



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
IESA – INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO SANTO ANTÔNIO, APARECIDA DE GOIÂNIA/GO**

SANDRO MORAIS PIMENTA
DISSERTAÇÃO

GOIÂNIA
2008

Sandro Morais Pimenta

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO SANTO ANTÔNIO: APARECIDA DE GOIÂNIA/GO**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do Título de Mestre em Geografia
no Programa de Pesquisa e Pós-graduação em
Geografia do Instituto de Estudos Sócio-
Ambientais da Universidade Federal de Goiás.

Cláudia Valéria de Lima

Orientadora

Universidade Federal de Goiás

GOIÂNIA

DEZEMBRO, 2008

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO SANTO ANTÔNIO: APARECIDA DE GOIÂNIA/GO.

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em Dezembro de 2008, pela Banca Examinadora, constituída pelos professores:

Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Junior
Universidade Federal de Goiás - UFG
(Membro)

Prof. Dr. Eduardo Queija de Siqueira
Universidade Federal de Goiás - UFG
(Membro)

Prof^ª Dr^ª Cláudia Valéria de Lima
Universidade Federal de Goiás - UFG
(Orientadora)

Sandro Morais Pimenta
Universidade Federal de Goiás - UFG
(Mestrando)

"Mau será o dia do homem quando ele se tornar absolutamente satisfeito com a vida que está levando, quando não estiver mais eternamente batendo nas portas de sua alma um enorme desejo de fazer algo maior."

Phillips Brooks (1835 - 1893)

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade e estudos proporcionados aos professores, pela dedicação, empenho e profissionalismo apresentados na condução das disciplinas do programa.

À professora Dr^a. Cláudia Valéria de Lima, amiga e orientadora, pela compreensão e apoio nesta dissertação de mestrado.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que através da bolsa de estudos, auxiliou no financiamento desta pesquisa.

Ao Laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília, em especial ao seu coordenador, Prof. Dr. Geraldo Resende Boaventura, pela utilização das instalações do laboratório, respectivas análises físico-químicas e dedicação de seus técnicos.

Ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG – IESA/UFG, aos seus colaboradores e, em especial, ao seu coordenador, Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira, pelos esclarecimentos e observações.

À prefeitura municipal de Aparecida de Goiânia que, através de seus colaboradores, auxiliou na realização desse trabalho, disponibilizando materiais e estudos, dados de grande valia na execução da pesquisa.

Aos amigos: engenheiro agrônomo Leonardo Bernardes Roberto, tecnólogo Tiago Godoi Ribeiro, veterinário Eduardo Vieira Machado, mestrandos do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, à bacharela em química, Lyne Sussuarana Pereira, mestranda em engenharia agrícola pela Universidade Estadual de Goiás, pelo apoio, auxílio em campo e contribuições de forma direta e indireta nos momentos de dificuldades.

Em especial, agradeço aos meus pais, irmãos e familiares que me ajudaram e me incentivaram nos momentos difíceis. À Aline de Moraes Rocha pelos seus conselhos, sua amizade, seu carinho, seu amor, seu companheirismo e sua presença ao meu lado nos momentos mais difíceis e também mais felizes.

RESUMO

O município de Aparecida de Goiânia/GO dista aproximadamente 11 km da capital Goiânia, possui área total aproximada de 292 km², com altitude em torno de 808 metros, sendo a segunda maior cidade, em população, do Estado de Goiás. O crescimento populacional do município, segundo o censo do IBGE, no período de 1996 a 2004, foi de 51%, o que, conseqüentemente, levou ao crescimento da demanda por recursos naturais, intensificando os impactos ambientais gerados pelo uso e ocupação do ambiente urbano. O córrego Santo Antônio é a principal drenagem de Aparecida de Goiânia; possui extensão aproximada de 28,33 km e atravessa o município, desaguando no Rio Meia Ponte. A bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio, área dessa pesquisa, representa cerca de 54 % da área total do município, contendo praticamente toda a área urbana. As alterações na qualidade das águas do córrego Santo Antônio foram observadas pela amostragem de água em 11 pontos georeferenciados, selecionados ao longo da bacia no período chuvoso e seco. A seleção dos pontos de amostragem deu-se a partir da análise dos seguintes critérios: lançamentos de efluentes ao longo da bacia, incidência de tributários na rede de drenagem, possíveis fontes de poluição identificadas pela avaliação do uso e ocupação do solo e acessibilidade dos pontos selecionados. Foram determinados 11 parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, cor, turbidez, dióxido de carbono, alcalinidade, nitrato, cloreto, amônio e salinidade. Esses parâmetros foram analisados durante os períodos seco e chuvoso, demonstraram a variação da qualidade da água do córrego Santo Antônio, indicando a influência direta do processo de uso e ocupação do solo. Esta avaliação da qualidade da água gera uma complexa reflexão sobre a ação antrópica no meio físico. Os pontos selecionados em áreas com maior ocupação urbana ou próximos a atividades que apresentam maior potencial poluidor, demonstraram, quantitativamente, maiores valores nos parâmetros de qualidade avaliados, em comparação aos pontos selecionados próximos a área de nascente. Em alguns casos os valores recomendados pela legislação foram ultrapassados. Os dados gerados podem ser utilizados para subsidiar a elaboração e execução de políticas públicas de gestão ambiental, servindo de base para a tomada de decisões e definição de planejamento estratégico ambiental do município.

Palavras-chaves: Qualidade de Água, Impactos Ambientais, Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

The city of Aparecida de Goiânia/GO is about 11 Km from the capital Goiania, it has a total area approximately 292 km, with an altitude of 808 meters being the second biggest city in population from the State of Goias. The population growth, according to the IBGE census, in the time from 1996 to 2004, it has been 51%, which consequently took also to the demand of natural resources growth making bigger the environmental impacts because of the use and the occupation of the urban environment. The river Santo Antonio is the main way for draining in the city of Aparecida de Goiania, it gets an extension of approximately 28,33 Km and cross the city, flowing into the River Meia Ponte. The basin of the river Santo Antonio, area where this research has been done, represents about 54% from the total area of the city, being basically all urban area. The alterations in the quality of the water of the river Santo Antonio were observed by the sample of the water in 11 spots georeferenced selected along on the basin's place at the rainy and droughts period. The selection of the points of sample, happened to start from the analyses of the following criteria's: launching of the effluent along on the basin's place, incidence of tributary on the net of the drainage, possible sources of pollution, identified from the evaluation of the use and occupation of the ground and accessibility of the points selected. It has being determined 11 physical-chemical parameter: pH, electrical conductivity total melted solids, colour, turbity, dioxide of carbon, alkalinity, nitrate, clorets, ammonium and salinity. The parameters analysed during the at the rainy and droughts period, showed the variation of the quality of the water of the River Santo Antonio, indicating the direct influence of the using process and occupation of the ground. This evaluation of the quality of the water takes us to a complex reflexion about the antropic action in the physical middle. The selected points in areas with the bigger urban occupation or close to the activities that demonstrate bigger polluting potential, demonstrate quantitivctly bigger values in the quality's parameters evaluated, in comparison to the selected points close to the source's area. Some parameters overtake the recommended values for the legislation. The dates made can be used to subsidize the elaboration and execution of the public political of the environmental management, working as a base to take the decision and definition of the strategic environmental planning of the city

Key-words: Quality of the water, Environmental Impact, Hydrographical Basin

SUMÁRIO

	PÁG.
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos da Pesquisa	4
CAPÍTULO 2 – ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA E PARÂMETROS DE REFERÊNCIA	6
2.1. Parâmetros de Qualidade da Água	7
2.2. Considerações Sobre Normas e Legislação Aplicáveis	11
2.3. Ações Antropogênicas e Alterações na Qualidade da Água em Áreas Urbanas	12
CAPÍTULO 3 – MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA – BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO	20
3.1. Condicionantes Naturais do Meio Físico	22
3.1.1. Clima	22
3.1.2. Hidrogeologia	24
3.1.3. Geologia	27
3.1.4. Geomorfologia	28
3.1.5. Solos	29
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO	30
4.1. Metodologia Aplicada	30
4.2. Resultados e Discussões	34
4.2.1. Uso do Solo	34
4.2.2. Avaliação das Águas na Bacia do Córrego Santo Antônio	49
4.2.3. Correlações	61
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	66

LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	
Figura 1 – Localização do município de Aparecida de Goiânia	3
CAPÍTULO 2 – ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA E PARÂMETROS DE REFERÊNCIA	
Figura 2 – Distribuição da água doce disponível	6
Figura 3 – Disponibilidade hídrica de águas superficiais nas regiões do Brasil	7
Figura 4 – Exemplos de inter-relação uso e ocupação e focos de alteração da qualidade da água em uma bacia hidrográfica	15
CAPÍTULO 3 – MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA – BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO	
Figura 5 – Crescimento populacional no período de 1933 a 2001	22
Figura 6 – Chuva acumulada mensal x chuva (normal climatológica 1961-1990)	23
Figura 7 – Temperaturas Mensais (°C), normal climatológica 1961 – 1990.	24
Figura 8 – Delimitação da bacia do Santo Antônio	26
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO	
Figura 9 – Espacialização dos pontos de amostragem	33
Figura 10 – Uso do Solo 2007	36
Figura 11 – Zoneamento Uso do Solo	39
Figura 12 – Imagem da nascente do córrego Santo Antônio	41
Figura 13 – Restos de edificações residenciais	42
Figura 14 – Ponte de acesso ao bairro Veiga Jardim	43
Figura 15 – Área próxima ao Pólo Industrial Goiás	43
Figura 16 – Bairro Nova Cidade	44
Figura 17 – Aterro sanitário de Aparecida de Goiânia	44
Figura 18 – Imagem do aterro sanitário de Aparecida de Goiânia	45
Figura 19 – Bairro Veiga Jardim	46
Figura 20 – Pedreira Araguaia	47
Figura 21 – E.T.E Cruzeiro do Sul	48
Figura 22 – Variação sazonal do pH na bacia do Santo Antônio	52
Figura 23 – Variação sazonal da C.E na bacia do Santo Antônio	53
Figura 24 – Variação sazonal dos S.T.D na bacia do Santo Antônio	53
Figura 25 – Variação sazonal da cor na bacia do Santo Antônio	54
Figura 26 – Variação sazonal da turbidez na bacia do Santo Antônio	55
Figura 27 – Variação sazonal do cloreto na bacia do Santo Antônio	56
Figura 28 – Variação sazonal do nitrato na bacia do Santo Antônio	56
Figura 29 – Variação sazonal do amônio na bacia do Santo Antônio	56
Figura 30 – Variação sazonal do dióxido de carbono na bacia do Santo Antônio	57
Figura 31 – Variação sazonal da alcalinidade na bacia do Santo Antônio	57
Figura 32 – Variação sazonal da salinidade na bacia do Santo Antônio	58
Figuras 33, 34,35 – Variação sazonal dos parâmetros físico-químicos: pH, C.E, S.T.D no córrego do Almeida	60
Figura 36,37 – Variação sazonal dos parâmetros físico-químicos: cloreto, e alcalinidade no córrego do Almeida	61
Figura, 38 e 39 – Variação sazonal dos parâmetros físico-químicos: nitrato e dióxido de carbono, no córrego do Almeida.	61

Figuras 40 e 41 – Variação sazonal dos parâmetros físico-químicos: Cor (uH) e Turbidez (uT), no córrego do Almeida.	62
Figuras 42 e 43 – Variação sazonal dos parâmetros físico-químicos: Amônio (mg/l) e salinidade (%), no córrego do Almeida.	62

LISTA DE TABELAS

	PÁG.
CAPÍTULO 3 – MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA – BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO	
Tabela 1 – Assentamentos realizados no município de Aparecida de Goiânia	21
Tabela 2 – Hierarquização da rede de drenagem da bacia do córrego Santo Antônio	27
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO	
Tabela 3 – Bacia hidrográfica do Santo Antônio, pontos de amostragem e referência de localização	32
Tabela 4 – Distribuição das classes identificadas no mapa de uso do solo	35
Tabela 5 – Resultados das análises físico-químicas na bacia do Santo Antônio – período chuvoso	50
Tabela 6 – Resultados das análises físico-químicas na bacia do Santo Antônio – período seco	51
Tabela 7 – Resultados das análises físico-químicas realizadas por Rodrigues	54
Tabela 8 – Resultados das análises físico-químicas na bacia do Santo Antônio, ponto 7	58
Tabela 9 – Matriz de correlação de Spearman entre parâmetros físico-químicos, período chuvoso	62
Tabela 10 – Matriz de correlação de Spearman entre parâmetros físico-químicos, período seco	62

LISTA DE QUADROS

	PÁG.
CAPÍTULO 2 – ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA E PARÂMETROS DE REFERÊNCIA	
Quadro 1 – Associação entre os usos e os requisitos de qualidade de água	13
Quadro 2 – Principais alterações nos parâmetros de qualidade das águas	18

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A humanidade consome, hoje, mais água que todos os outros bens e matérias-primas combinados, e a demanda aumenta em proporção mais acelerada do que o crescimento populacional. Portanto, quanto maior for o consumo de água, maior será a produção de efluentes, os quais alteram a qualidade dos corpos hídricos e comprometem seu potencial de uso. Praticamente todos os usos antrópicos dos recursos hídricos resultam na produção de efluentes, causando alterações na qualidade das águas.

A água para consumo humano deve apresentar as condições necessárias quanto aos requisitos de qualidade bacteriológica e físico-química, de modo a não representar risco à saúde pública. Esses requisitos são exibidos em forma de parâmetros de qualidade estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Os padrões de qualidade das águas e seus usos múltiplos são determinados pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

O município de Aparecida de Goiânia dista aproximadamente 11 km da capital Goiânia e tem como municípios limítrofes Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goiânia, Hidrolândia e Senador Canedo (Fig. 1).

Aparecida de Goiânia é a segunda maior cidade do Estado de Goiás abrange 292 km² e possui, aproximadamente 435.323 habitantes. A sua proximidade e ligação física com a capital do Estado promoveram o aumento de sua densidade demográfica e crescimento urbano. A população do município de Aparecida de Goiânia cresce mais que a da capital. Como consequência, também há o crescimento da demanda por recursos naturais, e a qual está diretamente relacionada com o crescimento populacional.

Assim como outros municípios brasileiros, a forma e a velocidade do processo de ocupação urbana em Aparecida de Goiânia, implantada pela política de assentamentos urbanos, as últimas décadas, refletem-se fortemente sobre os recursos naturais e no meio social. São constatados, nos corpos de água do município, lançamento de efluentes, resíduos, extração de areia, processos erosivos e ocupação dos fundos de vale, inclusive de nascentes, por loteamentos e chácaras, sem um controle urbanístico adequado.

Apenas no ano 2001 foi aprovada e iniciada a implantação das leis geradas pelo Plano Diretor do Município de Aparecida de Goiânia (decenal 2001 – 2010), com o objetivo

de ordenar o território, evitar o surgimento de impactos socioambientais e minimizar os passivos gerados no processo histórico de ocupação urbana do município.

A evolução dos impactos decorrentes do uso e ocupação do solo compromete a qualidade da água da principal drenagem de Aparecida de Goiânia, o córrego Santo Antônio, limitando seus diversos usos a médio e a longo prazo.

A bacia do córrego Santo Antônio, objeto desse estudo, corresponde a aproximadamente 54 % da área total do município e, nesse contexto, o uso e ocupação do solo devem ser avaliados, com o intuito de averiguar os efeitos na qualidade da água na bacia.

Torna-se necessária a avaliação das alterações causadas pela ação antrópica sobre a bacia do Santo Antônio no município de Aparecida de Goiânia. Essas, podem causar a perda da capacidade de utilização da água, tanto para usos antrópicos, como para a manutenção do equilíbrio ambiental.

1.1 – Objetivos da Pesquisa

Esta pesquisa objetiva uma avaliação da qualidade das águas do córrego Santo Antônio, localizado no município de Aparecida de Goiânia, ao longo do ciclo hidrológico anual, com vistas à análise dos fatores de alteração da qualidade e das conseqüências dessas alterações, correlacionando com os principais impactos gerados pelo uso e ocupação do solo no município.

Dentre os objetivos específicos propostos, destacam-se:

- Avaliar o processo de uso e ocupação do município de Aparecida de Goiânia;
- Caracterizar e analisar os aspectos físicos do meio, na bacia hidrográfica do Santo Antônio;
- Avaliar a qualidade das águas na bacia do Santo Antônio, usando como referência a Resolução CONAMA 357/2005;
- Correlacionar os resultados das análises físico-químicos dos parâmetros de qualidade com os impactos gerados pelo uso e ocupação do solo na bacia do Santo Antônio.
- Identificar as áreas ou setores que apresentam maiores alterações nos parâmetros de qualidade das águas e as principais anomalias correlacionadas com o uso e ocupação do solo.

Da análise integrada entre o uso e ocupação do solo é possível delinear o grau de intervenção antrópica, relacionado, com as alterações na qualidade da água, na bacia hidrográfica do Santo Antônio.

O texto da dissertação está estruturado da seguinte forma:

O primeiro capítulo apresenta uma introdução sucinta relacionada à área da pesquisa, a qual enfatiza a importância da bacia do córrego Santo Antônio, no município de Aparecida de Goiânia, e apresenta os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica referente ao tema: qualidade da água e parâmetros de avaliação. Nele, há referências à legislação e normas aplicáveis, além da análise da influência das ações antrópicas, na alteração da qualidade da água, em corpos de água em áreas urbanas.

O terceiro capítulo caracteriza a área de estudo do município de Aparecida de Goiânia e da bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio, com enfoque no processo histórico de uso e ocupação do município e apresentação dos condicionantes do meio físico.

