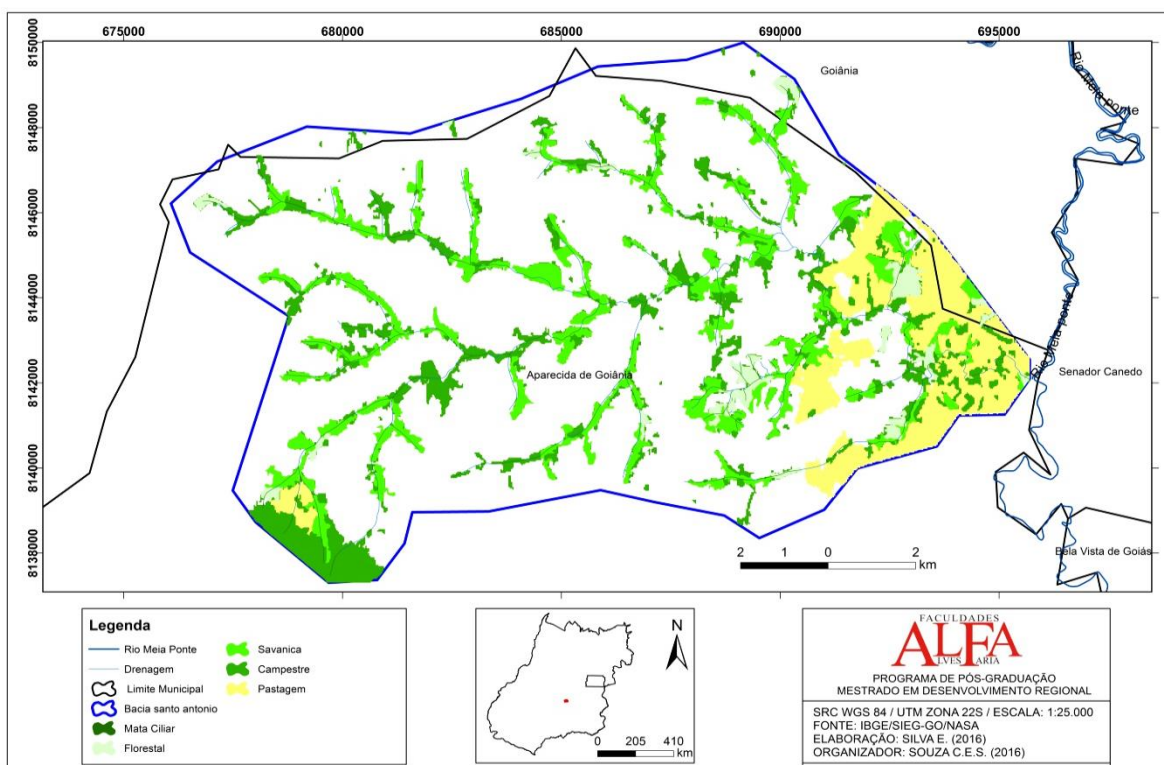
Para Valente e Gomes (2005), a vegetação ciliar é uma faixa de proteção de curso de água que tem como funções servir de *habitat* para vários componentes da fauna silvestre, diminuir a temperatura da água, ou seja, a

eficiência ambiental das matas ciliares é de grande relevância. São elas que proporcionam proteção física contra a poluição da água.

A manutenção das matas ciliares, indispensáveis para a manutenção da qualidade e da quantidade de água na bacia, pois proporcionam estabilidade das margens, servindo como filtros e exercendo o papel de barreira física entre o ambiente terrestre e o aquático, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial e, por conseguinte, do surgimento de erosões, configurando-se como elemento fundamental para preservação do manancial e do solo às suas margens, uma vez que elas geram condições favoráveis de manutenção da superfície do solo, favorecendo a capacidade de infiltração, exercendo a transpiração, contribuindo para evapotranspiração e, conseqüentemente, para a manutenção do ciclo da água.

Entretanto o que se observa na bacia do córrego Santo Antônio é uma forte e preocupante supressão dessa vegetação, gerando vários pontos de vulnerabilidade em razão da ausência dessa proteção, apresentando solos expostos, erosões e assoreamento. Tal condição está demonstrada no mapa 12:

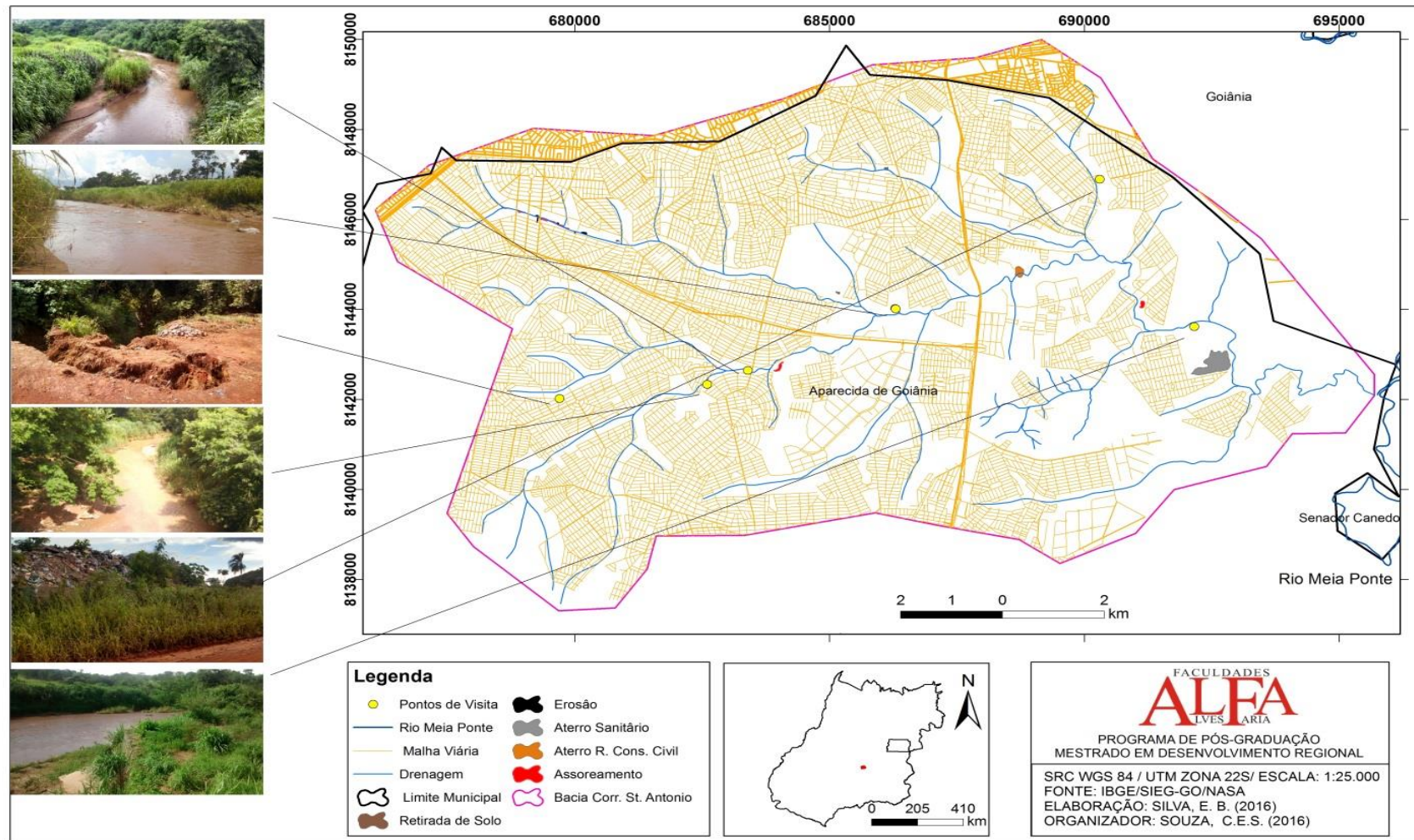
Mapa 12: Matas ciliares na bacia do córrego Santo Antônio, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pela NASA – 2016

Em decorrência do não planejamento, ou planejamento inadequado, observa-se ineficiência nos sistemas de drenagem de águas pluviais; a implantação inadequada do sistema viário, com ruas perpendiculares às curvas de nível; a ausência de pavimentação; a ausência de mata ciliar; a ausência de sistema de saneamento básico adequado; entre outros (RODRIGUES et al., 2005; OLIVEIRA 2005; AGUIAR & ROMÃO 2010).

