



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde



## **ANÁLISE DA ÁGUA DE POÇOS PROFUNDOS E RASOS EM GOIÂNIA E APARECIDA DE GOIÂNIA: SUBSÍDIOS A PROGRAMAS AMBIENTAIS E DE SAÚDE PÚBLICA**

Paulo Lopes da Silva

Goiânia-Goiás

Agosto de 2006



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde

## **ANÁLISE DA ÁGUA DE POÇOS PROFUNDOS E RASOS EM GOIÂNIA E APARECIDA DE GOIÂNIA: SUBSÍDIOS A PROGRAMAS AMBIENTAIS E DE SAÚDE PÚBLICA**

Paulo Lopes da Silva

Orientadora:

PROF<sup>a</sup>.DR<sup>a</sup>. Maira Barberi

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde

Goiânia-Goiás

Agosto de 2006



UNIVERSIDADE  
**Católica**  
DE GOIÁS

PRÓ-REITORIA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário  
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010  
Goiânia • Goiás • Brasil  
Fone: (62) 227.1071 • Fax: (62) 227.1073  
www.ucg.br • heck@ucg.br

DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
SAÚDE DEFENDIDA EM 17 DE AGOSTO DE 2006 E CONSIDERADA  
APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:

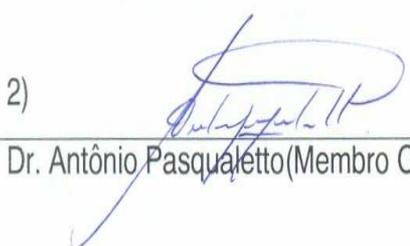
1)



---

Dr. Maira Barberi (Presidente)

2)



---

Dr. Antônio Pasqualetto (Membro Convidado)

3)



---

Dra. Kátia Cristina Machado Pellegrino (Membro)

S586a

**Silva, Paulo Lopes**

Análise de água de poços profundos e rasos em Goiânia e Aparecida de Goiânia : subsídios a programas ambientais e de saúde pública. / Paulo Lopes Silva. – Goiânia, 2006.

110p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, 2006.

Orientador: Maira Barberi

1. Águas subterrâneas – Goiânia. 2. Solo – degradação – aspecto socioambiental. I. Título.

CDU 556.3(817.3)  
556.34(817.3)

Ficha  
catalográfica  
elaborada  
pela  
Biblioteca  
Central da  
UCG

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é atribuído à colaboração de muitas pessoas. Enumerar todos cairia em omissão. No entanto, agradecemos:

- A Dr<sup>a</sup>. Maira Barberi, Geóloga, Professora do Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde (Turma UCG 2004/2) pela orientação, incentivo, liberdade de expressão, que sentimos desde o primeiro contato e pelos seus trabalhos que sempre demonstraram competência técnica, intelectual e sensibilidade.
- Aos Professores Doutores, Erik, Júlio, Araci, Nuza, Eline, José Alexandre, Kátia, Nelson, Luc, Wellington, Davi e outros pelo importante desempenho e motivação na transmissão de conteúdo, também ao pessoal de apoio: Carlos Eduardo, (Biblioteca do MCAS) e Camilla Ribeiro, (Secretária).
- Em especial ao Professor Dr. Antônio Pasqualetto, (UCG), pesquisador, divulgador e iniciador da pesquisa científica desse postulante a mestre,
- Aos colegas do Mestrado Manoel, Hugo, Milki, Rodolfo, Júlia, Rosângela, Sâmia e todos outros pelo compartilhamento da convivência gentil e colaboradora.
- Ao público externo, agradeço a colaboração dos Geólogos: Jamilo Filho e Gilberto Scislewski (CPRM), José de Arimateia (Hidroserv/ABAS), José Mateus (Fuad Rassi), Silvio Mattos (Mattos Assessoria Ltda.) pelo conforto, amizade e camaradagem no atendimento de nossas solicitações.
- A Biomédica Dr<sup>a</sup>. Cibele Machado (Laboratório MICROLAB), aos Químicos: Luis Rocha (Laboratório AQUALIT) e Sáudio Júnior (Laboratório HIDROSERV) pela sensibilidade, presteza e dedicação no fornecimento das análises físico-químico-bacteriológicas sem as quais seria impossível caracterizar como em avançado processo de contaminação o lençol freático em Goiânia/Aparecida.
- A Carmen Luci, minha esposa, aos filhos, Wagner Augusto e Joyce Vânia pelo estímulo, companheirismo, também aos meus pais Pedro e D. Nenê.
- Peço perdão àqueles que involuntariamente omiti o nome. A todos, minha sincera gratidão.

## RESUMO

A crescente perda da qualidade das águas subterrâneas em todo o mundo, devido à ação antrópica intensificada ao longo de muitas décadas, pode inviabilizar a utilização futura desse recurso natural. A modernidade dentro de sua promessa de “aventura, poder, alegria, crescimento, autotransformação e transformação das coisas ao seu redor (...) é ao mesmo tempo ameaça a tudo que temos, tudo o que sabemos, tudo o que somos”. Nesse sentido a questão ambiental evoca as conseqüências problemáticas da modernidade e da dinâmica capitalista. Vários são os problemas ambientais, entre eles a poluição dos lençóis freáticos, que já abastecem mais de 50% da população mundial, a maneira que hoje enfrentamos, a circunstância como se dá esse entendimento, de seus instrumentos, de suas políticas, assim como toda a dinâmica na busca de seu enfrentamento fazem parte das grandes questões do nosso século. Os problemas ambientais com os lençóis freáticos surgem porque cada vez mais pessoas exigem padrões de vida mais altos com tecnologias mais baratas, mesmo que os subprodutos involuntários incluam a degradação dos solos, os poluentes tóxicos, a extinção de espécies animais ou alterações climáticas. Assim o meio ambiente sadio, ou seja, a totalidade dos fatores fisiográficos tais como o solo, a água, a floresta, o relevo, a geologia, a paisagem, fatores meteoros-climáticos mais os fatores psicossociais inerentes á natureza humana (comportamento, bem-estar, estado de espírito, trabalho, saúde, alimentação, etc.) somados aos fatores sociológicos como cultura, civilidade, convivência, o respeito, a paz etc. é que iluminará a sobrevivência humana. Dessa forma, planeta Terra deve ser visto como um único sistema e na medida em que expandirmos nossa compreensão sobre o sistema que controla o meio ambiente, das suas infinitas interligações, soluções potenciais se consolidarão. O estudo da capacidade/potencialidade dos sistemas freáticos e geossistemas naturais, como suporte às necessidades humanas, é ou será uma forma de consolidar o conhecimento científico e que dará a inter-relação necessária entre o meio natural e as potencialidades humanas. Desse modo, uma crescente conscientização acerca da questão ambiental, surge como a possibilidade de união entre o HOMEM e a NATUREZA, que não podem ser tomados como pólos excludentes. Nas páginas seguintes, exploram-se as condições ambientais, especialmente o lençol freático subterrâneo das cidades de Goiânia e Aparecida de Goiânia.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, ação antrópica, recurso natural, modernidade, dinâmica capitalista, poluição, meio ambiente, padrões de vida, degradação do solo, extinção de animais, fatores sociológicos, sistema, soluções potenciais. Homem, Natureza.

## ABSTRACT

The increasing quality lost of underground water all over the world, due to intensified antropropic action during many decades, may make impracticable the future use of this natural resource. The modernity including its promise of “adventure, power, joy, growth, interior change and change of the things around it (...) is at the same time the threat to all we have, all we know, all we are” (Berman, 1988). According to this idea, the environment issue claims the problematical consequences of the modernity and capitalist dynamics. Many are the environment problems, such as the freatic water pollution. These resources already supply more than 50% of the world population with water. The way today we face the environment problem and the way we understand them, its instruments, its politics such as all the dynamic brought in the search of its confrontation, are part of the big questions of this century. The freatic water environment problems occurs whenever more people demand higher life style standard with cheaper technologies, even if the involuntary sub products include the soil degradation, the toxic polluter, the animal species’ extinction or the climate changes. The environment is the totality of physiographic factors (soil), water, forest, relief, geology, landscape, meteorological factors and climate factors added to psycho-socials inherent to human nature (such as behavior, well-being, mind spirit, job, health, food) added to sociological factors such as culture, civility, sociability, respect and peace. So the planet Earth should be considered as a unique system. As we expand our understanding about the system which controls the environment and its never-ending interconnections, potential solutions will consolidate. The study of freatic water systems capacity/potentiality and natural geosystems as support to human needs will be a way of consolidating the scientific knowledge. It will do the necessary inter-relation between the natural environment and human potentiality. This way, an increasing consciousness related to environment issue appears as the possibility of the union between human and nature, both can’t be analyzed as excludents poles. In the next pages, Goiânia and Aparecida de Goiânia cities are explore about yours underground water.

**Keywords:** underworld water, antropropic action, natural resource, modernity, capitalist dynamics, pollution, environment, life style standard, soil degradation, animal extinction, sociological factors, system, potential solutions. Man, Nature

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Características da Água de Escoamento Superficial em Áreas Urbanas.....	09
Tabela 02 - Profundidades Alcançadas/Tempos de Percursos/Demandas por Poluentes em Diferentes Formações Geológicas .....	09
Tabela 03- Mudanças Médias em Elementos Climáticos Causados Pela Urbanização .....	11
Tabela 04- Taxa de Ocupação de Veículos - Goiânia.....	12
Tabela 05- Localidade/ Nr. De Habitantes por Veículo/Motorização .....	13
Tabela 06- Produção/Faturamento de Água, Goiás 1996/2001 .....	14.
Tabela 07- Tipos de Solo em Goiânia em Percentagem.....	32
Tabela 08- TCO's Remetidos a Justiça de Crimes Contra o Meio Ambiente em Goiás 2001/2006 .....	49
Tabela 09- Lixo/Habitante kg/Dia .....	50
Tabela 10- Sistema de Esgoto: Volume Coletado/Tratado, Goiás 1996-2001 .....	56.
Tabela 11- Total de Poços Contaminados/Não Contaminados/Bairro Goiânia .....	59
Tabela 12- Total de Poços Região Sul por Bairro/Total Restante/ Total Geral .....	61
Tabela 13- População Residente Região Sul.....	64
Tabela 14- Residência com Água Tratada Região Sul.....	65
Tabela 15- Região Sul: Algumas Características .....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Área Urbanizada no Município de Goiânia: 1933/1938 .....	44
Figura 02 - Área Urbanizada no Município de Goiânia: 1986 .....	45
Figura 03 - Região Sul Goiânia .....	
Figura 04 - Total geral dos Poços dos bairros de Goiânia. ....	61
Figura 05 - Total de poços da região sul .....	62
Figura 06 - Total de poços da região restante.....	63
Figura 07 - Percentagem por estratificação .....	63
Figura 08 - Percentagem por tipo de complexo geológico .....	63
Figura 09 - Mapa de distribuição da Região de Goiânia – Atende/Não Atende .....	66

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO I .....	2
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	2
1.1 Urbanização e Transformação .....	2
1.2. Alterações ambientais urbanas .....	6
CAPÍTULO II .....	17
2.1 Quadro Analítico.....	17
2.2 Objetivos .....	22
2.2.1 Objetivo Geral .....	22
2.2.2 Objetivos Específicos .....	22
CAPÍTULO III .....	23
METODOLOGIA.....	23
3.1 Área de Estudo.....	23
3.1.1 Caracterização Biofísica.....	23
3.1.1.1 Clima .....	23
3.1.1.2 Hidrografia.....	24
3.1.1.3. Geologia .....	25
3.1.1.4. Geomorfologia.....	26
3.1.1.5. Pedologia .....	29
3.1.1.6. Vegetação .....	32
3.2 Goiânia – aspectos históricos e de Ocupação .....	34
3.2.1 Aspectos Sócio-Culturais e Históricos.....	34
3.2.2 Riscos de Contaminação.....	48
3.2.3 Procedimentos Metodológicos .....	51
3.2.4 Resultados e discussão.....	53
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS .....	85
I. PLANILHA.....	86
II. DICIONÁRIO DAS ÁGUAS.....	93
III. NÚMERO DE TERMOS CIRCUNSTANCIADO DE OCORRÊNCIA, TCO's, ENVIADOS A JUSTIÇA PELA DELEGACIA ESTADUAL DE CRIMES CONTRA O MEIO AMBIENTE, (DEMA) ENTRE 2000-2006.....	102
IV GOIÂNIA: BACIAS HIDROGRAFICAS.....	102
V GOIÁS: MACROZONEAMENTO DE AQUIFEROS.....	103

VI	BRASIL: VAZÃO DA ÁGUA NOS AQUIFEROS.....	104
VII	ÁGUA:, CONSUMO POR SETOR.....	105
VIII	GOIÂNIA: INCREMENTO DA POPULAÇÃO.....	106
IX	GOIÁS: SANEAMENTO BÁSICO.....	107
X	TIPOS DE AQUIFEROS.....	108

## INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida, dela dependem todos os organismos vivos, através dos séculos, a complexidade dos múltiplos usos aumentou e produziu enorme conjunto de degradação e poluição.

No século XXI, entre outras crises, a escassez de água adequada aos organismos vivos é uma ameaça permanente colocando em risco a nossa sobrevivência e das gerações futuras, impondo dificuldades ao desenvolvimento, aumentando a possibilidade de doenças e a desigualdade social entre povos. Por ser abundante, temos uma falsa concepção que é um recurso infindável. No desenvolvimento do trabalho percebeu-se que as causas de degradação da água são universais, atingindo tanto países ricos quanto pobres e através de diferentes processos.

Neste aspecto, o município de Goiânia e Aparecida foram escolhidos para o estudo dessa crise, os indicadores encontrados através das análises físico-químico-bacteriológica, do uso do solo, da falta de gestão pública, dos conflitos de interesse econômico, da falta da cultura de preservação dos recursos naturais etc.. demonstram que os processos de degradação dos recursos hídricos em áreas antrópicas estão ocorrendo de forma acelerada e que as localidades acima não estão isentas disso.

Esta dissertação foi elaborada com interesse de contribuir para uma visão sistêmica dos recursos hídricos subterrâneos atuais e da escassez de água que deverá ocorrer nos próximos 50 anos. (ver Anexos, pág. 105). A utilização de forma integrada dos estudos da geologia, geoquímica, geomorfologia, pedologia, dados hídricos, climáticos, sociais, culturais, plano diretor de desenvolvimento, formação de recursos humanos em Limnologia, zoneamento ecológico-econômico, bem como a mudanças de paradigmas se tornam importantes ferramentas mitigadoras dessa crise.

## CAPÍTULO I

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1 Urbanização e Transformação

Urbanização ao longo dos dois últimos séculos é um fenômeno atinge a todos os países sendo de certa forma irreversível. A produção do espaço urbano é cada vez mais articulada com a idéia do global. Neste contexto o espaço natural sofreu um processo de extenso e articulado detrimento, reduzido e fragmentado em nome do espaço construído com enormes perdas de valor do ponto de vista ambiental, capaz de comprometer a sustentabilidade da vida no planeta no futuro. (ODUM, 1985; SANTOS, 1991; SOJA, 1993; MOROZ *et al.*, 1994; GONÇALVES, 2000; LE PRESTRE, 2002; SPOSITO, 2000; MOTA, 2003; KUHNEN, 2001; SANTOS, 2005; DIAMOND, 2005, MARICATO & TANAKA, 2006).

Desde o século XIX, quando a população alcançou seu primeiro bilhão de habitantes e a revolução industrial iniciada na Inglaterra no século anterior proporcionou melhorias nas condições de vida nas cidades, estas alcançaram o status que predomina até os dias atuais sobre o campo. Nos anos 50 do século XX, com 2 bilhões de habitantes, o planeta Terra já possuía um contingente de seiscentos milhões de habitantes nas cidades. Com a constante degradação da vida no campo motivada por revoltas, solicitações sociais, êxodo rural, latifúndios e perda de safras devido a catástrofes naturais, no início do século XXI, alguns países, sobretudo subdesenvolvidos, passaram a ter 80% de sua população residindo nas cidades. (SANTOS, 1991; LOMBARDO, 1995; BARROS, 1998; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000, CARLOS, 1999, CORREA, 2001; PONTUSCHKA, 2002, BAENINGER, 2005).

Dessa maneira a fisionomia da Terra veio sofrer profundas transformações, pois as cidades, são ecossistemas heterotróficos, embora concentrem muitas de suas atividades em espaços reduzidos, em 1 a 5% da superfície terrestre, sua entropia é muito grande, a sua pegada ecológica necessita de áreas muito além dos seus limites para sua sustentabilidade, a extração de matérias primas, disposição dos resíduos gerados e construção de infra-estruturas que possibilitem o fácil

deslocamento de pessoas, mercadorias, serviços e informações modelam o espaço e a sociedade, portanto, toda a organização local. (SKINNER, 1964; DIAS, 1992; LOMBARDO, 1995; SPOSITO, 2000; KUHNEN, 2001).

O modo de produção capitalista é considerado por Monteiro *et al.*, (1976) como o causador de maior impacto na crosta terrestre e nas suas implicações ambientais, pois seus critérios levam em consideração a maximização do lucro, através da produção máxima, em detrimento dos sistemas. Dessa forma, as áreas urbanizadas têm alterações rápidas e intensas, onde os fluxos acabem por romper os sistemas naturais que resulta em degradação ambiental, modificando ainda os sistemas culturais e sociais nativos colocando em risco a saúde. É o positivo e negativo em choque. (MONTEIRO, 1976; CAVALHEIRO, 1991; SPIRN, 1996, GUNTHER, 1997; HAESBAERT, 1997; HUNT & SHERMAN, 2000).

Acredita-se, também, que a degradação sócio-ambiental notada nos centros urbanos tenha como conseqüências e uma das principais causas, o uso e a ocupação indevida do solo, o homem por não se sentir obrigado a aceitar os ditames da fisiologia terrestre, através de máquinas e ilusão transforma artificialmente a paisagem terrestre inóspita em locais de fácil acesso quebrando o frágil equilíbrio. (SANTOS, 1979, SOJA, 1993, JACOBI, 1999; SCISLEWSKI, 2004, MATTOS, 2006).

As máquinas liberaram a limitação imposta pela natureza junto ao homem, no entanto o meio físico-biótico resiste em manter suas características e mecanismos naturais de defesa interagindo e condicionando grandes alterações ambientais, de alguma forma, a natureza pode responder de forma agressiva a estas tentativas, colocando em risco o próprio homem (MOROZ *et al.*, 1994; PRADINI, 1977, VIGARELLO, 1996; GONÇALVES, 2000).

Santos (1979) acredita que as diferentes formas de ocupação do espaço: cultural, técnico e instrumental, faz com que sejam ultrapassadas as condições ambientais de equilíbrio trazendo desconforto à saúde mental e física as populações, criando uma natureza hostil. A Terra, que possui em sua constituição poucos elementos, no entanto são sistêmicos, no entanto a tentativa de criação de nichos ecológicos artificiais, apesar de toda a tecnologia existente, tem tido péssimos resultados. Sem a compreensão lógica da natureza, sem as condições de

ter um modelo estatístico claro de previsão ou do que serão os ecossistemas. Assim geram-se não conformidades, como baixo padrão de vida nas cidades, dessa maneira o fenômeno urbano, separa o homem da natureza. (DREW, 1998; CAPRA, 2003).

De maneira indiscriminada a destruição ou a construção do espaço reflete o despreparo para o tratamento para com a natureza, onde o interesse de imediato é adaptá-la aquilo que assegure mercado consumidor. Os processos imediatista da exploração econômica tornam o processo de desconstrução alienado, abusivo e não necessário com substituição freqüente de sistemas ecológicos importantes por áreas que constituirão num futuro próximo em espaços-problema no contexto das cidades. (MOTA, 2003; SCISLEWSKI, 2004; MARICATO & TANAKA, 2006).

As referências naturais configuram a paisagem, o espaço construído os torna lugares homogêneos, com isto o processo de trocas, traz a perda de identidade, tanto do ponto cultural quanto geomorfológico. O espaço então se banaliza na medida em que acolhe a urbanização por razões que escapam completamente aos seus dados específicos e de suporte ativo que era, tende a tornar-se amorfo e homogêneo (SANTOS, 1991; SOJA, 1993; CALLAI, 1993; VIGARELLO, 1996; YÁSIGY, 1998; GONÇALVES, 2000,).

Como resultado dessa urbanização intensiva e indiscriminada, envolvendo a aplicação de modelos urbanísticos copiados de outras realidades na padronização estética e funcional dos diversos lugares, que desrespeita as especificidades locais e reflete um profundo desprezo para com os valores culturais e ambientais próprios das comunidades. Esse fator provoca a perda do vínculo cultural e histórico com o ambiente e leva à deterioração da própria condição humana, impossibilitando o estabelecimento de relações harmoniosas entre natureza, cultura e sociedade (THOMAS, 1989; GODOY, 1995; CARLOS, 1994; LEITE, 1992; SOJA, 1993; SPOSITO, 2000; KUHNEN, 2001; MOTA, 2003; BAENINGER, 2005; BARBOSA, 2006).

Para Santos, (1979), não há padrão universal de ocupação territorial, de urbanização, de especialização do território, de necessidades básicas para a qualidade de vida, quando se trata da integração de processos sociais, culturais,

econômicos e naturais. Muito embora, quase simultâneos são processos desintegrados que necessitam para tanto serem contextualizados, conseguindo uma projeção ambiental que precisa sofrer processo de avaliação pela sua multiplicidade de conexões com intuito de estabelecer elos com a qualidade de vida de seus habitantes.

Para o sucesso ou fracasso ou a sobrevivência dos projetos de intervenção na paisagem necessitam de refinamento permanente, pois tendo vida própria, interagem com ela e com o ecossistema. A compreensão de sua estruturação, de como é sua composição e funcionalidade faz-se fugir de modelos de pensamento e atitudes pré-concebidas, adquirindo racionalidade de pensamento para um final criativo. (KUHLEN, 2001; MOTA, 2003; DIAMOND, 2005).

Afirma-se que, com base em uma visão holística que a consideração das relações entre natureza e sociedade em termos de antagonismo não devem ser vistas como sistema de dominação, evitando-se para isto procurar visualizá-la dentro da perspectiva de um sistema singular, mas complexo, aberto, evolutivo, dinâmico e auto-regulável ressaltando-se que o desempenho da sociedade humana, nas ações de derivação da natureza para a exploração de recursos, deve ser mobilizado para introduzir, neste sistema, dispositivos cibernéticos que afastem os negativos da entropia, assegurando um ponto ótimo de equilíbrio. (MONTEIRO, 1976; SANTOS, 1991; SPOSITO, 2000, MOTA, 2003; DIAMOND, 2005, BARBOSA, 2006),

A sociedade humana no seu contexto de busca de qualidade de vida, considerando que o aumento populacional é crescente e irreversível para os próximos 60 anos, como elemento ativo de intervenção do sistema natural, torna-se premente a busca de estratégias de desenvolvimento integrado na busca de soluções viáveis para a questão sócio-ambiental, nas diferentes escalas territoriais. (MONTEIRO, 1976; VIEIRA & WERBER, 1997, DIAMOND, 2005).

Torna-se premente com base nestas visões que o desenvolvimento urbano deve integrar-se ao funcionamento dos sistemas naturais, através de uma relação mais articulada e coerente com os mesmos. Para tanto, os processos de planejamento e construção do espaço urbano devem possibilitar a integração da cidade às condicionantes naturais do sítio e não impô-la às mesmas que, então,

necessitam ser avaliadas de forma integrada e calcada no princípio de que a natureza é hierarquizada e sistêmica, apresenta funcionalidades frágeis e intrínsecas, associadas às relações que se estabelecem entre seus componentes físicos e bióticos. Assim, tem-se a necessidade do reconhecimento e consideração das bases ecossistêmicas para o desenho e gestão urbanas que resultem configurações com melhores desempenhos ambientais, visando à sustentabilidade ecológica nas cidades. (LOVELOCK, 1976; GRINOVER, 1989, CAPRA, 1996, MARICATO & TANAKA, 2006).

Na busca de alternativas que viabilizem a integração e a compatibilização entre os processos de urbanização e o ambiente natural, num processo de renovação das paisagens urbanas, as áreas sensíveis como solos, clima, morros, subsolo, margens de rios, fundos de vale, topos e encostas de morros e os recursos hídricos de superfície e subterrâneo devem ter suas potencialidades reconhecidas e delimitadas de forma permanente pelos gestores públicos, estabelecendo políticas de preservação e de uso concernentes à capacidade do meio natural. (CASSETTI, 1991; MATTOS, 1998; GONÇALVES, 2000; MOTA, 2003, MATTOS, 2006, BARBOSA, 2006).

A incorporação ao meio ambiente urbano dos sistemas naturais, de maneira responsável representará um considerável ganho em termos físico-ambientais (climáticos, hidrológicos etc.) e sócio-econômico-culturais (lazer, educação ambiental, rotas de transporte alternativo etc.) para a cidade e as gerações futuras. Insere-se nesta proposição, em especial, o tratamento adequado dos recursos hídricos de superfície e subterrâneos. (ROMERO, 1986; SPIRN, 1996; HOUGH, 1999; MCHARG, 2000; MATTOS, 1998, HIDROLOG, 2004; FLEURY, 2006).

## **1.2. Alterações ambientais urbanas**

Como ecossistemas heterotróficos e de alta intensidade metabólica, as cidades impõem uma rápida e grande transformação do meio natural devido à concentração de população e atividades produtivas sobre seus territórios, impactando progressivamente os sistemas naturais, elas se constituem ecossistemas diversamente estruturados e apresentam inter-relações complexas entre seus elementos (solo, ar, água, fauna, flora, construções, homem, técnica).

(SANTOS, 1979; ODUM, 1985; CAVALHEIRO, 1991; LOMBARDO, 1995; HESPANHOL, 1999; MOTA, 2003, TUNDISI, 2003, MACEDO, 2004).

As cidades apresentam um metabolismo intenso por unidade de área (cerca de mil vezes maior) que os ecossistemas naturais, exigindo grande influxo de energia, sob forma bastante concentrada (combustíveis fósseis, eletricidade, resíduos etc.), e uma grande entrada de materiais (alimentos, ar, água etc.), conseqüentemente gerando uma exportação de resíduos, em qualidade e quantidades, altamente poluentes (água poluída, calor, poeira, lixo, entulho etc.). Já nos sistemas naturais os fluxos materiais ocorrem através dos chamados “ciclos biogeoquímicos”, são lentos, associados às transformações energéticas de caráter difuso e apresentando altos índices cíclicos, nas cidades, os fluxos materiais associados às atividades produtivas e envolvendo transformações energéticas altamente concentradas não apresentam índices de ciclagem significativos, sendo responsáveis pela geração de ambientes de saída altamente poluentes. (ODUM, 1985; MOTA *et al.*, 2003; EIGENHEER, 2006).

Embora interfiram no ambiente natural ou rural, as áreas urbanas, são orientadas a não comprometerem o ambiente cultural, tais características comprometem a dinâmica de funcionamento dos sistemas naturais de suporte de forma que, com o crescimento das áreas urbanas, são gerados conflitos ambientais que afetam diretamente a qualidade de vida das populações (ODUM, 1985; HENKE-OLIVEIRA, 1996, REBOUÇAS, 2003, MACEDO *et al.*, 2004).

No meio urbano, os corpos d'água estão sujeitos a fontes de poluição: pontuais, tais como, esgotos domésticos e industriais, águas pluviais conduzidas por galerias e não pontuais (escoamento superficial das águas pluviais), localizadas e não localizadas.

O lançamento de esgotos não tratados industriais e domiciliares nos cursos d'água, além de transformá-los em veículos patogênicos, representa a principal fonte (ao lado dos solos erodidos) de nitrogênio, fósforo e potássio, componentes residuais das atividades humanas, que reunidos sob processo de eutrofização pode trazer alterações as condições físicas, químicas e biológicas nas águas de superfície e subterrâneas.

As alterações físicas se caracterizam pela diminuição da profundidade e aumento da turbidez devido à matéria orgânica em suspensão. As alterações químicas se relacionam à redução de oxigênio devido à explosão populacional de algas, gerando condições de abnóxia (principalmente no período noturno, quando as algas não exercem a fotossíntese), e pelo aumento de sais que pode ser restritivo para os organismos.

As alterações biológicas ficam por conta do aumento significativo da produção primária (graças à “explosão” demográfica de algas verdes e azuis) e de detritos, diminuição das macrófitas submersas e aumento das macrófitas flutuantes, com diminuição da zona eufótica na coluna d'água, e conseqüente limitação do crescimento de outros organismos. Por fim, o conjunto das alterações mencionadas (físicas, químicas e biológicas) provoca o crescimento populacional das espécies resistentes a tais alterações (ODUM, 1985; BRANCO, 1983, MOTTA, 2003; REBOUÇAS, 2003; MACEDO *et al.*, 2004).