No quarto capítulo são apresentados os procedimentos, a metodologia, os resultados e as discussões geradas pelas análises do uso e ocupação do solo, análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos, enfocando o tratamento estático descritivo e não paramétrico dos resultados obtidos.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais, seguidas pelas referências bibliográficas citadas no texto.

CAPÍTULO 2

ALTERAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA E PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

A crescente urbanização e ocupação desordenada de áreas urbanas contribuem para a degradação ambiental dos recursos hídricos. De acordo com Selles *et al* (2001), os rios e córregos envolvem muito mais que água, são espaços vitais para muitas espécies da flora e fauna e permitem múltiplos aproveitamentos pelo homem. No início dos núcleos urbanos, foram determinantes para o desenvolvimento das diversas atividades humanas, assim como fundamentais na composição paisagística e urbanística.

Von Sperling (2005) cita as relações bastante conhecidas da disponibilidade dos recursos hídricos na Terra, sendo $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água disponível, distribuídas da seguinte forma, (Fig.2).

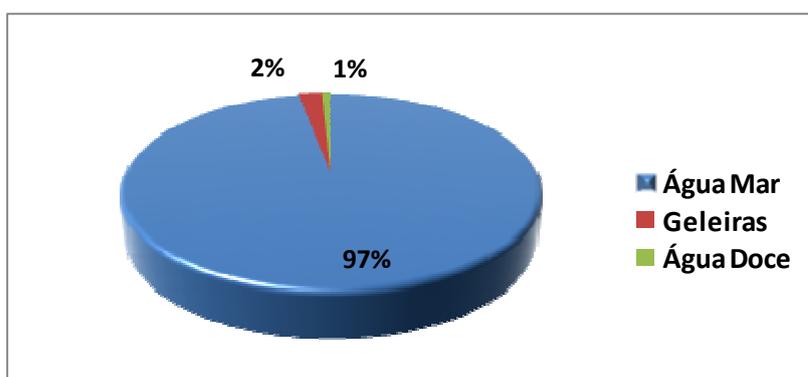


Figura 2 – Distribuição da água doce disponível, adaptado de Von Sperling (2005)

Do total de água doce (0,8%), 97% são águas subterrâneas e aproximadamente 3% são superficiais. Estes valores destacam a importância dos recursos hídricos na Terra e alertam para a pequena fração disponível para os diversos usos humanos e manutenção dos sistemas ambientais.

Conforme Andreoli e Carneiro (2005), citando Setti (1998) e Mota (1997), o Brasil possui extensas redes fluviais, por onde flui cerca de $257.790 \text{ m}^3/\text{s}$ de água passível de utilização, correspondendo a aproximadamente 18% do potencial hídrico superficial utilizável do planeta, além de possuir amplos aquíferos subterrâneos, com aproximadamente 112.000 km^3 de volume de água.

As regiões Norte e Centro Oeste concentram aproximadamente 89% das águas superficiais disponíveis para uso. Porém, estas regiões abrigam apenas 14,5% da população, com consumo médio significativamente menor, em torno de 9,2%, em relação à demanda

hídrica nacional; os 11% restantes do potencial hídrico do país estão distribuídos entre os 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do Brasil (ANDREOLI, 2003). Essa situação pode ser visualizada na figura 3.

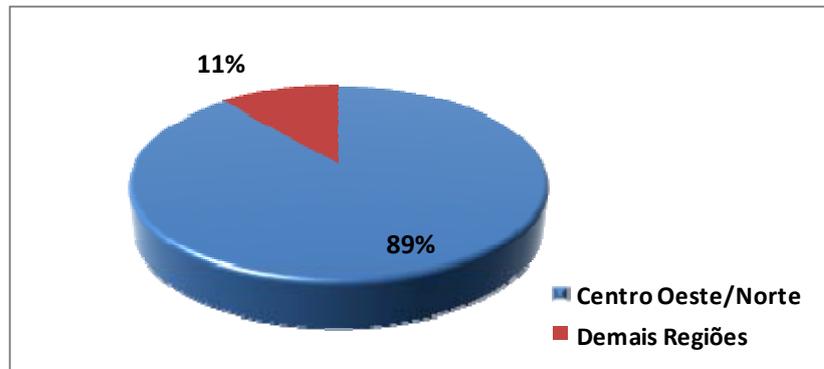


Figura 3 – Disponibilidade hídrica de águas superficiais nas regiões do Brasil segundo Andreoli (2003).

Além do desequilíbrio causado pela distribuição irregular da água, outro fator que vem ameaçando as reservas naturais e a capacidade de abastecimento em muitas regiões do planeta, é a atividade humana. A disponibilidade da água está estreitamente relacionada à sua capacidade de renovação através do ciclo hidrológico. No entanto, esta potencialidade está cada vez mais sendo afetada pela intervenção humana, comprometendo severamente a produção e a conservação da qualidade da água disponível (ANDREOLI, 2003).

2.1 – Parâmetros de Qualidade da Água

A água, em sua fórmula quimicamente pura (H_2O), não se encontra disponível na natureza e está composta por outros elementos em proporções diversas, fato que lhe confere características específicas, de acordo com a variação quantitativa e qualitativa dos elementos constituintes. Essas características estão agrupadas em três categorias: físicas, químicas e biológicas. Von Sperling (2005) ressalta que essas características podem ser expressas em forma de parâmetros de qualidade da água e podem ser de utilização geral na avaliação de águas de abastecimento, águas residuárias e corpos de água superficiais.

Os itens seguintes descrevem, de forma sucinta, alguns dos parâmetros de qualidade da água, apresentando seus conceitos, origem (natural ou antropogênica) e importância para análise, adaptados de Mota (1995), Silva (2001) e Von Sperling (2005):

- Parâmetros Físicos:

- Cor

A cor é a responsável pela coloração na água, ocorre devido aos sólidos dissolvidos, presentes na água de forma natural, através da decomposição de matéria orgânica na presença de ferro e manganês. Quanto à origem antropogênica é devido ao lançamento de resíduos industriais e esgotos sanitários domésticos. Como parâmetro de qualidade, a cor é utilizada para caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas.

- Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência da passagem da luz através da água, conferindo aparência turva. Ela é consequência dos sólidos em suspensão, cuja origem natural é proveniente de partículas de rochas, argila, silte, algas e outros. Quanto à origem antropogênica, os sólidos em suspensão são derivados de despejos industriais e esgotos sanitários domésticos. A turbidez é importante por estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

- Temperatura

Temperatura é a quantificação da intensidade de calor que ocorre pela transferência por radiação, condução e convecção da atmosfera e solo. De forma antropogênica, está associada às águas de resfriamento industrial e despejos. Como parâmetro de qualidade, elevações de temperatura aumentam as taxas de reações físicas, químicas, biológicas e diminuem a solubilidade dos gases. Alguns gases liberados podem causar mau cheiro.

- Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a medida da capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica, sendo dependente da presença de substâncias dissolvidas. Os principais constituintes responsáveis pela condutividade elétrica são os sólidos dissolvidos. Quanto à origem natural, decorre da dissolução de rochas e como origem antropogênica, as descargas industriais e as excreções de sais emitidas pelo homem e animais. A condutividade elétrica fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, entretanto não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes.

- **Sólidos Totais Dissolvidos**

Os sólidos dissolvidos são constituídos principalmente, por sais inorgânicos, pequenas quantidades de matéria orgânica e gases dissolvidos. Têm, como origem natural, a dissolução de rochas e absorção de gases atmosféricos. A origem antropogênica está relacionada aos despejos industriais e lançamento de esgotos sanitários domésticos.

- Parâmetros Químicos:

- **Potencial hidrogeniônico (pH)**

Representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Os constituintes para aferição do pH são os sólidos e gases dissolvidos e sua faixa de leitura é de 0 a 14. Tem como origem natural a dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. A origem antropogênica é a partir de despejos industriais e lançamento de esgotos sanitários domésticos. Como parâmetro de qualidade, valores extremamente baixos ou elevados podem causar irritação na pele ou olhos e podem afetar a vida aquática.

- **Alcalinidade**

A alcalinidade representa a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons de hidrogênio. Ela é uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH, ou seja, capacidade tampão). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-). A distribuição entre as três formas na água é função do pH. Tem, como constituintes os sólidos dissolvidos e possui origem natural na dissolução de rochas, reação do CO_2 com água e origem antropogênica nos despejos industriais. Em elevadas concentrações, confere gosto amargo à água. Este parâmetro deve ser controlado em estações de tratamento de água e esgoto, pois interfere na eficiência do tratamento.

- **Cloretos**

Todas as águas naturais, em maior escala, contêm íons resultantes de dissolução de minerais. Os cloretos (Cl^-) são advindos da dissolução de sais e têm como constituintes os sólidos dissolvidos. A origem natural deles está na dissolução de minerais e, quanto à origem antropogênica, nos despejos domésticos e industriais. Em determinadas concentrações, confere sabor salgado à água.