Mapa 13 – Impactos ambientais gerados pelo uso das terras na bacia do Córrego Santo Antônio



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pela NASA, 2016.

3.2.2 Disposição de resíduos: Aterro sanitário

Como consequência do crescimento urbano e toda a quantidade de resíduos sólidos gerados, foi identificada a presença de um aterro sanitário, instalado nas proximidades do córrego Santo Antônio. Sabe-se que o manejo incorreto nesse tipo de disposição pode gerar graves danos ambientais. O manejo correto dos resíduos das atividades humanas é, por sua vez, fator fundamental dentro do conceito de saneamento, sendo, portanto, é uma questão que envolve uma dinâmica complexa e depende de vários atores sociais ao longo do processo.

Segundo Philipp Jr. (2005), Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) se constituem em subprodutos da atividade humana com características específicas, definidas geralmente pelo processo que os gerou. O material descartado, ao ser reaproveitado, torna-se matéria-prima secundária deixando de ser resíduo. Por outro lado, conforme destaca o autor, o material que não tem aproveitamento econômico por nenhum processo tecnológico disponível e acessível é denominado de rejeito

De acordo com o IPT/CEMPRE (2000), são considerados resíduos sólidos todos os restos das atividades humanas, caracterizados como indesejáveis inúteis ou descartáveis pelo seu gerador. Geralmente, esses resíduos apresentam-se em estado sólido, semissólido ou semilíquido (com quantidade de líquido insuficiente para que possa fluir livremente).

Para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1993):

São resíduos nos estados sólido e semissólido aqueles que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções que sejam técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

A presença do Aterro sanitário instalado nas proximidades do Córrego Santo Antônio é fator de relevância ambiental. Sabe-se que o manejo incorreto nesse tipo de disposição de resíduos sólidos urbanos pode gerar graves danos ambientais.

O aterro sanitário municipal para disposição de resíduos sólidos urbanos está localizado no setor Vale do Sol, na região leste do município, no sentido do Córrego Santo Antônio, tendo como coordenadas geográficas o paralelo $16^{\circ}47'442''$ de latitude sul e o meridiano $49^{\circ}11'530''$ de longitude oeste, com altitude média de 808 m do nível do mar, e acesso por meio da Rodovia BR-153. Salienta-se a importância da localização desse aterro em razão da sua proximidade como o córrego Santo Antônio, conforme a figura 5.

Figura 5 – Aterro Sanitário de Aparecida de Goiânia.



Fonte: Google Earth 2016

Para Nagalli (2005), o aterro sanitário é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo executado dentro de critérios de engenharia e normas operacionais específicas, proporcionando a disposição segura dos resíduos, evitando danos ou riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais.

O tratamento dos resíduos sólidos urbanos trata-se, conforme destaca Benvenuto (2004), de um importante elo que deve unir ações de minimização, reutilização e reciclagem de resíduos, por meio de programas públicos de educação ambiental, limpeza urbana e saneamento básico e meio ambiente.

Nesse sentido, esse autor afirma ainda que os aterros sanitários devem ser obras projetadas com segurança ambiental para receber os resíduos, sendo

considerados, portanto, obras de engenharia, com normas técnicas desenvolvidas para minimizar os impactos ambientais, e a sua operação diária dentro de especificações técnicas definidas garante a segurança sanitária e ambiental necessária.

Nesse sentido, a NBR 8419/1992, que dispõe sobre a Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos, conceitua como Aterro Sanitário a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que minimiza os impactos ambientais sem causar danos à saúde pública e à sua segurança. Tal procedimento é realizado através da utilização de princípios de engenharia para depor os resíduos sólidos, valendo-se da menor área possível, reduzindo-os ao menor volume permissível e cobrindo-os com uma camada de solo na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992).

O aterro sanitário de Aparecida de Goiânia é licenciado para disposição de resíduos de classe “II” não perigosos: II A – não inerte, e II B – inerte, especificados pela NBR 10.004 (ABNT 2004), mais os resíduos de serviço de saúde dos grupos “A, D e E,” especificados pela RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004, da ANISA, e pela Resolução 358 (CONAMA 2005).

Atualmente, os resíduos que chegam ao aterro sanitário são dispostos diretamente em trincheiras. O sistema de tratamento do aterro sanitário é constituído por uma caixa de desarenação, um medidor de vazão com régua gradual e um vertedor de 90°, uma lagoa anaeróbia com capacidade de armazenar aproximadamente 4.500 m² de líquido, e uma lagoa facultativa com a mesma capacidade da anaeróbia. A operação do aterro sanitário é realizada com tratores de esteira, retroescavadeira, pá-mecânica, caminhão basculante, caminhão tanque. Os resíduos sólidos confinados nos maciços e valas do aterro sanitário são de, aproximadamente, 1.850.000 toneladas e os resíduos sólidos que são coletados diariamente e depositados no aterro sanitário é de aproximadamente 400 toneladas/dia.

É importante ressaltar que o aterro sanitário é imprescindível para que se possa concluir o ciclo de disposição final dos resíduos sólidos. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), devem ser enviados aos aterros sanitários somente os rejeitos, que são resíduos que não podem ser recuperados ou que não dispõem de tecnologia economicamente viável para sua recuperação ou tenham

valor econômico para o mercado. Portanto, devem primeiramente ser reciclados, tratados ou reutilizados, visando prolongar a vida útil dos aterros sanitários.

Além disso, considera-se relevante destacar que os aterros geram percolato, isto é, líquidos escuros e turvos, de odor desagradável, com altos teores de compostos orgânicos e inorgânicos, nas suas formas dissolvida e coloidal, os quais são liberados no processo de decomposição do lixo. Fator muito significativo é que, com a ocorrência do período chuvoso, águas pluviais entram pela face superior do aterro, aumentando o volume do percolato e causando a lavagem do material aterrado. Como consequência disso, ocorre a diminuição da concentração de íons presentes.

Para que se tenha um manejo adequado, é necessário o gerenciamento ambiental do percolato, controlando a qualidade e a quantidade de chorume produzido, com objetivo de evitar a contaminação do solo e da água. Na implantação de um aterro sanitário, devem ser considerados, então, vários fatores, como: o perfil do solo e do subsolo, onde o aterro será construído, permeabilidade, capacidade de carga, nível e localização do lençol freático, condições meteorológicas, topografia, entre outros.

Os problemas relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos não se limitam somente ao seu manejo. Sua disposição final é, certamente, uma problemática ainda mais severa. A ingerência no manejo dos RSUs dispostos em aterros sanitários pode resultar em contaminação do lençol freático, pela infiltração de líquido percolato, culminando em poluição, alimentando endemias e desenvolvendo surtos epidêmicos.

Um dos impactos mais graves observados é a lixiviação, ou seja, o deslocamento ou arraste, por meio líquido, de certas substâncias contidas nos resíduos sólidos urbanos. Para Castilhos Jr (2006), os efeitos danosos à água pelo lançamento de percolato em condições impróprias podem se estender não só à comunidade animal e vegetal e aquática, como também aos seres humanos que dela dependem. Assim, em razão da dificuldade de assimilação do percolato pelo ambiente, torna-se necessária a implantação de tecnologias para o seu tratamento sempre que houver algum tipo de geração deste líquido. A utilização de recursos tecnológicos garante a diminuição de sua toxicidade, bem como a manutenção do enquadramento desses locais nos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação vigente.