Poluição por fontes pontuais dos recursos hídricos são, em geral, mais fáceis de serem monitoradas e controladas, podendo direcioná-la para áreas onde seja possível o seu tratamento, ou para lugares onde os riscos à contaminação de ecossistemas frágeis e das populações sejam minimizadas. Poluições por fontes não pontuais apresentam grandes dificuldades ao monitoramento e controle, haja vista, que resultam diretamente do escoamento em superfície das águas precipitadas nos centros urbanos, e são constituídas por resíduos sólidos e líquidos de natureza difusa, (tabela 1), podendo apresentar tanto ou mais poluentes que o efluente secundário de uma estação de tratamento de esgoto, e em alguns casos, mais que o esgoto bruto, considera-se o escoamento superficial a maior fonte de poluição aquática. (GUERREIRO, 1996; MOTA, 1981; TOURBIER, 1994; HENKE-OLIVEIRA, 1996, CAMPOS, 2003; REBOUCAS, 2003; TUNDISI, 2003; HIRATA 2003; USGS, 2006)

Tabela 01: Características da Água de Escoamento Superficial em Áreas Urbanas.

DBO (mg/l)	1 – 700
DQO (mg/l)	5 - 3.100
Sólidos totais em suspensão (mg/l)	2 – 11.300
Sólidos totais (mg/l)	450 - 14.600
Sólidos voláteis totais (mg/l)	12-1.500
Sólidos sedimentares (mg/l)	0,5 - 5.400
Nitrogênio orgânico (mg/l)	0,1 – 15
NH <sub>2</sub> (mg/l)	0,1 – 25
PO <sub>4</sub> solúvel (mg/l)	0.1 – 10
PO <sub>4</sub> total (mg/l)	0,1 – 125
Cloretos (mg/l)	2 - 25.000
Óleos (mg/l)	0 – 110
Fenóis (mg/l)	0 - 0,2
Chumbo (mg/l)	0 - 1,9
Coliformes totais (n.º/100ml)	200 - 146 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes fecais (n.º/100ml)	55 - 112 x 10 <sup>3</sup>
Estreptococos fecais (n.º/100ml)	200 - 1,2 x 10 <sup>3</sup>

Fonte: MACEDO et al, (2004)

Em se tratando das águas subterrâneas, nos aquíferos livres (mais superficiais) ou confinados (profundos) abastecidos por infiltração das águas pluviais e de lagoas e rios, são particularmente importantes os riscos à contaminação por derrames de hidrocarbonetos, nitrato, metais pesados, radioativos, necrochorume, compostos orgânicos tóxicos originários dos processos industriais (JACKSON, 1982 *apud* HENKE-OLIVEIRA, 1996, MOTA, 2003; CAMPOS, 2003; REBOUÇAS; 2003; HIRATA, 2003; TUNDISI, 2003, MACEDO *et al.*, 2004). Os poluentes uma vez no solo podem alcançar grandes profundidades, cuja dependência fica por conta do tipo do poluente e das condições geológicas. (Tabela 2)

Tabela 02. Contaminantes/Formação Geológica/Profundidade Alcançada/tempo de Percurso para alguns contaminantes.

Contaminante	Formação geológica	Profundidade alcançada (m)	Tempo de percurso
Gasolina	Calcário fraturado	3.200	5 anos
	Areia e cascalho	791	7 anos
Ácido Pírico	---	4.815	4-6 anos
Fenol	Areia e cascalho	457	4-5 anos
Microrganismos	Areia (partícula de 0,17 mm) e cascalho	3	---
Bactérias coliformes	Areia (partícula de 0,13mm)	20	27 semanas
	Areia e cascalho	122	---
Compostos químicos	Areias (partícula de 0,03mm)	35	27 semanas
Efluentes de iodo	Areia e cascalho	457	---

Fonte: REBOUÇAS et al, (2003)

A contaminação das águas subterrâneas (superficiais e profundas) é um problema de difícil solução na medida em que, ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas são praticamente impossíveis de serem purificadas, pois não estão expostas à luz solar, às correntes fortes e a outros processos naturais e artificiais de purificação responsáveis pela despoluição das águas superficiais (BRANCO, 1983, HIRATA, 1997; MATTOS, 1999; REBOUÇAS, 2003; KARMANN, 2003; TUNDISI, 2003; Centro Tecnológico de Saneamento Básico – CETESB), MACEDO *et al.*, 2004).

Se junta à poluição dos recursos naturais à qualidade dos materiais descartados nos ambientes aquáticos e terrestres que, em função dos avanços tecnológicos, são constituídos por uma gama variada de materiais sintéticos com diferentes níveis de resistência à degradação, persistindo por longos períodos na natureza (BRANCO, 1983; MOTA, 2003; REBOUÇAS, 2003; TUNDISI *et al.*, 2003).

Em relação aos aspectos climáticos, a substituição das superfícies e formas naturais pelas construções “artificiais” urbanas, tais como edifícios, vias impermeabilizadas etc., modifica as propriedades físicas e químicas e os processos aerodinâmicos, térmicos, hidrológicos e de intercâmbio de massas que ocorrem na camada limite da atmosfera, resultando em profundas alterações nas propriedades meteorológicas do ar dentro e imediatamente acima das áreas urbanas, criando, conseqüentemente, um distinto tipo climático, o “clima urbano”. ou bolhas de calor (AYOADE, 2002; MOTA, 2003; CAMPOS, 2003).

Embora regido pelas condições mesoclimáticas, o “clima urbano” é diferenciado, em função do uso e cobertura do solo e do balanço térmico urbano, de forma que o processo de urbanização nos grandes centros urbanos (e em menor escala nas médias e pequenas cidades) onde determina a ocorrência de modificações climáticas relacionadas à radiação solar visível, infravermelha e ultravioleta, à umidade relativa do ar, ventos, nebulosidade, precipitação, favorecendo a ocorrência de ilha de calor, neblina, bolhas de poeira e inversão térmica. As alterações provocadas pela urbanização, em alguns elementos climáticos, são apresentadas na Tabela 03. (MONTEIRO, 1976; CAVALHEIRO, 1991; DINES, 1991; LOMBARDO, 1985, 1995; OLIVEIRA, 2001; AYOADE, 2002; MOTTA, 2003 *et al.*).

Tabela 03. Mudanças Médias Em Elementos Climáticos Causados Pela Urbanização.

<b>Elemento Climático</b>	<b>Alterações climáticas em relação ao meio natural</b>
<b>Radiação</b>	
Global	15 a 20% menor
Ultravioleta (no inverno)	30% menor
Ultravioleta (no verão)	5% menor
Duração da luz solar	5 a 15% menor
<b>Temperatura</b>	
Média anual	0,5 a 1°C maior
Mínima de inverno	1 a 2°C maior
<b>Contaminantes</b>	
Núcleos e partículas de condensação	10 vezes maior
Misturas gasosas	5 a 25 vezes maior
<b>Velocidade do vento</b>	
Média anual	20 a 30% menor
Rajados extremos	10 a 20% menor
Calmarias	5 a 20%
<b>Precipitação</b>	
Total	5 a 10% maior
Dias com menos de 5 mm	10% maior
<b>Nebulosidade</b>	
Céu encoberto	5 a 10% maior
Neblina (inverno)	100% maior
Neblina (verão)	30% maior
<b>Umidade relativa</b>	
Inverno	2% menor
Verão	8% menor

Fonte: LANDSBERG (1970) citado em CAVALHEIRO (1991)

Para Ayoade (2002) e Mota *et al* (2003), as ilhas ou bolhas de calor, fenômeno tipicamente urbano e caracterizado pela tendência de aumento da temperatura do centro das cidades em relação à periferia e estão associadas às condicionantes derivadas das atividades antrópicas sobre o ambiente urbano em termos de uso do solo tais como aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alterações na cobertura vegetal, contaminação da atmosfera e concentração dos edifícios que interferem nos efeitos dos ventos e às condicionantes do meio físico e seus atributos geo-ecológicos.

Assim, de acordo com os padrões de uso do solo, densidade demográfica, configuração geométrica dos edifícios, propriedades dos materiais de construção, cores das superfícies exteriores, extensão e densidade da área construída, condições de sombra nas ruas e estacionamentos, distribuição das áreas verdes, relação entre índice de área construída e espaços livres etc., são registrados

gradientes térmicos horizontais nas cidades cujas variações de temperatura entre as áreas centrais e os espaços periféricos chegam a ultrapassar 10°C, principalmente quando da ocorrência de condições atmosféricas propícias à formação das “ilhas de calor” como subsidências, inversões térmicas, calmarias, umidade relativa baixa e névoa seca (LOMBARDO, 1985. *apud* MOTA, 2003, AYOADE, 2002).

A poluição atmosférica nas áreas urbanizadas provocadas por veículos automotores através do sistema viário são, direta e indiretamente, os maiores geradores e depositantes de poluentes, tais como, óxidos de carbono, enxofre e nitrogênio, partículas de materiais catalisadores, tipo chumbo-tetraetílico, aditivados ao combustível para aumentar a octanagem e conseqüentemente potência e o rendimento dos veículos.

Atualmente, os motores de combustão seguem orientações rigorosas do Conselho Nacional do Meio Ambiente, determinados octantes já não são mais permitidos, quanto à emissão de poluentes. O teor de chumbo próximo às vias expressas e arteriais na atmosfera é dezesseis vezes maior que a taxa atmosférica normal, valor que se reduz para oito vezes, em relação à taxa atmosférica normal, nos pontos situados a partir de 50 metros de cada margem das pistas, arborização densa contribui para a mitigação e a absorção de até 15 dB na emissão sonora. (VERNIER, 1994; SPIRN 1996; PASQUALETTO *et al*, 2002; Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2002/2003; MOTA, 2003). A taxa de ocupação por veículo em Goiânia é de 1,45 passageiros por veículo, sendo o número de habitantes por veículo igual a 1,7, segunda maior taxa do país. (Ver tabelas 04 e 05).

Tabela 04 – Taxa de Ocupação de Veículos - Goiânia

<b>Pessoas por Veículo Pesquisado (N.º)</b>	<b>Total de Veículos Pesquisados (N.º)</b>	<b>Total de Pessoas nos Veículos (N.º)</b>	<b>Taxa Média de Ocupação (Veículo)</b>
1	1143	1143	
2	614	1228	
3	96	288	
4	18	72	1,45
<b>Totais</b>	<b>1871</b>	<b>2731</b>	

Tabela 05: Localidade/Nr Habitante por Veiculo/Motorização

Capital	Hab. Por Veículo	Veículo p/1000 hab./Nr. veic.hab./País			
Goiânia	1,70	781,1	1,28	EUA	
Curitiba	1,80	668,5	1,49	Japão	
Macapá	2,0	654,7	1,52	N. Zelândia	
Florianópolis	2,1	616,8	1,62	Itália	

Fonte dos Dados: O POPULAR, 30/04/06.

A urbanização altera a estrutura, a biota e os parâmetros físico-químicos do solo, que nas áreas urbanas, apresenta-se mais compactado, mais hidrofóbico e mais alcalino, vem decorrendo da lixiviação do calcário das edificações. As cidades ainda contribuem significativamente para a perda de solos por erosão, sendo esta a maior fonte de poluentes em escala mundial (principalmente ligada à poluição dos recursos hídricos), embora não facilmente notada por apresentar-se de forma menos tóxica (ODUM, 1985; CAVALHEIRO, 1994; MOTA, 2003, MACEDO, 2004).

Em se tratando dos aspectos referentes à fauna, Cavalheiro (1991), aponta três tendências que caracterizam a situação dos animais nas áreas urbanas: diminuição abrupta da diversidade específica e de algumas ordens; diminuição significativa da diversidade e preferência de alguns animais pelas cidades.

Esses aspectos decorrem principalmente da destruição de habitats naturais e sua substituição, rapidamente, por ambientes derivados, aos quais muitas espécies não estão adaptadas e, portanto, inaptas a sobreviverem sob as novas condições, ao contrário de umas poucas espécies de menor sensibilidade, que se adaptam com facilidade aos ambientes antropogênicos e, na ausência de competidores associada à disponibilidade extra de habitat e alimentos, têm um aumento populacional significativo, constituindo, em alguns casos, “pragas urbanas”, como é o caso de algumas espécies de aves (pombas - *Columba livia*; urubus - *Coragyps atratus*; etc.), pequenos mamíferos (morcegos - *Nyctinomopus laticaudes*, *Artibeus lituratus*; gambás - *Didelphis marsupialis*, *Didelphis albiventris*), insetos e espécies invasoras como o caramujo africano (*Achatina fulica*) (SUKKOP & WERNER, 1991; CAVALHEIRO, 1994; MOTA *et al*, 2003).

A flora nas áreas urbanas e suburbanas é predominantemente constituída de espécies exóticas (vegetação ruderal, ornamental etc.), com baixa representação de

espécies nativas. Essa predominância é condicionada por fatores culturais e pela urbanização que conduz ao estresse e à falta de condições de suporte para muitas espécies da flora nativa em áreas urbanizadas, Goiânia, bastante ornamentada com árvores exóticas de raízes superficiais, apresenta acentuada queda das mesmas durante o período chuvoso com ventos moderados colocando em risco a população.

O regime hídrico nas cidades também sofre profundas alterações no seu equilíbrio dinâmico, resultado das modificações estruturais sobre os sistemas hidrográficos originais, tanto em decorrência de processos casuísticos de ocupação do solo urbano, como por intervenções desastrosas pretensamente técnico-científicas que, desrespeitando as características hisométricas-pedológicas locais, diminuem substancialmente a capacidade de infiltração e armazenamento das águas pluviais nas áreas urbanizadas, em geral à retirada da cobertura vegetal, impermeabilização e compactação do solo, conseqüentemente aumentando o volume de escoamento superficial das águas pluviais que caem mais intensa e freqüentemente sobre os núcleos urbanizados nas cidades. (MOTA, 2003; REBOUÇAS, 2003; TUNDISI, 2003; CAMPOS, 2003).

A tabela 06, a seguir, demonstra que 34% da água produzida pela concessionária local (SANEAMENTO DE GOIÁS – SANEAGO-) no período 1996/2001 é desperdiçada.

Tabela 06: Água Produção/Faturamento - Goiás 1996-2001

Ano	Volume (mil m <sup>3</sup> /ano)		
	Produzido (a)	Faturado (b)	% (b) / (a)
1996	226.739,4	151.329,5	67
1997	230.989,1	154.031,5	67
1998	246.014,7	162.820,1	66
1999	255.453,9	167.036,1	65
2000	256.582,3	168.885,7	66
2001	254.996,0	168.298,8	66

Fonte: GOVERNO DE GOIÁS, (2003)

Como resultado tem-se diminuição da água disponível para as plantas e para os processos de evaporação e evapo-transpiração que refrescam as áreas urbanas, redução da umidade relativa do ar, erosão do solo e assoreamento dos cursos d'água, enchentes nas regiões ribeirinhas, poluição dos mananciais,

aprofundamento dos lençóis freáticos pela exploração e diminuição da recarga etc., tudo isso resultando em graves prejuízos sócio-econômicos e sanitários. Portanto, o modelo usual de total remoção da vegetação e da realização de atividades indiscriminadas de terraplanagem, com cortes e aterros que alteram totalmente o sistema de drenagem natural, e impermeabilização do solo quando da implantação de loteamentos, constitui a principal causa de degradação dos corpos d'água, ao lado dos esgotamentos domésticos e industriais (MOTA, 1981; DREW, 1986; LOMBARDO, 1985, 1995; CAVALHEIRO, 1991; CAVALHEIRO *et. al.*, 1991; SEABRA 1991; SUKOPP & WERNER, 1991; SILVA & MAGALHÃES, 1993; SPIRN, 1996; CARVALHO, 2000; OLIVEIRA, 2001, MOTTA, 2003; REBOUÇAS, 2003, TUNDISI, 2003).

Em relação às inundações, freqüentes em muitos centros urbanos brasileiros, as mesmas evidenciam os limites das soluções clássicas de drenagem urbana, baseadas, essencialmente, nos conceitos higienistas originários do Século XIX, que recomendavam a rápida evacuação das águas pluviais no meio urbano por intermédio de condutos artificiais subterrâneos e superficiais, devido à presença de doenças endêmica como a febre amarela, sem, no entanto atentar para a necessidade de um planejamento global da bacia hidrográfica quanto ao uso e ocupação do solo e sua correlação com as obras de infra-estrutura.

O sistema de drenagem das áreas alagadiças e brejosas, implicando na desnaturalização sistemática da paisagem, foi bastante utilizada no Rio de Janeiro na luta contra malária e febres, constituindo, no início do Século XX, a única medida capaz de sanear as cidades brasileiras na época pequenas e formando uma malha esparsa pelo país, considerando-se a inexistência dos recursos tecnológicos e científico-epidemiológicos atuais.

Entretanto, diante da intensidade da urbanização, as obras de implantação de sistemas de galerias pluviais e de retificação e canalização de cursos d'água, além de onerosas e altamente impactantes do ponto de vista ambiental, não representam uma solução para a questão das águas pluviais em áreas urbanas, e, ao contrário, muitas vezes aumentam e/ou apenas transferem os problemas hidrológicos para jusante das bacias, além de tornarem-se obsoletas devido ao crescimento e adensamento dos núcleos urbanos, estimulando ainda a ocupação imprudente de

áreas potencialmente inundáveis, gerando, portanto impactos ambientais crônicos e de grande amplitude. (DEL PICHIA, 1996; SILVA, 1999; UHERARA, 1989; DREW, 1998, TUCCI, 2001; LLAMAS, 2002; MOTTA, 2003, REBOUÇAS, 2003; TUNDISI, 2003).

O problema das enchentes nas áreas urbanizadas propõe que os vultosos investimentos em obras de controle às inundações nas cidades, como diques, represas etc., sejam precedidos por e/ou conjugados com o estudo e implantação de medidas não estruturais, tais como o disciplinamento do uso e ocupação do solo no nível de cada bacia hidrográfica, especialmente nas várzeas e cabeceiras dos cursos d'água. (UEHARA, 1989; REBOUÇAS, 2003)

Essas medidas não tradicionais em nosso meio pressupõem a convivência com as inundações e correspondem, portanto, a uma visão mais ampla e compreensiva no trato do controle de inundações, sendo decorrência de um enfoque mais atual de planejamento urbano e ambiental.

A relação de todos os aspectos mencionados relacionados aos recursos hídricos torna necessária a implantação de políticas ambientais que tenham a preservação e manutenção dos cursos d'água como prioridade para as ações de regulação e controle da paisagem onde se inserem.

Em se tratando das cidades particularmente, elas devem administrar sua captação e consumo d'água, e a disposição dos resíduos, assim como o modo em que se apropriam das regiões ecologicamente frágeis e importantes para o ciclo hidrológico, por meio da adoção de técnicas e medidas reguladoras que causem o mínimo de intervenção na paisagem e propiciem melhores níveis de conservação/integridade dos recursos naturais. (TUCCI, 2001 REBOUÇAS, 2003, TUNDISI, 2003).

## CAPÍTULO II

### 2.1 Quadro Analítico

Protegidas por leis (federais, estaduais e municipais) e tratadas, freqüentemente com descaso, as águas subterrâneas constituem recursos naturais com grande potencialidade para proverem as cidades de um sistema de abastecimento duradouro e acessível, devido ao seu caráter contínuo ao longo das redes hidrográficas dos municípios que constitui, muitas das vezes, em algumas cidades seus eixos estruturadores físico-territoriais, em outras ultrapassam as malhas urbanas, estaduais e até do país, onde diferentes configurações das paisagens estão presentes. (ver Anexos, pág 108)

São ainda, recursos sensíveis e extremamente importantes do ponto de vista ecológico, graças ao dinamismo funcional que apresentam, sendo, portanto, fundamental sua conservação sob um sistema de espaços urbanos sem grandes impactos ambientais, ainda que estejam associadas a outros usos como sistemas de tratamento de esgotos domésticos e industriais, de drenagem das águas pluviais, de transportes etc. (SILVA, 1999; MORETTI, 1999; HOUGH, 1998; CASSETI, 1992, REBOUÇAS, 2003; TUNDISI, 2003; CAMPOS, 2003).

Nos domínios das águas subterrâneas superficiais ocorrem depósitos descontínuos de cascalhos, areias e siltes que resultam do processo de evolução das vertentes, (ver Anexos, pág. 108). São de importância ecológica fundamental, na proporção em que permitem o desenvolvimento das plantas e, como conseqüência, o equilíbrio do meio natural, sendo a retirada desse material um fator de comprometimento ambiental, na medida em que possibilita desencadeamento de processos erosivos acelerados por fluxos concentrados de efeitos devastadores (CASSETI, 1992; REBOUÇAS, 2003).

São as águas subterrâneas que estruturam o funcionamento e o relacionamento a diversas funções ambientais tais como hidrológicas, de superfície, climáticas, de suporte da vegetação e habitat para a vida silvestre, são extremamente produtivas e associadas aos ciclos naturais da água, (SUKOPP & WERNER, 1991).

Em se tratando dos aspectos hidrológicos, as águas subterrâneas configuram os chamados leitos maiores invisíveis dos cursos d'água, responsáveis por armazenar 1/5 da água doce, os excessos dessa de água quando extravasados, periodicamente, a partir dos “leitos menores” em épocas de índices pluviométricos baixos, tornam o lençol freático praticamente aflorante, alimentando os cursos d'água efluentes.

Nesse sentido essas águas constituem componentes essenciais das bacias hidrográficas, assumindo importância maior no caso das bacias urbanizadas dado o alto grau de impermeabilização das vertentes, resultante das ocupações intensas e indisciplinares freqüentemente observado nas cidades (GROSS *et al.*, 1985; CASSETI, 1992, TUCCI, 2001).

Na medida em que irrigam os habitats aquático – terrestre possuem elas a possibilidade de se conectarem a elementos da paisagem, constituindo áreas potencialmente riquíssimas do ponto de vista de diversidade, tudo isso dentro da perspectiva da ecologia da paisagem.

Nessa perspectiva, essas áreas inseridas no contexto das cidades pelas águas subterrâneas conferem importância no gradiente urbano, ao determinarem uma maior porosidade, heterogeneidade e conectividade da paisagem, que resultam da criação de relações estruturais e funcionais entre cidade e o meio que a cerca, podendo assim exercer influência a dinâmica da comunidade vegetal e de diferentes grupos de fauna e a nossa maneira de viver. (FORMAN *et al.*, 1996).

Quanto à melhoria quali/quantitativa dos recursos hídricos bastante comprometidos em função de graus severos de poluição e superexploração, as seguintes funções são desempenhadas pelas águas subterrâneas (MOTA, 1981, 1999; BRANCO, 1983; KAGEYAMA, 1986; MEDINILHA, 1999; RIBEIRO *et al.*, 2001, TUCCI, 2001):

- 1) conservação de matas ciliares, comumente presentes nas áreas de beira dos cursos d'água em épocas de estiagem.
- 2) redução e controle dos processos erosivos através da conservação da vegetação, que dará retenção e estabilização dos solos e amortecimento da energia cinética

das gotas de chuva, com a diminuição do escoamento superficial e, conseqüentemente, do assoreamento e/ou eutrofização dos corpos d'água;

3) habitat e fonte de alimento para a fauna silvestre e de micro clima adequado para as espécies aquáticas (flora e fauna) em épocas de seca.

4) garantia da perenidade das nascentes;

5) Abastecimento público.

Quanto à influência no clima, ao aflorarem constituem locais privilegiados para a movimentação de massas de ar nas cidades, principalmente devido aos gradientes de temperatura estabelecidos entre esses locais e as vertentes associadas, podendo se constituir num importante recurso de amenização climática, reduzindo o efeito “ilha de calor” tão incômodo para as cidades tropicais, conseqüentemente contribuindo para a redução da pluviosidade associada a altas temperaturas.

Assim, por se encontrarem em locais de cotas mais baixas os afloramentos subterrâneos recebem, durante o período noturno, o ar mais denso e frio proveniente das partes altas das vertentes, que tende a sair deles, no período diurno, pela formação de massas de ar aquecidas, contribuindo para a dispersão dos poluentes acumulados. (MOTA, 1981; PINHO, 1999;).

Relacionando os diferentes enfoques dados às áreas de afloramento de águas pelas diversas áreas do conhecimento (urbanismo, paisagismo, ciências biológicas, saneamento), Moretti (1999) revela, em última análise, a importância ambiental urbana dessas áreas, bem como a possibilidade de usos múltiplos que as mesmas oferecem. Para tanto, o autor ressalta a necessidade da observação e consideração das interfaces das diversas áreas do conhecimento em uma abordagem interdisciplinar sobre as águas subterrâneas, de forma que se considerem os aspectos ecológicos, sócio-ambientais e econômicos relacionados a cada caso, quando da definição das formas de apropriação desses espaços nas áreas urbanas.

Nesse sentido, por exemplo, a utilização das águas subterrâneas associada à implantação de infra-estrutura destinada a projetos de lazer e cultura embora pouco explorada, não é um fato recente, datando do início do século XIX. Segundo Spirn (1996), o sistema de parques de Boston, o “*Emerald Necklace*”, tido como um marco no planejamento de parques americanos foi projetado para resolver problemas de drenagem e poluição das várzeas da cidade. (MOTA, 2003)

Outras cidades do mundo têm, ainda, redescoberto seus “*waterfronts*” como espaços livres de grande valor para o lazer e recreação, como é o caso de Zurich, Lausane, Boston, Nova York, Amsterdam, Sidney, Istambul, Genebra, pois, como observa Clawson (1973), mesmo os corpos d’água que foram ignorados e desprezados nos meios urbanos, sendo freqüentemente relegados aos fundos das casas e transformados em depósitos de lixo e rede de esgotos naturais, ainda assim possuem um valor positivo que é o de proporcionar vistas e perspectivas que de outras formas não existiriam. Cita-se em Goiânia, o córrego dos Buritis, no Setor Marista.

Nas cidades brasileiras de forma geral, a despeito da importância e sensibilidade ecológicas que as áreas de águas subterrâneas possuem, devido à complexidade estrutural e dinamismo funcional que apresentam e à potencialidade para conformarem sistema de espaços verdes qualificados, as mesmas não têm recebido tratamentos urbanísticos adequados que atendam, simultaneamente, às necessidades relativas à drenagem, abastecimento, traçado urbano, controle de cheias, sistema viário, suporte de vegetação e habitat para a vida silvestre, áreas de lazer etc. (TUCCI, 2001, MOTA 2003).

Ao contrário, tais áreas têm sido sistematicamente apropriadas por ocupações ilegais, sejam elas invasões (posses urbanas) ou obras viárias locais e estruturais, ou mesmo transformadas em extensos matagais utilizados, freqüentemente, como depósitos de lixo e/ou entulhos, que favorecem a proliferação de vetores de doenças, como ratos e mosquitos, e ainda contribuem para a diminuição da segurança local. Pinho (1999) observa ser esta uma opção freqüentemente aceita pelas cidades brasileiras, que retificam e canalizam os cursos d’água inseridos na malha urbana visando ao saneamento e à introdução das vias expressas, embora as mesmas sejam constituídas por solos hidromórficos (inconsolidados e encharcados),

não apresentando condições de suporte para edificações de grande porte, sendo onerosa à infra-estrutura necessária à sua implantação, como é o caso da Marginal Botafogo, Goiânia, GO. (GROSS *et. al.*, 1985).

Como exemplos também as cidades do Rio de Janeiro, Santos e São Paulo que, inspiradas no código higienista, datado da década de 1890, optaram, no final do século XIX e início do século XX, pela realização de obras de retificação, canalização e implantação das vias marginais no longo dos cursos d'água urbanos, para fins de circulação e combate às doenças de veiculação hídrica com isto o lençol freático sofreu grande rebaixamento. (REIS FILHO, 1994; PINHO, 1999; UHEARA, 1984, 1989; SILVA, 1999, TUCCI, 2000).

O sistema viário e urbanização em geral têm provocado direta e indiretamente, na maioria das cidades brasileiras e do mundo, sérios problemas sócio-ambientais e econômicos erosões aceleradas, inundações, poluição das águas superficiais e subterrâneas, escassez de água para abastecimento, carência de áreas verdes urbanas, vulnerabilidade e riscos de aos elementos paisagísticos relevantes, dentre outros.

Dessa forma, CARVALHO (2000) observa ser a renda pecuniária auferida por este processo de urbanização, que ocupando áreas impróprias e negligenciando os impactos ambientais negativos, geralmente muitas vezes menores que os custos da sua reparação.

A partir dos problemas mencionados relacionados às apropriações indevidas de determinados recursos naturais e da falta de conhecimento ou reconhecimento das suas peculiaridades ambientais e do seu papel na qualificação do desenvolvimento urbano, constata-se a necessidade de uma reapropriação desses recursos nos níveis jurídico, social e/ou ambiental, visando garantir para as cidades um sistema de abastecimento alternativo de água de superfície tendo em vista a busca do equilíbrio ambiental nas paisagens urbanas.