- Nitrato

O nitrato origina-se da reação de oxidação no ciclo do nitrogênio. Ele ocorre, geralmente, em baixas concentrações em águas superficiais, mas em contrapartida, pode atingir altos níveis em águas subterrâneas. Ele é encontrado em esgotos sanitários domésticos. A presença de nitrato está ligada aos sólidos dissolvidos e em suspensão. São duas as origens do nitrato: natural, por proteínas e compostos biológicos e antropogênica, nos despejos industriais, domésticos, excrementos de animais e fertilizantes. Ele está associado a doenças e é elemento indispensável para o crescimento de algas e microorganismos. Em quantidade elevada provoca a eutrofização e serve como indicador de poluição em um corpo de água.

- Fosfato

O fosfato é derivado do fósforo que se apresenta como ortofosfato. É considerado um dos principais nutrientes, pois possui caráter limitante ao crescimento de microorganismos. Tem, como constituintes, os sólidos em suspensão e dissolvidos. A origem natural do fosfato está na dissolução de componentes do solo e na decomposição de matéria orgânica. A origem antropogênica se dá pelos despejos industriais, domésticos, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. É um composto indispensável para o crescimento de algas e microorganismos, sendo importante na estabilização da matéria orgânica. Em quantidade elevada provoca a eutrofização, sendo um indicador de poluição em corpos de água.

- Parâmetros Biológicos:

- Microrganismos Aquáticos.

Os microrganismos aquáticos desenvolvem na água suas atividades biológicas de nutrição, respiração, excreção, entre outras, provocando modificações de caráter químico e biológico no próprio ambiente aquático.

- Algas

As algas possuem papel importante no equilíbrio ecológico do meio aquático, sendo responsáveis por parte do oxigênio presente no líquido. Podem acarretar, também, alguns problemas, sendo os principais: formações de grande massa orgânica, levando à produção de quantidade excessiva de lodo e a liberação de vários compostos orgânicos e tóxicos.

- **Microrganismos Patogênicos**

Os microrganismos patogênicos são introduzidos na água junto com matéria fecal de esgotos sanitários, podendo ser de vários tipos: bactérias, vírus, protozoários. Entre os grupos de bactérias, os coliformes são os mais importantes como indicadores da poluição fecal, devido à presença da *Escherichia coli*. É importante ressaltar que os coliformes termotolerantes, representados pela *Escherichia coli*, são os melhores indicadores da presença de bactérias patogênicas na água.

2.2 – Considerações Sobre Normas e Legislação Aplicáveis

As exigências quanto à qualidade da água são diretamente relacionados ao uso a que se destina. Para evitar os perigos decorrentes da má qualidade da água, são estabelecidos dispositivos legais como resoluções, portarias, normas, leis, entre outros. Esses, apresentam os valores máximos e mínimos permitidos, com que elementos nocivos ou características desagradáveis, podem estar presentes na água, sem que esta se torne inconveniente para o uso a que se destina, servindo, portanto, de referência na avaliação da qualidade das águas.

No âmbito da legislação brasileira, os parâmetros de qualidade de água possuem suas referências quantitativas nos valores máximos permitidos (VMP), determinados pela resolução CONAMA 357/05 e Portaria MS 518/04, estabelecidos em função do uso da água.

A Resolução CONAMA 357/05 é o principal parâmetro para a avaliação da qualidade das águas superficiais e dispõe sobre os limites, condições de qualidade e a classificação dos recursos hídricos. Estabelece que as águas doces, salobras e salinas do território nacional devem ser classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

A mesma resolução, considera que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender aos diversos usos antropogênicos.

A qualidade da água é definida pela resolução CONAMA 357 como um “conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros”. Nesse sentido, a mesma resolução dispõe sobre requisitos para a avaliação e o monitoramento da qualidade da água de corpos superficiais, indicando os limites para cada substância em cada classe.

O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar o enquadramento do corpo hídrico deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público. Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade e os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

A Portaria MS 518/04 do Ministério da Saúde, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, sendo de caráter obrigatório em todo o território nacional.

A mesma portaria define que a água potável deve atender aos parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade, determinando os VMP para cada parâmetro. Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Os valores determinados pela Portaria MS 518/04, para os parâmetros de qualidade de água, são bem mais restritivos para consumo humano que os determinados pela resolução CONAMA 357/05 para águas superficiais.

2.3 – Ações Antropogênicas e Alterações na Qualidade da Água em Áreas Urbanas

A qualidade da água é fundamental para o bem-estar da população. Os impactos gerados pela crescente urbanização, como a degradação da qualidade da água, geram a efetiva redução da disponibilidade dos recursos hídricos e do potencial de utilização.

Mota (1995) destaca que a preocupação com a qualidade da água em projetos de engenharia é relativamente recente. Os projetos mais antigos de aproveitamento de recursos hídricos abordavam com maior ênfase o aspecto quantitativo, preocupando-se com a vazão para os diversos usos previstos. Com o crescimento dos municípios, o desenvolvimento industrial e conseqüente intensificação das atividades humanas, resultando assim em uma maior utilização dos recursos hídricos, a qualidade da água passou a ser considerada como fator determinante para os seus usos.

Von Sperling (2005) ressalta que somente os usos para abastecimento doméstico e abastecimento industrial estão associados a algum tipo de tratamento, por requerer padrões

de qualidade mais exigentes. O quadro 1 apresenta a associação entre os principais usos da água e os requisitos de qualidade.

Uso Geral	Uso Específico	Qualidade Requerida
Abastecimento de água doméstico.	-	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde Isenta de organismos prejudiciais à saúde Adequada para serviços domésticos Baixa agressividade e dureza Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor, ausência de macrorganismos).
Abastecimento Industrial	Água incorporada ao produto	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde Isenta de organismos prejudiciais à saúde Esteticamente agradável
	Água entra em contato com o produto	Variável com o tipo de produto.
	Água não entra em contato com o produto	Baixa dureza Baixa agressividade
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca.	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde Isenta de organismos prejudiciais à saúde Salinidade não excessiva
	Demais Plantações	Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantas. Salinidade não excessiva.
Dessedentação de Animais	-	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais.
Preservação da Fauna e Flora	-	Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar.
Aqüicultura	Criação de animais	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais e consumidores finais. Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais e consumidores finais. Disponibilidade de nutrientes
	Produção de vegetais	Isenta de substâncias químicas tóxicas aos vegetais e aos consumidores. Disponibilidade de nutrientes
Recreação e Lazer	Contato primário (contato direto com o meio líquido)	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde Isenta de organismos prejudiciais à saúde Baixos teores de sólidos em suspensão, óleos e graxas
	Contato secundário (não há contato com o meio líquido)	Esteticamente agradável
Geração de energia	Usinas hidrelétricas	Baixa agressividade
	Usinas nucleares ou termoelétricas	Baixa dureza
Transporte	-	Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações
Diluição de despejos	-	-

Quadro 1 - Associação entre os usos e os requisitos de qualidade de água

Fonte: Adaptado de VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte, 2005.

Von Sperling (2005) considera a qualidade da água um resultado do processo da relação entre o homem e a natureza, em função do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica.

Conforme Vitte e Guerra (2004), a bacia hidrográfica, entendida como célula básica da análise ambiental, permite conhecer e avaliar os diversos componentes, processos e interações que nela ocorrem. A utilização da bacia hidrográfica como unidade espacial auxilia no planejamento ambiental para a determinação das ações antrópicas sobre os recursos hídricos e as alterações em suas características físico-químicas, pelo uso e ocupação do solo.

As condições do meio físico afetam a qualidade da água ao incorporar, na rede de drenagem da bacia hidrográfica, o material que está suspenso na atmosfera, como partículas de areia, pólenes e gases. Em seguida, tem-se o escoamento superficial, no qual podem ser incorporadas partículas do solo (sólidos em suspensão) ou íons provenientes da dissolução de rochas (sólidos dissolvidos).

A interferência antropogênica está associada à geração de resíduos domésticos e industriais de forma pontual e difusa. Nesses casos tem-se influência o uso e ocupação do solo.

Os lançamentos de resíduos pontuais atingem os corpos de águas superficiais de forma concentrada em uma determinada área, como os lançamentos de esgotos sanitários *in natura* de uma rede urbana de coleta de esgotos. Já os lançamentos de resíduos difusos atingem os corpos superficiais em vários pontos distribuídos ao longo de um curso de água, como o escoamento superficial das águas de drenagem e os lançamentos industriais. A figura 4 apresenta alguns exemplos de inter-relação de uso e ocupação do solo com a alteração da qualidade da água, em uma bacia hidrográfica. As ações antropogênicas são as principais responsáveis pelas alterações na qualidade da água.