Segundo Povinelli e Souto (2007), um dos principais problemas diagnosticados pelos especialistas que atuam nesta área, ainda sem perspectiva de solução, trata-se da dificuldade em relação ao tratamento do lixiviado (BACELAR, 2010). D'Almeida e Vilhena (2000), nesse sentido, consideram que as tecnologias aplicáveis ao tratamento de percolado são similares as de tratamento de esgotos. As principais diferenças estão nos valores dos parâmetros envolvidos, os quais se apresentam em concentrações bem mais elevadas no líquido que sai do aterro (BASSANI, 2010).

Comumente, ainda se associam aos aterros fatos altamente indesejáveis, como a presença de animais, e ainda problemas sociais e econômicos, ou seja, para além da poluição, percebe-se também o impacto social, uma vez que, normalmente, ao redor destas áreas, aglomeram pessoas que passam a conviver com variados tipos de riscos à saúde. O aterro é, pois, um grande gerador de vetores e doenças, sendo que, na maioria dos casos tais riscos se relacionam com a forma de acondicionamento que é dado aos RSU, bem como à falta de tratamento adequado ao material depositado.

Por fim, considerando-se a importância ambiental e tendo em vista a dinâmica de disposição de resíduos sólidos urbanos no município de Aparecida de Goiânia, é importante salientar que a utilização do solo como destinação final de resíduos sólidos deve ser vista como uma tecnologia transitória. O caminho mais apropriado é, então, a busca constante de tecnologias mais adequadas de gerenciamento de resíduos. Visto dessa forma, a implantação de políticas públicas de gestão e tecnologia para redução de resíduos, bem como as possíveis reutilizações tornam-se elementos primordiais capazes de gerar mudanças positivas e mitigar as condições do impacto antrópico no meio ambiente.

3.2.3 As consequências dos processos erosivos e de assoreamento.

Conforme demonstrado nos mapas do meio físico, apesar da declividade ser baixa e em decorrência disso algumas partes da bacia apresentar pouca suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos, existem pontos de predominância de Latossolos que favorece o aparecimento desses processos erosivos.

Portanto, nessas áreas, o que se evidenciou é que as erosões lineares e o assoreamento ao longo da bacia vêm ocorrendo de forma contínua, e o principal vetor de desencadeamento desses processos é a ocupação acelerada e desordenada ao longo do município.

De acordo com Miranda (2005), um dos principais impactos da urbanização no meio físico é a deflagração e/ou aceleração dos processos erosivos, provocando alterações no relevo, riscos às obras civis, remoção do horizonte orgânico do solo e assoreamento dos rios, o que causa, indiretamente, inundações e alterações de cursos d'água.

A formação de erosões é um quadro extremamente dinâmico que ocorre na superfície terrestre, onde diversos fatores atuam integradamente, formando e modificando constantemente os solos. A erosão figura como parte do processo, havendo um equilíbrio entre a formação dos solos (pedogênese) e a erosão (morfogênese).

Tal mecanismo é conhecido como erosão normal ou natural. Entretanto, esse equilíbrio, dificilmente, é mantido quando há utilização do recurso natural sem o devido planejamento. Quando as ações antrópicas em um ambiente resultam na formação de erosões, o fenômeno é conhecido como erosão acelerada ou erosão antrópica (GUERRA, 2003).

Os processos erosivos podem ser divididos em erosão laminar (ou em lençol) e erosão linear. As principais formações erosivas ao longo da bacia do Córrego Santo Antônio se configuram como linear (OLIVEIRA, 2005).

A erosão linear pode ser dividida em tipos denominados como sulcos, ravinas e voçoroca. A erosão em forma de sulcos é caracterizada levando-se em conta sua profundidade e largura, inferiores a 50 cm. É ocasionada por escoamento em solos desprotegidos ou agredidos mecanicamente (IPT, 2004). Ultrapassando tais dimensões, é considerada ravina. As ravinas podem evoluir para um canal permanente, e atingir o lençol freático. Nesse estágio, é considerada como voçoroca.

A voçoroca pode ser considerada o estágio mais avançado da erosão natural ou antrópica geralmente associadas à evolução dos sulcos e das ravinas que são consequências da concentração de águas pluviais. Em alguns casos, a voçoroca pode surgir devido a um fluxo intenso de águas dissipado por obras de canalização que não comportam o volume de água das chuvas, não passando,

nessas circunstâncias, pelos estágios de sulcos e ravinas (GUERRA, 2003; IPT, 2004).

Os processos erosivos ocorridos na bacia do Córrego Santo Antônio tem sido alvo de diversos estudos. Em 2005, ao estudar os processos erosivos ao longo da bacia, Oliveira (2005) localizou e cadastrou 60 erosões lineares (sulcos, ravinas e voçorocas). Em 2010, Aguiar e Romão (2009) estudaram mais de 30 processos erosivos, também lineares na bacia do Córrego Granada, que também compõem a bacia do Córrego Santo Antônio.

Em 2012, foi elaborada a Carta de Risco de Aparecida de Goiânia. Nela é descrito o cadastro de 96 erosões lineares ao longo do município. A maioria dessas feições ocorre na bacia do Córrego Santo Antônio. As fotos 5 e 6 demonstram o processo erosivo observado em campo:

Foto 5 – Formação de sulco e ravina no sentido da declividade e em sentido ao leito do Córrego Santo Antônio, nas proximidades dos setores Cândido Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do Autor.

Foto 6 – Formação de sulco voçoroca sentido da declividade e em direção ao leito do Córrego, nas proximidades do setor Parque das Nações, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do autor

Considerando-se os dados coletados, pode-se inferir que, em vários pontos, a erosão existente tem sido aterrada com resíduos de construção e/ou utilizada para depósito de lixo residencial. Todo esse material tem sido carregado para o leito do córrego Santo Antônio, conforme se observa na foto 7, aumentando o processo de sedimentação e poluição das águas.

Essa deposição indevida de resíduos pode ser atribuída, na maioria das ocorrências, à ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais. Tais sistemas, ainda que presentes, não são eficientes, funcionando apenas como paliativos em relação ao volume de água captado, direcionando o fluxo captado a pontos de dissipação de águas pluviais, compostos apenas de manilhas para a condução da água ao manancial, sem nenhuma contenção ou revestimento de proteção do solo. As vias no entorno do córrego Santo Antônio, recentemente asfaltadas, também contribuem para a aceleração das águas pluviais. Observou-se, ainda, a existência de muitas vias, seguindo a topografia, direcionando o fluxo diretamente ao córrego por meio da gravidade, agravando os processos erosivos em seu entorno.

Foto 7 – Carreamento de lixo e resíduos de construção para o leito do Córrego, nas proximidades dos setores Cândido de Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia.



Fonte: Acervo do autor.

Existe, ainda, significativa presença de sedimentos nas margens dos meandros do córrego. Esse processo ocorre em vários pontos da bacia. Nesses casos, o assoreamento do córrego ocorre de forma intensa e rápida, comprometendo fortemente o leito dos cursos d'água. Em análise temporal, a partir de imagens de satélite de alta resolução, observou-se progressivo avanço de assoreamento em trechos do córrego em relação ao ano de 2002 e 2014, conforme as figuras 6 e 7 a seguir:

Figura 6 – Avanço de nível de assoreamento do leito do córrego nas proximidades do setor Papiilon Park, Aparecida de Goiânia, 2002.



Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 7 – Avanço de nível de assoreamento do leito do córrego nas proximidades do setor Papilon Park, Aparecida de Goiânia, 2014



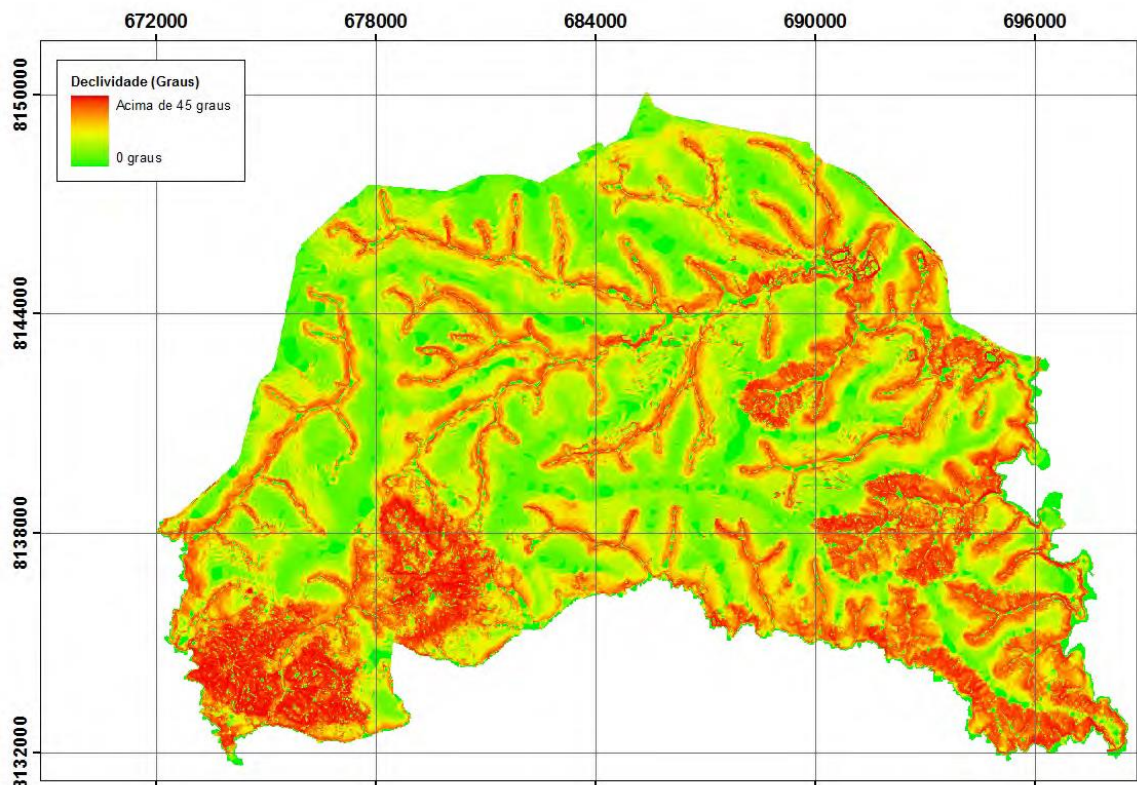
Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pelo Google Earth, 2016.

Ainda em relação à formação e existência de processos erosivos e de assoreamento ao longo da bacia do córrego Santo Antônio, registra-se que este recebe grande volume de águas pluviais, em pontos específicos: nas regiões norte e sul do bairro Veiga Jardim, na região da Av. Contorno Sudoeste (Anel Viário), localizada ao norte.

Segundo dados da Prefeitura municipal, a Aparecida de Goiânia possui um mapa de declividade, que foi elaborado por meio da utilização do programa de Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 9.3, e por intermédio do processamento do modelo digital de terrenos. Nesse material, constata-se que a altimetria do município, mapeada pelo modelo digital de terrenos, varia entre 647,25 metros a 1002,71 metros, com altitude média de 792,63 metros e desvio-padrão de 57,786 metros.

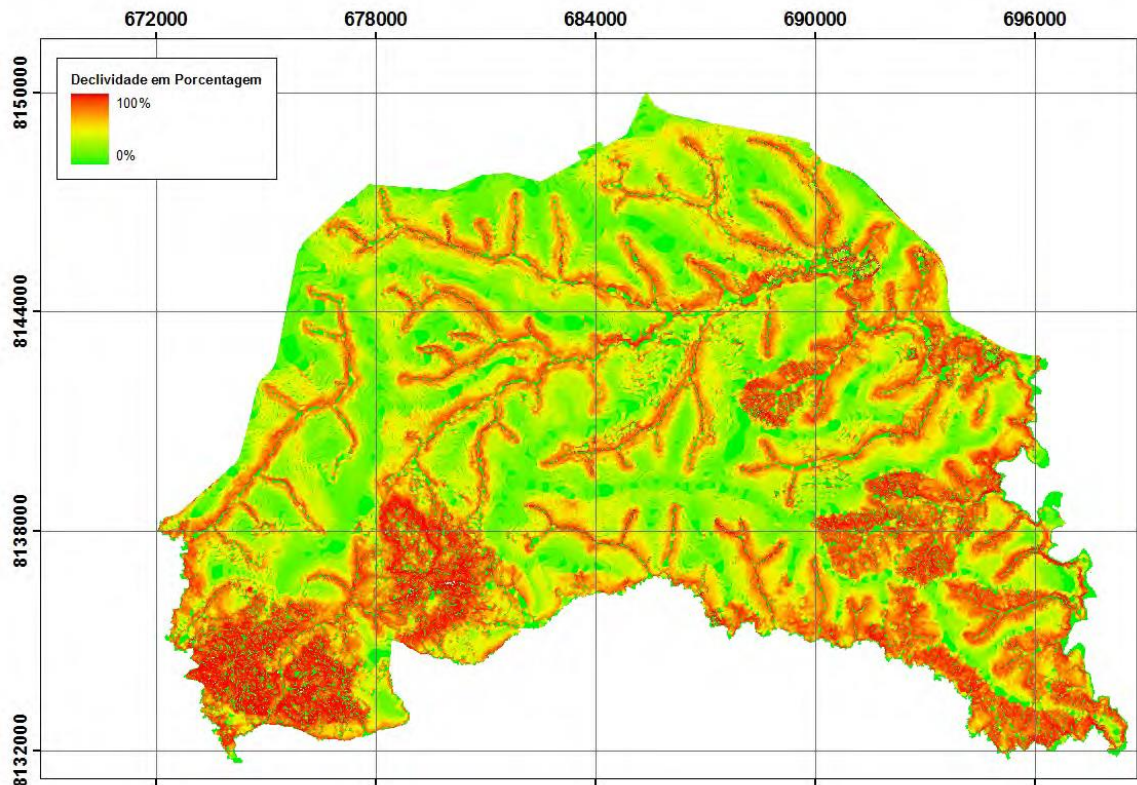
Visto dessa forma, as figuras 8 e 9, a seguir, permite a identificação de características planas do local, favorecendo a ocupação, que em alguns pontos ocorre de maneira indevida e, por conseguinte, provoca intensas e recorrentes erosões no percurso analisado.

Figura 8 Declividade do município de Aparecida de Goiânia em ângulos.



Fonte: Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia 2015.