Nesse processo, cuja meta é alcançar uma interação propositiva, e, sobretudo positiva, entre o meio antrópico e o espaço natural, deverão ser levadas em conta à diversidade e a intensa dinâmica hidrobiológica do sistema formados pelas águas

subterrâneas, analisado-as sob uma abordagem ecossistêmica, e associadas às especificidades físico-ambientais-sociais regionais. (TUCCI, 2001; MOTA, 2003; FILHO, 2004)

A abordagem ecossistêmica, especificamente relacionada às águas subterrâneas, pressupõe a identificação das espécies que utilizam esses recursos, suas funções, bem como o estudo das relações que mantêm entre si e com o meio físico, o aproveitamento das águas subterrâneas significará um resgate em termos de qualidade ambiental e de vida para as cidades, num processo de revitalização das paisagens urbanas.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo Geral**

Esta pesquisa visou à avaliação da potabilidade, de acordo com a portaria 518/04 do Ministério da Saúde, da água subterrânea em 63 (sessenta e três) poços profundos e 40 (quarenta) rasos da região metropolitana de Goiânia, especificamente nos Municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterização do quadro de contaminação da água subterrânea na região metropolitana de Goiânia.
- Análise da adequabilidade, sob o ponto de vista da conservação ambiental, das normas legais federais e municipais da exploração dos aquíferos locais.
- Elaboração de diretrizes visando à reestruturação das formas urbanas inadequadamente configuradas na exploração dos aquíferos, tendo em vista as fragilidades identificadas.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Estudo

A área objeto do presente estudo engloba os municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, no estado de Goiás. localizados na região metropolitana de Goiânia, nas coordenadas geográficas entre os meridianos 16°27' e 16°50' de latitude Sul, e os paralelos 49°05' e 49°27' de longitude Oeste (IBGE, 2000), fazem divisa com Goianópolis, Nerópolis, Goianira,, Aragoiânia, Guapó, Senador Canedo, Trindade e Abadia de Goiás e Hidrolândia. Com uma área de 1000 km<sup>2</sup>, e aproximadamente 1,7 milhões de habitantes. (ver Anexos, pág 106)

#### 3.1.1 Caracterização Biofísica

##### 3.1.1.1 Clima

O clima da região de Goiânia, (Classificação de Köppen), é do tipo Aw, tropical úmido, caracterizado por apresentar duas estações bem definidas: uma chuvosa de outubro a março, e outra seca de abril a setembro (IBGE, 2003; CAMPOS, 2003, AYOADE, 2002). O regime térmico da região registra temperaturas de amenas a elevadas, sem variações significativas durante o ano. As médias térmicas anuais oscilam entre 21°C e 23°C, com as temperaturas maiores ocorrendo na porção ocidental do município. Médias acima de 26°C são registradas durante a primavera (EMBRAPA, 2000).

O regime pluviométrico da região onde se insere o município de Goiânia e Aparecida de Goiânia não é vinculado somente aos sistemas de circulação atmosférica, estando também relacionado ao relevo. A pluviosidade média oscila entre 1500 e 1800 mm anuais, observa-se ainda que a porção Norte da região, dotada de maior área de cobertura vegetal, com cotas altimétricas mais elevadas possui índices pluviométricos mais elevados, ao passo que a região situada mais ao sul da área, já no município de Aparecida, constitui uma célula micro climática com baixos índices pluviométricos e temperaturas médias anuais elevadas (IBGE 2003, EMBRAPA, 2003; MOTA, 2003; CAMPOS, 2003).

As chuvas intensas do período novembro-abril desempenham papel fundamental no desencadeamento das inundações e processos erosivos observados na área metropolitana de Goiânia, dada à incapacidade das estruturas urbanas de drenagem de suportarem as vazões geradas, cuja magnitude durante esses eventos é ainda ampliada pelas altas taxas de impermeabilização, em função de uso do solo. (CASSETI, 1991; SANTOS, 1993; CAMPOS, 2003).

No que se refere à umidade relativa do ar, outros fatores tais como a diminuição da cobertura vegetal e das áreas permeáveis, a partir da década de 1960 teve efeitos diretos sobre a saúde da população, relacionados ao aumento das doenças respiratórias, como bronquite, pneumonia, etc. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000). A Organização Mundial de Saúde – OMS (2006) calcula que 85 dos 102 males conhecidos têm relação com o meio ambiente. A doença com maior vinculação é a diarreia, que é provocada por água contaminada, responsável por tirar, por ano, 5,8 milhões de vidas. E entre as crianças menores de 5 anos, a exposição ao meio ambiente é responsável por uma em cada três doenças. (ver Anexos, pág 107)

### **3.1.1.2 Hidrografia**

A área metropolitana de Goiânia é drenada, principalmente, pelo do rio Meia Ponte e seus tributários, (Ver Anexos pág. 102) que nasce nos limites dos municípios de Itauçu e Taquaral de Goiás, cerca de 80 km a noroeste da cidade de Goiânia, indo desaguar a 250 km ao sul do município, constituindo um dos afluentes do rio Paranaíba, na divisa dos estados de Goiás e Minas Gerais.

O trecho do rio Meia Ponte que atravessa a área é na direção noroeste-sudeste, seguindo o sentido das fraturas geológicas locais, é servido por um significativo conjunto de tributários, o sistema hidrográfico totaliza mais de 900 km de extensão, sendo constituído por mais de 90 pequenos cursos de água.

Os cursos d'água da região configuram quase três dezenas de bacias e sub-bacias hidrográficas, que através dos critérios de funcionalidade relacionados à satisfação, de múltiplas demandas sociais dentro área metropolitana de Goiânia, os rios Meia Ponte, Anicuns e João Leite e Santo Antonio se inserem como os mais

importantes. Os terrenos pré-cambrianos do Complexo Goiano (Norte) e terrenos pré-cambrianos do Grupo Araxá (Sul), esculpe relevos tabulares e suavemente convexos. A maior parte da drenagem da área se dirige para o rio Meia Ponte, cujas cotas altimétricas entre 700 m e 740 m contrastam com as cotas altimétricas, situadas entre 800 m e 900 na maior parte do limite da área. (IBGE, 2000; MOTA, 2003).

Os múltiplos aspectos geomorfológicos da área contribuem para a necessidade da implementação de políticas de uso e ocupação do solo no município e devem adotar a bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte como unidade de planejamento e gerenciamento das atividades a serem desenvolvidas.

### **3.1.1.3. Geologia**

Na área metropolitana ocorrem dois grandes compartimentos de rochas, (Ver Anexos, pág. 103) O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu na porção setentrional, composto por um conjunto de rochas cristalinas submetidas a metamorfismo de grau médio a alto (envolvendo as fácies anfibolito e Granulítico), e representado por granulitos orto e paraderivados; e o Grupo Araxá na porção meridional, constituído por rochas vulcânicas e sedimentares que sofreram metamorfismo de grau médio a forte, resultando xistos, gnaisses e quartzitos, dobrados, fraturados e falhados. Os alinhamentos estruturais (falhas e fraturas) obedientes às direções NE-SW (Nordeste-Sudoeste) e NW-SE (Noroeste-Sudeste) aos quais, freqüentemente, os cursos d'água se subordinam. As cinco unidades geomorfológicas mais importantes são o Planalto Dissecado de Goiânia, Chapadas de Goiânia, Planalto Embutido de Goiânia, Terraços e Planícies do rio Meia Ponte e Fundos de Vale resultaram do intenso processo de esculturação a que o relevo da região vem sendo submetido a partir do final do Terciário, estão associados os materiais de cobertura depósitos aluviais, coluviais. (CASSETI, 1992, CAMPOS, 2003).

Os depósitos Terciário-Quaternários detrito-lateríticos formam os relevos tabulares amplamente distribuídos a Leste, na região do interflúvio das bacias dos ribeirões Dourados e Anicuns, e a Oeste, nas bacias do rio Maria e ribeirão Arrozal no município de Trindade. Representando relíquias de superfície de aplainamento esculpida na interface Terciário-Quaternário, constituem depósitos de cores

avermelhadas formados por massa areno-argilosa contendo grãos, grânulos e fragmentos de laterita e quartzo. Horizontes de laterita concrecionada ocupam o terço superior da unidade. (CASSETI, 1992, CAMPOS, 2003)

Os materiais transportados ou colúvios ocorrem praticamente nos sopés das vertentes em toda a área metropolitana e são os principais responsáveis pela dinâmica do lençol freático que são vulneráveis aos processos erosivos que decorrem do escoamento superficial. Trata-se de depósitos incompactados, maciços, avermelhados, contendo fragmentos, grânulos e grãos de material e quartzo, (MOTA, 2003, CAMPOS, 2003). Os depósitos aluviais são mais representativos ao longo das planícies fluviais do rio Meia Ponte e ribeirão João Leite, e desempenham papel fundamental na manutenção do equilíbrio hidrobiológico natural, constituídos por cascalhos, areias, siltes e argilas atuais e subatuais, configuram um dos ecossistemas mais frágeis da área em apreço, absorvendo praticamente todas as externalidades geradas pelo inadequado processo de apropriação do espaço territorial urbano (CASSETI, 1992; MOTA, 2003)

#### **3.1.1.4. Geomorfologia**

O estudo das características geomorfológicas é de extrema importância para o entendimento da distribuição pluviométrica, desenvolvimento do manto intempérico e comportamento das zonas de recarga dos aquíferos, fatores estes que, regional e localmente, são controladas pelo relevo. A área metropolitana de Goiânia situa-se no contato entre as rochas gnáissicos-granulíticas arqueanas do Complexo Goiano ou Anápolis Itauçu (seção setentrional) e as metassedimentares do proterozóico médio (seção meridional), relativas ao Grupo Araxá. (IBGE, 2000, MOTA, 2003; CAMPOS, 2003).

O rio Meia Ponte que atravessa a área de Noroeste a Sudeste, com largas planícies e terraços fluviais, é responsável juntamente com sua rede de tributários pela esculturação recente do relevo da área.

O ribeirão Anicuns, afluente mais importante da margem direita do rio Meia Ponte, apresenta trechos retilíneos adaptados à estrutura do substrato e é um dos grandes responsáveis pela drenagem e esculturação do relevo do município,

notadamente das áreas mais urbanizadas. Sua bacia tem aspectos peculiares que denotam efeitos da tectônica local. Pela margem direita seus afluentes apresentam cursos extensos, da ordem de 10 km com declives suaves, enquanto que os afluentes da margem esquerda são de pequena extensão (2,0 km) e com maior declividade.

Aliado a esses fatores, o curso do próprio ribeirão Anicuns apresenta-se, em longos trechos, com segmentos retilíneos e encaixados (IBGE 1992; MOTA; 2003). O ribeirão João Leite, afluente da margem esquerda do rio Meia Ponte, e o córrego Santo Antonio destacam-se pela extensão e expressão da bacia bem como pela presença de extensas planícies fluviais ao longo de seu curso.

O estudo da compartimentação geomorfológica é o sugerido no Mapa Geoambiental do Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico da Área do Aglomerado Urbano de Goiânia - 1994, em escala 1:150.000 e na divisão pedológica dos solos brasileiros criada pela EMBRAPA. Nesse sentido regionalmente, a área abrange os compartimentos geomorfológicos denominados: Planalto Central Goiano, Planalto Rebaixado de Goiânia, Depressões e Morrarias do Rio dos Bois e Planícies Aluviais.

A compartimentação Planalto Central Goiano é caracterizada nas porções setentrional e oriental da área. Compreendem relevos de topos tabulares e/ou planos rampeados de topo convexo (colinas), e de topo aguçado (morrarias) com altitudes que variam de 720 a 1.100 m. Esses relevos estão esculpidos em rochas pré-cambrianas (representadas na área pelo Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, parcialmente recobertas por formações detrito-lateríticas cenozóicas). Essas coberturas são representadas por latossolos muito profundos, de textura argilosa, presente nas áreas mais planas onde a vegetação natural é de cerrado, distinguível pelos remanescentes das formações de cerradão, cerrado *sensu strictu*, de campo cerrado e de campo cerrado ralo. (CAMPOS, 2003).

A compartimentação Planalto Rebaixado de Goiânia se distribui nas porções central e meridional da área e integra a bacia hidrográfica do alto e médio curso do Rio Meia Ponte. Nesta região identificam-se extensos interflúvios aplainados, configurando chapadas de topo tabular e relevos suavemente ondulados, com altitudes entre 720 a 900 m, intercalados por áreas dissecadas e, localmente, por

relevos residuais mais elevados, com altitudes entre 900 a 1.040 m como é o caso da Serra da Areia em Aparecida.

Os relevos estão modelados sobre rochas metamórficas proterozóicas, em sua maioria pertencentes ao Grupo Araxá, localmente, recobertas por formações detrítico-lateríticas cenozóicas. Nessas áreas aplainadas predominam os solos lateríticos muito profundos, de textura argilosa e caráter distrófico. A vegetação dominante é o cerrado, com manchas de cerradão, campo cerrado e cerrado ralo. Os compartimentos da região Depressões e Morrarias do Rio dos Bois localizam-se na porção ocidental da área, onde predominam interflúvios aplainados, de topo tabular, suavemente convexo e/ou plano-rampeado, cujas altitudes decrescem acompanhando o declive da drenagem. (MOTA, 2003 ; CAMPOS 2003)

Apresentam em comum a gênese relacionada a evento erosivo de pediplanação, que rebaixou topograficamente as áreas desses geossistemas, truncando indistintamente, rochas pré-cambrianas com diversas idades e com diferentes composições e graus metamórficos, relacionados nesta região, ao Grupo Araxá e ao Complexo Anápolis-Itauçu. As cotas máximas e mínimas verificadas são, respectivamente, 840 e 560 m. Nos interflúvios ocorrem coberturas detrítico-lateríticas cenozóicas, com latossolos profundos a muito profundos. Nessas áreas aplainadas, a vegetação natural é de contato cerrado/floresta estacional semidecidual, com predomínio da formação do cerradão, evidenciando áreas de tensão ecológica. (CASSETTI, 1992; MOTA, 2003)

As áreas da região Planícies Aluviais se distinguem pela distribuição longitudinal (acompanhando rios) e pelo caráter azonal (em diferentes domínios, regiões e compartimentos geomorfológicos). Apresentam topografia plana, com pelo menos dois níveis de terraço: um de várzea, mais baixo, periodicamente inundável e outro mais elevado, descontínuo, sujeito a inundações excepcionais. As altitudes variam de 760 m, na planície do rio Meia Ponte a 560 m, na Planície do Rio dos Bois. São constituídas por depósitos aluviais quaternários, com argilas, siltes, areias e cascalhos e, eventualmente, restos vegetais não carbonizados (turfas). Nos baixos terraços predominam gleissolos com caráter distrófico e/ou eutrófico, e nos mais altos, solos aluviais distróficos. A cobertura vegetal nessas áreas é de formações

pioneiras, com comunidades aluviais herbáceas e arbustivas que, em grande parte, ainda encontra-se preservada. (CAMPOS, 2003)

### **3.1.1.5. Pedologia**

A área metropolitana caracteriza-se por uma grande homogeneidade de tipo de solos, predominando a ocorrência dos Latossolos (Vermelho-escuro, Roxo e Vermelho-amarelo), que recobrem 92,77% da área municipal, seguidos gleissolos (4,33%), solos podzólicos (1,97%), cambissolos (0,37%), solos aluviais (0,44%) e litossolos (0,12%). A seguir, descreve-se de modo sumário, com base em IBGE (1992), das principais características físico-químicas e morfológicas dos tipos de solos mapeados em Goiânia (IBGE *et. al*, 1992; CASSETTI, 1992; EMBRAPA, 1999; CAMPOS, 2003; MOTA, 2003), bem como das condições topográficas em que ocorrem e do grau de vulnerabilidade à erosão.

#### **Latossolos Vermelho-Amarelo**

Solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico e teores de ferro normalmente menores que 9%. Apresentam características físicas, químicas e morfológicas semelhantes aos Latossolos Vermelho-Escuros a seguir descritos, diferindo dos mesmos em relação à cor, que se apresenta como vermelho-amarela. Ocorrem em relevo plano, suave ondulado e, menos freqüentemente, ondulado, sob vegetação de Savana predominantemente. Em Goiânia destacam-se nas partes Oeste, Sudoeste e Leste, ocupando uma área aproximada de 269,26 km<sup>2</sup> e correspondendo a 37,26% da área municipal, sendo os solos de maior ocorrência no município.

#### **Latossolos Vermelho-Escuro**

Solos minerais, não hidromórficos, caracterizados por apresentarem um horizonte B latossólico, com teores de ferro entre 9% e 18%. São, geralmente, profundos a muito profundos, bem drenados, friáveis, bastante porosos, com alto grau de intemperização e muito baixa soma de saturação de bases. A estrutura é fracamente desenvolvida, apresentando um aspecto maciço *in situ*. A pequena variação textural e a coloração vermelho-escuro são as principais características diagnósticas para a identificação destes solos no campo. Apresentam seqüência de

horizontes A, B e C, sendo o horizonte A do tipo moderado, sobreposto a um horizonte B de textura argilosa. Ocorrem em relevo plano e suave ondulado, sob vegetação de Savana (ex. Cerrado) e, menos freqüentemente, sob Floresta, e possuem baixa susceptibilidade à erosão. Em Goiânia ocorrem representativamente a Noroeste, Sul e Norte, apresentando uma extensão aproximada de 203,99 km<sup>2</sup>, correspondentes a 28,23% da área do município. (CASSETTI, 1992; EMBRAPA, 1999; CAMPOS, 2003; MOTA, 2003)

### **Latossolos Roxo**

Solos minerais, não hidromórficos, caracterizados por apresentarem horizonte B latossólico, com teores de ferro superiores a 18%. São profundos a muito profundos, acentuadamente drenados, friáveis, muito porosos e permeáveis. Apresentam pequena diferenciação entre os horizontes, com horizonte A do tipo moderado sobre horizonte B latossólico, de coloração arroxeadada. A estrutura é fraca, apresentando aspecto maciço com boa porosidade *in situ*. As partículas do solo são fortemente atraídas pelo ímã, característica esta de suma importância para a identificação destes solos no campo. São originados de rochas ultrabásicas, com baixos valores de soma e saturação de bases, caracterizando solos distróficos, de textura argilosa. São encontrados em relevo plano e suave ondulado, sob vegetação de Savana e Floresta. Ocorrem ao Norte, Centro e Sudeste de Goiânia, somando cerca de 200 km<sup>2</sup>, equivalentes a 27,28% da área municipal.

### **Podzólicos Vermelho-Escuro**

Solos minerais, não hidromórficos, pouco profundos a profundos (difícilmente ocorrendo solos rasos), moderadamente a bem drenados, com seqüência de horizontes A, B e C. Apresentam aumento considerável de argila do horizonte A para o B.. Ocorrem em relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado predominantemente sob vegetação de Floresta. São encontrados em partes da região Oeste e Centro do município de Goiânia, totalizando, aproximadamente, 14,21 km<sup>2</sup>, equivalentes a 1,96% da área municipal.

## **Gleissolos**

Solos minerais pouco desenvolvidos, hidromórficos, com presença de horizonte. Seu desenvolvimento pedogenético é fortemente influenciado pela oscilação do lençol freático próximo à superfície ou pelo regime de inundação durante algum período do ano. São solos mal drenados a muito mal drenados, ocorrendo em relevo plano, e compreendem os Gleis Húmicos e os Gleis Pouco Húmicos. Apresentam argila de atividade alta ou baixa, podendo ser distróficos ou eutróficos. Estão distribuídos em planícies fluviais do município de Goiânia, com destaque para as planícies dos rios Meia Ponte, João Leite, Capivara e Anicuns, e somam aproximadamente 31,28 km<sup>2</sup>, correspondentes a 4,25% da área municipal.

## **Cambissolos**

Solos minerais, não hidromórficos, moderadamente a bem drenados, caracterizados por possuírem um horizonte B incipiente. São encontrados em relevo ondulado e forte ondulado sendo, comumente, susceptíveis à erosão devido a pouca profundidade efetiva e às condições topográficas em que se situam. Ocorre em parte da região Leste do município de Goiânia, abrangendo uma área de 2,67 km<sup>2</sup>, equivalente a 0,37% do município.

## **Solos Aluviais**

Solos pouco desenvolvidos, constituídos por camadas estratificadas sem nenhuma relação pedogenética entre si, e que não possuem horizonte glei numa camada de 60 centímetros a partir da superfície. São constituídos por um horizonte A sobreposto a camadas de granulometria heterogênea. Podem ser distróficos ou eutróficos, com baixa capacidade de troca de cátions. Os solos aluviais são típicos das várzeas ao longo dos rios e, embora sejam moderadamente a bem drenados, ocorrem em áreas com riscos de inundações anuais de curta duração, durante o período de maiores precipitações pluviométricas. Ocorrem sempre em relevo plano, em áreas bastante reduzidas ou então associadas aos gleissolos. Constituem cerca de 3 km<sup>2</sup> do município de Goiânia, correspondendo a 0,44% da área do mesmo. (CASSETTI, 1992; EMBRAPA, 1999; CAMPOS, 2003; MOTA, 2003)

## Solos Litólicos

Solos pouco desenvolvidos, com horizonte A diretamente assentado sobre a rocha, com profundidade igual ou inferior a 50 centímetros e bem acentuadamente drenados. Predominam em relevo ondulado e forte ondulado e possuem baixas soma e saturação de bases, caracterizados como distróficos. São solos extremamente susceptíveis aos processos erosivos, sendo aconselhável a sua manutenção sob suas condições naturais. Ocorrem a Leste no município de Goiânia, ocupando uma área de, aproximadamente, 0,89 km<sup>2</sup>, equivalentes a 0,12% do município. A tabela 07, a seguir, resume o quadro.

Tabela 07 – Tipos de Solo em Goiânia %

Tipos	(%)
Latossolos roxo	27,28
Latossolos vermelho-escuro	28,23
Latossolos vermelho-Amarelo	37,26
Gleissolos	4,33
Podzólicos	1,97
Cambissolos	0,37
Aluviais	0,44
Litossolos	0,12
Outros	-

Fonte: MOTTA, et al, (2003); CAMPOS, (2003)

### 3.1.1.6. Vegetação

De acordo com a classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical (VELOSO & GÓES FILHO, 1982; IBGE, 1992), a vegetação do município de Goiânia está compreendida nas Regiões Fitoecológicas da Savana, da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Estacional Decidual, além de Áreas de Tensão Ecológica, caracterizadas por Contatos (transição).

Ao longo dos anos a intervenção humana no município gerou profundas modificações na cobertura vegetal original que foi substituída em grande parte por pastagens e, em menor escala, por culturas cíclicas. Mais recentemente, áreas cobertas por vegetação natural têm dado lugar a construções urbanas e a depósitos industriais e sanitários de modo que da cobertura vegetal original do município restam, segundo IBGE (1992), somente 5,84%. Estes, situados geralmente em

relevos movimentados e de difícil utilização, se apresentam com distintos graus de antropismo. Atualmente, as tipologias vegetais mencionadas se subdividem e estão distribuídas da seguinte maneira (IBGE, 1992):

**Região Ecológica de Savana** (Savana Arbórea Densa – Cerradão; e Savana Arbórea Aberta - Cerrado ou Campo Cerrado) - Nas colinas suaves, com solos pobres e lixiviados, ocorrem capões de formações campestres florestadas (Savana Arbórea Densa), conhecidas regionalmente como “Cerradão”, e formações campestres mais abertas com árvores xeromorfas baixas e espaçadas (Savana Arbórea Aberta), conhecidas como “Cerrado”, ou “Campo Cerrado”. Os capões de “Cerrado” são em número muito reduzido na área do município.

**Região Ecológica da Floresta Estacional Semidecidual** – distribuída em capões remanescentes sobre relevo colinoso e áreas aluviais ao longo dos rios e córregos, a Floresta Estacional Semidecidual presente no município se divide em duas categorias:

**Floresta Semidecidual Aluvial** – também chamada “floresta ciliar”, constitui uma formação florestal ribeirinha associada às acumulações fluviais quaternárias. No município de Goiânia, ocorre em alguns capões ao longo do rio Meia Ponte, diferindo das demais “florestas ciliares” essencialmente sob o ponto de vista florístico.

**Floresta-de-Galeria** – constituindo um outro tipo de “floresta ciliar” bastante diversificada no aspecto florístico, as Florestas-de-Galeria apresentam-se em estreitas faixas serpenteando os vales e recobrando, portanto, as margens dos riachos encaixados e terraços ou várzeas dos rios e córregos afluentes do rio Meia Ponte no município de Goiânia. Neste grupo de florestas ribeirinhas, a formação “Paludícola” ocupa depressões aluviais e nascentes com lençol freático raso e caracteriza-se por apresentar concentrações de espécies higrófitas como: pindaíbas e buritis. Nos vales encaixados por sua vez, as “Florestas-de-Galeria” constituem, preferencialmente, espécies seletivas higrófitas, decíduas, com alta adaptação a solos úmidos, e provêm da Floresta Estacional e da Savana (Cerrado) indistintamente.

**Floresta Estacional Semidecidual Submontana** - Caracterizadas por apresentarem uma estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, adaptados à deficiência hídrica e que em épocas desfavoráveis atingem uma porcentagem de árvores caducifólias entre 50% e 100%, as Florestas Semidecíduais, em Goiânia, ocorrem em capões residuais da Formação Submontana e apresentam variáveis graus de degradação.

**Áreas de tensão ecológica** - Existem diversos capões no município que se encontram em áreas de transição fitogeográfica entre as Florestas Estacionais e as Savanas (Cerrados), constituindo áreas indiferenciadas onde as formações florestais se interpenetram. Essas encaves entre as regiões fitoecológicas encontram-se sobre o relevo colinoso e apresenta-se sob diversos níveis de integridade (conservação).

**Vegetação secundária** - São comuns nas áreas não urbanizadas do município as atividades agropecuárias, principalmente na forma de pastagens e culturas de subsistência. Tais áreas são ainda, freqüentemente, permeadas por uma vegetação secundária, cuja fisionomia é marcada por uma comunidade de indivíduos jovens e desorganizados socioecologicamente, recobertos por um emaranhado de cipós. Nesses locais aparecem rebrotos de árvores decepadas e proliferam espécies heliófitas invasoras em meio às lianas sarmentosas. O conjunto vegetacional é conhecido como “capoeirão” e, freqüentemente, encontra-se entulhado por resíduos domésticos, industriais e da construção civil.

## **3.2 Goiânia – aspectos históricos e de Ocupação**

### **3.2.1 Aspectos Sócio-Culturais e Históricos**

Goiânia, fruto do prisma da modernidade chama a atenção do Brasil pelo seu desenvolvimento acelerado, pela qualidade de vida e pela beleza de suas praças e jardins fruto da resistência de Pedro Ludovico que, embalado pelo sentimento expansionista, lançou a idéia da construção da nova Capital de Goiás, ainda no início dos anos 30. (CHAUL, 2001). Goiânia parece ter atropelado o sonho de seus idealizadores.

Erguida em pleno cerrado (latitude 16° 67' 86" e longitude 49° 25' 38") e projetada para 50 mil habitantes, aos 78 anos. na flor da idade, pródiga e próspera, abriga 1,7 milhões de moradores.(IBGE,2006). O fluxo migratório de mineiros, paulistas e nordestinos, ao lado dos goianos moldaram o desenvolvimento de Goiânia. (MATTOS,1999; MARQUES, 2003)

Situada no centro econômico de uma região rica em agricultura e pecuária, Goiânia foi aos poucos atraindo novos investimentos e crescendo muito acima da média nacional. A integração dos agentes econômicos e as parcerias entre o poder público e a iniciativa privada impulsionaram a escalada do crescimento, melhorando o desempenho da economia goianiense. (MATA, 2006)

Com excelente infra-estrutura urbana e baixo índice de violência e tem nos setores do comércio e da prestação de serviços a sustentação econômica, Goiânia saltou da 16ª para a 6ª posição no ranking nacional em realização de eventos, ficando atrás somente de São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Porto Alegre e Recife. (GOIÁS TURÍSTICO/SEBRAE, 2003)

Centro de referência médica em diversas especialidades e integrante do maior pólo farmacêutico de medicamentos genéricos do país, Goiânia se destaca também no setor educacional como importante centro de ensino superior, o pólo de confecções também é desenvolvido. Além disso, o grande potencial de consumo da capital tem atraído pesados investimentos do setor supermercadista, gerando emprego e renda. (O POPULAR, 2005).

A promoção da sustentabilidade, o fortalecimento dos pólos produtivos e a qualificação profissional podem encurtar o caminho para inserir Goiânia, de forma qualitativa na economia globalizada, reforçando o conceito da segunda melhor cidade para se viver, no país, a primeira é Curitiba. (IBGE, 2003)

Goiânia é uma cidade contraditória, pois, embora considerada privilegiada em áreas verdes e qualidade de vida enfrenta sérios problemas urbanísticos, principalmente em épocas de chuva. Alagamentos, erosões são apenas a parte visível dos problemas provocados pelo desrespeito à legislação e ao meio ambiente. (O POPULAR, 19/03/06)

Entretanto, nenhum dos problemas levantados, nem a soma de seu conjunto, apresentam magnitude suficiente para inviabilizar a exploração dos recursos naturais locais, em especial, o aquífero subterrâneo, parte importante mas esquecida, na política ambiental em nossa cidade e que se apresenta poluído de forma pontual. Os problemas acima descritos, podem ser minimizados, desde, é claro, que sejam seguidas rigorosamente as recomendações da legislação federal (Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH) estadual (Secretaria de Planejamento – SEPLAN) e municipal (Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA) e bem como as diretrizes do IPLAN, Agência Ambiental e Vigilância Sanitária. (MATTOS,1999).