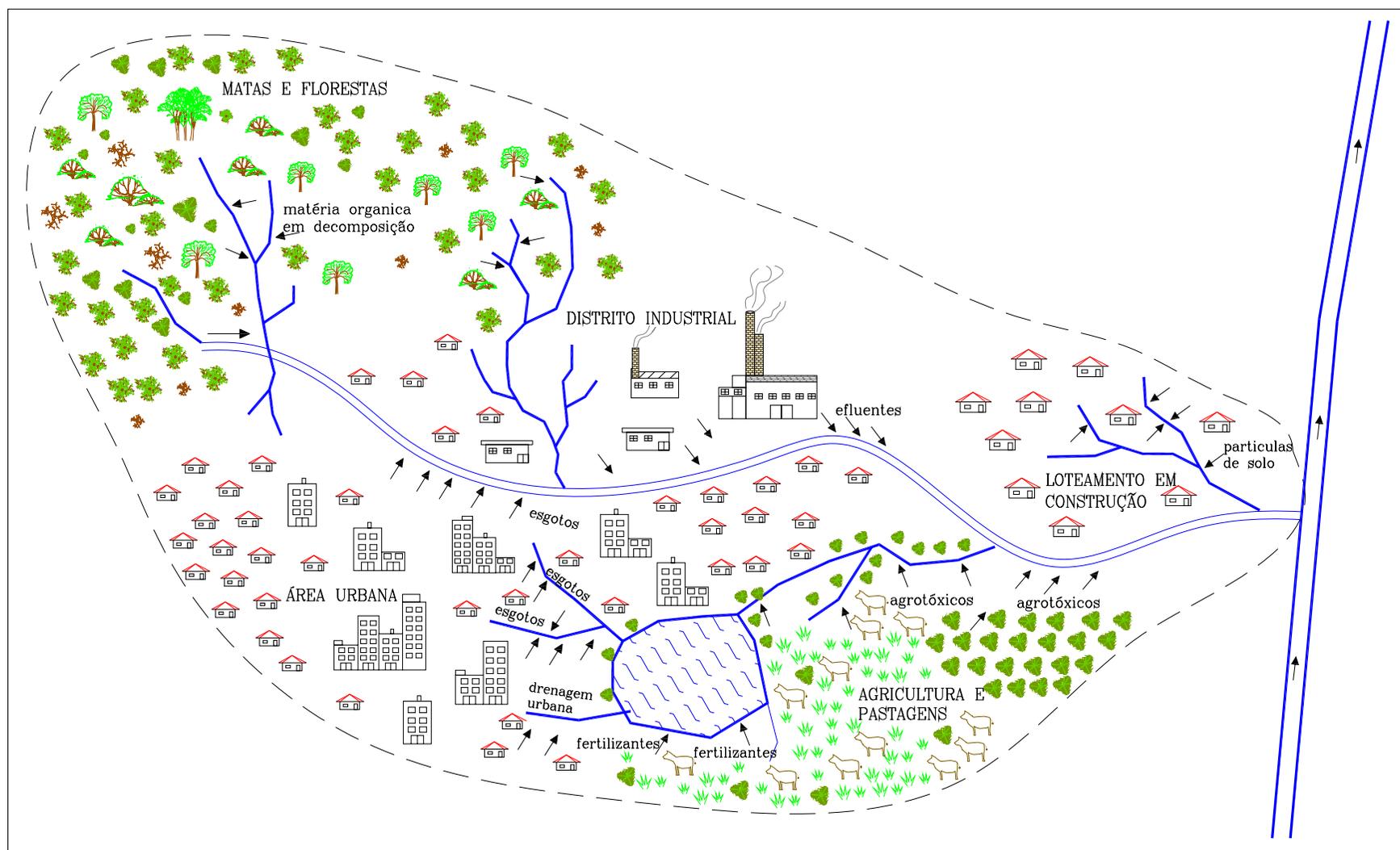


Figura 4 – Exemplos de inter-relação uso e ocupação e focos de alteração da qualidade da água em uma bacia hidrográfica.

Fonte: Adaptado de VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte, 2005

A alteração na qualidade da água, promovida pelo ambiente urbano, em bacias hidrográficas, gera modificações, tanto aos corpos hídricos superficiais quanto aos subterrâneos, interferindo na disponibilidade de água local, em quantidade e qualidade. Andreoli e Carneiro (2005) destacam que o crescimento urbano em direção aos rios tem apresentado grandes reflexos na qualidade das águas, com altos custos econômicos e sociais, tornando a disponibilidade hídrica um fator limitante ao próprio desenvolvimento das cidades.

Segundo Drew (1983), virtualmente todos os aspectos do ambiente são alterados pela urbanização, inclusive o relevo, o uso do solo, a vegetação, a fauna, a hidrologia e o clima. A intensidade da mudança está relacionada à densidade da área edificada e à extensão da ocupação.

Conforme 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.

Os efeitos da urbanização nas redes de drenagem resultam no aumento da frequência e magnitude das cheias, na redução da recarga de aquíferos subterrâneos e consideravelmente, no aumento da velocidade de escoamento superficial durante os eventos de cheia. Tucci (2001) destaca que este efeito é conseqüência da compactação do solo e impermeabilização por ruas, calçadas, pavimentação asfáltica, edificações, dentre outros.

Ainda conforme Tucci (2001), a qualidade da água de escoamento das áreas urbanas não é melhor que o efluente de um sistema de tratamento de esgotos sanitários, estando condicionada a vários fatores tais como limpeza urbana, intensidade da precipitação e tipo de uso do solo. O escoamento da água das chuvas transporta matéria orgânica e inorgânica, podendo conter poluentes como metais pesados, microrganismos, hidrocarbonetos provenientes de combustíveis, produtos tóxicos e poluentes atmosféricos precipitados sobre as superfícies urbanas.

As principais fontes de alterações na qualidade da água, em áreas urbanas, conforme Mota (1995), Botelho (2003), Tucci (2001) e Von Sperling (2005), são:

Esgotos domésticos sanitários – Os esgotos sanitários são originários, em grande parte, das habitações. O afastamento dos dejetos e águas servidas é um dos objetivos quando da edificação das habitações. Contudo, seu destino final não é contemplado nesse processo. Assim, estes efluentes podem poluir as proximidades e até mesmo locais mais distantes de

sua origem. O ideal é que as áreas urbanas sejam dotadas de todas as unidades que constituem um sistema de tratamento de esgoto sanitário (coleta, elevação, tratamento e destino final).

Esgotos industriais – Os efluentes industriais variam conforme a indústria, matéria prima utilizada e tipo de processamento adotado. Esses tipos de efluentes são caracterizados por: elevada demanda bioquímica de oxigênio, presença de compostos tóxicos, temperatura elevada, cor, turbidez, odor, nutrientes, sólidos dissolvidos, ácidos, óleos e graxa e microrganismos patogênicos.

Águas de escoamento superficial – O escoamento superficial de águas pluviais auxilia no transporte de materiais, os quais podem ter caráter prejudicial aos corpos hídricos, dependendo de diversos fatores, como uso do solo na área, duração, intensidade da chuva, declividade da vertente, frequência pluviométrica, cobertura vegetal, dentre outros. A qualidade da água de drenagem depende do período que ocorre, sendo maior o grau de impurezas no início do escoamento superficial.

Resíduos sólidos – A disposição dos resíduos sólidos de maneira inadequada nos lixões, diretamente no solo, às margens de cursos de água ou em mananciais, podem causar na água alterações de caráter físico, químico ou biológico. Nos aterros sanitários, deve-se considerar a produção do chorume no processo de decomposição desses resíduos. O chorume possui um potencial altamente poluidor, dependendo da composição dos resíduos sólidos que o geraram, devendo ser, portanto, coletado e tratado. Os resíduos sólidos industriais também podem resultar na produção de líquidos com elevados teores de elementos químicos, dependendo da sua origem.

A alteração da qualidade em corpos de água superficiais, independente da fonte (esgotos domésticos, esgotos industriais, águas de escoamento superficial, resíduos sólidos), causa modificações em suas características físicas, químicas e biológicas, afetando um determinado uso previsto para o recurso hídrico. O quadro 2 sintetiza os problemas causados por alterações em alguns dos parâmetros de qualidade de corpos de águas superficiais.

Alterações	Principais Conseqüências
Físicas	
Cor e turbidez	Aspecto estético; redução na penetração da luz; distúrbios ecológicos.
Sólidos Totais	Soterramento de pequenos animais, plantas, ovos de peixe
Temperatura	Redução do oxigênio dissolvido, desequilíbrios ecológicos, aumento da ação tóxica de compostos químicos, redução da viscosidade.
Químicas	
Salinização	Alterações na tensão osmótica e na condutividade elétrica, prejuízo para certos usos.
pH	Danos à fauna e flora, corrosão, influências no tratamento de água, prejuízos a certos usos, aumento da toxidez de certos compostos.
Fosfato/Nitrato	Proliferação de algas, plantas aquáticas, microorganismos e suas conseqüências.
Oxigênio Dissolvido	Desequilíbrio ecológico, mortandade de peixes e outros organismos aeróbios.
Biológicas	
Microrganismos Patogênicos	Transmissão de doenças
Algas	Sabor, odor, toxidez, turbidez, floração das águas, corrosão, prejuízos ao tratamento da água.

Quadro 2 – Principais alterações nos parâmetros de qualidade das águas.