Figura 9 Declividade do município de Aparecida de Goiânia, em percentuais

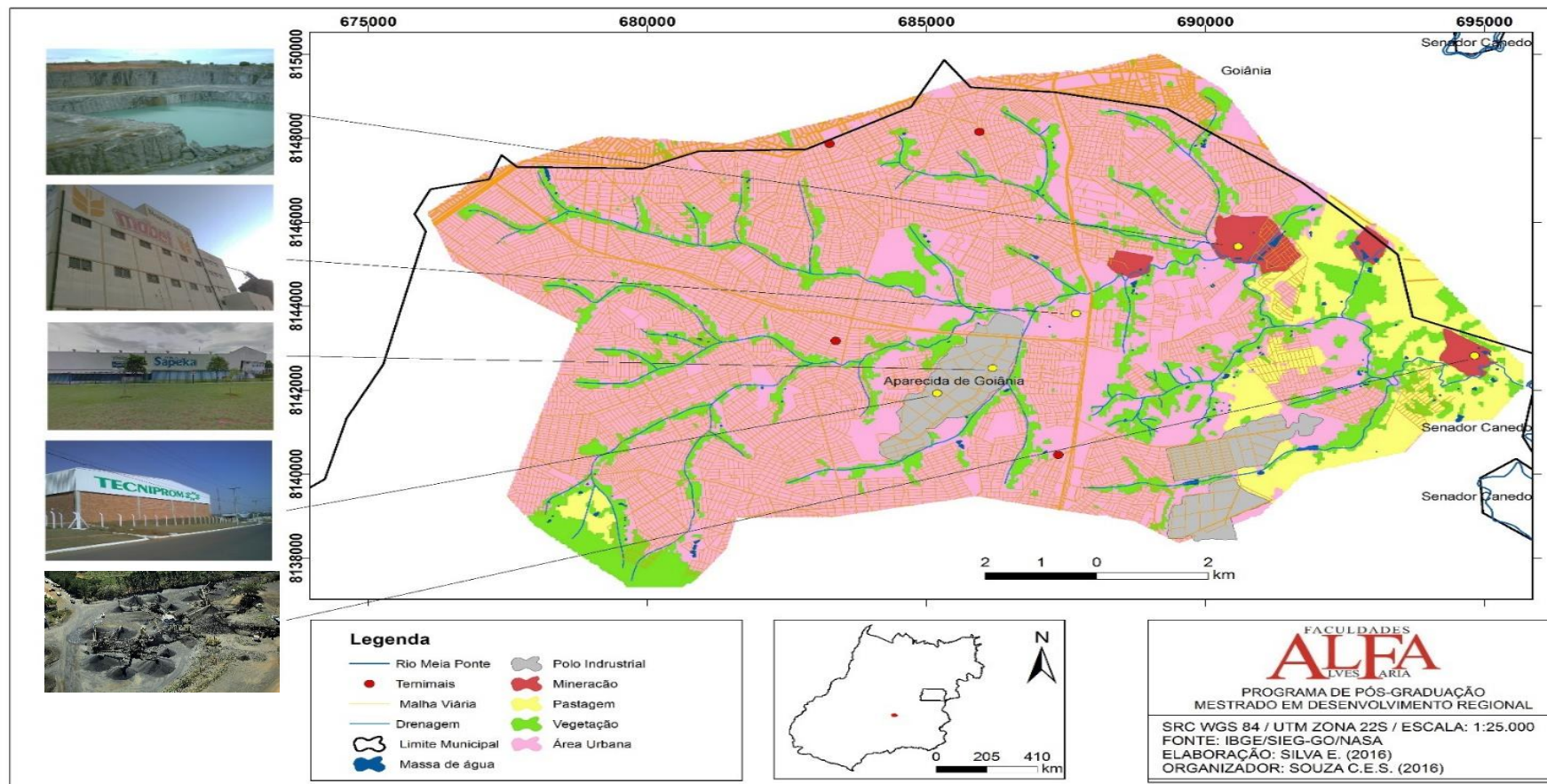


Fonte: Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia 2015.

A maior parte do município apresenta declividades modestas (entre 0 e 5%), o que caracteriza seu relevo como predominantemente plano, favorecendo amplamente a ocupação e adensamento urbano. Essa classe de declividade representa 42% do relevo do município.

Para melhor visualização das ocorrências dos usos e seus impactos na bacia do córrego Santo Antônio, elaborou-se o mapa 14, que evidencia os locais de maiores impactos ambientais ocasionados pelo uso das terras ao longo da bacia do córrego Santo Antônio:

Mapa 14 – Diversos usos instalados ao longo da bacia



Fonte: Elaborado a partir dos dados NASA, 2015.

3.2.4 As atividades industriais

A atividade industrial, amplamente explorada na bacia, é considerada a ação que gera significativos problemas ambientais presentes no local, uma vez que a implantação, o crescimento e o desenvolvimento do denominado Polo Industrial ocorrem, em grande parte, às margens do córrego Santo Antônio. Essas atividades se configuram como possíveis fontes de assoreamentos, poeiras, poluição por lançamento de gases poluentes na atmosfera, remoção da vegetação natural, desmatamento, poluição da água, e ainda, impulsionam o crescimento urbano. Conforme pode ser observado a seguir nas figuras 10, 11 e 12, os polos industriais se localizam nas proximidades das margens dos rios.

Figura 10: Polo Empresarial Industrial de Goiás



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pelo Google Earth, 2016

A figura 12 evidencia a supressão da vegetação na proximidade da área onde se localizam os polos industriais DIMAG e DAIAG.

Figura 11: Distrito Industrial do Município de Aparecida de Goiânia – DIMAG e Distrito Agro Industrial de Aparecida de Goiânia- DAIAG



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pelo Google Earth, 2016.

Observa-se, também, que a água do córrego que margeia esses distritos apresenta coloração esbranquiçada, o que é um indicador de poluição.

Figura 12: Resíduos em suspensão no córrego, nas proximidades do DIMAG e DAIAG



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pelo Google Earth, 2016.

Além disso, observou-se que os impactos decorrentes dos usos da bacia ocorrem em vários pontos em que é comum a presença de empresas de resíduos sólidos ao longo de seu percurso. Algumas dessas empresas possuem suas atividades alocadas em regiões próximas às margens dos córregos. Na foto 8, é destacada uma dessas empresas que está localizado a aproximadamente 30 metros da margem do Córrego.

Foto 8 – Empresa de reciclagem de resíduos de construção, instalada nas proximidades do leito do Córrego, nas imediações dos setores Cândido de Queiroz e Maria Inês, Aparecida de Goiânia.



Fonte: O autor.

Foto 9 – Pátio de disposição de rejeitos da empresa de reciclagem de resíduos de construção acima citada.



Fonte: O autor.

Depreende-se disso que a ocupação pela atividade é inadequada para a área e que a mesma tem potencializado a formação de processos erosivos além do carreamento de resíduos para as margens do córrego. A foto 10 a seguir demonstra outra localidade onde a reciclagem de resíduos sólidos é desenvolvida.

Foto 10 – Implantação da empresa de reciclagem de resíduos de construção, nas proximidades dos setores Tocantins e São Jorge, Aparecida de Goiânia.



Fonte: o autor.

3.2.5 A atividade mineradora

A extração mineral nessa bacia consiste na exploração de areia e de rocha, do tipo lavra a céu aberto e extração de ouro. Conforme informações obtidas no site do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (DNPM, 2015), existem 22 direitos minerários para 07 substâncias minerais ao longo da bacia.

O município apresenta como principal aptidão mineral a exploração de micaxisto para produção de brita. Essa extração ocorre em quatro unidades de beneficiamento. Segundo a prefeitura municipal de Aparecida de Goiânia, as quatro pedreiras juntas têm uma produção estimada de 300.000 t/mês, e atendem principalmente aos mercados de Goiânia e Aparecida de Goiânia (figura 13).

Os impactos principais dessa atividade são: erosão de solo em áreas expostas; assoreamento da planície de inundação das drenagens receptoras -

transporte de material sólido em suspensão (argila e silte), pelas águas das chuvas, assoreando o curso d'água coletor. Também foi observado assoreamento em razão do manejo incorreto de lixo e resíduos da remoção da vegetação; modificação da Qualidade Natural das Águas – a lavra e beneficiamento mineral produz risco de alteração na qualidade química natural, tal processo está diretamente associado ao tráfego, operação de máquinas e veículos nas áreas mineradas, a lixiviação da superfície do terreno pelas águas pluviais transporta para o leito do córrego óleos, graxas e particulados para as drenagens, contaminando as águas superficiais e subterrâneas, provocando a alteração das propriedades físicas, como turbidez, cor, velocidade de fluxo e assoreamento; Mudança nos Domínios Aquíferos Locais – A lavra na forma de bancadas descendentes resulta no rebaixamento do lençol freático; Transporte e Disposição de Materiais – A atividade mineradora produz a remoção e disposição de consideráveis volumes de material, os rejeitos ficam amontoados, susceptíveis ao desenvolvimento de processos erosivos, provocando o assoreamento dos cursos superficiais, tal impacto é observado em todas as pedreiras; Desmatamento e Remoção de Vegetação – causado pela exposição do solo, tornando-o susceptível a instalação de processos erosivos; A disposição inadequada dos resíduos sólidos e Contaminação por efluentes sanitários - instalações sanitárias precárias são fontes poluidoras. Essas atividades concentram-se na jusante da bacia. A figura 13 permite visualizar a exploração da atividade.

Figura 13 – Área de mineração, nas proximidades do setor Jardim Verde Vale.