.A urbanização no Brasil, está intrinsecamente ligada as modificações político-econômicas, principalmente a partir da década de 30, quando se inicia uma política de industrialização urbana em contraposição a uma política até então, predominantemente agrária. (BERTRAN, 1978; MATTOS, 1999)

A fundação de Goiânia está ligada a este contexto. Este processo é intensificado nos anos 50 e toma grandes dimensões a partir dos anos 60 e 70, após a implantação de uma organização produtiva nos grandes centros urbanos voltada para produção de bens de consumo duráveis e o estímulo a expansão acelerada do grande capital na agropecuária, destruindo pequenas unidades de produção e intensificando as migrações para as cidades principalmente as grandes metrópoles. (SEABRA, 1991)

Este movimento migratório do campo para a cidade é reforçado por outros fatores como a aspiração por serviços de saúde e educação, expansão dos eixos rodoviários, que facilitam as viagens, e a ampliação dos meios de comunicação que criam novas expectativas para população (MATA, 2006)

Assim, o desenvolvimento urbanístico de Goiânia tem que ser olhado dentro deste contexto mais amplo da urbanização, fenômeno que radicalmente mudou o perfil de distribuição da população brasileira dos anos 50 para cá.

O município de Goiânia com uma extensão territorial de 801,02 km<sup>2</sup> é composto, (2005), de: 264,040 km<sup>2</sup> de área urbana, 102,663 km<sup>2</sup> área de expansão

urbana, 432,294 km<sup>2</sup> de área rural.

Delimitando-se, ao norte com os municípios de Goianira, Nerópolis e Goianópolis, ao Sul com os municípios de Aragoiania e Aparecida de Goiânia, à leste com o município de Senador Canêdo e à oeste com o município de Trindade. A população do município está em torno 1,2 milhões de habitantes e da área metropolitana em 1,8 milhão.. (IBGE, 2003). A cidade teve a implantação de seu núcleo original à margem sul do rio Meia Ponte, localizando-se nesta área, um grande adensamento populacional, diferentemente da margem esquerda, que se caracteriza por uma ocupação menos adensada e de forma espaçada, contrariando recomendações técnicas que vêm desde o seu plano original tendo em vista, entre outros, a fragilidade dos ecossistemas e a preservação dos mananciais existentes. (MATTOS *et al*, 1999)

Tem como principal elemento físico, o rio Meia Ponte que a corta no sentido noroeste, sudeste, tendo ribeirão Anicuns (atualmente o córrego mais poluído da cidade) como principal afluente onde deságuam os córregos Botafogo, Cascavel e Macambira, onde está situada a parcela mais urbanizada da capital. Segundo o Plano de Desenvolvimento Integrado de Goiânia (PDIG 2.000), a evolução histórica e urbana da capital pode ser dividida em 5 fases ou períodos com características próprias marcantes. (MATTOS, 1999)

A primeira fase envolve o período que vai desde as primeiras idéias da mudança da capital, que começam a ser esboçadas com o primeiro governador da Capitania de Goiás Dom Marcos de Noronha, e são melhores delineadas com Couto Magalhães em 1863, ainda no império. (CHAUL, 2001).

Com a proclamação da República a idéia é oficializada e incluída no texto constitucional. Com a Revolução de 30 o pensamento mudancista se materializa com a mudança da capital em 1933 no governo do interventor Pedro Ludovico.

A segunda fase abrange o período de 1933 a 1950 envolvendo a construção da Capital, a criação de um centro de decisões e evolução de sua estrutura urbana.

Neste período, o Estado ainda detém o controle do uso da solo, parcelando, comercializando e doando os terrenos através da Departamento de Terras, O

crescimento urbano da cidade é disciplinado pelo Estado através de seu plano original elaborado por Atilio Correia Lima e reformulado por Armando Augusto Godoy. Este plano não prevê áreas para moradias dos trabalhadores que constroem a capital, apenas alojamentos temporários. (RIBEIRO, 2000)

Com a vinda de parentes dos operários e outros imigrantes surgem as primeiras ocupações clandestinas, as “invasões”. Podendo-se afirmar, como diz o PDIG 2000 “que os problemas com habitação popular em Goiânia remontam época de sua construção”.

Prevendo que a construção de Goiânia atrairia uma grande especulação imobiliária, Augusto Godoy já afirmava na época: “a medida em que a cidade for crescendo haverá uma valorização crescente dos terrenos, razão pela qual o Estado para frear a estocagem especulativa dos lotes deve assumir o controle da expansão da cidade”.

O arquiteto entendia que se a comercialização dos lotes fosse feita pela iniciativa privada haveria uma preocupação apenas com o lucro, relegando, para segundo plano o Planejamento Urbano da Capital. Na realidade já se detectava na época uma estocagem de terras por parte dos proprietários, que haviam cedido áreas para implantação da cidade. (MATTOS, 1999)

A terceira fase envolve o período de 1950 a 1964, é a fase da ampliação do espaço. É o período segundo o PDIG, “em que os proprietários de terras procederam ao parcelamento de suas glebas de forma extensiva beneficiando-se do capital social investido na primeira fase e da conivência do Estado e da população, que participaram ativamente do processo”.

Neste período há uma intensificação do ciclo migratório para Goiânia. Sua população em 1960 chega a 150 mil habitantes em 64 salta para 260 mil. Há portanto uma forte demanda para ampliação do espaço urbano.

Contribuíram para este forte crescimento de Goiânia, segundo o PDIG, a política de interiorização do governo Vargas, inauguração da represa do Rochedo com fornecimento de energia elétrica para capital, construção da primeira etapa da

hidrelétrica de Cachoeira Dourada, a construção de Brasília e a pavimentação da BR 153 (Goiânia - São Paulo) (MATTOS, 1999).

Se no início da construção da capital os lotes, sob monopólio estatal, eram vendidos a baixos preços e mesmo doados como incentivo à fixação ou transferência das pessoas para a nova Capital, a partir do início da década de 50 a situação se inverte com as modificações no Código de Edificações de 1947 admitindo o parcelamento privado no Município.

O plano urbanístico original da cidade é, então, totalmente deformado pois o parcelamento passou a obedecer não à racionalidade do planejamento, mas à lógica do capital privado. Exigências contidas no código anterior obrigavam aos empreendedores implantar medidas de infra-estrutura, como, por exemplo pavimentação, serviços de água e esgoto e foram suprimidas. (MATTOS, 1999)

Estas modificações no Código de Edificações anterior através do decreto nº 16 e da Lei 176 de 1950 do Código de Edificação, terminou resultando, segundo PDIG, “num instrumento de desordenamento e desestruturação do espaço urbano acarretando no presente e projetando para o futuro sérios problemas no que se refere a ocupação do solo de forma desordenada”. (MATTOS, 1999)

A proliferação de novos loteamentos foi tão grande que segundo o Plano Diretor citado, dos 426 loteamentos (contando os ilegais, conjuntos habitacionais, parcelamento sob forma de condomínios e sítios de recreios) constantes atualmente, no Cadastro Técnico Municipal armazenado nos computadores da COMDATA, cerca de 52% foram implantados nesta fase. (MATTOS, 1999)

Segundo Baréa *et al*, (1996),

O parcelamento do solo mantido sob a tutela do Estado, até o início de 1950, passou a ser efetuado pela iniciativa privada, que se vê, livre da exigência de implantar infra-estrutura às custas do proprietário e veio a ser a atividade de maior efervescência no final desse ano multiplicando de, aproximadamente, 12.000 para perto de 120.000 lotes o estoque mobiliário.

O Estado, segundo o PDIG, nesta fase, perde a autonomia sobre o uso do solo, permitindo que a iniciativa privada assumisse o parcelamento, sem o ônus da infra-estrutura o que irá facilitar a descaracterização do Plano Urbanístico original de Goiânia. O poder público abre mão do controle sobre o planejamento da capital.

A quarta fase cobre o período de 1964 a 1975, segundo o PDIG., é a fase de concentração de lugares no espaço. É o período de consolidação de Goiânia como pólo de desenvolvimento regional. Segundo o Plano Diretor, a região Centro-Oeste conhece neste período um intenso processo de urbanização, ocorrido pelo avanço do capital no campo, num processo de modernização da agricultura, que provoca uma concentração da propriedade e expulsa grandes contingentes de trabalhadores rurais para periferia das grandes cidades. Goiânia é alvo de grandes levas de migrantes. (MATTOS, 1999)

A Capital, segundo o Plano Diretor citado, consolida-se como centro populacional, administrativo, comercial, financeiro e de serviços perdendo sua característica de cidade meramente administrativa”. Serviços passa a ser o setor que oferece maior número de emprego na capital. A população chega em 1970 a 380.773 habitantes. (IBGE,2003)

Do ponto de vista regional observa-se um grande dinamismo das atividades produtivas em função sobretudo da construção de Brasília. Do ponto de vista nacional é a fase do milagre brasileiro. É nesta fase, ainda segundo o relatório referido, que acontece a industrialização da construção civil e o empreendedor imobiliário se especializa”.Assim transcrevendo o trabalho supracitado, o Estado retoma o financiamento, através do Sistema Financeiro de Habitação - SFH e seus agentes.

O lote é produzido junto com a casa, simultaneamente, unia verticalização da cidade em áreas com edificações pioneiras, com menos de vinte e cinco anos de vida útil. Há uma concentração na criação de lugares sem grandes expansões do espaço.

Apartamentos para Classe média, próximos ao centro e em setores com infraestrutura, e conjuntos habitacionais para a classe média-baixa da periferia distante, caracterizando a expansão urbana em áreas públicas, mais ou menos consentida por parte do Estado

Os fundos de vale são os primeiros a serem ocupados. Em 1975, já era significativo o número de posseiros, atingindo cerca de 25% da população”. Neste

período, o crescimento da cidade avança celeremente em direção a sul, rumando para o município de Aparecida de Goiânia. (MATTOS, 1999 *et al*). Marco importante nesta fase, e na história administrativa da capital, foi contratação pelo prefeito Íris Rezende Machado (1966-1969) do arquiteto e urbanista Jorge Wilhelm para elaboração do Plano Diretor Local Integrado de Goiânia.

Segundo o último Plano Diretor de Goiânia a participação do arquiteto urbanista Jorge Wilhelm nas definições das diretrizes e propostas para o espaço físico de Goiânia foram decisivas e marcaram daí para frente toda a expansão e formação do espaço urbano da cidade. Segundo Baréa,

a proposta do Plano Diretor Integrado de Goiânia, elaborada por Jorge Wilhelm encontra um contexto político favorável, que permite entregar ao Município um Plano Diretor concebido como uma proposta integrada de administração, que envolvia não só o aspecto físico-territorial como também a saúde, a educação e a administração dos recursos humanos, financeiros e materiais. (MATTOS *et al*, 1999)

A Quinta e última fase abrange o período de 1980 até nossos dias, é a fase da expansão urbana, da cornubação da capital com os municípios vizinhos, de concentração da renda, da concentração geográfica de edifícios de apartamentos, da crise econômica dos anos 80 e 90 e da proliferação das áreas de posse e dos loteamentos clandestinos. Somente no período de 1975 a 1985 a população da capital salta de 555 mil para 855 mil habitantes. (MATTOS *et al*, 1999)

Em nível nacional e regional a crise econômica, o fim do milagre brasileiro, principalmente a partir da crise do petróleo do início dos anos 70, e as modificações provocadas no setor agrária, favorecem a concentração de renda e a proliferação de grandes contingentes de migrantes, que se deslocam para centros como Goiânia provocando urna forte demanda por moradias. Nos anos 80 e 90 a crise econômica se agrava mais ainda e a política habitacional do poder público praticamente se desagrega. (SILVA, 1986)

Em nível local, as modificações introduzidas na legislação de parcelamento urbano da capital, através da lei de loteamento do PDIG (Lei n 4.526/71), que passa exigir como condição básica para implantação de novos loteamentos a infraestrutura, provoca o encarecimento destes novos empreendimentos dificultando a

implantação de novos projetos, particularmente os voltados para classes menos favorecidas.

A partir do final da década de 70, particularmente com a crise econômica dos anos 80 e 90, a crise de moradias também começa atingir a classe média.

Estava pois criado o pano de fundo sobre o qual se deverá mover os atores da evolução urbana de Goiânia: de um lado uma forte demanda por moradias populares de outro justas exigências legais que oneram novos parcelamentos e afugentam o Capital Imobiliário para os municípios limítrofes à Capital e por último a crise econômica dos anos 80 e 90. (MATTOS *et al*, 1999)

O resultado é que os empreendimentos imobiliários são direcionados, no perímetro urbano de Goiânia, para classe média e média-alta com a construção de edifícios de apartamentos em áreas de consolidação urbana com infra-estrutura. Os exemplos mais claros só as concentrações de edifícios nos Setores Oeste e Bueno.

O parcelamento urbano para as classes de baixa renda deslocado pela iniciativa privada para os municípios vizinhos contando com mínima ou praticamente nenhuma infra-estrutura. (RIBEIRO, 2000).

O município de Aparecida de Goiânia é emblemático desta situação. A partir das anos 80 e 90 o Sistema financeiro de habitação acompanha a crise econômica geral do país e a as dificuldades de acesso a casa própria começam atingir também a classe média. Paralelamente há principalmente a partir da segunda metade da década de 70, um movimento crescente de loteamentos clandestinos e posses urbanas em Goiânia. Culminando em 2005, como o segundo aglomerado urbano do estado, logo após a Capital, com 450.000 habitantes. (IBGE, 2005)

Pesquisa realizada pela Universidade Católica de Goiás, intitulada “Marginalidade em Goiânia” constata nesta época mais de 20.000 pessoas vivendo em ‘invasões’. Com as eleições de 1982 o novo governo adota uma política de impacto extremamente populista em relação a moradia. (MATTOS, 1999)

Projetos, como o da Vila Mutirão com construção de 1.000 casas em um dia, são patrocinados pelo poder público estadual, inclusive fora do perímetro de

expansão urbana do município. Segundo PDIG, “a qualidade e os custos finais destas habitações, além da localização na zona rural foram bastantes questionados” na época.

A tendência do movimento de posseiros na capital é de aumento ao longo do tempo, principalmente na região Noroeste, cujo o exemplo mais marcante e polêmico dos últimos anos foi a invasão da Fazenda São Domingos no final de 1993, formando um conjunto de bairros, com uma população estimada de 30 mil pessoas. (MATTOS, 1999)

Atualmente (2004) no âmbito do INSTITUTO DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL (IPLAN) estima-se 150 mil pessoas morando em áreas de posse ou invasões em Goiânia, isto sem contar os loteamentos clandestinos não regularizados. Por outro lado, neste período observa-se as primeiras preocupações ambientais que afloram por, exemplo, no Plano de Recreação de dezembro de 1975, que propunha preservar as áreas verdes, e mais tarde na lei de Zoneamento 5735/80 que criou no município a figura das Zonas Verdes de Preservação.

Desde 1988, no bojo das exigências da nova Constituição Federal e Estadual e da Lei Orgânica do município, é incentivada a discussão visando a elaboração de um novo Plano Diretor para Capital. No final do Governo de Nion Albernaz (1992) é editado o Plano Integrado de Desenvolvimento de Goiânia (PDIG 2000), formulou diversos programas para o município tais como: atualização normativa, resgate e preservação da Memória Histórico Cultural do Município recuperação, controle e preservação do meio ambiente. redefinição de uso das áreas públicas destinadas a equipamentos comunitários, dinamização de pólos de desenvolvimento local, dinamização econômico-espacial dos sub-centros, atração de investimentos imobiliários, incentivo às atividades econômicas primárias, incremento ao turismo, melhoria do sistema de transporte coletivo, reestruturação viária, circulação e trânsito, regularização fundiária, fiscalização pública e intensiva, interação e articulação das ações públicas e elaboração de planos setoriais a nível do aglomerado urbano de Goiânia. (MATTOS *et al.*, 1999)

A maioria destes programas ficou a nível de propostas não tendo sido implementados. Para finalizar esta fase de evolução da capital merecem referências:

a edição da lei de zoneamento (Lei complementar 031/94) que mapeou o município dividindo-o em diversas zonas como: Zonas de Especial Interesse Urbanístico Prioritária, Zonas de Proteção Ambiental, Zonas Especiais de interesse Social, Zonas de Urbanização Prioritária etc., e introduziu a idéia do solo criado ou seja licença onerosa para construir.

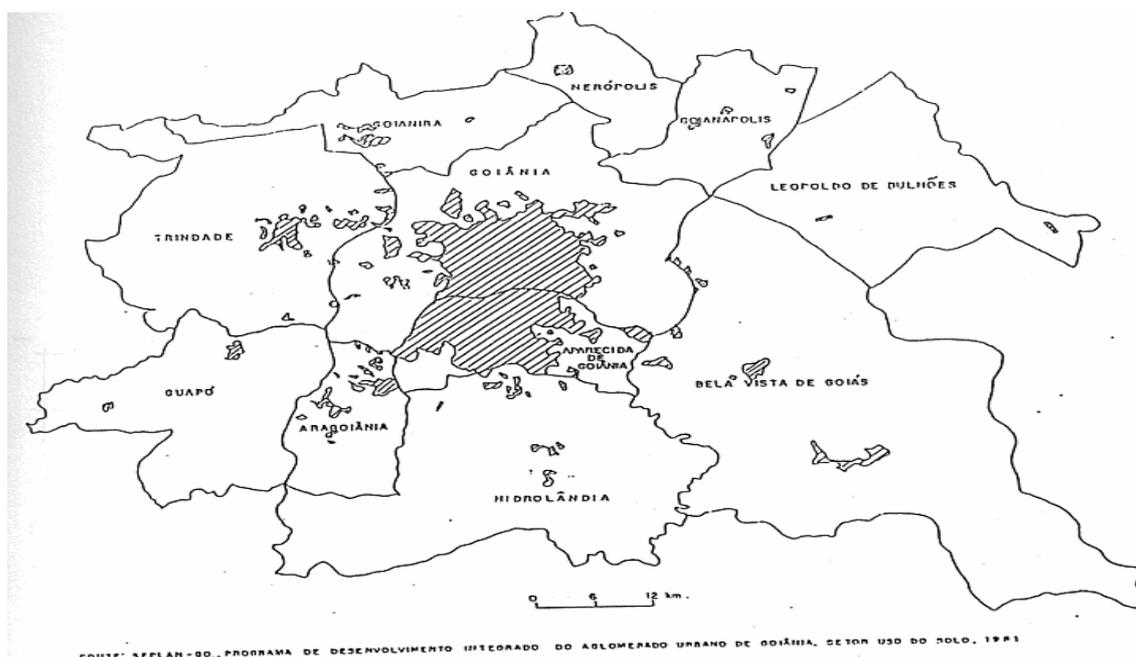
A política de moradia do governo municipal com a criação do Projeto Residencial Goiânia Viva, assentamento popular para população de baixa renda, dotado de plenas condições de habitabilidade em parceria com diversas agências financiadoras de obras sociais e Programa Morada Viva, visando a urbanização, legalização e recuperação ambiental de áreas degradadas ocupadas por invasões e áreas de posse, todas propostas no governo do professor Darci Accorsi. Como no governo anterior, estas medidas foram implementadas parcialmente, principalmente as últimas. As figuras 01 e 02 mostram a evolução da urbanização no município de Goiânia e seus municípios vizinhos desde sua fundação em 1933. (MATTOS *et al.*, 1999; MARTINS JR, 2002)

Figura 01. Área Urbanizada no Município de Goiânia 1933/1938



Fonte: Mattos, 1999.

Figura 02. Área Urbanizada do Município de Goiânia até 1986



Fonte: Mattos, 1999.

A preocupação com a ocupação e uso do solo em Goiânia vem desde de seu plano original. O relatório apresentado pelo arquiteto urbanista Atílio Corrêa Lima ao interventor Pedro Ludovico em 1935 já tecia diversas considerações a respeito do assunto discorrendo sobre o traçado da cidade o urbanista faz considerações sobre a configuração do terreno dizendo:

Todas as ruas e avenidas procuram não contrariar a topografia, e foram feitas com a preocupação de não seguirem o maior declive, salvo nas avenidas e nas principais- Como a região é sujeita a chuvas periódicas e abundantes, procuramos atenuar os males causados pelas enxurradas: assim evitamos as grandes velocidades d'água, com traçado que procura sempre menor declive e permitimos o sentido de maior declive para as ruas de maior importância, que serão as beneficiadas mais cedo com calçamentos esgotos, etc. Independente disso, os logradouros de importância como as avenidas Pedro Ludovico, (no plano original de Atílio seria este o nome da atual Av. Goiás), Anhanguera, Araguaia e Tocantins, dispõem de 50 a 30% de área de filtração, nas partes ajardinadas, gramadas ou cobertas com camadas de cascalhinho, o que diminui o volume d'água a esgotar, tendo em vista que com o aumento das construções e da impermeabilização provocada pelas calçamentos, o volume d'água aumenta proporcionalmente àqueles. ( MOTTA, 2003)

Como pode-se ver as preocupações de Atílio Correia eram bastante pertinentes e continuam bastantes atuais, na relatório o urbanista denota preocupações com os problemas erosivos e com alagamentos. O arquiteto faz ainda observações em relação a canalização de águas pluviais, servidas e o esgoto

sugerindo emissários ao longo dos córregos Botafogo e Buritis, que na essência é o Projeto de esgotamento que a Saneamento de Goiás – SANEAGO implantou em 2004 canalizando, os dejetos para a estação de Tratamento de Esgotos do Goiânia II. (MATTOS *et al.*, 1999)

Apesar destas preocupações de Atilio Correia, extremadas já no Plano Original de Goiânia há 76 anos atrás, estes, são por ironia do destino. Alguns dos mais relevantes problemas relacionados atualmente em relação ao uso e ocupação do solo da capital, quais sejam: poluição das drenagens, inclusive do Botafogo e Buritis, que recebem esgoto “in natura”, grande quantidade de focos erosivos relacionados a parcelamentos mal planejados com ausência ou mal dimensionamento de galerias pluviais e excessiva impermeabilização da malha urbana.

Problemas, que a legislação posterior ao plano de Atilio Correia, que veio disciplinar a ocupação e uso do solo urbano da capital, não conseguiu evitar, mesmo incorporando estas preocupações em relação a ocupação do meio físico como a lei municipal nº 5735/1980 e mais recentemente a lei complementar nº 031/94 para ficarmos apenas em dois exemplos. (CAVALHEIRO,1994)

A lei Municipal nº 5.735, por exemplo, implantou para o Município de Goiânia, as zonas verdes de preservação criando a Zona Verde de Preservação – ZPV, como uma faixa bilateral continua ao longo de córrego, ribeirão ou rio, com uma largura mínima para cada lado de 50 (cinquenta metros) e 100 (cem metros) respectivamente, bem como todo o conjunto de mata nativa remanescente.

Espírito este mantido na Lei Complementar nº 031 que manteve as faixas de preservação permanente ao longo das drenagens através da criação da Zona de Proteção Ambiental - 1 - (ZPA-I), ou seja, as faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água temporários e permanentes, com largura mínima de 50 m (cinquenta metros), a partir das margens ou cota de inundação para todos os córregos: de 100 m (cem metros) para o Rio Meia Ponte e os Ribeirões Anicuns e João Leite, desde que tais dimensões propiciem a preservação de suas planícies de inundação ou várzeas, bem como manteve como áreas de preservação permanente as matas nativas

remanescentes de acordo com levantamento aerofotogramétrico de 1975. (BARBOSA, 2002)

Mesmo assim, como já se disse, a realidade que se vê em Goiânia não foge a regra da maioria das grandes cidades brasileiras, sendo relatados inúmeros problemas relacionados com o uso e ocupação desordenada do solo.

Segundo Mattos *et al.*, (1999), levantamentos ambientais desenvolvidos quando da realização do PLANO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE GOIÂNIA - PDIG, que contemplaram a confecção da primeira carta de risco de Goiânia detectaram entre os principais problemas ambientais da Capital a degradação dos solos por processos erosivos.

A degradação dos solos por processos erosivos é observada em toda área do Município de Goiânia, sobretudo em fundo de vales onde o fluxo é mais concentrado e os terrenos menos consistentes, nas encostas de declividade mais acentuada, e nas áreas de uso agrícola mais intenso. Nos dois primeiros casos, as erosões resultantes são do tipo em sulcos, que podem evoluir para ravinas e boçorocas. Nas áreas agrícolas, que normalmente se processam em terrenos planos ou suave ondulados, a erosão predominante é a do tipo laminar. (MATTOS, 1999)

Citando Mattos *et al.*, (1999), um cadastramento dos focos erosivos realizado pelo convênio DERMU/UFG (1994), cadastrou 45 grandes erosões em estágio de boçorocas, espalhadas pela cidade em bairros como Jardim Curitiba, Jardim Liberdade Vila Finsocial, Vera Cruz, Parque João Braz, Setor Perim, Gentil Meireles, Setor Bueno, Setor Oeste) Pedro Ludovico, Água Branca, e muitos outros, originados sobretudo por ocupações inadequadas de fundos de vales, responsáveis, segundo o referido trabalho, por um volume de material carreado, para as drenagens que cortam a cidade (bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte) de aproximadamente 3 milhões de toneladas de sedimentos). Em muitas destas erosões, ou próximo das mesmas está instalada a grande maioria das posses urbanas, muitos loteamentos clandestinos com uma parcela ponderável da população enfrentando sérios problemas.

Segundo diagnóstico da situação atual das áreas de posse de Goiânia, realizado pelo IPLAN, (2005) existe atualmente um total de 178 áreas de posse na Capital, distribuídas em 09 regiões, englobando uma população estimada de aproximadamente 150 mil habitantes, a maioria ocupando áreas de risco como

fundos de vales e nascentes, em condições precárias de habitação e praticamente sem nenhuma infra-estrutura. A região Noroeste, desde a década de 90, contribui com uma parcela significativa para o total destas ocupações irregulares.

Se forem computados os assentamentos populares, a maioria implantados pelo poder público, sem muita preocupação com o planejamento, urbano-ambiental, como por exemplo, a Vila Roriz, caso clássico de mau planejamento e Fazenda São Domingos, a população diretamente envolvida é muito maior.

O primeiro foi implantado na confluência do Ribeirão Anicuns com o rio Meia Ponte dentro da planície de inundação destas drenagens, implicando que a cada época de chuvas os moradores sejam desalojados por inundações, o segundo, (Bairro da Vitória) ameaça os mananciais de abastecimento público na região noroeste da Capital, com sérios reflexos para a estação de tratamento de água da capital.

Portanto, um contingente bastante expressivo da população da cidade está a mercê de problemas relacionados à ocupação inadequada do meio físico como processos erosivos que interrompem ruas e dificultam a implantação de infra-estrutura, enchentes, inundações e degradação de mananciais. (O POPULAR, 23/05/2005)

### **3.2.2 Riscos de Contaminação**

Para Capra, (2003) citando Odum (1953), nas cidades o metabolismo é muito intenso, exigindo a transformação de vultosa quantidade de energia por área, valores de até 1.000 vezes maiores que nos ecossistemas naturais são encontrados e isto ocorre de forma bastante concentrada: petróleo e derivados, lixo, dejetos humanos, cemitérios e eletricidade geram um grande excedente de resíduos poluentes nos solos urbanos.

Sancionado, em julho de 2001, o Estatuto da Cidade, lei federal que define uma nova regulamentação para o uso do solo urbano. Ela prevê mecanismos como cobrança de Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU progressivo de até 15% para terrenos ociosos, a simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a aumentar a oferta de lotes, e a proteção e a

recuperação do meio ambiente urbano. A tabela 008 demonstra os crimes ambientais investigados e remetidos à Justiça, em forma de TCO's no Estado de Goiás, pela Delegacia Estadual de Crimes Contra o Meio-ambiente – DEMA – pode-se ver que em função da melhor estruturação do órgão a quantidade de autuações tem crescido ano a ano.

Tabela 08. TCO's Remetidos a Justiça

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Janeiro	11	7	3	17	61	16	69
Fevereiro	7	2	8	59	65	11	163
Março	2	7	10	60	87	13	39
Abril	11	21	12	52	67	18	
Maio	12	30	6	34	161	13	
Junho	3	8	11	27	86	80	
Julho	7	8	11	30	90	127	
Agosto	6	21	25	61	23	123	
Setembro	15	1	4	57	22	115	
Outubro	7	23	14	32	30	84	
Novembro	14	10	54	86	38	79	
Dezembro	15	6	11	146	3	28	

Fonte: GOVERNO DE GOIAS, DEMA, (2006)

Para Raquel Rolnik, arquiteta e urbanista ligada à Organização Não Governamental – ONG, Instituto Pólis, (2005).

O Estatuto da Cidade poderá trazer benefícios ambientais aos grandes centros urbanos ao estimular a instalação da população de baixa renda em áreas com infra-estrutura. Com isso, diminuiria a tendência de os setores sociais excluídos de ocuparem áreas frágeis ou precárias do ponto de vista ambiental, como mangues, encostas de morro e zonas inundáveis.