Fonte: Adaptado de MOTA, Preservação e Conservação de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

De acordo com Mota (1995), os recursos hídricos podem ser usados, ainda, como corpos receptores para diluição e afastamento de despejos. De um modo geral, as águas residuárias são destinadas às bacias hidrográficas, podendo causar maiores ou menores alterações em suas características, dependendo da composição dos resíduos líquidos e da capacidade de diluição e depuração do corpo receptor.

Andreoli e Carneiro (2005) destacam que a finalidade mais nobre que se possa dar a um recurso hídrico é a utilização para consumo público. Grande parte dos recursos hídricos brasileiros com esse fim não tem recebido a atenção adequada, sendo progressivamente deteriorados.

Os sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de controle de resíduos e de drenagem urbana, deveriam ser prioridades de todas as administrações no âmbito municipal, estadual, federal e também da comunidade, exigindo engajamento político, numerosos estudos integrados das áreas de urbanismo e saneamento e a participação ativa da comunidade.

Conforme Pereira *et al* (2003), as infra-estruturas de saneamento ainda não são tratadas como prioridade e, portanto, falta política eficaz para coordenar as ações nesse setor. Isso faz com que programas de saneamento tenham caráter individual e localizado em municípios específicos, sendo que questões políticas administrativas dificultam a formulação de uma política única de implantação de infra-estrutura sanitária nos municípios brasileiros.

Segundo o mesmo autor, essa situação de desigualdade entre os municípios brasileiros acaba sendo pouco observada e, menos ainda, relacionada à poluição com os problemas na saúde pública da comunidade, exceto quando ocorrem situações e fatos amplamente noticiados pelos órgãos de comunicação. Há um extenso caminho a percorrer em direção à preservação da qualidade da água para a garantia dos usos nas atividades humanas, buscando o menor impacto ambiental possível.

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.

CAPÍTULO 3

MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA – BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO

Aparecida de Goiânia teve seu início em 11 de maio de 1922, quando um grupo de fazendeiros resolveu doar à Igreja Católica quatro alqueires de terras, para que se erguesse uma capela em devoção a Nossa Senhora Aparecida. O povoado que se formou em seu entorno, recebeu a denominação de Aparecida, pertencente ao município de Pouso Alto, atual Piracanjuba. O vilarejo serviu como ponto de parada para viajantes que iam de Goiás para Minas Gerais e São Paulo. Logo depois, em 1930, passou a integrar o município de Grimpas, atual Hidrolândia (Aparecida de Goiânia, 2001).

A partir de 1933, com a escolha do município de Campinas para sediar a construção da nova capital do Estado de Goiás, essa região passou a ser, na época, o centro das atenções do país, impulsionada principalmente pela política desenvolvimentista de Getúlio Vargas, que buscava a ocupação do interior do país, conhecida como a “Marcha para o Oeste”. Com a construção da capital, algumas glebas, do que é hoje o território de Aparecida de Goiânia, foram transferidas aos empreiteiros como parte do pagamento pelos serviços prestados em Goiânia (MELO, 2002).

Conforme Melo (2002), a ocupação do território na década de 30 era incipiente, mesmo com a fixação de algumas famílias próximo às jazidas de saibro, brita e areia, estimulada pela crescente demanda da construção civil em Goiânia.

O Povoado de Aparecida foi elevado à categoria de Distrito em 19 de dezembro de 1958, a partir do Decreto Lei nº. 1.295, com o nome de Aparecida de Goiás. Já em 14 de novembro de 1963, foi sancionada a Lei Estadual nº. 4.927, encaminhada pelo Deputado Olinto Meirelles e o Prefeito de Goiânia Íris Rezende Machado, que emancipou o município de Aparecida, o qual passou a se chamar Aparecida de Goiânia (MELO, 2002).

Nesse período, já era perceptível o início do processo de conurbação entre os dois municípios, numa dinâmica aparentemente natural de crescimento da Capital rumo às áreas topograficamente menos acidentadas, de maiores altitudes e em direção à BR-153, com destino a Rio Verde e Cidade de Goiás (Aparecida de Goiânia, 2001).

Na década de 60, com a construção de Brasília, o Estado de Goiás sofreu um significativo movimento de migração, advindo principalmente do norte e nordeste. Com esse fluxo migratório, Goiânia começou a sofrer uma pressão no processo de ocupação e visando

resguardar um ambiente urbano qualificado, foi elaborada, em 1972 a Lei Municipal nº. 4.526, que definia regras restritivas para o parcelamento e ocupação do solo da capital. Com essa lei, Aparecida de Goiânia passou a viver um explosivo processo de loteamento, mais de 100 mil lotes, além de receber os assentamentos estaduais e municipais, que favoreceram o crescimento da área urbana.

No início da década de 80, Aparecida de Goiânia passou a ser alvo de inúmeros assentamentos, promovidos, principalmente, pelo Governo do Estado, atingindo um dos maiores índices de crescimento populacional do Brasil, segundo sistematização de dados do IBGE (1995): 19,5% ao ano.

No período de 1980 a 1998, com a política de assentamento promovida pelo Estado, mais de 80 mil pessoas foram transferidas para áreas públicas estaduais, usadas para assentamentos em Aparecida de Goiânia. A tabela 1 apresenta os assentamentos realizados em Aparecida de Goiânia nos períodos de 1977 a 1996.

Tabela 1 – Assentamentos realizados no município de Aparecida de Goiânia, período de 1977 a 1996.

Setor	Órgão	Período	Famílias Assentadas
Cidade Livre	Prefeitura	1977	1.678
Colina Azul	Estado	1987	2.637
Buriti Sereno	Prefeitura	1987-1994	300
Jd. Tiradentes	Estado	1989-1990	4.180
Nova Cidade	Prefeitura	1989-1990	850
Indep. das Mansões	Estado	1993-1996	2.800
Madre Germana	Estado	1994	4.299
Total de Famílias	-	-	16.744

Fonte: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Aparecida de Goiânia - IPPUA, 2007.

A população total, em 1980, era de 42.597 habitantes. Em 1991, este contingente aumentou para 178.483 habitantes, sendo que 175.505 residiam em área urbana e apenas 2.821 em área rural. A figura 5 apresenta o crescimento no período de 1933 a 2001 (IPPUA, 2007).



Figura 5 - Crescimento populacional no período de 1933 a 2001

O crescimento do município de Aparecida de Goiânia deve-se também à proximidade com a capital e, especificamente, devido às restrições ao parcelamento do solo em Goiânia e à extrema facilidade encontrada, nas últimas décadas, para tal procedimento em Aparecida de Goiânia, tanto que, praticamente, toda a área física do município encontra-se parcelada.

Conforme levantamentos realizados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Aparecida de Goiânia (IPPUA), atualmente o município conta com 435.323 habitantes, 222 loteamentos aprovados, com 237.874 lotes, sendo que 58% desses ainda encontram-se vagos.

3.1 – Condicionantes Naturais do Meio Físico

3.1.1 – Clima

O clima constitui um fator importante, quanto ao monitoramento e avaliação da qualidade das águas. As variações de temperatura, umidade e regime hidrológico, influem diretamente na concentração e ação de poluentes nos corpos hídricos.

Os dados utilizados no município de Aparecida de Goiânia são os da série histórica (normais climatológicas, 1961-1990) da estação Goiânia do INMET (16°40' latitude sul e 49°15' longitude oeste), que pela proximidade dos municípios, apresentam

praticamente o mesmo padrão climático e ilustram bem as transformações climáticas na região.

A região onde está inserido o município de Aparecida de Goiânia possui clima, segundo a classificação de Koeppen Aw, tropical úmido, caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca, que corresponde ao outono e inverno, e a outra úmida com chuvas torrenciais, correspondendo ao período de primavera e verão.

Conforme Rodrigues (2005), o período de inverno caracteriza-se por estabilidade climática e reduzida precipitação, ocorrendo a inversão térmica por radiação na camada inferior da atmosfera, a qual é responsável pela ocorrência de bruma seca, e pela acumulação de fumaça e particulados, oriundos das atividades antrópicas, como por exemplo, as queimadas e os desmatamentos.