Fonte: Google Earth, 2016.

Dentre os impactos citados, considera-se relevante destacar aqueles que se associam ao desmonte de rocha por meio do uso de explosivos: sobrepressão, vibração do terreno e ruído, os quais causam maior desconforto à população de bairros residenciais próximos a pedreiras. Os efeitos da sobrepressão são observados nas construções civis por meio da vibração de paredes, janelas e objetos no interior das residências. Para os moradores, o desconforto se manifesta mais pelo susto no momento da detonação do que pela interferência em suas atividades diárias. No Brasil, o limite aceito para a sobrepressão é de 134 dB, de acordo com ABNT(2004).

O ruído oriundo da detonação dos explosivos é ouvido a distâncias consideráveis. Entretanto observou-se que os maiores impactos do ruído ocorrem durante o processo de beneficiamento, devido à sua duração e continuidade. O Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM, por meio de Normas Reguladoras de Mineração estabelece critérios e condições de segurança exigidas para processos de mineração nas proximidades de habitações. Ressalta-se que não há imposição de limite pré-estabelecido para o lançamento de fragmentos, porém essa definição deverá ser apontada no estudo técnico e apresentado no Plano de Lavra do empreendimento cuja exigência fica a critério do DNPM.

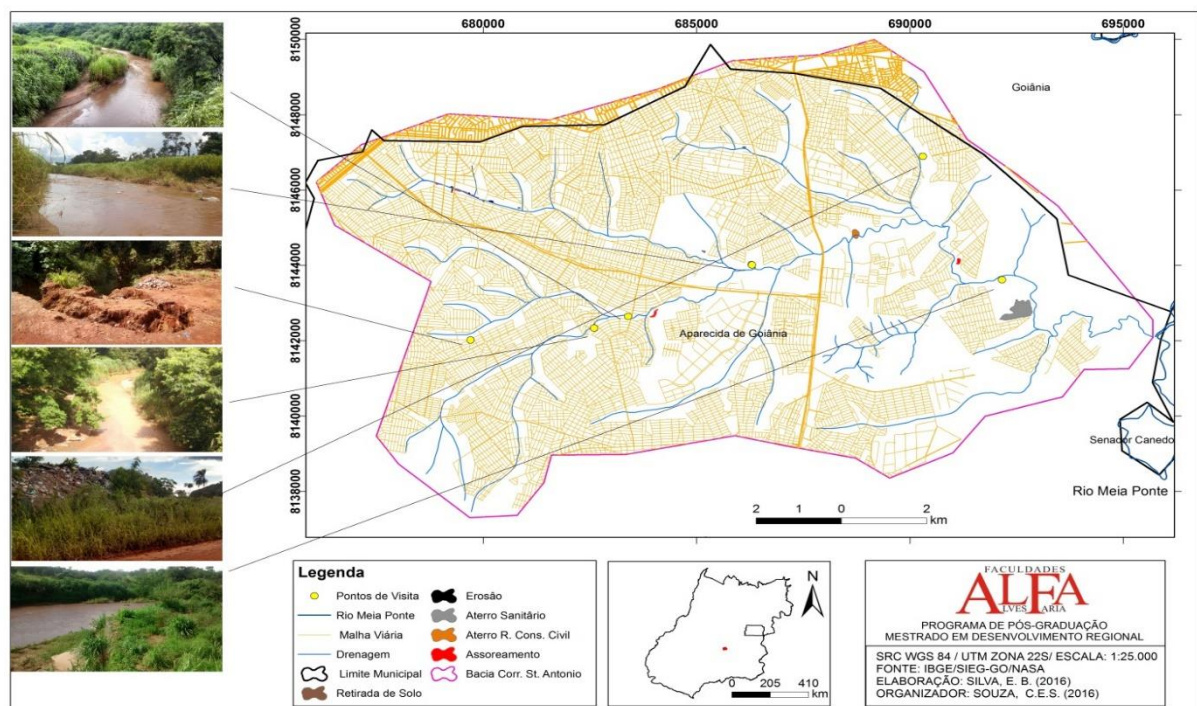
As vibrações inerentes a qualquer processo de detonação, por sua vez, constituem-se como forma de impacto inevitável. Os resultados das vibrações são observados nas construções civis, na forma de trincas e rachaduras nas paredes. Os limites de vibração do terreno sugeridos pela NBR 9653 (2004) são divididos em três faixas, de acordo com a frequência das ondas sísmicas, medidas através da velocidade de partícula: de 15 a 20 mm/s, para frequências abaixo de 15 Hz, de 20 a 50 mm/s, para frequências entre 15 e 40 Hz e acima de 50 mm/s, para frequências acima de 40 Hz.

O fator mais relevante em relação à exploração mineral na bacia do córrego Santo Antônio, tanto de pedreiras quanto de cascalheiras, bem como os pontos de extração de areia diz respeito tanto às vulnerabilidades de perda de solos a que ficam suscetíveis quanto à qualidade dos recursos hídricos e naturais como vegetação e qualidade atmosférica nas áreas onde estão instalados os empreendimentos de mineração. Nessas áreas, os riscos ambientais envolvidos devem ser constantemente monitorados.

3.2.6 – Demais impactos ambientais decorrentes da ocupação urbana

Ao longo das últimas décadas e na atualidade, instaurou-se a ocorrência de diversos impactos ambientais relacionados à ocupação urbana e suas interações. Dentre esses se destacam as erosões e o assoreamento. Tais impactos são demonstrados no mapa 15 a seguir:

Mapa 15 – Impactos ambientais gerados pelo uso das terras na bacia do Córrego Santo Antônio



Fonte: Elaborado pelo autor com dados disponibilizados pela NASA, 2016

Um dos elementos mais proeminentes que podem ser destacados a partir dos levantamentos instaurados por esta pesquisa é a identificação, por intermédio de dados empíricos, da quantidade de ocupações irregulares, que se constituem como um dos fatores mais relevantes, principalmente quando ocorrem em áreas de preservação permanente do Córrego Santo Antônio.

Conforme a legislação ambiental vigente, a ocupação de Áreas de Preservação Permanente, deve resguardar um limite de 50 metros de distância da margem do córrego. Tal instituto se encontra preconizado tanto na Lei Federal (Lei Nº 7.803/89), quanto na Lei Estadual (Lei Nº 12.596/95) bem como reiterado na legislação municipal (Lei Nº 792/88). Esta Lei Municipal de Aparecida de Goiânia Nº

792/88 no seu Art. 389, expressa claramente a distância a ser resguardada em área de Preservação Permanente, que deve ser no mínimo 50 (Cinquenta) metros:

Art. 389 - Sem prejuízo do disposto na Lei Estadual nº 12.596, de 14 de março de 1995 e demais prescrições previstas na legislação federal, serão consideradas áreas de preservação permanente, em todo o território do Município, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

I - nos locais de pouso das aves de arribação, assim declaradas pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEMAM, ou protegidos por convênio, acordo ou tratado internacional de que a União seja signatária;

II - a 50 m (cinquenta metros) ao longo dos rios, riachos ou qualquer curso d'água, desde seu nível mais alto e às suas margens;

III - Ao redor das lagoas ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, desde seu nível mais alto, abrangendo um raio mínimo de 100 (cem metros); IV - Nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, considerando-se o mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura.

A ocupação irregular de áreas de preservação permanente traz impactos não só à biodiversidade da fauna e da flora, mas por consequência lógica, desencadeia processos erosivos, assoreamento do solo, culminando em diversos problemas socioambientais como enchentes, proliferação de pragas e aumento nos casos de doenças decorrentes do lançamento clandestino de efluentes domésticos e disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

Outro fator relevante observado em campo foi a presença de pouca vegetação nativa preservada, ou seja, sem a introdução de espécies exóticas. Como a bacia está inserida em uma região completamente urbanizada, a presença de espécies exóticas é mais recorrente do que as nativas, como bambus, mangueiras, bananeiras, mamonas entre tantas outras.