Esta lei estimula as prefeituras a adotar a sustentabilidade ambiental como diretriz para o planejamento urbano e, ainda, prevê normas como a obrigatoriedade de estudos de impacto urbanístico para grandes obras, como a construção de shopping centers.

Também figura neste estatuto entre os instrumentos do planejamento municipal, a Gestão Orçamentária Participativa. (ABRIL, 2005) e a nível local, uma oportunidade de discussões e decisões se dará com elaboração plena do novo Plano Diretor, ora em discussão e através dos fóruns Agenda Goiânia, Minha Cidade, cuja minuta definirá um plano de ação a ser adotado em todas as áreas de ação humana e que de uma forma ou de outra envolverá a todos nós.

Embora haja pouca informação histórica disponível sobre as tendências na poluição de aquíferos, vários estudos indicam que as concentrações de nitratos aumentaram à medida que as aplicações de fertilizantes e as populações cresceram. (MACEDO *et al.*, 2004)

A cidade de Goiânia está classificada em segundo lugar no Brasil em matéria de produção de lixo per capita, (Tabela 09) são 0.959 kg diários por habitante A Prefeitura de Goiânia, gasta mensalmente R\$ 3,7 milhões com o recolhimento do lixo (O POPULAR, 2006), resultante em parte da expansão agrícola da região e a concentração de grande massa populacional e em todo o país são 200 mil toneladas/dia. Nem sempre são depositados em aterros sanitários. Washington Novaes, jornalista ambiental, acredita que cobrar pelo volume produzido e estabelecer metas de reciclagem, tal como a Europa faz, pode reduzir esta produção. (O POPULAR, 2005).

Tabela 09 – Lixo por Habitante- kg/dia

Cidade	Lixo por Habitante (kg/dia)	Classificação
Camaçari	1,037	1º
Goiânia	0,959	2º
João Pessoa	0,867	3º
Vitória	0,829	4º
São Paulo	0,827	5º
Natal	0,774	6º
Suzano	0,756	7º
Santo André	0,751	8º
Manaus	0,730	9º
Curitiba	0,710	10º
Porto Alegre	0,700	11º

Fonte: O POPULAR, 23/05/2005

A vulnerabilidade à contaminação natural considera os parâmetros físicos do meio e não a eventual carga contaminadora, isto é, representa o grau de exposição de sistemas aquíferos em função de suas próprias características. Já o risco de contaminação considera a vulnerabilidade e a presença de cargas de contaminação.

A morfologia da paisagem, em decorrência da declividade, hipsometria e padrão de relevo de cada compartimento morfológico, influi no risco de contaminação. A declividade determina taxa de infiltração é inversamente proporcional à inclinação do terreno. (CAMPOS, 2003).

Segundo Costa, (2004) gerente de Proteção de Mananciais da Saneago,

“Com a deterioração dos solos há comprometimento da qualidade e a quantidade de água para o abastecimento público”

### **3.2.3 Procedimentos Metodológicos**

Através de visitas, entrevistas, vistorias, laudos laboratoriais e laudos de perfuração procurou-se avaliar a qualidade da água subterrânea em função das condições geológicas, geomorfológicas e uso do solo na área metropolitana de Goiânia, especificamente nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia.

Os dados de poços perfurados foram obtidos, junto às empresas Fuad Rassi e Hidroserv e as análises físico-químico-bacteriológica junto aos Laboratórios Microlab, Laboratório Hidroserv e Laboratório Aqualit.

O total de poços foi de 103, sendo, 63 de poços profundos, profundidade entre setenta e cento e trinta metros no município de Goiânia e 40 poços rasos, ou cacimbas de até 35 metros de profundidade, no município de Aparecida de Goiânia. O número de poços profundos na área metropolitana tem sido objeto de polêmica, acredita-se que sejam até 3.000, os poços rasos são estimados até em 80.000. Segundo o geólogo da CPRM, Jamilo Filho (2004), é impossível afirmar com certeza o número de poços e cisternas na área metropolitana de Goiânia.

O baixo percentual de amostras analisadas ocorreu em função dos custos de cada análise, R\$ 80,00 por amostragem, cabe justificar que análises de metais pesados objeto de interesse complementar deste trabalho não ocorreu devido à falta de estrutura dos laboratórios locais, seu custo por amostra, sairia neste caso em torno de R\$ 350,00.

A seguir foi criada uma Planilha (Anexo 1) contendo as informações individuais de cada poço analisado de onde foram extraídos os dados. As figuras em Anexos complementam este trabalho.

As análises físico-química foram medidas de acordo com as especificações da portaria nº 518/04 da Ministério da Saúde, podendo envolver até 22 itens tais como odor, turbidez, cor aparente, pH, ferro total, dureza total, cloretos, cloro residual, nitrogênio amoniacal, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos.

As análises bacteriológicas envolvem 3 itens: Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais e Coliformes Fecais. Cabe lembrar que a classificação das águas obedece à resolução CONAMA Nº. 357/05, nela as águas de classe especial podem ser utilizadas para uso doméstico sem tratamento sanitário, as de classe 1, 2 e 3 somente após o tratamento convencional.

Em princípio, água de classe especial pode ser considerada como sendo a de poço profundo que poderia ser utilizada sem tratamento, mas os resultados das análises indicam que há diferentes graus de contaminação, sendo seu uso liberado após a análise individual de cada fonte.

A coleta das amostras foi realizada de acordo com as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária e do ponto de vista comercial ditados pelas normas do Código do Consumidor. Previamente, diariamente e aleatoriamente era escolhida uma amostra para depois de analisada fazer parte da pesquisa.

Os bairros contemplados situam-se em diferentes situações quer do ponto de vista socioeconômico, de saneamento e geológico, sendo que aqueles que tiveram maior número de análises solicitadas comercialmente, foram os que forneceram maior amostragem.

Cabe ressaltar que a pesquisa foi realizada tendo como base o propósito de contribuir para a gestão sócio-ambiental da área metropolitana de Goiânia destinando-se a compor o conteúdo final do curso de Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, da Universidade Católica de Goiás, Turma 2004/02. Este autor não compactua da divulgação, comercialização ou uso das informações que possam trazer constrangimento ou prejuízos materiais e financeiros a usuários, autoridades e entidades ligadas ao assunto tratado.. A planilha, no capítulo de anexos, deverá ter o campo da análise composto pelo nome do usuário ou nome do cliente e endereço suprimidos a fim de resguardar a privacidade dos mesmos..

As análises foram realizadas de acordo com a metodologia da American *Work Water Association (AWWA)*. Os índices de coliformes fecais e totais foram obtidos através da Técnica de Fermentação dos Tubos Múltiplos que determina o número mais provável por 100 ml de amostra. Após a inoculação nos meios de

cultura as amostras incubadas à 35° C por 48 horas nas provas presuntiva e confirmativa para coliforme total e em banho maria a 44,5° C na prova confirmativa para coliforme total.

A presença ou ausência de coliformes fecais é o indicador, segundo a portaria 518/04 do Ministério da Saúde, que torna a água subterrânea apta ou inapta para o consumo humano.

### **3.2.4 Resultados e discussão**

Sendo a água um recurso finito e essencial à vida, constitui-se de uma solução de vários elementos e compostos sólidos, líquidos e/ou gasosos e microrganismos, em proporções diversas, que vão determinar suas características físicas, químicas, biológicas e organopléticas.

É um elemento vital à natureza e às atividades humanas para o suprimento das necessidades ligadas aos processos biológicos, como alimento, matéria prima, irrigação de vegetais, navegação, geração de energia elétrica, processos químicos industriais e construtivos e transporte de dejetos e resíduos. em geral. o monitoramento dos recursos hídricos é então um poderoso instrumento para a avaliação da oferta hídrica, base para decisões de aproveitamento múltiplo e integrado da água e minimização de impactos ao meio ambiente.

A qualidade da água deve atender a parâmetros estabelecidos por legislações pertinentes, de acordo com sua finalidade, e principalmente satisfazer às exigências de saúde pública (COIMBRA, 1992; BORGES & BERTOLIN, 1999; SILVA FILHO *et al.*, 1999).

Como os demais recursos naturais da biosfera, a água é escassa e seu uso racional inclui a preservação de sua qualidade. A degradação desse recurso devido à poluição vem agravando as dificuldades para seu aproveitamento e intensificando sua escassez (BRANCO, 1992).

A urbanização, a explosão demográfica e ação antropogênica, como visto anteriormente, são os responsáveis pelos maiores impactos nas bacias hidrográficas nas áreas urbanas e tem contribuído para a deterioração da qualidade dos recursos

hídricos, através da dispersão de contaminantes químicos e biológicos (FARACHE FILHO, 1985; MACEDO, 2004).

As alterações da qualidade da água representam uma das maiores evidências do impacto das atividades humanas sobre a biosfera (BRANCO, 1992). Mananciais tradicionalmente usados como fontes de abastecimento de água, vêm sendo depositários de rejeitos por muitos anos, alterando profundamente o estado natural do meio aquático.

Os esgotos urbanos lançam efluentes orgânicos e as indústrias uma série de compostos sintéticos. O impacto negativo está relacionado com problemas de saúde pública, devido à contaminação com fezes, esgotos domésticos industriais e despejos de atividades agropecuárias (GELDREICH, 1991; CEBALLOS *et al.*, 1995).

A eliminação de resíduos provenientes da atividade humana é relevante fator na contaminação dos corpos de água, constituindo um dos grandes problemas de saúde pública em diversas partes do mundo (AMARAL *et al.*, 1994), em consequência o sistema aquático perde seu equilíbrio natural, prejudicando a qualidade da água e interferindo nas condições sanitárias das populações. (PAIVA *et al.*, 2001; VENDRAME & ALVES, 2001).

Estudos epidemiológicos em todo o mundo têm demonstrado o papel da água como responsável pela transmissão de doenças entéricas, muitas delas representando causa principal da morte entre crianças nos países em desenvolvimento (BORGES & BERTOLIN, 1999).

A qualidade química também é considerada de suma importância, pois a presença de certas substâncias químicas, mesmo em baixíssimas concentrações, limitam ou até impossibilitam o consumo da água (D'AGUILA, 1996). Podendo resultar em ações de interrupção endócrina nos seres vivos.

O abastecimento de água potável na área metropolitana de Goiânia basicamente acontece através do rio Meia Ponte, que recebe como um de seus afluentes o ribeirão João Leite, e o córrego Anicuns e são os dois primeiros, atualmente, os mananciais primários de abastecimento de água de superfície da

cidade, onde 48% da população são abastecidas pelo primeiro e 52% pelo segundo (VASCONCELOS, 2002).

As informações sobre a qualidade da água do rio Meia Ponte e ribeirão João Leite e o córrego Anicuns, apresentam-se, a maioria, na forma de relatórios técnicos elaborados pela empresa de saneamento estadual e entidades governamentais de proteção ambiental (SANEAGO, 1996; Agência Goiana de Meio Ambiente, 1999) e artigos científicos (MACHADO & SANTOS, 2000), seu estudo traz importantes subsídios e indicadores para as águas subterrâneas tendo em vista a interdependência delas.

O crescimento desordenado, bem como o intenso e diversificado desenvolvimento industrial ocorridos nas últimas décadas na região estudada, refletem-se na qualidade da água desses mananciais, que vão receber contribuições poluidoras significativas de origem industrial, doméstica e de atividades agropecuárias. Daí a importância da avaliação constante da qualidade da água consumida e utilizada para várias finalidades por toda a população da região em estudo.

Estas avaliações apresentam aspectos importantes para desenvolvimento de estudos sobre a qualidade das águas, visto que estas, de acordo com a legislação vigente - Resolução 357/05 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) - devem se enquadrar na classe 2 ou 3 já que passam por um processo convencional de tratamento, antes de sua distribuição para fins de abastecimento doméstico.

O CONAMA através da Resolução nº 357/05 define usos para as águas naturais do país e estabelece padrões de qualidade a serem atendidos pelas diferentes classes de água. As águas de classe 1 podem ser usadas em abastecimento doméstico sem nenhum ou com tratamento simplificado, as de classes 2 e 3 são usadas para abastecimento doméstico após tratamento convencional, embora a classe 3 estabeleça limites menos exigentes e as de classe 4 não se destinam ao abastecimento doméstico, mas podem ser usada para navegação e recreação (sem contato com seres humanos)

Para Vasconcelos (2002), os resultados encontrados na sua pesquisa junto

ao Rio Meia Ponte e Córrego João Leite, sobre coliformes fecais refletem o seguinte:

Dentre as 28 amostras analisadas no RMP, os resultados apresentados por 19 (68%) delas para CT e 20 (71,5%) para CF não se enquadraram como água de classe 2 da resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); para as 20 amostras do RJL os resultados foram igualmente insatisfatórios para este enquadramento em sete (35%) amostras para CT e 14 (70%) CF. Os níveis máximos nos índices de CT e CF ocorreram nos pontos de amostragens localizados em área urbana. Houve correlação positiva significativa entre os índices de coliformes CT e CF e precipitação pluviométrica ou se mais comprometida do que a do IUL, visto que os resultados no RMP, com enquadramento na classe 2 da resolução supracitada, foram nove (32%) amostras para CT e oito (28,5%) para CF; sendo menores do que os encontrados no RJL, 13 (65%) amostras para CT e seis (30%) para CF. Concluiu-se que os índices de coliformes sofreram influência das variações sazonais, e comprovou-se o impacto da ocupação urbana e atividades antrópicas na qualidade da água dos mananciais estudados.

Na atualidade, dificilmente se encontra uma fonte de água doce que não tenha suas características alteradas, devido à oferta de matéria orgânica e nutrientes, em função da interferência antrópica.

O chefe do Núcleo de Monitoramento Ambiental da SEMMA, Ramiro Cristiano Martins Menezes, diz em entrevista:

que os principais problemas enfrentados pelos cursos d'água da Capital são decorrentes das edificações em área de preservação, processos erosivos, lançamentos de esgoto na canalização de água pluvial e lançamento de esgoto in natura no manancial. De acordo com ele, a retirada da mata ciliar, lançamento de entulhos e depósito de lixo também são causadores da poluição. Menezes revela ainda que estes fatores podem ser caracterizados crime ambiental, conforme as leis de meio ambiente. Todos os cursos d'água que cortam a Capital estão contaminados, não se recomenda o uso da água sem tratamento.

A tabela 10 mostra o percentual de esgoto coletado/tratado pela Concessionária local de Saneamento.

Tabela 10. Esgoto Volume Coletado/Tratado - Goiás 1996-2001

Ano	Volume (mil m <sup>3</sup> /ano)		%
	Coletado (a)	Tratado (b)	
1996	74.715	14.709	20
1997	82.015	15.695	19
1998	80.969	18.673	23
1999	81.537	20.436	25
2000	83.140	25.526	31
2001	84.498	31.651	37

Fonte: GOVERNO DE GOIÁS, GEOGOIÁS .(2003)

A explosão demográfica nas áreas urbanas contribui para a deterioração da qualidade dos recursos hídricos, através da dispersão de contaminantes químicos e biológicos (FARACHE FILHO, 1985; AMARAL, 1994; HIGUTI, 1998; REIS, 1998; ALBUQUERQUE, 1999; KLOPP, 2000; GASTALDINI, 2000; RINO, 2000).

A presença de organismos patogênicos significa qualidade sanitária inadequada, entretanto a detecção destes microrganismos não é a forma eficiente de se proceder a esta determinação, devido à variedade dos mesmos, e o isolamento e identificação de cada microrganismo patogênico exigir metodologia distinta, além da ausência de um determinado patógeno não excluir a presença de outro, ressalta-se também a avaliação físico-químico, como pH, turbidez, nitratos, nitritos, odor, sólidos dissolvidos e cloro total e residual.

Afirma-se que, tanto o ácido hipocloroso e o íon hipoclorito atuam como desinfetante, sendo o ácido hipocloroso 80 vezes mais eficiente que o hipoclorito, em pH 9 o cloro está na forma de clorito, em pH 7,5 até 5 está presente como hipocloroso, sendo, portanto a eficiência do cloro mais efetiva em pH ácido. (MACEDO *et al.*, 2004).

Dessa forma, a maneira mais prática de determinar a qualidade bacteriológica da água, é detectar a presença ou não de um organismo e a respectiva população que indique a possível presença de organismos patogênicos na água, indicando sua contaminação. A este organismo dá-se o nome de indicador (FARACHE FILHO, 1985; HAGLER & HAGLER, 1988; AMARAL, 1994; SOARES & MAIA, 1999; MACEDO *et al.*, 2004).

O indicador microbiológico de poluição fecal mais empregado no mundo são as bactérias do grupo coliforme, constituído de bacilos Gram-negativos, não esporulados, que fermentam a lactose com formação de gás a 35°C. O grupo abrange espécies de enterobactérias, incluídas nos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. São microrganismos típicos da microbiota fecal podendo ser encontrados no solo, vegetação, água, sendo a *Escherichia coli*, espécie predominantemente de origem fecal. (MACEDO *et al.* 2004)

A detecção e enumeração de coliformes têm sido aplicadas na investigação de contaminação fecal de corpos d'água desde o fim do século XIX (GASTALDINI, 2000; MACHADO & SANTOS 2000; PRIMAVESI, 2000, MACEDO, 2004).

Os coliformes apresentam a vantagem de ter resistência na água igual ou maior que os patogênicos, podendo sobreviver em águas de rios tropicais por vários meses. Sua presença na microbiota fecal humana e de animais de sangue quente é responsável pela incorporação de possíveis patógenos intestinais na água e são facilmente isolados e identificados através de técnicas bacteriológicas simples, rápidas e econômicas para serem aplicadas em rotina de controle de qualidade de água. (Reis, 1998), sendo ainda, os indicadores utilizados na legislação vigente em nosso país (CONAMA, 2005) e também adotados nos Estados Unidos (USEPA, 2000), na Comunidade Européia (CEE-Directives 75/440, 76/160), na Alemanha (DVGW, 1989) e são recomendados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1993; 1998).

Considerando que a Lei 9437/97, considera como parte do ciclo hidrológico as águas subterrâneas e visando avaliar a qualidade sanitária e física química, através da ocorrência de coliformes totais e fecais e suspensões, em águas subterrâneas, da área metropolitana de Goiânia.

Como anteriormente comentado amostras de 103 poços na área metropolitana de Goiânia. (Goiânia e Aparecida) foram escolhidas aleatoriamente durante os anos de 2004 e 2005 e submetidas à determinação do índice de Coliforme Totais, Coliformes Fecais, Bactérias Heterotróficas através da técnica do Número Mais Provável.

Observando suas alterações frente às variações sazonais, verificando o reflexo das atividades humanas desenvolvidas na região, na qualidade e suas conseqüências passa-se a avaliar resultados das amostras analisadas que serão discutidos a seguir.

Para HIGUTI *et al.* (1998) a influencia da área urbana na qualidade das águas, em monitoramento nos rios Pereque e Penedo, Estado do Paraná os menores índices de contaminação ocorreu em locais de menor influencia de

urbanização. Para ALBUQUERQUE *et al.* (1999) estudando a qualidade das águas em quatro córregos em Palmas, Tocantins que os dois situados em área de menor densidade demográfica apresentavam índices de qualidade de coliformes de acordo com o estabelecido para águas de classe 1.

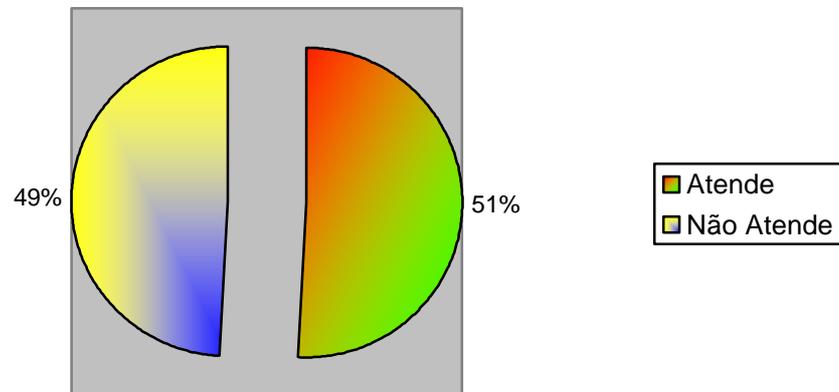
Inúmeros autores acreditam que fatores sazonais influenciam diretamente os índices de coliformes fecais nas águas e que precipitações pluviométricas associadas à poluição difusa são diretamente responsáveis pela contaminação, no entanto quando a carga de contaminação é pontual ocorre o contrário. PASQUALETTO *et al.* (2002) avaliando qualitativamente água de poços no S. Oeste encontrou o índice de 39,58% de contaminação bacteriológica por coliformes fecais e totais, quanto a análise físico química 27,08% (pH, cor, odor etc.) apresentava resultados em desacordo com a portaria vigente.

A tabela 11 e a figura 03, a seguir demonstram a quantidade de poços que atendem (não contaminados) e não atendem (contaminados) a Resolução 518/04 do M. da Saúde

Tabela 11 – Total de Poços Contaminados/ não contaminados por bairro em Goiânia

Bairro de Goiânia	Qt. de poços total	Resolução Ministério da Saúde 518/04	
		Atende	Não Atende
Aldeia do Vale	4	2	2
Fama	3	-	3
Jardim Goiás	1	-	1
Pq. Industrial	1	-	1
Setor Aeroporto	4	3	1
Setor Bela Vista	7	5	2
Setor Bueno	6	4	2
Setor Central	3	2	1
Setor Jaó	2	-	2
Jardim Oliveiras	1	-	1
Setor Marista	3	2	1
Setor Nova Suíça	2	1	1
Setor Oeste	14	7	7
Setor Rodoviário	1	-	1
Setor Sul	5	3	2
Setor Universitário	1	-	1
Cidade Jardim	1	1	-
Setor Goiânia II	1	-	-
Setor Jardim Goiás	1	-	1
Jardim Liberdade	1	1	-
Pedro Ludovico	1	1	-
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>32</b>	<b>31</b>

Figura 03. Poços: Contaminados (Não Atende) e Não Contaminados (Atende)



Considerando que grande parte dos poços da região sul de Goiânia, foram perfurados num momento que a legislação não existia, (Lei 9437/97), em média a profundidade de 70 metros, atualmente a profundidade para se conseguir água subterrânea está em 110 metros ou mais, segundo José Mateus Vasconcelos, geólogo da empresa Fuad Rassi Engenharia, imagina-se que os primeiros situam-se em elevado nível de risco de contaminação. O rebaixamento do lençol freático ocorre desde 1985, devido à superexploração e estima-se que 8% dos poços, estão abandonados e sem os devidos cuidados de vedação. (GOVERNO DE GOIÁS, 2003). Para o geólogo Heraldo Campos, (2004) representante da Organização dos Estados Americanos –OEA, no Projeto Sistema Aquífero Guarani.

O poço abandonado é um risco porque não se sabe onde está, não se usa, não está lacrado. Mas não é o único vilão. Pelo preço, as pessoas contratam empresas para fazer poços que não respeitam as normas. Então, quando se deparam com água de má qualidade, com contaminação bacteriológica ou poço que dá areia, abandonam, sugerindo que estes poços sejam usados para monitoramento.

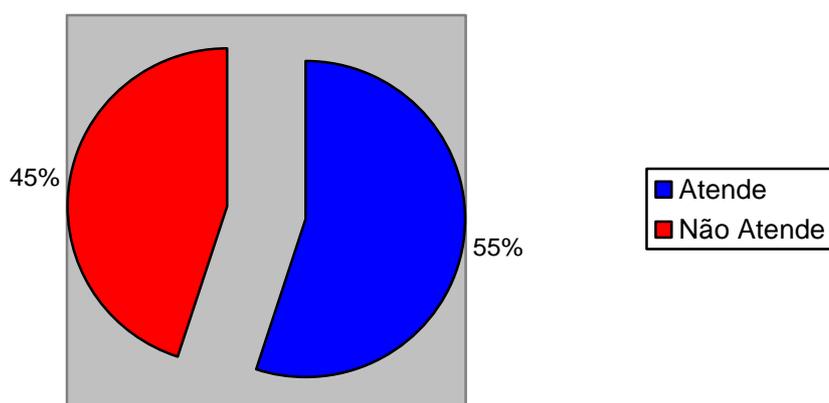
Sob o ponto de vista da gestão administrativa a Prefeitura Municipal de Goiânia, agrupa os bairros situados conforme a tabela a seguir em uma divisão chamada de Região Sul, agrupou-se da mesma forma os resultados de nossas análises inerentes à região, conforme a tabela 012.

Tabela 12: Total de Poços Região Sul por Bairro/Total Restante/Total Geral

Bairros de Goiânia	Qt. total	Resolução Ministério da Saúde 518/04			
		Atende (Quant.)	Não Atende, (Quantidade).	Atende (%)	Não Atende (%)
Jardim Goiás	1	-	1	-	100
Setor Bela Vista	7	5	2	71,42	28,58
Setor Bueno	6	4	2	66,67	33,33
Setor Marista	3	2	1	66,67	33,33
Setor Nova Suíça	1	-	1	-	100,00
Setor Oeste	14	7	7	50,00	50,00
Setor Sul	5	3	2	60,00	40,00
Setor Jardim Goiás	1	-	1	-	100,00
Setor Nova Suíça	1	-	1	-	100,00
Pedro Ludovico	1	1	-	100,00	-
<b>Total Região Sul</b>	<b>40</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>55,00</b>	<b>45,00</b>
<b>Total Restante</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>43,47</b>	<b>56,53</b>
<b>Total Geral</b>	<b>63</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>50,80</b>	<b>49,20</b>

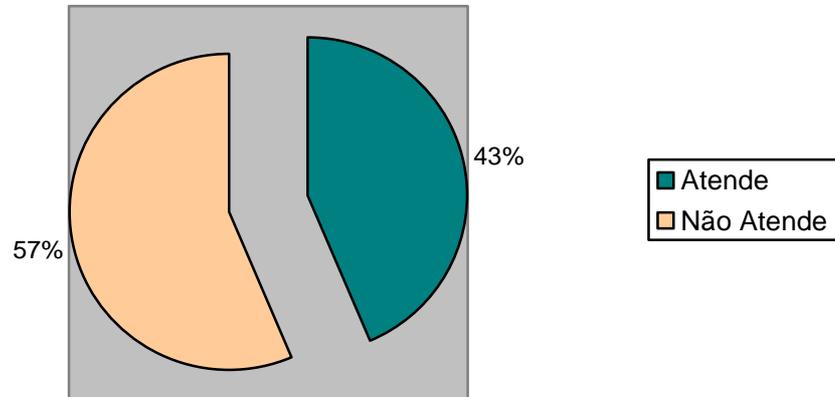
Pelos dados da tabela 12 conclui-se que 63,49% ou seja, 40 poços, tiveram suas amostras colhidas na Região Sul, (Fig. 04 e 05) outros 36,51% ou seja, 23 poços nas demais regiões da cidade. Na Região Sul 55% ou seja, em 22 poços não foram encontradas contaminação enquanto que 45% ou 18 poços apresentaram contaminação. (ver também figuras 06 e 07 pag. 67)

Figura 04. Poços da Região Sul – Contaminados (Não atende) e Não Contaminados (Atende)



O total geral de amostras foi de 63, sendo que 32 ou 50,80% não apresentaram indicadores de contaminação, os 31 restantes apresentaram, ou seja, 49,20 % estavam com indicadores de contaminação.

Figura 05. Demais Regiões: Contaminados (Não Atende) e Não Contaminados (Atende)



Confrontando-se os bairros da região Sul e Setor Oeste nota-se que:

- Os bairros da Região Sul estão em maior altimetria que o setor Oeste
- As falhas geológicas do complexo Araxá no bairro obedecem à orientação SW-NE. (direção dos cursos d'água no bairro)
- O agrupamento artificial do fluxo de água pluvial dos bairros da região Sul se soma aos das galerias pluviais do setor.
- O saneamento atende a 92,7 % dos domicílios da Região Sul, ou seja, há em torno de 15.322 ou 7,30 % habitantes vivendo na região sem ter acesso a ele.
- As galerias pluviais não atendem ao fluxo dessas águas, que extravasam para superfície e infiltrando pelo terreno adjacente (ex.: Em frente à Secretaria Estadual de Justiça).
- A infra-estrutura viária é considerada similar, abrangente e complementar.
- O Setor Oeste e Região Sul são bastante impermeabilizados.
- As demais situações são ligadas à ocupação antrópica. (insolação, erosões, verticalização, concentração habitacional etc.).

Acredita-se com isso que o somatório das inconformidades, acima torna as águas subterrâneas do bairro vulneráveis e sofrem maiores riscos de contaminação que os bairros adjacentes. Os Bairros situados na faixa nobre da urbanização da Capital, na chamada região Sul, tais como os setores Sul, Marista, Oeste, Bela Vista, Jardim Goiás entre outros, ver figura 03 e tabelas 13, 14, 15, onde 30%, da população, possui renda acima de 10 salários mínimos, com alguns trechos desses bairros com uma densidade de quase 700 habitantes por hectare e por serem dotado de saneamento e infra-estrutura invejáveis. Poderiam estar isentos de contaminação. em suas águas subterrâneas, mas isto também não ocorre.