A distribuição pluviométrica apresenta padrão típico da região Centro-Oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos Cerrados, com precipitação média anual na ordem de 1.300 mm, concentrando-se principalmente nos meses de dezembro a março. Nos meses de junho e julho as precipitações são praticamente ausentes (Fig. 6)

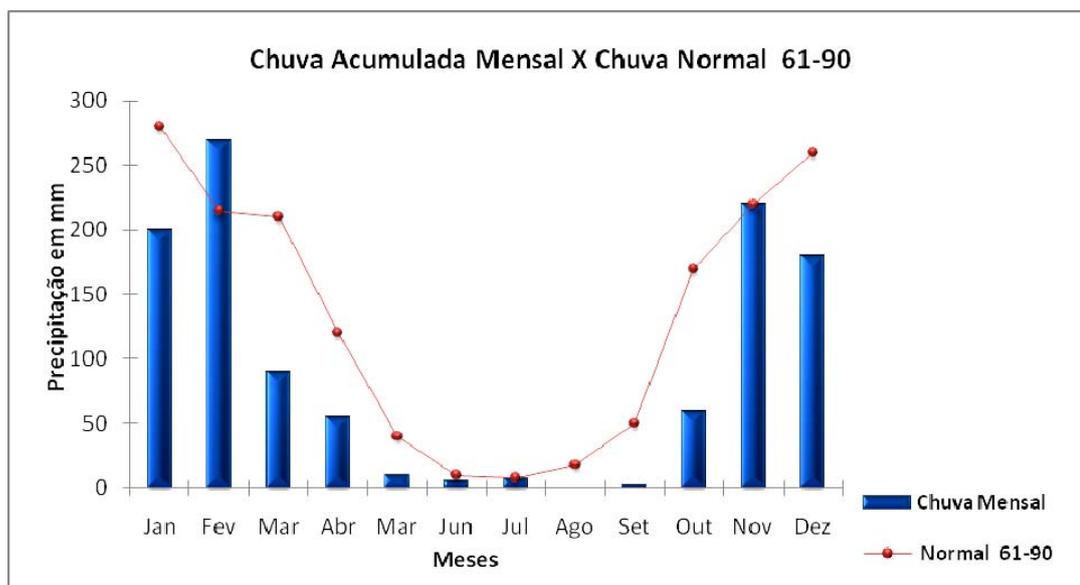


Figura 6 – Chuva acumulada mensal x chuva (Normal Climatológica 1961 -1990), Estação Goiânia, ano 2007.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

A temperatura média anual é de 22°C, com uma média menor, próxima de 19°C, nos meses de maio, junho e julho que, relativamente, correspondem ao inverno na região. No verão, a temperatura eleva-se aos 37°C, aproximadamente. A temperatura média tende a um leve aumento de janeiro a março, e decai até os meses de junho e julho, nos quais se

registram os menores valores médios. No mês de agosto tende a elevarem-se, atingindo seu ápice nos meses de setembro, outubro e novembro, quando há um novo declínio da temperatura média (Fig 7).

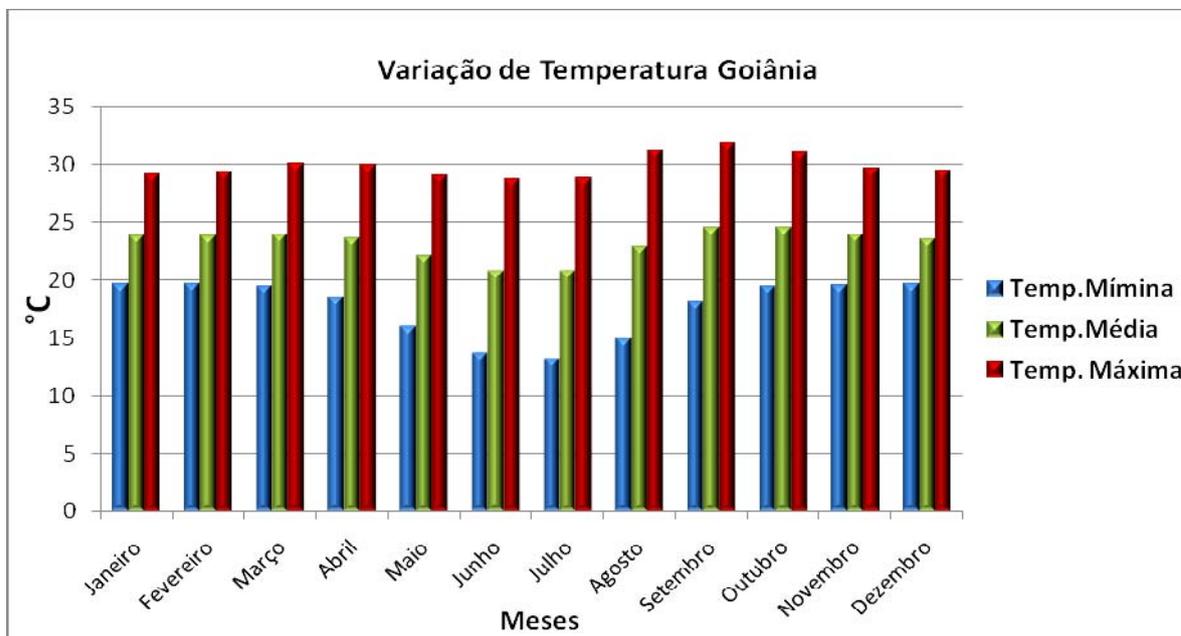


Figura 7 – Temperaturas mensais (°C), obtidas pela estação Goiânia, normal climatológica 1961 - 1990. Fonte: Adaptado do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

3.1.2 – Hidrogeologia

A maior parte da rede hidrográfica do município de Aparecida de Goiânia apresenta um sentido de escoamento de oeste para leste, representado pelos córregos Santo Antônio e Lajes. Parte da porção oeste é drenada para o mesmo quadrante, através dos córregos da Mata e Rodeio, afluentes do Rio Dourados, sendo o Rio Meia Ponte o exutório de todo fluxo superficial (RODRIGUES, 2005).

Segundo Rodrigues (2005), o controle estrutural é evidente na maior parte das drenagens, com exceção do baixo curso dos córregos Santo Antônio, das Lages e do Rio Meia Ponte. O padrão retilíneo não paralelo das drenagens é gerado em virtude da grande variação de direções, de falhas e fraturas, enquanto os sistemas não retilíneos são marcados pelo padrão meandrante em zonas de baixa energia.

Somente o Rio Meia Ponte apresenta vazão mínima (no período seco) superior a $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Os demais cursos fluviais são de baixa vazão com descarga inferior a $1 \text{ m}^3/\text{s}$ na

maior parte do ano. Apesar das restritas vazões a maior parte da rede de drenagem é perene (RODRIGUES, 2005).

O abastecimento de água para a população de Aparecida de Goiânia é realizado pela empresa estadual de saneamento – SANEAGO, com água derivada dos Rios Meia Ponte e João Leite em Goiânia e pelo Córrego Lages, em Aparecida de Goiânia. Contudo, a maior parte da população do município ainda é servida por cisternas individuais, cuja qualidade da água é comprometida por contaminantes químicos e, principalmente, biológicos (RODRIGUES, 2005).

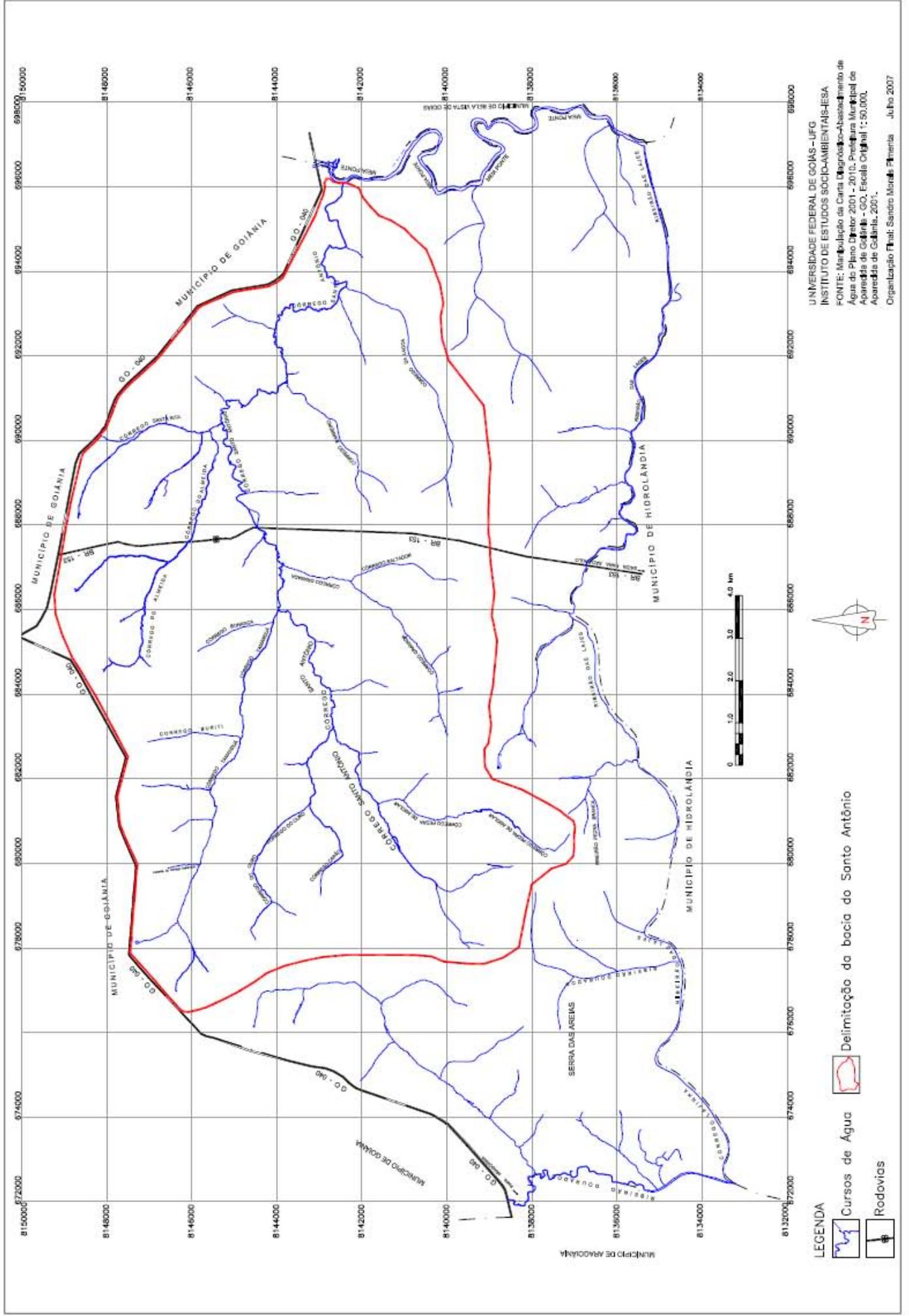
Conforme a carta planialtimétrica SE.22-X-B-IV, folha Goiânia, escala 1/100.000 (CRPM, 1994), o córrego Santo Antônio tem suas nascentes na Serra das Areias, em altitudes médias de 940 metros, percorrendo grande parte do município de Aparecida de Goiânia, com um percurso de 28,33 km, desaguando no Rio Meia Ponte, com altitude aproximada de 640 metros. Seu desnível é de 300 metros.