Apesar da existência de espécies exóticas, estas não suprem a demanda ambiental de vegetação nas margens do córrego, alimentando o processo de degradação. Um exemplo disso é o bambu, muito utilizado no processo de substituição da vegetação ao longo das margens do córrego, embora ele não seja indicado como uma espécie que possa ser utilizado para a recuperação de matas ciliares. Outro impacto identificado foi o aumento das áreas impermeabilizadas nas APPs, em decorrência de aterramento de alguns lotes usados para construção de áreas de lazer. Essas obras são feitas na maioria dos casos sem planejamento e análise ambiental, facilitando o processo de assoreamento e erosão no córrego.

Também foi observada ao longo da ocupação da bacia, a presença de cultivo de hortaliças dentro dos limites das APPs, que apresenta como consequências a retirada da vegetação nativa, a contaminação da água e do solo com produtos agrotóxicos, exposição do solo a processos erosivos.

Ainda em relação aos impactos observados, é importante citar também a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos ao longo das APPs, que além das doenças e vetores oriundos do manejo inadequado, também resultam em contaminação da água ao serem transportados no período chuvoso para o leito do córrego. Nesse sentido, a ocorrência de enchentes e erosões muito próximas às residências, em alguns trechos do córrego tornando-as áreas de risco ilustra parte dos impactos sociais decorrentes dessa ocupação urbana tanto regular quanto irregular na bacia do córrego Santo Antônio.

Além disso, a maioria das pessoas que residem nas áreas de APPs da bacia é de classe média baixa, o que agrava ainda mais a questão socioambiental do local. A existência das moradias irregulares nas proximidades imediatas do córrego culmina em muitos casos no lançamento de esgoto sanitário, *in natura* nos corpos d'água, ou seja, os efluentes domésticos são lançados no córrego sem receber um prévio tratamento, gerando graves prejuízos à qualidade dessa água. Além da contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com essa água, o aspecto visual desagradável, e o declínio dos níveis de oxigênio dissolvido afetam a sobrevivência dos seres de vida aquática, que sofrem com a contaminação de seu habitat por bactérias patogênicas.

Conclusão

Os problemas ambientais observados na bacia do córrego Santo Antônio no município de Aparecida de Goiânia são, em sua maioria, associados à ocupação urbana que ocorreu de forma muito acelerada, pouco planejada e com intensa urbanização. Essa expansão urbana desordenada afetou a qualidade dos corpos d'água, em decorrência do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento, além de aumentar a produção de resíduos sólidos, que, na maioria das vezes, não são dispostos de forma segura, podendo comprometer a saúde dos habitantes, assorearem os cursos d'água, dentre outros impactos ambientais.

Também nessa perspectiva, o aumento da exploração mineral em função das demandas do crescimento, principalmente a construção civil, impulsionou o processo de degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, na bacia do córrego Santo Antônio. Fato que desencadeou o desenvolvimento de processos erosivos, impermeabilização de amplas superfícies e eliminação da cobertura vegetal original. Apesar da exploração mineral, em especial as pedreiras, que devem apresentar alguns investimentos nas questões ambientais, predomina a falta de uniformização das ações ambientais entre as várias empresas. Portanto, se faz necessária a tomada de medidas urgentes como a desocupação de Áreas de Preservação Permanente, interrupção da remoção da vegetação bem como a implantação de processo de vegetação.

As águas subterrâneas também são de grande relevância na bacia e se apresentam na forma de sistemas de reservatórios rasos, associados aos solos e os sistemas de reservatórios profundos, vinculados às fissuras e fraturas das rochas. Tais reservas hídricas possuem estimativas que demonstram a existência de considerável volume disponível. A preservação desse recurso também é imprescindível, uma vez que pode contribuir com o abastecimento da população. Técnicas de manejo dos aquíferos e uso racional das águas contribuirão para a sustentabilidade desses mananciais.

Todos os córregos que constituem a bacia se encontram seriamente comprometidos. Logo, é essencial o desenvolvimento de políticas públicas e aplicação de medidas de conscientização da população usufrutuária, para a desinfecção das águas contaminadas. Em relação às áreas que sofrem inundação, destacam-se as inundações que ocorrem no Jardim Paraíso, na Vila Maria e na BR

153, decorrentes do transbordamento do córrego Santo Antônio. Dentre os fatores mais relevantes que contribuem para essas inundações, pode-se destacar: a acentuada declividade das ruas da Vila Maria na direção do córrego Santo Antônio; o impacto da correnteza na confluência do córrego Saltador com o córrego Santo Antônio e bueiro no córrego Santo Antônio na BR 153.

Sugere-se ainda que as áreas de nascente que ainda encontram-se preservadas ou pouco degradadas sejam oficialmente transformadas em áreas de preservação ambiental, com uma fiscalização efetiva do poder público para sustentabilidade desses mananciais. A preservação da qualidade e quantidade de água dos mananciais proporcionaria significativa melhora da qualidade de vida da população local.

Também de fundamental importância para a sustentabilidade da bacia, os fundos de vale devem ser preservados e recuperados. Além disso, medidas como a retirada das ocupações irregulares, recuperação das áreas degradadas e prevenção de novos impactos poderão não apenas evitar prejuízos materiais, mas também humanos, já que todos os anos ocorrem mortes por desastres naturais potencializados pelas atividades antrópicas nesses locais.

É de grande relevância considerar a necessidade da implantação de medidas que incentivem a minimização da impermeabilização do solo e o uso racional da água, com objetivo de impedir a ocorrência de problemas relacionados à demanda de água, gerada não somente pelo crescimento demográfico, mas também pela exploração econômica. De acordo com Andreoli e Carneiro (2005), a minimização dos vários problemas, envolvendo os recursos hídricos, tem como premissa básica o gerenciamento de ações, visando à melhoria das condições das águas, especialmente as de abastecimento público.

Nessa perspectiva, cumpre ressaltar que a disponibilidade hídrica do município se encontra bastante impactada e limitada. A grande diversidade e o crescente número de usuários além de impactarem negativamente a bacia, também são catalizadores de conflitos pelo uso da água. Contudo, mediante o diagnóstico ambiental das condições de uso e das variadas formas de ocupação do território, conclui-se, que tanto a gestão do meio físico de maneira mais adequada aos parâmetros ambientais e legais, quanto sustentabilidade da exploração econômica dos recursos hídricos, podem ser obtidos a partir da implantação de medidas como a não ocupação de áreas de proteção permanente, ampliação das áreas verdes,

efetivação da implantação das unidades de conservação, controle e limitação da implantação de novos loteamentos, com a ocupação racional dos espaços vazios nos loteamentos já existentes, efetivação das áreas de exploração mineral e medidas mitigadoras de passivos ambientais decorrentes dessa atividade, recuperação das áreas degradadas, direcionamento de investimentos para a dinâmica de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e implantação de redes de águas pluviais e educação ambiental.

E, por fim, diante das informações, dados e recomendações elencadas nesta pesquisa, tanto no sentido ambiental quanto num sentido social, sugerem-se pautas de gestão, que poderão viabilizar a efetividade da função social da educação na construção e melhoria da sociedade, como contribuições à implantação e políticas públicas, que busquem a sustentabilidade, não só da bacia do córrego Santo Antônio, mas também dos recursos naturais e do meio ambiente urbano e de Aparecida de Goiânia com conseqüente melhoria na qualidade de vida da população.