Tabela 13 - População Residente Região Sul de Goiânia

<b>Bairros de Goiânia</b>	<b>População Humana</b>
Alto da Gloria	1.388
Serrinha	1.238
Jd. Esmeralda	2.051
Nova Suíça	6.003
Vila Isabel	278
Jd. América	60.520
Jd. Atlântico	765
Jd. Da Luz	-
Jd. Goiás	6.711
Jd. Sto. Antonio	2.136
Areião	900
Pq. Amazônia	18.160
Resid. Taynan	-
St. B. Vista	9.844
St. Bueno	29.888
St. Marista	8.526
St. P. Ludovico	25.963
St. S. Nascente	643
VI. Amer. Brasil	433
VI Boa Sorte	-
VI Maria José	725
VI.Div P. Eterno	125
VI. Redenção	6.487
VI Rosa	587
VI Sta. Efigênia	200
VI. S. João	1.284
VI Teófilo Neto	433
<b>Total Região Sul</b>	<b>165.288</b>

Fonte IBGE-Censo 2000/Seplan

Tabela 14 - SANEAMENTO – Residência c/ Água Tratada, Região Sul (%).

<b>Bairros de Goiânia</b>	<b>População Humana</b>
Alto da Glória	91,9
Serrinha	91,5
Jd. Esmeralda	97,1
Nova Suiça	98,0
Vila Isabel	73,4
Jd. América	94,8
Jd. Atlântico	61,3
Jd. Da Luz	-
Jd. Goiás	88,1
Jd. Sto. Antonio	73,8
Areião	82,5
Pq. Amazônia	78,7
Resid. Taynan	-
St. B. Vista	99,1
St. Bueno	97,1
St. Marista	96,5
St. P. Ludovico	91,6
St. S. Nascente	98,7
VI. Amer. Brasil	100
VI Boa Sorte	-
VI Maria José	86,3
VI. Div. P. Eterno	64,8
VI. Redenção	98,8
VI Rosa	86,6
VI Sta. Ifigênia	89,6
VI. S. João	93,6
VI Teófilo Neto	100
<b>Total Região Sul</b>	<b>92,7</b>

Fonte: IBGE – Censo 2000/SEPLAN

Tabela 15 – Região Sul de Goiânia: Características Gerais

<b>Habitantes</b>	<b>165.288</b>
Renda > 10 sal. Mínimo	33%
Shoppings	4
Parques	4
Escolas	139
População	690 habitantes por hectare Nr ideal seria 150

Fonte: Agenda Goiânia, 2006.

Figura 08 – Região de Goiânia – Não Contaminados (Atende)/ Contaminados (Não atende) à Portaria 518/04 Anvisa



É de se supor que fatores estruturais de construção dos poços, tais como, ausência de revestimento adequado nos poços, oxidação, vedação inadequada da boca do poço, infiltrações diversas nas manilhas de revestimento, falta de uma estrutura programada de manutenção preventiva, análise periódicas da água, falta de documentação, lançamento de águas inservíveis diretamente na rede, as medidas de recuperação somente de caráter emergencial, falta de manutenção preventiva, contribua para a contaminação das águas dos poços.

Como afirma a ABAS (Associação Brasileira de Água Subterrânea), (2002) as medidas preventivas que prolongariam a vida útil do poço são importantes por isso um poço deveria ser tratado como uma obra de engenharia, (com Anotação de Responsabilidade Técnica, Outorga, Cronograma de manutenção etc.).

Prosseguindo com a discussão outros bairros como a região em torno da Central de Abastecimento e Serviços – CEASA, entre 4 análises contaminadas, ou seja, 50% das amostras (grandes construções), Indústrias de móveis, Aeroporto, Ceasa, Rodovias, Laboratórios de medicamentos, Bairros como Aldeia do Vale e Sonho Verde e tratamento no local dos efluentes podem aliado ao fato que o complexo rochoso é o Anápolis-Itauçu, (Figuras 06 e 07) mais permeável na superfície através de latossolos vermelho e amarelo e sujeito a um regime de chuvas intensas aliadas à declividade bastante acentuada. (> 30%).

Figura 06. Poços Analisados: Por Complexo Geológico

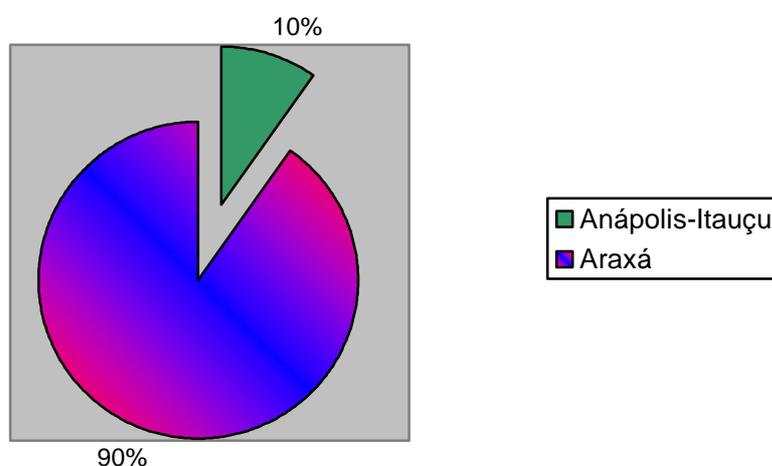
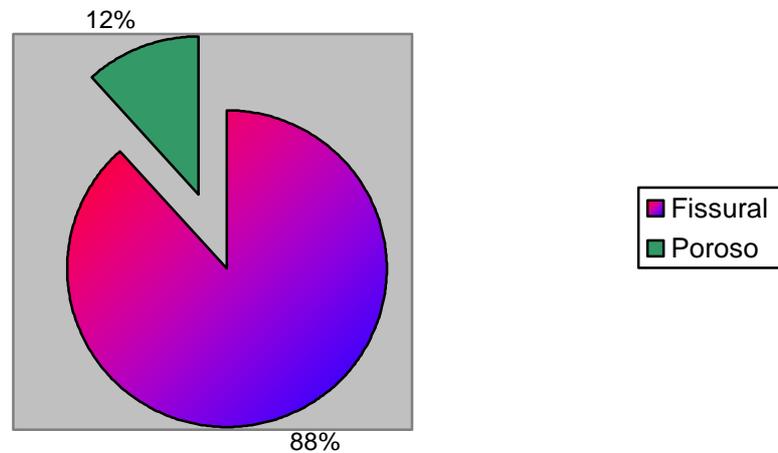


Figura 07. Poços Analisados por Estratificação Geológica



Quanto à contaminação encontrada em águas subterrâneas de cemitérios 3 foram analisadas e caracterizadas como não sendo capaz de atender às recomendações da portaria 518/04. MATOS (2001) ao analisar a ocorrência e o transporte de microorganismos no aquífero freático do cemitério Nova Cachoeirinha –SP- localizado em terrenos pré-cambrianos constatou que as bactérias eram transportadas por poucos metros diminuindo a sua concentração após aumento da distância da fonte contaminadora, no entanto os vírus atingiam dezenas de metros, sepulturas com menos de um ano são as que mais contaminam as águas subterrâneas devido ao necrochorume, (30 litros por cadáver e 400 m de raio de alcance), aos sais minerais, metais, colas e conservantes utilizados no preparo dos cadáveres.

Pouca pesquisa tem tratado da questão “cemitérios e meio ambiente” (MULDER 1954, PACHECO, 2000; MATOS, 2001) são uns dos poucos autores que estudaram os cemitérios do ponto de vista ambiental, afirmam que o Homem contamina o meio ambiente mesmo depois de morto, seu corpo depois de morto passa a ser um ecossistema de populações diversas como bactérias, artrópodes, microorganismos patogênicos etc. podendo colocar em risco a saúde humana e o meio ambiente, pois se pode contrair tifo, cólera e outras doenças.

A resolução do CONAMA nº 335/03 dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios, no entanto todos os cemitérios de Goiânia são anteriores a esta resolução podendo estar em desacordo com a referida portaria. Pode se dizer que o Estado não assume e repassa ao município as responsabilidades, estes não têm tecnologia e interesse político em resolver a questão.

Quanto ao Setor Jaó, 2 análises 2, contaminações, ou seja, 100% podem ser ocasionadas devido à localização geomorfológica em sua parte baixa numa planície de aluvião, solos rasos, às margens do Rio Meia Ponte que conforme Vasconcelos (2002) apresenta-se poluído por coliformes. As demais análises podem indicar que a contaminação acontece de forma sazonal.

Do ponto de vista social e econômico Aparecida de Goiânia somente passou a ter importância como integrante da Área Metropolitana de Goiânia, em anos recentes. Com quase 500 mil habitantes, apresenta um quadro de profundo abandono sócio-ambiental pelas autoridades. Tida como cidade dormitório, com bairros inteiros e até maiores que a sede do município nos limites de Goiânia, provocados pelo crescimento imobiliário livre das amarras do uso do solo existente na Capital.

Acredita-se que 250 mil pessoas, 50 % da população, não tenham saneamento básico, recorrendo ao uso de cisternas e fossas sépticas, construídas sem as mínimas condições técnicas. Ao analisar as condições geológicas da área observa-se que o município, encontra-se inserido no complexo Araxá, bastante fragmentado, coberto por um manto de sedimentação fino, incapaz de reter as impurezas depositadas no solo.

Do ponto de vista do status sócio econômico, em geral, a população é constituída por trabalhadores de baixa renda e pouco alfabetizada. Sua hidrologia é constituída de pequenos córregos, sendo o Santo Antonio o mais importante, quanto à geomorfologia encontra-se ali a Serra das Areias, com 1.014 metros de altitude, considerado o ponto mais elevado da região, com longos declives e baixa vegetação, em alguns trechos há erosões.

Esperava-se encontrar contaminação por coliformes fecais e totais devido à intensa antropização do município, no entanto causou surpresa até mesmo entre os técnicos dos laboratórios envolvidos na pesquisa, o fato de todos os 40 poços rasos analisados estarem contaminados com coliformes. Considerando que a presença de coliformes significa qualidade sanitária inadequada a população necessita redobrar, principalmente com as crianças e mulheres jovens, os cuidados contra os organismos patogênicos presentes na água subterrânea. O baixo nível de educação e o poder aquisitivo pequeno da população impedem as análises periódicas (de 3 a 4 vezes ao ano,) da água de poços, tornam-se urgentes tomar medidas mitigadoras para o problema.

Estima-se sejam necessários R\$ 200 bilhões para abastecimento de água e coleta e tratamento primário e secundário de esgoto de toda a população brasileira. No entanto, o país investe atualmente R\$ 3,5 bilhões, dessa forma serão necessários 60 anos para atender a população atual. Em maio de 2006, foram liberados, através do Ministério das Cidades, um dos maiores orçamentos individuais a ser utilizado em saneamento básico municipal, R\$ 38 milhões, para atendimento de Aparecida de Goiânia, 60 mil moradores receberão este benefício, no entanto, outros 180 mil continuarão sem o mesmo. Os critérios para este aporte de verba foram baseados em: déficit de saneamento, índice de mortalidade infantil, deficiência da cobertura dos serviços de água e esgoto. (DIÁRIO DA MANHA, 29/06/06).

Cabe lembrar que uma parte substancial da água subterrânea na região metropolitana de Goiânia é utilizada na irrigação de hortaliças, (cinturão verde) cuja água deveria ser de classe 1. (MARQUES, 2003).

Marques (2003) ao analisar a ocorrência de coliformes fecais, totais e *Salmonella* em águas de irrigação de hortaliças nos municípios de Goiânia e Aparecida constatou que 93,20% delas, originadas de córregos, água de poço rasos e minas são impróprias para esta finalidade devido à presença de coliformes fecais. Para Macedo (2004) esta prática comum de produção desempenha importante papel na disseminação de vários patógeno no meio ambiente.

Os resultados encontrados demonstram que os índices, principalmente de coliformes sofrem influência de fatores sazonais e a estação chuvosa vista como

renovadora da vida, pode trazer, juntamente com os processos antrópicos, geológicos, geomorfológicos contaminações as reservas hídricas subterrâneas e que a anunciada escassez de água potável em meados do Séc. XXI será uma realidade para a região.

A influência urbana na qualidade da água de superfície ou subterrânea foi evidenciada em toda pesquisa bibliográfica, nas análises de campo, de entrevistas pessoais com autoridades, muitas delas em *off* (microfones desligados) e colóquios tornando possível traçar um quadro em que há risco crescente de contaminação, rebaixamento e escassez do lençol freático na área descrita e que o problema atinge, em geral, todas as fontes de água das grandes cidades, mas devido à escassez de recursos ainda não possível colocar em prática medidas mitigadora locais efetivas, com isto, pode-se prever o comprometimento do desenvolvimento urbano da região em futuro médio.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### Proposta de Intervenção

As águas subterrâneas da Região Metropolitana de Goiânia, inscritas em um contexto geológico/geomorfológico, inadequado à acumulação e alto risco de contaminação, (49% dos poços analisados, Resolução 518/04 da ANVISA) e aliadas às condições insuficientes do ponto de vista sócio/econômica/cultural da maioria da população, desconhecadora do uso sustentável desse importante recurso natural, legará aos administradores futuros (próximos 40 anos) um passivo ambiental capaz de comprometer o desenvolvimento regional.

Para sua mitigação, o desenvolvimento de ações prioritárias na gestão de recursos hídricos locais capazes de identificar entre outras, com as políticas nacionais e estaduais, neste contexto a preservação dos mananciais subterrâneos da área metropolitana de Goiânia, devem ser avaliadas e diagnosticadas cuidadosamente, preservar a quantidade e melhorar a qualidade da água superficiais nas bacias será a maior contribuição. Sugere-se portanto,

- *Difundir a consciência de que a água é um bem finito, mas mal distribuído no nosso país.*
- *Implementar a Política Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, através dos Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas.*
- *Promover a educação ambiental, principalmente das crianças e dos jovens nos centros urbanos, quanto à consequência do desperdício de água.*
- *Promover a modernização da infra-estrutura hídrica de uso comum e de irrigação associada ao agro negócio, visando o desenvolvimento sustentável, pois a agricultura é responsável por 70% do consumo de água.*
- *Estimular e facilitar a adoção de práticas agrícolas e de tecnologias de irrigação de baixo impacto sobre o solo e as águas.*
- *Desenvolver e difundir tecnologias de reuso da água para uso industrial.*
- *Combater a poluição do solo e da água e monitorar os seus efeitos sobre o meio ambiente em suas mais diversas modalidades, especialmente resíduos perigosos de alta toxicidade e nocivos aos recursos naturais e à vida humana.*
- *Universalizar o saneamento ambiental protegendo o ambiente e saúde.*
- *Priorizar os investimentos em infra-estrutura urbana, especialmente os destinados à universalização do saneamento básico.*

- *Priorizar a proteção dos corpos hídricos poluídos.*
- *Promoção da agricultura sustentável.*
- *Incentivar o manejo sustentável dos sistemas produtivos, adotando as bacias hidrográficas como unidades de planejamento e gestão ambiental.*
- *Instituir mecanismos políticos, legais, educacionais e científicos que assegurem programas de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, no meio ambiente, particularmente nos corpos de água superficiais e subterrâneos.*
- *Plano Diretor atualizado.*
- *Lei de Uso do Solo.*
- *Outorga, licenciamento, notificação.*
- *Exigir a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.*
- *Manutenção.*
- *Projeto para Passivos Ambientais em casos de desativação.*
- *Reserva complementar estratégica.*
- *Notificação Obrigatória à ANVISA/SEMMA, das análises contaminadas encontradas pelos laboratórios com a criação de um Banco de Dados Público.*
- *Estudos de Zoneamento Ecológico Econômico*

Entretanto, um controle universal de uso do solo, ou seja, que restrinja a ocupação indistintamente e que atue da mesma forma em toda a área, é pouco efetivo e poderá apresentar altos custos econômicos e sociais, o diagnóstico padrão é que os danos ambientais comprometerão a sustentabilidade das gerações que hão de vir, se nada for feito no presente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMANAQUE ABRIL, 2005. *Almanaque Abril. CD-ROM 2005.*
- AGÊNCIA GOIANA DE MEIO AMBIENTE. Relatório anual do monitoramento da qualidade das águas do rio Meia Ponte, Goiânia: FEMAGO 1999. (mimiografado).
- AGENDA Goiânia, Região Nordeste, O POPULAR, 13/04/06.
- AYOADE, J.O. Introdução à Climatologia Para os Trópicos, ed. Bertrand Brasil, 2002 RJ.
- AMARAL, L.A. & NADER FILHO, Influência da precipitação pluviométrica nas características físicas, químicas e higiênico sanitária da água de três mananciais de abastecimento público. Revista Latino Americana de Microbiologia, v.36, p.33-38, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, (ABAS) XIII Simpósio de Águas Subterrâneas, 23 a 26 setembro 2003, Petrópolis. RJ
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGUAS SUBTERRÂNEAS, (ABAS), in "Uso Sustentável das Águas Subterrâneas", XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 19/22 out 2004, Cuiabá-MT.
- BAENINGER, R., Tendências das Migrações Internas no Brasil. *Ciência Hoje*, SBPC, setembro/2005.
- BARBOSA, A.S. Pela Moratória para o Cerrado e o São Francisco, O popular, 19/01/06.
- BARBOSA, N., Rio Meia Ponte, projeto de despoluição, 2002, Goiânia.
- BAREA, V.R.N., Reestruturação Municipal de Goiânia, Goiânia, 1995.
- BARROS M.V.F. *Análise Ambiental Urbana: Estudo Aplicado à Cidade de Londrina - PR* Tese (Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP, 235p. 1998.
- BERTRAN, P., Formação econômica de Goiás, Goiânia, 1978.
- BORGES, K.P. & BERTOLIN, A.O. Avaliação microbiológica da qualidade da água do córrego São João, Porto Nacional-TO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 20, 1999, Salvador. Anais.... Salvador: SBM, 1999. p44
- BORGHETTI, N.R., Aquífero Guarani, A verdadeira integração dos aquíferos do Mercosul, 214p, Curitiba, 2004.
- BRANCO, S.M. *Poluição: a morte de nossos rios.* São Paulo: ASCETESB.

\_\_\_\_\_, A água e o homem. In: PORTO, R.L.L. (org.). Hidrologia Ambiental. São Paulo: ABRH., EDUSP, 1992. v.3 p.1-26. 1983

BRASIL, 1988 - Constituição, 1988 "Constituição da República Federativa do". Brasil - "Promulgada em 05 de outubro de 1988" Organização dos textos, Notas remissivas e índices por Juarez de Oliveira – 6ª edição, atualizada -. São Paulo: Saraiva 1992 (Série Legislação Brasileira).

BRASIL, 1990 Portaria nº36 do Ministério da Saúde, de 19 de janeiro de 1990, que aprova as normas e o padrão de Potabilidade da Água destinada ao Consumo Humano.

BRASIL, 1997 *Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997*, que Instituí a Política.

Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Recursos.

Hídricos e dá outras providências.

BRASIL, *Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997*, que Instituí a Política.

Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Recursos. Hídricos e dá outras providências

CALLAI H.C. A Cidade e a (Re)Criação da Relação Homem-Natureza. *Ciência & Ambiente*. n. 4.p. 43 - 53. Santa Maria. 1993

CAMPOS, J. E. G. (coordenador) & GOVERNO DE GOIÁS & UNB, in Diagnostico Hidrogeológico da Região de Goiânia, (final) Cd-rom 2003.

CAMPOS, H., Entrevista, 2005

CASSETTI, V., Ambiente e apropriação do relevo, ed. Contexto, 1991.

CAPRA, F. *A Teia da Vida*. São Paulo: Ed. Cultrix, 2003.

\_\_\_\_\_. *O Ponto de Mutação*. São Paulo: Ed. Cultrix, 1999.

CARLOS, A.F.A. *Novos Caminhos da Geografia*. Rio de Janeiro: Contexto, 1999.

\_\_\_\_\_. *O Meio Ambiente Urbano e o Discurso Ecológico*. In: *Rev. Depto. de Geografia*. v. 8. p. 75 - 78. São Paulo: FFLCH/USP. 1994

CAVALHEIRO, F. Arborização Urbana. São Luis: SBAU, 1994.

\_\_\_\_\_. *Urbanização e Alterações Ambientais*. In: *Análise Ambiental: Orgs.:TAUK, S. SP:Ed. Fundunesp/UNESP/FAPESP,*. 1991.

CEBALLOS, B.; LIMA, E.; KONTG, A; MARTINS, M., Spatial and temporal distribution of fecal coliforms, coliphages, moulds, and yeasts in freshwater at the

semiand tropic northeast region in Brazil (Estado da Paraíba). *Revista de Microbiologia*, São Paulo, v.26, n.2, p.90-100. 1995.

CEPIS, (Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente), A Situação da Água no Brasil, <http://www.cepis.org.pe/diapor.pdf/> .Lima-Peru.

CETESB; *Relatório de estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*; São Paulo, SP, **2001**; p. 13.

CETESB; *Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo 1997*; São Paulo, SP, 1998; p.ii.

CETESB, Relatório 2004, Estado das Águas Subterrâneas em São Paulo, SP, 2004.

CHAUL, NASR FAYAD, Caminhos de Goiás, Ed. UFG, 2ª Edição, 2001, Goiânia.

CLAWSON M., 1973. *El espacio abierto (no cubierto) como nuevo recurso urbano*. In: *La calidad del medioambiente urbano*. Orgs.: PERLOFF, H. S. et al. Barcelona: Ed. Oikos-Tau, 1973.

COIMBRA, RM. Monitoramento da Qualidade da Água. In: PORTO, R. L. L. (org.). *Hidrologia Ambiental*, São Paulo: ABRH., EDUSP, 1992. v.3 p. 1-26.

CORREA, R.L. *Trajetórias Geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 2001.

CUSTODIO, E. & LLAMAS, R.M. *Hidrologia Subterrânea*. Barcelona: Omega, 1976. 2v.

\_\_\_\_\_. *Água Subterrânea*, Universidade Complutense de Madri e da Catalunya, 2002.

D'AGUILA, P., *Pseudomonas aeruginosa* como indicador em análises bacteriológicas de águas de abastecimento público. 56p Dissertação de Mestrado (Mestrado em saneamento ambiental). FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Rio de Janeiro - RJ. 1996.

DELGADO I., PEDREIRA, A. Síntese da Evolução Geológica e Metalogênica do Brasil, Salvador, CPRM, 1994

DEFESA CIVIL/GOIÁS, 2003. *Planilha das Áreas de Risco - município de Goiânia (GO)*.

DEL PICHIA P.C.D., 1996. *Intervenção na Paisagem Urbana*. In: p. 71.

DIAMOND, J. Colapso, *Como as Sociedades Escolhem o Fracasso ou o Sucesso*. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2005.

DIAS G.F., *Educação Ambiental: princípios e práticas*. São Paulo: Ed. Gaia. 1992.

DIÁRIO DA MANHÃ, in ““ Cidade beneficiada””, 29/06/06.

DIARIO DA MANHÃ, in ““ Consciência pelo bom uso da Água “”, 20/11/04, Goiânia.

DREW D. *Processos Interativos Homem - Meio Ambiente*. 4. ed. Trad. de João Alves dos Santos; Rev. De Suely Bastos; Coord. Editorial de Antônio Christofolletti. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1998.

EIGENHEER, E.M., LIXO: Compreender Para Esclarecer, Ciência Hoje, SBPC, JUN/2006, RJ.

EMBRAPA. *Série Histórica Climatológica da Estação EMBRAPA – Goiânia, (1983 a 2000)*. Dados Tabelados, 2000.

EMBRAPA - Serviço de Produção de Informação (Brasília, RJ). *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. Brasília. EMBRAPA-EPI. 412p, 1999.

FARACHE FILHO, A. Proteção sanitária de poços rasos empregados para abastecimento de água nos bairros Jardim Araraquara e Jardim Itália. Araraquara-SP. Revista Ciências Farmacêuticas, 5. Paulo, v.7, p.39-50, 1985.

FILHO, J.J. T, in “Projeto de Poço Tubular Econômico para Exploração do Aquífero Livre (Freático) na Região de Goiânia”, CPRM, Goiânia-GO, 1995.

\_\_\_\_\_. Entrevista, 2005.

FLEURY, V., Agenda Goiânia, Minha Cidade, OPOPULAR, 18/06/06 (encarte).

FORMAN R.T.T., OLSON J.D., DRAMSTAD W.E., 1996. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Washington: Island Press.

FORUM NACIONAL DAS AGUAS, Poços de Caldas, jun./2003. MG

FOSTER, S. Determinação do Risco de Contaminação das águas subterrâneas, IG, SP, 1993

GASTALDINI, M.C. Avaliação qualitativa dos recursos hídricos da bacia do Jibicuí. In: Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9., 2000, Porto Seguro. *Anais...* Porto Seguro: ABES, 2000. CD-ROM.

GELDREJCH, E.E. Microbial water quality concerns for supply use. *Environment Toxicology Water Quality/Toxicity Assesment*, v. 6, p.209-223, 1991.

GODOY A.L.P., *Cidade e Meio Ambiente: o Planejamento da Arborização de Pirassununga/SP*. Dissertação. Mestrado. Rio Claro, IGCE/UNESP. 1995.

GOIÁS TURISTICO, Cd-rom AGETUR, 2003.

GONÇALVES C.W.P. Formação sócio-espacial e questão ambiental no Brasil. In: *Geografia e Meio Ambiente no Brasil*. Org.: Christofolletti, A. et al. São Paulo: Hucitec. 2000

GOVERNO DE GOIÁS, Estudo Ambiental Geogoiás, Goiânia, CD-ROM 2003.

GOVERNO DE GOIÁS, (DEMA), Relatório de TCO's, Crimes Ambientais, 2006

GROSS O.M.S., PIZANTI D.M.G., PEDRETTI L.J., WERTHEIMER M.L.S.O., MARTIM S.L, 1985. *Várzea do Tietê - Função Ambiental e Disciplinamento do Uso do Solo*. In: *Spam*. n. 15. p. 18 - 27. SãoPaulo.

GUNTHER, H. *Psicologia Ambiental*, Brasília: UnB, 1993.

HUNT, E.K. & SHERMAN, H.J., História do Pensamento Econômico, ed. Vozes, Petrópolis, 2000

HAGLER A. & HAGLER, L.M. Microbiologia Sanitária. In *Tratado de microbiologia*. São Paulo-SP: Ed. Manole Ltda, p85- 102, 1988.

HENKE-OLIVEIRA C., 1996. *Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas*. Dissertação (Mestrado). São Carlos: PPGERN/ UFSCar. 181p.

HESPANHOL, I., 1999. Água e saneamento Básico; uma visão realista. In: Rebouças, A C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. *Águas Doces no Brasil* capítulo 8. Escrituras São Paulo p. 249-303.

HIDROLOG, Planeta Terra- Planeta Água, 2003, Site <http://www.hydrolog.com.br>, Acesso em 22/02/2004

HIGUTI, I.H, & Macena I.R, Occurrence of coliforms in water samples of the Perequê and Penedo rivers in Paraná, Brazil.. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 1998.

HIRATA, R.C.A., mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas, em SP, IG-CETESB, SP, 1997.

\_\_\_\_\_, in Decifrando a Terra, Recursos Hídricos, Cap. 20, Ed. Oficina de Textos, 2003, SP.

HOUGH M., *Natureza e Ciudad – Planificacion Urbana y Processos Ecológicos*. Barcelona: 1998.

IBGE, 2003 “Anuário Estatístico do Brasil – 2002” Instituto Brasileiro de.

Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2003 (CD-ROM).

IBGE, 1999 “Síntese de Indicadores Sociais – 1998”, Instituto Brasileiro de.

Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1999 - 204p.

IBGE, 2002 “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística” <http://www.ibge.gov.br>. Acesso 12/10/2004.

IBGE, 2006 "Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística" <http://www.ibge.gov.br>. Acesso 12/10/2004.

IBGE, Censo Demográfico 2000, Anuário Estatístico <http://www.ibge.gov.br>. Acesso 12/10/2004.

IBGE, *Censo 2000*. Rio de Janeiro: IBGE. 2000

IBGE - Divisão de Geociências do Centro-Oeste, 1992. *Saneamento Básico e Problemas Ambientais em Goiânia - 1992*. Rio de Janeiro: IBGE. 81p.

IBGE, 1942. *Goiânia*. Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do IBGE.

IPLAN, Áreas de posse em Goiânia, 1999

IPLAN, Áreas de posse em Goiânia, 2005

IPLAN, Carta de Risco Goiânia, 1997.

ISNARD,,H, O Espaço Geográfico, Coimbra, 1982

INSTITUTO POLIS, 2005, <http://www.polis.org.br> em 30/05/06

JACOBI, P. *et al. A Cidade e o Meio Ambiente*. São Paulo: Ed. Cultrix, 1999.

KARMANN, I., Decifrando a Terra. Cap. 7, Ciclo da Água, Ed. Oficina de Textos, 2003, SP.