A bacia do córrego Santo Antônio (Fig. 8) drena mais de 60% da área urbana do município. Os afluentes da margem esquerda são:

1. Córrego Tamanduá;
2. Córrego Buriti;
3. Córrego do Ouro;
4. Córrego Capão;
5. Córrego Bonança;
6. Córrego Santa Rita;
7. Córrego do Almeida;

Os afluentes da margem direita são:

1. Córrego Granada;
2. Córrego do Barreiro;
3. Córrego da Lagoa;
4. Córrego Pedra de Amolar;
5. Córrego Saltador.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - UFG
 INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIO-AMBIENTAIS-IESA
 FONTE: Manipulação da Carta Topográfica - Atualização de
 Água do Plano Diretor 2001 - 2010. Prefeitura Municipal de
 Aparecida de Goiânia - GO. Escala Original : 50.000.
 Organização Flávia, Saneiro Mendes, Flávia - Julho 2007

LEGENDA

- Cursos de Água
- Delimitação da bacia do Santo Antônio
- Rodovias

Oliveira (2005) ordenou as drenagens da bacia, utilizando o sistema de Strahler (1957). Nesse sistema, todos os canais sem tributários são de primeira ordem, mesmo que sejam nascentes dos rios principais e afluentes. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordem, sucessivamente.

Nessa hierarquização o córrego Santo Antônio é de quarta ordem. O ordenamento permite verificar a quantidade de cursos de água que compõem a bacia e a velocidade com que a água entra no sistema e o percorre até deixá-lo. Na tabela 2 são apresentados os resultados encontrados na hierarquização da bacia, utilizando o método de Strahler (1957).

Tabela 2 – Hierarquização da rede de drenagem da bacia do córrego Santo Antônio.

Ordem dos Canais	Número de Canais	% de canais na bacia
1ª ordem	49	75,38
2ª ordem	12	18,46
3ª ordem	03	4,61
4ª ordem	01	1,55
Total de canais	65	100

Fonte: OLIVEIRA (2005).

3.1.3 – Geologia

A avaliação da geologia é importante para a compreensão de como as rochas e suas estruturas controlam as feições geomorfológicas, os tipos e composição de solos, os reservatórios subterrâneos e o condicionamento das águas superficiais.

A geologia do município de Aparecida de Goiânia é integralmente representada, por um conjunto de rochas metamórficas inseridas no Grupo Araxá. O grupo Araxá compõe-se de rochas formadas a cerca de 1 bilhão de anos, por complexos processos geológicos. Constitui-se, predominantemente, por xistos, ora muscovíticos e brancos, ora biotíticos e escuros, com quartzitos subordinados. Os xistos são rochas ricas em micas (muscovita, biotita e clorita), sendo constituído por quartzo, granada e, mais raramente, feldspatos e turmalina. Os quartzitos são rochas ricas em quartzo, e podem conter concentrações variáveis de muscovita (RODRIGUES, 2005, LACERDA FILHO et al,1999).

Na área da bacia do córrego Santo Antônio, ocorrem granada-clorita-muscovita-biotita-quartzo xistos, com colorações cinza esverdeado a cinza claro, granulação média a grossa, textura granolepidoblástica, estrutura xistosa bem desenvolvida e maciça nas lentes de quartzo.

Ainda segundo Rodrigues (2005), na bacia, os xistos encontram-se recobertos por mantos de solos. Os quartzitos, por serem mais resistentes ao intemperismo, ocorrem nas áreas topograficamente mais elevadas, como a Serra da Areia, área da nascente do córrego Santo Antônio.

Os produtos minerais são explorados no município, como potencial econômico no ramo de materiais de construção, desde a construção de Goiânia, fornecendo materiais como brita e areia, sendo realizada a exploração de areia e de rocha, do tipo lavra a céu aberto.

3.1.4 – Geomorfologia

O município de Aparecida de Goiânia insere-se no contexto morfológico denominado Planalto Central Goiano, mais especificamente, na subunidade Planalto Rebaixado de Goiânia. Compreende um extenso planalto rebaixado e dissecado, desenvolvido sobre litologias do Grupo Araxá (MAMEDE *et. al*, 1983).

As características do esculpimento deste relevo, em modelados tabulares e colinosos, são observadas em amplos interflúvios, com drenagens muito pouco aprofundadas. Os processos morfodinâmicos atuantes são os de intemperismo físico-químico e os ligados ao escoamento de águas superficiais.

Rodrigues (2005) compartimentou o município de Aparecida de Goiânia, integrando informações de padrões de relevo, tipos de solos predominantes, densidade de drenagens e hipsometria. Assim, três compartimentos geomorfológicos foram definidos: compartimento da Serra das Areias, compartimento das chapadas e compartimento do vale Meia Ponte.

O compartimento da Serra das Areias localiza-se no quadrante sudoeste do município, incluindo a área de nascente do córrego Santo Antônio. É representada pela serra homônima e adjacências. Constitui um padrão de relevo forte ondulado apresentando máxima amplitude de altitude, com cotas na ordem de 760 a 999 metros.

No compartimento das Chapadas, o relevo apresenta padrão suave ondulado, com predomínio de latossolos vermelhos e vermelho-amarelos nas áreas aplainadas e

Cambissolos Háplicos, nas vertentes de drenagens mais encaixadas. A dissecação desta unidade aumenta em direção a leste, com cotas na ordem de 720 a 840 metros. Nessa unidade geomorfológica, a densidade de drenagem é baixa (RODRIGUES, 2005).

O compartimento vale Meia Ponte localiza-se na porção leste do município e inclui o vale do Rio Meia Ponte e os baixos cursos dos córregos Santo Antônio e das Lages. O padrão de relevo é ondulado, com declividades moderadas e cotas inferiores a 720 metros. Os cambissolos são os tipos de coberturas mais comumente observadas, sendo que os latossolos ocupam alguns trechos de padrão de relevo tabular entre os vales de drenagem (RODRIGUES, 2005).

Conforme Oliveira (2005), citando Mamede et al (1983), margeando as drenagens nas encostas e fundos de vale da bacia hidrográfica do córrego Santo Antônio, em alguns pontos isolados, principalmente na área central, encontra-se a planície fluvial, definida como área aplainada, resultante de acumulações fluviais, periódicas ou permanentemente alagada.

3.1.5 – Solos

Rodrigues (2005), para diagnosticar os tipos de solos presentes no município, utilizou como base o mapeamento de solos executado pelo IBGE (1994), no Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), do Aglomerado Urbano de Goiânia, na escala 1:150.000.

O autor realizou a compilação de informações, seguida pela checagem em campo e detalhamento, gerando um mapa na escala 1:50.000, com informações que alcançam até o 3º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA. Dessa forma, foram caracterizadas as seguintes classes de solos: latossolos vermelhos distróficos; latossolos vermelho-amarelos distróficos; cambissolos háplicos Ta distróficos; gleissolos háplicos distróficos; neossolos flúvicos Tb eutróficos; neossolos quartzarênicos órticos; neossolos litólicos distróficos/psamíticos; organossolos méxicos; e plintossolos pétricos concrecionários distróficos.

Oliveira (2005) identificou, na bacia do córrego Santo Antônio, quatro grupos de solos principais: latossolos vermelhos, cambissolos, neossolos litólicos e gleissolos, todos distróficos. Há predominância dos latossolos e dos cambissolos e em menor proporção, os neossolos litólicos, sendo em pequenas ocorrências os gleissolos.