Assim, como pautas de gestão, essa pesquisa propõe: A criação de um Comitê de Bacia, exclusivo para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos na bacia; o monitoramento da qualidade das águas nos mananciais, principalmente em pontos a jusante dos lançamentos de efluentes; implantação de um programa de conservação das matas ciliares, buscando a recuperação de algumas áreas já degradadas; análise, fiscalização e acompanhamento dos impactos ambientais causados pela mineração; programa de Educação Ambiental destinados à população.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR Brasileira 10004. Resíduos sólidos — Classificação.** Rio de Janeiro-RJ. 2004
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH).** 2005.
- AGUIAR, V. G.; ROMÃO, P. A. 2009. **Dinâmica espacial da bacia do córrego Granada em Aparecida de Goiânia (GO) e a fragilidade do relevo aos processos erosivos antrópicos.** Anais do 12 Encontro de Geógrafos de America Latina – EGAL. Montevideo – Uruguai. 2009.
- ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. TERTULIANO, Marcos Faria. **Diagnose dos sistemas ambientais: Métodos e Indicadores.** Rio de Janeiro – RJ – 1999.
- ANDREOLLI, I. **Previsão de Vazão em Tempo Real no Rio Uruguai com Base na Previsão Meteorológica.** Porto Alegre – RS. 2003
- BACELLAR, L. de A.; **Condicionantes geológicas, geomorfológicas e geotécnicas dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá,** Ouro Preto, M.G. 2000.
- BARLOW, Maude; CLARKE, Tony. **Ouro azul.** São Paulo: Makron Books do Brasil, 2003.
- BASSANI, F. **Monitoramento do lixiviado do aterro controlado de Maringá, Paraná, e avaliação da tratabilidade com coagulantes naturais, radiação ultravioleta (UV) e ozônio.** Maringá- PR. 2010.
- BENVENUTO, C. **Resíduos Sólidos Domiciliares Em Pequenas Comunidades: Aspectos Construtivos e Ambientais, Vantagens e Desvantagens. Seminário sobre Resíduos Sólidos.** São Paulo, SP, 2004.
- BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas.** Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis - 1973.
- BOHER, Claudio Belmonte de Athayde. **Vegetação, paisagem e o planejamento do uso da terra.** – São Paulo -2000.
- BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Política
- BURNS, E. M. *et alli* - **História da civilização ocidental,** Vol. 1 e 2, São Paulo,

1974.

C.E.M.; Marques, D. M. **Gerenciamento Ambiental da Drenagem Urbana**. Porto Alegre – RS. 2001.

CETEM/MCTI. Recursos Minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos. Rio de Janeiro, 2014.

CASSETI, V. **Concentração de Sedimentos em Suspensão no Baixo Ribeirão João Leite** — Goiânia. 2006

CASTILHOS JR, A.B. (coord.) **Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro – RJ. 2003.

CHAVEIRO, E. F. **Goiânia, uma cidade em travessia**. 2001. 321 f. Tese (Doutorado em Geografia) – USP, São Paulo, 2001. (parece que não consta no texto)

CLARK, 1995 CLARKE, R. T; DIAS, P. L. S. As necessidades de observação e monitoramento dos ambientes brasileiros quanto aos recursos hídricos. São Paulo – SP. 1995

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – Resol. nº 358, 2005; **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**. Brasília-DF. 2005

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo - 1979.

D`ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo – SP. 2000.

DALARMI, O. Utilização futura dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba - PR. 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral Volume 35**. Brasília – DF. 2006

DIAS, N. W. D. et al. **Sensoriamento remoto: aplicação para a conservação, e desenvolvimento sustentável da Amazônia**. CD-ROM Educacional INPE/OBT. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003. (parece que não consta no texto) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 17 jan. 2016.

FERNANDES, Elisabete Chirieleison. **Educação Ambiental E Meio Ambiente: Concepções De Profissionais Da Educação**. Uberlândia –MG - 2002.

- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. (parece que não consta no texto)
- GUERRA, A.T; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro- RJ. 2003.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. PNSB, 2000. Disponível em: www.ibge.gov.br, acesso em Abril de 2016.
- IBGE, **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios : síntese de indicadores 2014 / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento**. - Rio de Janeiro – RJ. 2015
- IMB – Instituto Mauro Borges. **Goiás em Dados -2014**. Goiânia-GO. 2014
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro : IBGE, 1993
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário estatístico do Brasil**: 1991. Rio de Janeiro. 1991.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Rio de Janeiro. 1970 a 1996.
- Lacerda Filho J. V., Rezende A., Silva, A. **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia – GO. 1999
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Água: Um recurso cada vez mais ameaçado**. Brasília –DF – 2013.
- MARCONI, Marina A; LAKATOS, Eva M. **Metodologia Científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria hipóteses e variáveis, metodologia jurídica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2000. (parece que não consta no texto)
- MARTINI, Fernando. **Como cuidar do seu meio ambiente**. São Paulo: Bei Comunicação, 2003. (parece que não consta no texto)
- MAY, Peter H, **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro – RJ -2003
- MIRANDA, J. G. **Mapeamento geotécnico e estudo de suscetibilidade à erosão na bacia do Ribeirão Ponte da Pedra (MT), escala: 1; 100.000**. Tese (Doutorado

em Geotecnia). São Carlos – SP. 2005

NAGALLI, André. **Diagnóstico e Avaliação dos Impactos Ambientais de Aterros de Disposição de Resíduos no Estado do Paraná – Estudo de Caso dos Municípios de Jacarezinho e Barra do Jacaré.** Curitiba, PR. 2005.

OGATA, k. **Projeto de Sistemas Lineares de Controle MATLAB.** Rio de Janeiro - 1995

Oliveira, C. J. F. **Erosão urbana na bacia do córrego Santo Antonio em Aparecida de Goiânia/GO: análise e diretrizes para controle.** Goiânia- GO. 2005

OLIVEIRA, L.G., BISPO, P.C. & SÁ, N.C.. **Ecologia de assembléias de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do parque ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil.** Rev. Bras. Zool., 1997

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. Vegetation physionomies and wood flora of the Cerrado Biome, p. 91-120. In: OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna.** New York, Columbia University Press. 2002

ONU. Assembleia Geral das Nações Unidas. **Core Document Forming Part of the Reports of States Parties: Brazil.** 2013

PHILIPPI JR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri, SP. 2005

PORTO-Gonçalves, Carlos, Walter, 1949 – **A globalização da natureza e a natureza da globalização / Carlos Walter Porto-Gonçalves.** – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Águas doces no mundo e no Brasil.** In.: REBOUÇAS, Aldo da C., et al. (Org.). **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo - 2002.

REIS, A; ZAMBONIN, R.M; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal.** São Paulo – SP. 1999.

RIBEIRO, J.F; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: S.M.

RODRIGUES, A. P. *et al.* **Caracterização do meio físico, dos recursos minerais e hídricos do município de Aparecida de Goiânia.** Goiânia - GO. 2005.

Sano, S.P. Almeida; J.F. Ribeiro. **Cerrado: ecologia e flora.** EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 2008.

SELBORNE, Lord. **A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento.** Brasília –

DF. 2003

SOTCHAVA, Viktor B. **O estudo de Geossistemas. Métodos em Questão.** São Paulo: USP/ IG, 1977.

SOUTO, G.D.B. ; POVINELLI, J. **Características do lixiviado de aterros sanitários no Brasil.** Belo Horizonte. MG. 2007.

SOUZA JÚNIOR, W. C. de. **Gestão das águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios.** São Paulo: Petrópolis, 2004.

TRIGUEIRO, André. **Meio Ambiente no Século XXI.** São Paulo – SP. 2005

Tucci, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação.** Porto Alegre- RS. 2005.

Tucci, C. E. M.; Porto, R. L.; Barros, M. T. **Drenagem urbana: Gerenciamento Simulação e Controle.** Porto Alegre – RS. 1998.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: Rima, 2005.

VALENTE, O. F; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras.** Viçosa, MG. 2005.

VENDRAME, I. F. LOPES W. A. B. **Análise do crescimento urbano e seus efeitos na mudança da dinâmica de escoamento superficial da bacia do Pararangaba.**

Anais XII Simpósio Brasileiro de sensoriamento Remoto. Goiânia, INPE, 2005

VIANNA, Pedro C. G. **O Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Mercosul.** Tese (Doutorado em Geografia), DGE/USP, São Paulo, 2002.

XAVIER-DA-SILVA, J. (Org.) ; ZAIDAN, R. T. (Org.) . **Geoprocessamento e Análise Ambiental - Aplicações.** Rio de Janeiro- RJ. 2004.