KAGEYAMA P.Y., 1986. *Estudo para a implantação de matas ciliares na bacia do rio Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público*. São Paulo (s.n.). 237p.

KLOPP, R., Water management for development of water quality in the Rhur river basin. *Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg*, Essen, Germany, 2000.

KUHNEN, A. *Psicologia Ambiental (Tese de Doutorado)*, UFSC, 2001.

Lei nr 13583, Uso do Solo, Goiânia, 2003.

Lei Complementar nr 14, 1992, Código de Posturas de Goiânia.

LEI 9.433. *Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Presidência da República do Brasil, 1997.

LEITE, M. A.F.P. *Novos Valores: Destruição ou Desconstrução? Questões da Paisagem e tendências de regionalização*. Tese (Doutorado). São Paulo: FAU-USP. 122p. 1992.

LE PRESTRE, P. *Ecopolítica Internacional*. São Paulo: Ed. SENAC, 2002.

LIMA, H.C. Saneago, Entrevista, 2004

LIMA, A.C. Relatório ao Interventor sobre o PDG-34,

LOMBARDO M.A. Vegetação e Clima. In: III Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Curitiba.p. 1 - 13. 1990.

LOVELOCK, J, A Hipótese Gaia, Oxford, NY, 1976

MACEDO, J.A.B. *et al. Águas & Águas*. 2. ed. Juiz de Fora: CRQ-MG, 2004.

MACHADO, L.S.M & SANTOS, C.R.A. Avaliação do nível de contaminação da água em um sistema lótico de cerrado e sua relação com alguns fatores abióticos. In: Congresso interamericano de engenharia sanitária. 27, 2000, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000. CD-ROM.

MATA, D., Um Exame dos Padrões de Crescimento das Cidades Brasileiras, IBGE, 2006

MARICATO , &., TANAKA, G., O Planejamento Urbano e a Questão Fundiária. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro: SBPC, junho/2006.

MARQUES, R.G., Ocorrência de Coliformes Fecais e Salmonella em Aguas de Irrigação de Hortaliças nos Municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, UFG- IPTSP, 2003

MARQUES, E., *et al.*, Monografia “O Licenciamento Ambiental dos Postos de Revenda Varejista de Combustíveis de Goiânia,” Orientador: Prof. Dr. Pasqualetto, UCG, 2003.

MARTINS, O.JR., Histórico e detalhamento da arborização e áreas verdes de Goiânia, Anais SBAU, 2002.

MATTOS, S., Estudo de Impacto Ambiental, EIA/RIMA Loteamento Allambra, julho 1998, Goiânia.

\_\_\_\_\_, Ocupação de Áreas urbanas e Rurais, Revista da UCG, 1995.

\_\_\_\_\_, Evolução e Uso do Solo em Goiânia, UCG, 1999

MATOS, B. A. Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microorganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, SP. 2001

McHARG I.L., 2000. *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: GG. 198p. (Título Original: *Desing with Nature*. 1ª Ed.: John Wiley & Sons, 1967)

MENEZES, R.C. Agencia Ambiental, 2006, Entrevista

MONTEIRO C.A.F.,. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo: USP/IG ( Teses e Monografias, 25). 1976

MORETTI, R.S., 1999. *Workshop sobre Urbanização e Inundações*. São Paulo: Escola Politécnica/USP.

MOROZ I.C., CANIL K., ROSS J.L.S. Problemas Ambientais nas Áreas de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. *Rev. do Depto. de Geografia*. n. 7. p.35 - 48. São Paulo, 1994, FFLCH/USP

MOTA, L.C., Planejamento Urbano e Conservação Ambiental em Goiânia, Dissertação de Mestrado, UFSCAR, 2003.

NOVAIS, W., Água Demais, Juízo de Menos, OPOPULAR, 2004.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Interamericana. 1985

O POPULAR, Fev./2004, Goiânia

O POPULAR, Out./2005, Goiânia.

O POPULAR, 22/03/03, Goiânia.

O POPULAR, Lixo, 23/05/2005, Goiânia.

O POPULAR, Cerrado Devastado, 04/09/2005, Goiânia.

O POPULAR, Supermercados, 30/11/2005, Goiânia.

O POPULAR, Supermercados, 29/06/06, Goiânia.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, Relatório da Saúde Mundial, 2006, NY

PACHECO. A.: SILVA. L.M.: MENDES. J.M.B.: MATOS. B.A, (1999) Resíduos de cemitérios e saúde pública. *Revista Limpeza Pública*, v. 52,

PAIVA, EM CD; PAIVA, JBD; COSTAS, MFT; SANTOS, FA. Concentração de sedimentos em suspensão em uma pequena bacia hidrográfica em urbanização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, João Pessoa-PB, 2001. Anais...João Pessoa: ABES, 2001. CD-ROM.

PASQUALETTO, A. *et al.* Escassez de Água na Região Metropolitana de Goiânia, Previsão até 2050, UCG. 2003

\_\_\_\_\_, *et al.* Chuva Acida, Análise no Município de Goiânia, UCG, 2003.

\_\_\_\_\_, *et al.* Avaliação Qualitativa de Poços Subterrâneos no S. Oeste UCG, 2004.

PDIG 2.000, de dezembro de 1992, Goiânia, Prefeitura Municipal,

PINHO, P.M., *Análise e Discussão da Apropriação Urbana das Áreas de Fundos de Vale para implantação de "Vias Marginais"*. Dissertação (Mestrado). São Carlos: UFSCar/CCET/PPGEU, 1999.

PONTUSCHKA, N.N. *Geografia em Perspectiva. Rio de Janeiro: Contexto, 2002.*

PRADINI F.L., GUIDICINI G., GREHS S.A., *Geologia Ambiental ou de Planejamento*. In: *Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB)*. São Paulo: p. 31 - 57. 1977.

PRIMAVESI, O., *et al* A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Canchin, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. *Acta Limnológica Brasileira*, 12:95-111, 2000.

REBOUÇAS, A.C.,(coordenador). *Águas Doces do Brasil*. São Paulo: Ed. Escrituras, SP, 770 p., 2003.

REIS, J.. Perfil higiênico sanitário das águas de consumo do Distrito Federal. *Revista de Saúde do DF*, 9(3):32-35, 1998.

RIBEIRO, M.E. *Goiânia, os planos, a cidade, e o sistema de áreas verdes*, 2000, EESCA/USP, 2000, São Carlos.

RINO C.A.F & SILVA N.L,& HERCULIANI L. A.. *Avaliação da qualidade das águas dos mananciais da cidade de Lins-SP*. In: *Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Porto Seguro, 2000. Anais...* Porto Seguro: ABES. p. 97-105.

ROCHA, L., Laboratório AQUALIT, 2005, Entrevista, Goiânia-GO.

ROMERO M.A.B.,. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. In: *Anais do II Seminário sobre Desenho Urbano no Brasil*. v. 1. p. 69 - 78. Brasília, UnB. 1986

SANEAMENTO DE GOIÁS S.A. — SANEAGO. *Relatório do monitoramento do ribeirão João Leite*. Período 94-95. Goiânia: SANEAGO, 66p. 1996,

SANTOS M. *A Urbanização Brasileira*. São Paulo: Ed. Hucitec, 1993, 203p.

\_\_\_\_\_. *Metamorfoses do Espaço Habitado*. São Paulo: Hucitec, 1991, 124p.

\_\_\_\_\_. *O Espaço Dividido*. RJ: Ed. Francisco Alves, 1979,

SANTOS, E.A., Congresso Geologia Médica, 2005, (CPRM), CD-ROM ANAIS, RJ.

SCISLEWSKI, G., CPRM-GO, Zoneamento Ecológico-Econômico DF, 2004, CD-ROM.

SEABRA, O.C., *A problemática Ambiental e o Processo de Urbanização no Brasil*, Polis, 1991 SP.

SEMMA, 2002. *Cadastro das ocorrências erosivas em Goiânia*. SEMMA.

- SEMMA, 2003. *Cadastro dos postos de combustível em Goiânia*. SEMMA.
- SILVA, B. O Impacto de Goiânia, UFG, 1986.
- SILVA FILHO, S.V; LIMA, NV; MARÇAL, M.C.R, OLIVEIRA, IF; AQUINO, KJB. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas utilizadas em unidades de saúde do Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 20., Salvador-BA Anais...Salvador: SBM, 1999. p.26
- SILVA Jr., J.A., Água Nossa de Cada Dia, ABES-CO, JORNAL OPOPULAR, Abr./2003.
- SKINNER, G.W. Marketing and Social structure, Journal of Asia, Princeton 1964
- SOJA, E.W. *Geografias Pós-Modernas*. RJ: Jorge Zahar Editora, 1993,
- SPIRN A.,. *O Jardim de Granito*. São Paulo: Edusp. 1996
- SPOSITO, M.E. *Capitalismo e Urbanização*. SP: Ed. Contexto, 2000,
- THOMÁS, K. *O Homem e o Mundo Natural*. SP: Companhia das Letras, 1989,
- TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 2ª Ed., Porto Alegre, Editora da Universidade, 943p, 1997.
- \_\_\_\_\_. *A Gestão da Água no Brasil: Perspectivas para 2025*, Ed. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRGS, 137p, 2001.
- TUNDISI, J.G., *Água no Séc. XXI*, IIE, 2003, 248 p., Sao Carlos
- USEPA, Risk Assessment Guidance for Superfund, vol. 1 Human Health Evaluation Manual, Washington, Dec/1989
- USGS, Tri-State Geographic Air Risk, Relatório 2002
- USGS, Scientific American, Misturas Perigosas, Jun/2006
- VASCONCELOS, S.M.S., Ocorrência de Indicadores de Poluição no Rio Meia Ponte e Ribeirão J. Leite: Coliforme Fecais e Totais. IPTSP, 2002
- VENDRAME, I.F. & ALVES, M.A.S. Qualidade das águas de córregos em São José dos Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21 João Pessoa, 2001. Anais...João Pessoa PB: ABES, 2001. CD-ROM
- VIEIRA P.F., WEBER J. (Orgs.),. *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo: Cortez. 1997
- VIGARELLO, G. *O Limpo e o Sujo*. SP: Martins Fontes, 1996.

WATCH TOWER BIBLE, Água Haverá Suficiente Para Todos, junho 2001, SP.

WORLD WATCH INSTITUTE, site <http://www.iuma.org.br>, acessado em 21/12/04.

YÁZIGI E. A Fisiografia e sua Paisagem. Na Busca da Personalidade do Lugar. In: Paisagem e ambiente: *Ensaíos*. São Paulo, FAU/USP, v.11. p.71-98.. 1998

## ANEXOS

I.	Planilha dos Dados de Poços	pág. 86
II.	Dicionário da Água	pág. 93
III.	TCO's Remetidos a Justiça, Devido a Crimes Ambientais	pág. 102
IV.	Goiânia: Bacias Hidrográficas	pág 103
V.	Goiás: Macrozoneamento de Aquíferos	pág 104
VI.	Brasil: Vazão de Água nos Aquíferos	pág. 105
VII.	Água: Consumo Por Setor Produtivo	pág. 106
VIII,	Goiânia: Incremento da População	pág. 107
IX.	Goiás: Saneamento Básico	pág 108
X.	Tipos de Aquífero	pág. 109

## I. PLANILHA

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
1	Poço Artesiano	Edifício	Nao Atende	jan/04	Goiania	St. Bela Vista	Araxá	Bacterias Heterotroficas/Coliformes Totais/pH	Fissural
2	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	jul/04	Goiania	St. Bela Vista	Araxá	Coliformes Totais	Fissural
3	Poço Artesiano	Condominio	Atende	abr/04	Goiania	St. Bela Vista	Araxá		Fissural
4	Poço Artesiano	Edifício	Nao Atende	set/04	Goiania	S. Aeroporto	Araxá	pH, Cor aparente, Turbidez	Fissural
5	Poço Artesiano	Condominio	Atende	dez/05	Goiania	Ceasa	Anapolis-Itauçú		Poroso
6	Poço Artesiano	Condominio	Atende	ago/05	Goiania	Ceasa	Anapolis-Itauçú		Poroso
7	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	ago/05	Goiania	Ceasa	Anapolis-Itauçú	Bacterias Heterotroficas / pH / turbidez / oxigenio Dissolvido	Poroso
8	Poço Artesiano	Cemitério	Nao Atende	jul/05	Goiania	Fama	Araxá	Bacterias Heterotroficas / Coliformes Totais / Fecais / pH / Amonia ? fosforo / Fosfato / Chumbo / Fenois	Fissural
9	Poço Artesiano	Cemitério	Nao Atende	jun/05	Goiania	Fama	Araxá	Bacterias Heterotroficas / pH / Amonia ? fosforo / Fosfato / Chumbo/zinco / Fenois	Fissural
10	Poço artesiano	Cemitério	Nao Atende	mai/04	Goiania	Fama	Araxá	Bacterias Heterotroficas / pH / Amonia ? fosforo / Fosfato / Chumbo / zinco / Fenois / chumbo	Fissural
11	Poço Artesiano	Edifício	Atende	jun/05	Goiania	St. Oeste	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
12	Poço Artesiano	Edifício	Nao Atende	jun/05	Goiania	St. Oeste	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
13	Poço Artesiano	Edificio	Nao Atende	mai/04	Goiania	St. Oeste	Araxá	Coliformes Fecais	Fissural
14	Poço Artesiano	Residencia	Atende	mai/04	Goiania	S.P. Ludovico	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
15	Poço Artesiano	Edificio	Atende	nov/05	Goiania	St. Central	Araxá	pH	Fissural
16	Poço Artesiano	edificio	Atende	ago/05	Goiania	St. Oeste	Araxá	Turbidez/pH/Bacterias Heterotroficas	Fissural
17	Poço Artesiano	Colégio	Atende	mai/04	Goiania	Goiania II	Anapolis-Itauçú	pH/Bacterias Heterotroficas	Poroso
18	Poço Artesiano	Emp. Publica	Atende	mai/04	Goiania	C.Jardim	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Poroso
19	Poço Artesiano	Residencia	Atende	1/5/2nov/05	Goiania	S.Sul	Araxá	pH	Fissural
20	Poço Artesiano	Edificio	Atende	nov/03	Goiania	St.Bela Vista	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
21	Poço Artesiano	Edificio	Nao Atende	nov/03	Goiania	St. Bela Vista	Araxá	Bacterias Heterotroficas/Coliformes Totais/Coliformes Fecais/pH	Fissural
22	Poço Artesiano	Residencia	Atende	nov/03	Goiania	St. Bueno	Araxá		Fissural
23	Poço Artesiano	Edificio	Atende	mai/04	Goiania	St. Rodoviario	Anapolis-Itauçú	Combustivel	Fissural
24	Cisterna	Residencia	Atende	mai/04	Goiania	Jd. Liberdade	Araxá	Coliforme Total/pH	Poroso
25	Poço Artesiano	Condominio	Atende	mai/04	Goiania	St. Bueno	Araxá	Turbidez/Cor/Bacterias Heterotroficas/Nitrogenio Amonical/...../	Fissural
26	Poço Artesiano	Condominio	Atende	mai/04	Goiania	St. Oeste	Araxá	Bacterias Heterotroficas/Turbidez/Cor	Fissural
27	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	mai/05	Goiania	Jardim Goias	Araxá	Coliforme Total/Coliforme Fecal	Fissural
28	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	jun/05	Goiania	St. Oeste	Araxá	Coliforme Total/	Fissural
29	Poço Artesiano	Condominio	Atende	fev/05	Goiania	St. Bueno	Araxá		Fissural

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
30	Poço Artesiano	Condominio	Atende	mai/04	Goiania	St. Oeste	Araxá		Fissural
31	Poço Artesiano	Condominio	Atende	mar/04	Goiania	St. Marista	Araxá		Fissural
32	Poço Artesiano	Condominio	Atende	mai/04	Goiania	St. Marista	Araxá		Fissural
33	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	fev/04	Goiania	St. Oeste	Araxá	pH	Fissural
34	Poço Artesiano	Condominio	Atende	mai/04	Goiania	St. Aeroporto	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
35	Poço Artesiano	Condominio	Atende	jan/05	Goiania	St. Central	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
36	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	mai/04	Goiania	St. Oeste	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
37	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	fev/05	Goiania	St. Sul	Araxá	Bacterias Heterotroficas/pH	Fissural
38	Poço Artesiano	Condominio	Atende	fev/05	Goiania	St Sul	Araxa		Fissural
39	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	fev/04	Goiania	St. Oeste	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
40	Poço Artesiano	Condominio	Atende	ago/05	Goiania	St. Aeroporto	Araxá		Fissural
41	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	mai/05	Goiania	St. Central	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
42	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	set/04	Goiania	St. Marista	Araxá	pH	Fissural
43	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	jun/05	Goiania	St. N. Suiça	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
44	Poço Artesiano	Condominio	Atende	jun/05	Goiania	St. Sul	Araxa		Fissural
45	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	ago/05	Goiania	St. Sul	Araxá	Turbidez / Cor Aparente / pH / Ferro Total / Bacteria Heterotroficas / Coliforme Total / Fecal	Fissural
46	Poço	Condominio	Nao	ago/05	Goiania	St. Oeste	Araxa	Turbidez / Cor Aparente / pH /	Fissural

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
	Artesiano		Atende					Ferro Total / Bacteria Heterotroficas	
47	Poço Artesiano	Condominio	Atende	ago/05	Goiania	St. Oeste	Araxa		Fissural
48	Poço Artesiano	Condominio	Atende	ago/05	Goiania	St. Oeste	Araxa		Fissural
49	Poço Artesiano	Condominio	Atende	ago/05	Goiania	St. Oeste	Araxa		Fissural
50	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	jan/05	Goiania	St. Oeste	Araxá	Bacterias Heterotroficas	Fissural
51	Poço Artesiano	Condominio	Atende	ago/05	Goiania	St. Aeroporto	Araxa		Fissural
52	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	fev/05	Goiania	St. Bueno	Araxa	Bacterias Heterotroficas	Fissural
53	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	fev/05	Goiania	St. Bueno	Araxa	Bacterias Heteroroficas / Turbidez / Cor Aparente / Ferro Total / Alcalinidade / oxigenio Consumido	Fissural
54	Poço Artesiano	Condominio	Nao Atende	jul/05	Goiania	St. Bueno	Araxa	Bacterias Heteroroficas / Turbidez / Cor Aparente / Ferro Total / Alcalinidade / oxigenio Consumido	Poroso
55	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mar/05	Goiania	Pq. Oeste Ind.	Anapólis-Itauçú	Bacterias Heterotroficas/Coliforme Total/Fecal	Poroso
56	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mar/05	Goiania	St.Universitario	Araxa	Bacterias Heterotroficas/Coliforme Total/Fecal	Fissural
57	Poço Artesiano	Residencia	Nao Atende	fev/05	Goiania	St. Jaó	Anapolis-Itauçú	Cor Aparente / Coliforme Total / Fecal	Poroso
58	Poço Artesiano	Laboratorio	Nao Atende	out/05	Goiania	St. Jao	Anapolis-Itauçú	Bacterias Heterotroficas / Coliforme Total / Fecal	Poroso
59	Poço Artesiano	Residencia	Nao Atende	mar/05	Goiania	St. Jd. Oliveiras	Anapolis-Itauçú	Cor Aparente / Coliforme Total / Fecal / bacterias Heterotroficas	Poroso

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
60	Poco Artesiano	Residencia	Nao Atende	jun/05	Goiania	Ceasa	Anapolis-Itauçú	Coliforme Total/Fecal	Poroso
61	Cisterna	Condominio	Nao Atende	mar/05	Aparecida	St. Rosa dos Ventos	Araxá	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
62	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mar/05	Aparecida	St. R. Grandeza	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
63	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/05	Aparecida	St. B. Aires	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
64	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/05	Aparecida	LIXAO Aparecida	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
65	Cisterna	Chacara	Nao Atende	mai/05	Aparecida	Jd. Olimpico	Araxa	Coliforme Fecais/Total/Nitrato	Fissural
66	Cisterna	Chacara	Nao Atende	mai/05	Aparecida	Jd. Olimpico	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
67	Cisterna	Chacara	Nao Atende	mai/05	Aparecida	Jd. Olimpico	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
68	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/05	Aparecida	Pq. Trindade	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
69	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/05	Aparecida	Jd. Olimpico	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
70	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/05	Aparecida	Centro	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
71	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/05	Aparecida	St. Serradourada	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
72	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	St. Girassois	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
73	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	St. Marista Sul	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
74	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Cidade Livre	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
75	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	St. Estados	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
76	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. Riviera	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
77	Cisterna	Residencia	Nao	mai/04	Aparecida	St. Indp..	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
			Atende			Mansões			
78	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. Tiradentes	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
79	Cisterna	Creche	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. M <sup>a</sup> . Ines	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
80	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	St. Dos Afonsos	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
81	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. Cascata	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
82	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. D. Bosco	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
83	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. D. Bosco	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
84	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Madre Germana I	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
85	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. Dos Ipês	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
86	cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Jd. Dos Ipês	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
87	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Resd. S. das Brisas	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
88	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	St. Buriti Sereno	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
89	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	St. Ponta Sul	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
90	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Park Village	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
91	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Pappilon Park	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
92	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	American Park	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
93	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Bairro Itapoan	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
94	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Goiania Pk. Sul	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural

TABELA COLETA POÇOS SUBTERRANEOS/CISTERNAS GOIANIA/APARECIDA									
NÚMERO	Tipo	Estabelecimento	Conclusão	Data	Município	Bairro/Região	Compl. Geológico	Observações	Extr. Rochosa
95	Cisterna	Residencia	Nao Atende	mai/04	Aparecida	Papilon Park	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
96	Cisterna	Residencia	Não Atende	mai/04	Aparecida	St. Garavelo	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
97	Cisterna	Residencia	Não Atende	mai/04	Aparecida	St.. Garavelo	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
98	Cisterna	Residencia	Não Atende	mai/04	Aparecida	Jd. Helvecia	Araxa	Coliforme Fecal/Total/Nitrato	Fissural
99	Cisterna	Residencia	Não Atende	mai/04	Aparecida	V. Stos. Dumond	Araxa	Coliforme Total/Fecal/Nitrato	Fissural
100	Cisterna	Residencia	Não Atende	mai/04	Aparecida	Pq. Cecilia II	Araxa	Coliforme Total / Fecal / Nitrogenio Amonical	Fissural
101	Poço Artesiano	Edificio	Atende	dez/05	Goiania	St. Bela Vista	Araxá		Fissural
102	Poço Artesiano	Edificio	Atende	dez/05	Goiania	St. Bela Vista	Araxa		Fissural
103	Poço Artesiano	Edificio	Atende	dez/05	Goiania	St. Bela Vista	Araxá		Fissural

## II. DICIONÁRIO DAS ÁGUAS

Obs. Adaptado, por PLOPES, inicialmente publicado pelo Governo de Goiás em através da Secretaria de Geologia e Mineração em 2003.

**ÁGUA CAPILAR.** Água existente na zona de aeração, que se move para cima a partir do lençol d'água devido ao fenômeno da capilaridade.

**ÁGUA CONTAMINADA.** Água que possui organismos patogênicos, substâncias tóxicas e/ou radiativas, em teores prejudiciais a saúde do homem. Assim, toda água contaminada é poluída, mas nem toda água poluída (desde que não afete a saúde do homem) é contaminada.

**ÁGUA CONATA.** Água do mar antiga, contida em algumas formações sedimentares.

**ÁGUA DOCE.** Água com salinidade igual ou inferior a 500 mg/l.

**ÁGUA DURA.** É aquela cujo grau de dureza a torna problemática para uso doméstico e lavagens em geral. De um modo geral, o sabão não faz espuma com essas águas e a sujeira não é eliminada facilmente dos objetos.

**ÁGUA EDÁFICA.** Água contida na zona de aeração. Pode ser de três tipos: gravitativa, pelicular ou capilar. A *gravitativa* é aquela água que escoar dentro a partir da precipitação; a *pelicular* é a água aderida às partículas do solo por força de adsorção e a *capilar* é a retida em interstícios microscópicos presa por força capilares.

**ÁGUA MINERAL.** Água que contém mais de um grama de substância sólida dissolvida, por quilo de água, ou por litro, ou componentes estranhos, em quantidades superiores a determinadas proporções e temperatura superior a 20° C.

**ÁGUAS MINERO-MEDICINAIS.** São aquelas que são medicamentosas e estritamente naturais, com eficácia curativa comprovada há anos.

**ÁGUAS METEÓRICAS.** São as águas encontradas na atmosfera em quaisquer de seus estados físicos.

**ÁGUA POLUÍDA.** O termo "água poluída", depende do uso a que a água está destinada. Pode ser poluída para um determinado fim e não poluída para outro. Por exemplo, a água destinada a uso na indústria, classe 2 ou 3, não é adequada para ser utilizada, sem tratamento prévio e desinfecção, para uso em abastecimento humano.

**ÁGUA POTÁVEL.** Água adequada para o consumo humano, cuja ingestão não é nociva para a saúde.

**ÁGUA RESIDUAL.** Água que carrega substâncias líquidas, gasosas e sólidas, produtos das várias atividades do homem.

**ÁGUA TERMAL.** Água subterrânea, naturalmente aquecida, cuja temperatura deve estar conforme tabela abaixo:

CLASSIFICAÇÃO DA FONTE	INTERVALO DE TEMPERATURA
Fontes hipotermiais	temperatura entre 25 e 33° C
Fontes mesotermiais	temperatura entre 33 e 36° C
Fontes isotermiais	temperatura entre 36 e 38° C
Fontes hipertermiais	temperatura superior a 38° C

**ÁGUA SALGADA** .Água com salinidade igual ou superior a 30.000 mg/l

**ÁGUA SALOBRA**. Água de salinidade intermediária entre água doce e água salgada, com concentrações de sais variando entre 500 e 30.000 mg/l

**AQUÍCLUDE**. Formação que pode conter água mas é incapaz de transmiti-la em condições naturais.

**AQUÍFERO**. É uma formação hidrogeológica, caracterizada por parâmetros dimensionais como extensão, espessura e geometria, os quais são condicionados pela Geologia Estrutural, Estratigrafia e Parâmetros Hidrodinâmicos (transmissividade, armazenamento ou porosidade efetiva), que dependem dos padrões faciológicos, condições de recarga e descarga além de variáveis de estado que descrevem a situação do reservatório subterrâneo em cada instante (superfície piezométrica, qualidade, condições de exploração etc).

**AQUÍFUGO**. Formação do substrato geológico, que nem armazena e nem transmite água.

**AQUÍTARD**. É uma camada ou formação semi-permeável, delimitada no topo ou na base por camadas de permeabilidade muito maior.

**AQUÍFERO CÁRSTICO**. São formados por Rochas Carbonáticas com fraturas e outras descontinuidades submetidas a processos de dissolução cárstica.

**AQUÍFERO CONFINADO**. É um aquífero no qual a pressão da água no topo é maior que a pressão atmosférica. Compreende dois tipos: confinado não drenante cujo as camadas limítrofes, superior e inferior, são impermeáveis ou confinado drenante no qual pelo menos uma das camadas limítrofes é semipermeável.

**AQUÍFERO FRATURADO**. A água encontra-se em espaço representados por fissuras ou fraturas, juntas ou ainda em falhas e em casos particulares, em vesículas, aberturas de dissolução, zonas de decomposição e etc( geralmente associados a rochas cristalinas - ígneas e metamórficas.

**AQUÍFERO POROSO**. Caracteriza-se por uma fase sólida, constituído por grãos de natureza petrográfica, de forma e dimensões muito variados e apresenta espaços vazios de pequenas dimensões definido como poros, que são ocupados por líquidos ou gases: água ou vapor de água( geralmente associados a rochas sedimentares)

**AQUÍFERO LIVRE**. É aquele cujo limite superior é uma superfície freática, na qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica.

**AQUÍFERO SUSPENSO**. É um caso especial de aquífero livre formado por uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática regional e ao nível do terreno.

**BACIA OU PROVÍNCIA HIDROGEOLÓGICA**. É uma região de características gerais semelhantes quanto às principais ocorrências de águas subterrâneas. Entre os fatores que contribuem para a definição de uma província hidrogeológica destacam-se os Geológicos e os Fisiográficos. O *fator geológico* é o mais importante visto que a Litologia, a Estrutura e a Tectônica controlam as condições de ocorrência, movimento e qualidade das águas subterrâneas. A *fisiografia*, compreendendo o clima e a morfologia, pode operar mudanças radicais nas condições da água do subsolo, reduzindo as diferenças, favorecendo ou não a produtividade hídrica de uma determinada região.

**BIOFILME**. Juntamente com o ar, vêm os esporos ou sementes de algas, que vão germinar nessa água e criar o chamado “biofilme”- o lodo – que é riquíssimo em alimentos nutritivos para os germes, que, vindos também pelo ar para dentro do aparelho, passam a se reproduzir aí, rapidamente criando uma massa gigantesca de micróbios, naquele lodo esverdeado que existe em todos os aparelhos de ar

condicionado e em todos os reservatórios de água.

**BOMBAS SUBMERSAS.** Bomba hidráulica em que o motor e a bomba propriamente dita formam um corpo único e funciona sobre a água.

**BOÇOROCAS.** São rasgões profundos e abruptos no solo não muito inclinado, onde é considerável a massa de terra levada pela erosão.

**CACIMBA.** É um que poço escavado em leito ou álveo de curso d'água, ou em solo ou rocha branda, com diâmetro máximo de 2 – 4m, e cuja profundidade máxima ideal não ultrapasse 6 – 8m .

**CAMADA IMPERMEÁVEL.** Camada que não permite a passagem de água.

**CAMADA PERMEÁVEL.** Camada que permite a passagem de água.

**CAPACIDADE ESPECÍFICA.** É a vazão do poço por unidade de rebaixamento, usualmente expresso em metros cúbicos ou litros por hora por metro de rebaixamento.

**CISTERNAS.** É um poço escavado, com diâmetro entre 0,50m a 2,00m, possuindo profundidade máxima aceitável de 6 -8m.

**CÁRSTICO.** Tipo de estrutura ou de relevo formado pela dissolução de rochas carbonáticas pela água.

**COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO.** É o volume de água que sai ou que entra no aquífero, por unidade de área horizontal deste e por unidade de variação de rebaixamento.

**COEFICIENTE DE TRANSMISSIBILIDADE.** É a vazão da água que escoar através de uma faixa vertical de largura unitária e espessura igual da camada saturada, quando o gradiente hidráulico é igual a 1.

**CONDENSAÇÃO.** Fenômeno físico no qual a substância passa do estado vapor para o estado líquido

**CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.** É a medida da facilidade de uma água conduzir a corrente elétrica estando diretamente ligada com o teor de sais dissolvidos sob a forma de íons.

**CONE DE DEPRESSÃO.** Pelo fato da água fluir lentamente as áreas mais próximas do poço migram mais rápido do que as de áreas mais distantes, resulta na formação de uma depressão da superfície do lençol em torno do poço em forma de um cone.

**CORPO HÍDRICO SUBTERRÂNEO.** É o volume de água armazenado no subsolo.

**CICLO HIDROLÓGICO.** É o sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente ao solo.

**CHUVA ÁCIDA.** É aquela que ocorre em determinadas regiões, onde a atmosfera é rica em ácido, que são substâncias voláteis que contêm o íon hidrogênio.

**CLORAÇÃO DA ÁGUA.** O tratamento ideal para toda água de uma casa e o processo mais prático no momento, é a cloração da água com cloradores automáticos que dosarão a quantidade de cloro necessária para a esterilização de toda água consumida na casa.

**DEFLÚVIO (ESCOAMENTO SUPERFICIAL OU RUN-OFF).** É o processo pelo qual a água da chuva precipitada na superfície da terra, flui, por ação da gravidade, das partes mais alta para as mais baixas, nos leitos dos rios e riachos.

**DEIONIZAÇÃO.** Consiste na retirada dos íons da água

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO).** É a medida da quantidade de oxigênio necessária para consumir a matéria orgânica contida na água medida processos biológicos aeróbicos.

**DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO(DQO).** Mede a capacidade de uma água consumir oxigênio durante processos químicos.

**DESCARGA.** Fluxo de água subterrânea. Nos locais onde este fluxo atinge a superfície do terreno formam-se as fontes, nascentes ou brejos.

**DESSALINIZAÇÃO.** Remoção de sais a partir de água salina para obtenção de água fresca.

**DESTILAÇÃO.** Consiste em aquecer a água até à fervura, quando ela passa ao estado de vapor e captar este e esfriá-lo, para que retorne ao estado líquido, quando então essa água estará pura, sem os sais, que não saem no vapor.

**DIFUSÃO.** Movimento de uma substância de uma área com alta concentração para uma área com baixa concentração.

**DIVISOR DE ÁGUAS.** Partes elevadas dos morros e serras a partir dos quais o fluxo das águas subterrâneas e superficiais ocorrem em sentidos opostos.

**DUREZA.** Expressão usada para indicar a existência na água de cálcio e magnésio, responsável pela elevação do consumo de sabão e incrustações de sabão.

Leve	0 – 60 mg/l CaCO <sub>3</sub>
Levemente Dura	61-120 mg/l CaCO <sub>3</sub>
Dura	121-180 mg/l CaCO <sub>3</sub>
Muito Dura	+ 180 mg/l CaCO <sub>3</sub>

**EROSÃO.** Retirada e transporte do solo pela ação da água, vento e gelo. O material transportado recebe o nome de sedimento.

**ESCORREGAMENTO.** Deslocamento rápido da água, mantendo um alto coeficiente de atrito, que impede ou dificulta o deslizamento do conjunto. É o que se dá com os solos mais arenosos.

**EDAFOLOGIA.** Estuda especificamente o solo arável

**ESTRUTURA GEOLÓGICA.** Feições físicas dos corpos rochosos relacionadas a dobras ou falhas.

**EVAPORAÇÃO (VAPORIZAÇÃO).** É o processo pelo qual as moléculas de água na superfície líquida ou na umidade do solo, adquirem suficiente energia, através da radiação solar e passam do estado líquido para o de vapor..

**FENÔMENO DA CAPILARIDADE.** Movimento da água no solo opondo-se à força da gravidade. A água fica retida acima da zona de saturação na denomina Franja de Capilaridade( porção inferior da zona de aeração).

**FILTRO.** Parte perfurada da tubulação inferior, usada no revestimento de poços, cujos espaços permitem a entrada da água pelo diâmetro interno da tubulação.

**FILTRAÇÃO.** A filtração consiste em fazer com que a água passe através de uma matéria cheia de minúsculos orifícios ou poros, que permitirão que só a água passe e reterão substâncias que estejam em suspensão na mesma. Estas substâncias, dependendo do tamanho, poderão atravessar os orifícios ou poros do filtro.

**FISSURA (FENDA).** Plano que separa ou tende a separar um bloco de rocha.

**FONTE.** Afloramento da água subterrânea na superfície devido ao fato da interceptação do lençol freático pela superfície do terreno.

**FONTE DE POLUIÇÃO PONTUAL.** A fonte está concentrada numa pequena superfície como um por exemplo um poço tubular ou escavado.

**FONTE DE POLUIÇÃO DIFUSA.** Quando a fonte da contaminação se estende, mesmo com uma baixa concentração, sob uma grande superfície, como é o caso de áreas de irrigação urbanas ou do transporte por via atmosférica.

**FONTE DE POLUIÇÃO LINEAR.** Quando a fonte de contaminação é um rio ou canal.

**GESTÃO.** Administração, gerenciamento.

**GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS.** Conjunto de técnicas, normas operacionais e administrativas utilizadas no uso dos recursos hídricos de uma região.

**GRADIENTE GEOTÉRMICO( GRAU).** Profundidade, em metros, necessária para que a temperatura aumente um grau Celsius.

**GRADIENTE HIDRÁULICO.** É a diferença de potencial entre dois pontos, divididos pela distância lateral dos pontos.

**HIDROGEOLOGIA.** Disciplina que estuda a água subterrânea, sua ocorrência, exploração, qualidade e modelos de gerenciamento.

**INFILTRAÇÃO.** Taxa máxima à qual um dado solo pode absorver a precipitação numa certa condição. A água infiltrada no solo pode ser dividida em três partes. A primeira, permanece na zona não saturada ou zona de fluxo não saturado, isto é, a zona onde os vazios do solo estão parcialmente preenchidos por água e ar, acima do nível freático. A segunda parte denominada interfuxo (escoamento sub-superficial), pode continuar a fluir lateralmente, na zona não saturada, a pequenas profundidades, quando existem níveis pouco permeáveis imediatamente abaixo da superfície do solo e, nessas condições, alcançar os leitos dos cursos d'água. A terceira parte, pode percolar até o nível freático, constituindo a recarga ou recursos renováveis dos aquíferos.

**INTEMPERISMO.** Conjunto de fenômenos químicos, físicos e biológicos que provocam alteração das rochas.

**IRRIGAÇÃO.** Aporte artificial de água para as plantações.

**JUSANTE.** Diz-se da região compreendida entre o observador e a foz de um curso d'água.

**LATERIZAÇÃO.** É o processo de decomposição química para a formação de hidróxidos de ferro ou de alumínio, ou ambos.

**LIXIVIAÇÃO.** É o processo através do qual substâncias solúveis são dissolvidas e transportadas pela água.

**MANTO DE INTEMPERISMO.** Conjunto do material acumulado sobre um maciço rochoso, formado a partir do intemperismo da rocha e em vários estágios de alteração. Engloba todas as camadas alteradas, indo do solo húmico superficial até a rocha sã.

## **MÉTODO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS**

### **- PERCUSSÃO**

Baseia-se no movimento contínuo de subida e descida de uma ferramenta pesada golpeando a formação rochosa desagregando-a e/ou fragmentando-a.

### **- ROTATIVO**

Baseia-se na trituração e/ou desagregação da rocha pelo movimento giratório de uma broca.

### **- ROTOPNEUMÁTICO**

Consiste na fragmentação da rocha através da combinação de uma percussão em alta frequência com pequeno curso de rotação.

**MILIGRAMAS POR LITRO.** É a unidade de concentração de um constituinte na água. Representa 0,001 grama de um elemento em 1 litro de água. É aproximadamente igual a uma parte por milhão (ppm).

**MONTANTE.** Diz-se da região compreendida entre o observador e a nascente do curso d'água.

**NASCENTE** .Quando o fluxo de água subterrânea intercepta a superfície do terreno, forma-se uma nascente. Há muitos tipos de nascentes, mas em geral a sua formação é condicionada pela existência de uma interface entre o nível freático ou piezométrico de um corpo permeável (aqüífero) e a superfície topográfica. Em terrenos ígneos e metamórficos, as nascentes estão, em geral, associadas a fraturas portadoras de água e interceptadas pelo relevo. Nem sempre, contudo, elas são visíveis, devido à cobertura por material inconsolidado acumulado nas encostas (talus e outros depósitos). Nascente de um rio: é o local mais a montante de seu curso principal.

**NÍVEL ESTÁTICO**. É o nível no qual a água permanece no poço quando não está sendo extraída do aqüífero, quer por bombeamento ou por fluxo livre.

**NÍVEL DINÂMICO**. É o nível em que a água permanece no interior do poço quando bombeado.

**NÍVEL FREÁTICO**. Superfície real que nos aqüíferos livres coincide com o limite superior da zona de saturação.

**NÍVEL PIEZOMÉTRICO OU POTENCIOMÉTRICO**. Superfície virtual, ou imaginária, que representa o nível da pressão hidrostática do aqüífero.

**OSMOSE REVERSA**. Esse é o processo mais moderno de purificação da água. Ele consiste em passar a água através de membranas, sem poros, que deixarão, de um lado parte da água com os sais e microorganismos, e do outro lado, a água pura, tanto química, quanto microbiologicamente. Pode-se neste caso purificar a água do mar ou águas muito salinas. Este é o único processo de filtração de água que retira vírus da água. Seu grande inconveniente é que, para se obter um litro de água pura, tem-se que gastar até 5 ou mais litros de água a purificar e também o preço das membranas que devem ser trocadas periodicamente, que é alto.

**OZONIZAÇÃO**. Dissolução do gás ozônio em porção de água, numa taxa que mate os microorganismos indesejáveis.

**PEDOLOGIA**. A ciência que trata do estudo dos solos.

**PERCOLAÇÃO**. É o movimento da água através de aberturas nos solos e rochas.

**PERFIL GEOLÓGICO**. Representação da sucessão vertical dos horizontes rochosos.

**PERMEABILIDADE**. Capacidade de um meio poroso transmitir água.

**POLUENTES** São elementos estranhos à composição natural, tanto biológica como físico-química de uma água, a qual lhe é conferida durante o seu percurso hidrogeológico.

**PONTEIRA**. Haste perfurada, com terminação cônica, que é cravada no terreno, e através da qual pode-se retirar água com bomba de sucção.

**POLIMORFISMO**. É a propriedade do mineral de ser polimorfo, isto é, quando diferentes minerais possuem a mesma composição química, mas formas cristalinas diferentes, tendo, portanto, muitas outras propriedades físicas e químicas diferentes também, porque estas dependem da forma cristalina do mineral.

**POROS**. Espaços vazios em rochas ou solos que a água pode ocupar, permanente ou temporariamente.

**POROSIDADE**. A porosidade total ou simplesmente a porosidade de um solo ou rocha pode ser definida como sendo a relação entre o volume de vazio e o volume total .

$$n = \frac{V_v}{V_t}$$

**n = porosidade total**  
**V<sub>v</sub> = volume de vazios**

$$n = \frac{V_v}{V} \quad V = \text{volume total}$$

**POROSIDADE PRIMÁRIA** .Poros ou vazios originais da rocha.

**POROSIDADE SECUNDÁRIA**. Fissuras e/ou cavidades de dissolução desenvolvidas após a formação da rocha.

**POROSIDADE EFETIVA**. É a razão entre o volume de água efetivamente liberado de uma amostra de rocha porosa saturada e o volume total.

**POÇO**. Escavação artificial, realizada por diversos métodos com objetivo de obtenção de água a partir de aquíferos.

**POÇO ARTESIANO**. Poços que atingem aquíferos confinados, podendo ser surgentes ( quando o nível piezométrico está acima da superfície do terreno) e não surgentes (quando o nível piezométrico está abaixo da superfície do terreno).

**POÇO TUBULAR**. São poços de pequenos diâmetros com profundidades variadas muitas vezes revestidos de tubos intercalados com filtros, de onde a água é extraído com bombas e compressores.

**POÇO ESCAVADO**. São poços de grande diâmetro geralmente de pequenas profundidades normalmente revestido de cimento, ladrilhos e pedras. Água extraída com baldes, bombas de pequena potência, bombas manuais, moinhos de ventos etc.

**POÇOS DE INJEÇÃO**. Refere-se a um poço construído com objetivo de injetar água tratada diretamente no aquífero.

**POÇO JORRANTE**. Poço perfurado em aquífero artesiano no qual a água jorra naturalmente na superfície.

**POÇO RADIAL**. Poço escavado com diâmetro maior que o normal que possui em sua parte inferior um conjunto de drenos cravados nas paredes e que penetram radialmente o aquífero aumentando a área de captação de água e portanto a produção do mesmo.

**PH**. Potencial Hidrogeniônico. Significa o grau de acidez ou alcalinidade em um meio químico. O valor 7 indica um valor neutro, valores superiores correspondem a meio alcalino e inferiores a meio ácidos.

**PLUMA**. Emissão contínua de poluentes a partir de uma fonte pontual que tem uma expansão previsível.

**PRÉ-FILTRO**. É o preenchimento do espaço anelar entre a tubulação de revestimento/filtro e o diâmetro interno do furo, com material arenoso ou cascalho, até altura pré-calculada, do fundo do poço à coluna de revestimento.

**RASTEJAMENTO**. Deslocamento lento e contínuo, segundo o declive, de massas rochosas geralmente incoerentes, em vias de decomposição, ou do próprio manto.

**RAIO DE INFLUÊNCIA**. Distância do centro do poço até o limite do cone de depressão.

**REBAIXAMENTO**. Significa a descida do nível da água, a partir do nível estático, em consequência do bombeamento do fluxo livre nos poços jorrantes. É a diferença, expressa em metros, entre o nível estático e o nível dinâmico.

**REBAIXAMENTO DO LENÇOL D'ÁGUA**. Técnica que consiste em bombear a água num certo ponto em quantidade tal que as proximidades do poço ficam temporariamente secas.

**RECALQUE DO TERRENO**. Abaixamento da altitude da superfície do terreno, em virtude do bombeamento da água de poços nas proximidades. O recalque pode provocar rachaduras no solo e em construções. Em casos extremos pode haver desmoronamento das construções afetadas.

**RECARGA.** Água que flui para o aquífero. Por exemplo: água da chuva que infiltra para o subsolo.

**RECARGA ARTIFICIAL.** É um processo pelo qual a água é induzida a fluir em direção ao aquífero (infiltração induzida ou poços de recarga).

**RECESSÃO OU FLUXO DE BASE.** A parcela de água que constitui a recarga circula na zona de saturação das águas subterrâneas e, eventualmente, pode alcançar os leitos dos rios, formando nesta o caso o que chamamos de fluxo de base ou recessão.

**REGOLITO.** Termo usado pelos geólogos como sinônimo de solo em seu sentido amplo. Camada de material intemperizado que recobre a superfície do planeta.

**RESERVA HIDROGEOLÓGICA RENOVÁVEL OU REGULADORA.** É o volume de água de faixa de flutuação anual ou sazonal do nível de saturação do horizonte ou zona aquífera e corresponde ao volume de realimentação anual ou estacional.

**RESERVA HIDROGEOLÓGICA PERMANENTE.** Corresponde ao volume de água da parte do aquífero situada abaixo da zona de flutuação anual ou estacional.

**RESERVAS HIDROGEOLÓGICAS EXPLOTÁVEIS.** São os volumes de água que podem ser economicamente extraídos, sem provocar exaustão ou degradação do aquífero como meio de armazenamento natural ou artificial de água.

**RESERVAS HIDROGEOLÓGICAS TOTAIS.** Entende-se como Reserva Hidrogeológica Total de um aquífero, a soma das suas Reservas Renováveis mais a totalidade da Reserva Permanente.

**RESERVATÓRIO.** Lagoas, açudes, bacias, naturais ou artificiais para armazenar, regular ou controlar a água.

**RESÍDUO SECO.** É o peso dos sais resultantes da evaporação de um litro d'água após a filtragem para a remoção de materiais em suspensão.

**RETENÇÃO ESPECÍFICA.** É a quantidade de água que a unidade de volume do material retém.

**RIO INFLUENTE.** Rio que alimenta o aquífero através de sua descarga de base, em épocas de estiagens.

**RIO EFLUENTE.** Rio alimentado pelo aquífero.

**SEDIMENTOS.** Termo geralmente aplicado aos materiais em suspensão na água.

**SÓLIDOS EM SUSPENSÃO.** Corresponde a carga sólida em suspensão na água (silte, argila, matéria orgânica) depois de seca e pesada, sendo medida em termos de mg/l.

**SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS.** É o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume.

**SOLOS.** Porção superior da superfície da terra, constituída por rochas inconsolidadas, alteradas e partículas minerais misturadas com materiais orgânicas

**SOLOS ZONAIS.** São solos solos idênticos, quando sujeitas ao mesmo ambiente climático de intemperismo.

**SOLOS INTRAZONAL.** Em havendo influência local, como por exemplo, tipo de drenagem, influência de rochas ricas em sais alcalinos, ou algum outro fator local, fala-se em solo intrazonal.

**SOLOS AZONAL.** São solos que não tem a menor relação com o clima, como por exemplo, os solos aluvionares recentes.

**SUBSIDÊNCIA (RECALQUE DO TERRENO).** Colapso da superfície do terreno causado pelo bombeamento de água.

**SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA.** É o lugar geométrico dos pontos que marcam as alturas potenciométricas de um aquífero, referidas a uma dada profundidade

**SUPERFÍCIE FREÁTICA.** Definida como o lugar geométrico dos pontos em que a água se encontra submetida a pressão atmosférica.

**SUPEREXPLORAÇÃO DOS AQUÍFEROS.** É a diminuição do nível de água dos aquíferos, por causa da perfuração de um número exagerado de poços ou pela proximidade deles e de sua contínua exploração, resultando aumento no custo de bombeamento, uma diminuição do rendimento dos poços, rebaixamento dos terrenos.

**TÁLUS.** Nome dado ao acúmulo de material formado pelo intemperismo.

**TURBIDEZ.** É a dificuldade da água para transmitir a luz provocada pelos sólidos em suspensão.

**TRANSPIRAÇÃO.** É o processo pelo qual as plantas perdem água para a atmosfera.

**TRANSMISSIVIDADE.** Corresponde a quantidade de água que pode ser transmitida horizontalmente por toda espessura saturada do aquífero. Pode-se conceituá-la como a taxa de escoamento de água através de uma faixa vertical do aquífero com largura unitária submetida a um gradiente hidráulico unitário.

**TROCA CATIÔNICA.** Fenômeno que ocorre no solo e nos aquíferos, relacionado à retenção de cátions na superfície das partículas finas (argilas e matéria orgânica) através de pequenas cargas elétricas.

**USO SUSTENTADO.** Uso da água que não provoca degradação de suas fontes e de suas qualidades, permitindo que futuras gerações possam dela dispor.

**VAZÃO DO POÇO.** É o volume de água extraído do poço na unidade do tempo, por bombeamento ou por fluxo livre.

**VAZÃO ESPECÍFICA.** É a quantidade de água que a unidade de volume do material fornece.

**VERTENTES.** Superfícies inclinadas do terreno que drenam as águas das chuvas para os vales.

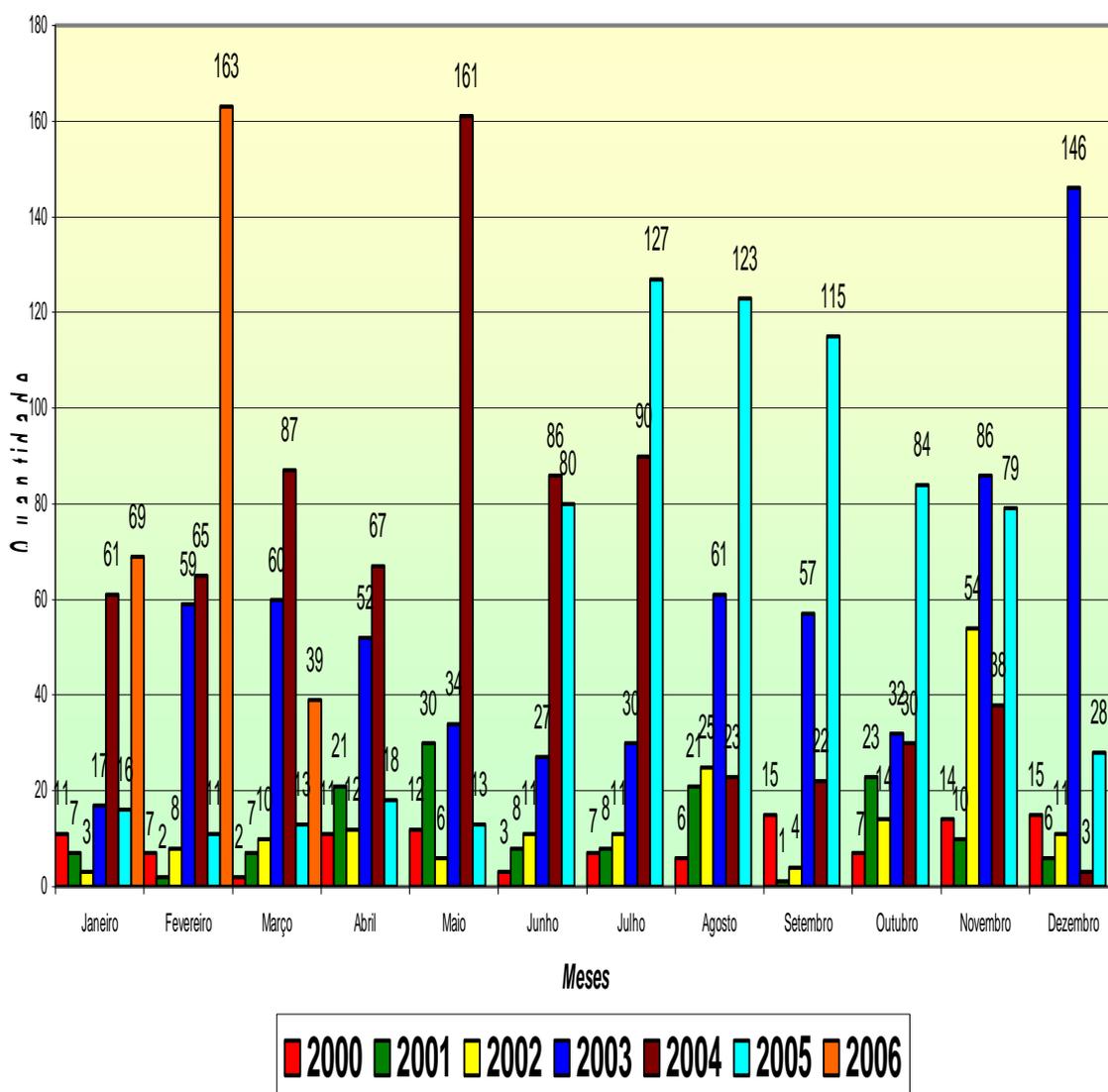
**VULNERABILIDADE DE AQUIFEROS.** É o conjunto de características do aquífero, que determina o quanto ele poderá ser afetado pela ação de um contaminante.

**ZONA SATURADA (ZONA DE SATURAÇÃO).** Situada abaixo da superfície freática, onde todos os vazios existente no terreno estão preenchidos com água.

**ZONA NÃO SATURADA ( ZONA DE AERAÇÃO OU ZONA VADOSA).** Situa-se entre a superfície freática e a superfície do terreno e nela os poros estão parcialmente preenchidos por gases e água. Divide-se em três partes: zona capilar , intermediária e zona de água do solo.

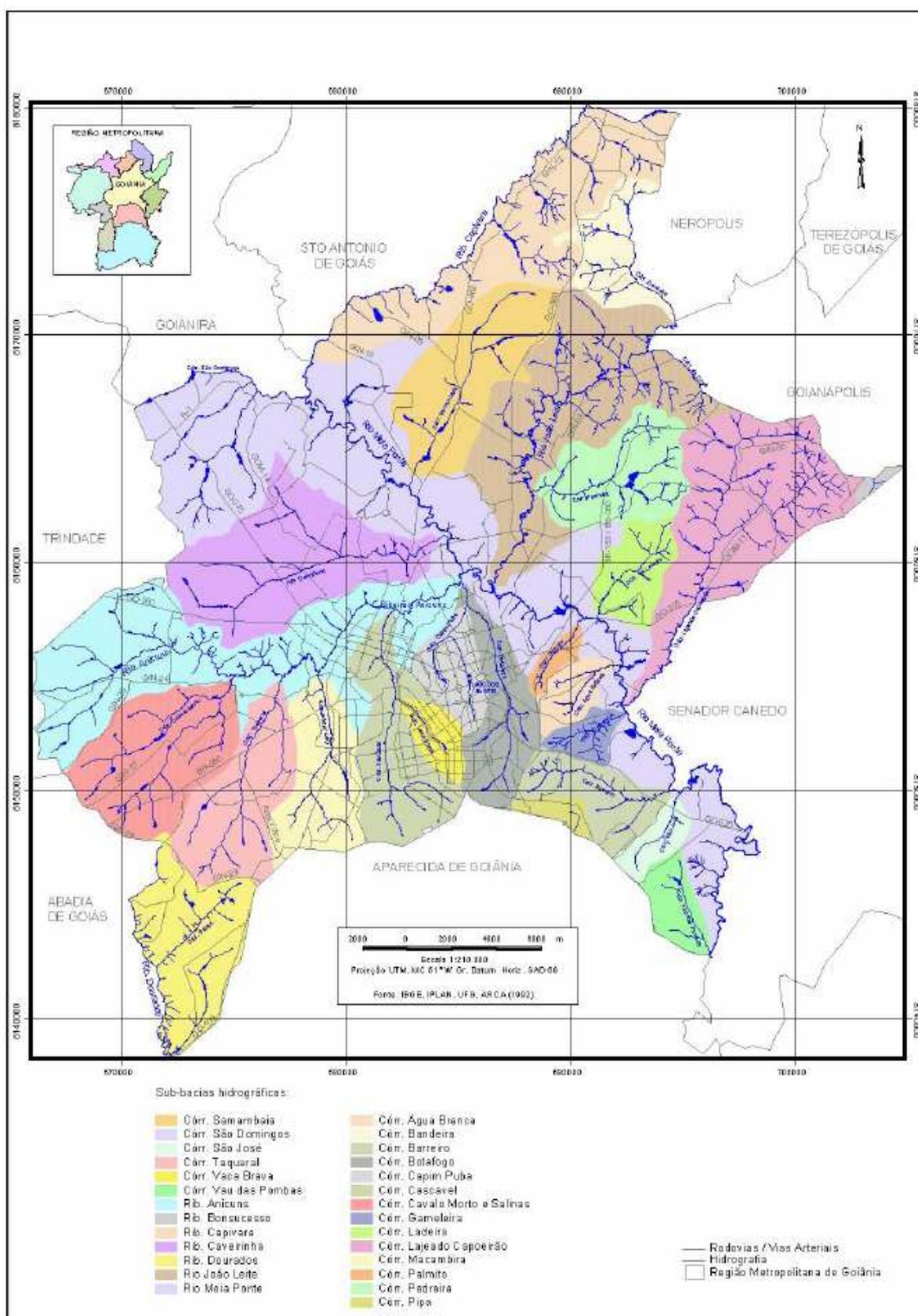
**III. NÚMERO DE TERMOS CIRCUNSTANCIADO DE OCORRÊNCIA, TCO's, ENVIADOS A JUSTIÇA PELA DELEGACIA ESTADUAL DE CRIMES CONTRA O MEIO AMBIENTE, (DEMA) ENTRE 2000-2006**

TCO's remetidos aos JEC's



Fonte: DEMA, 2006

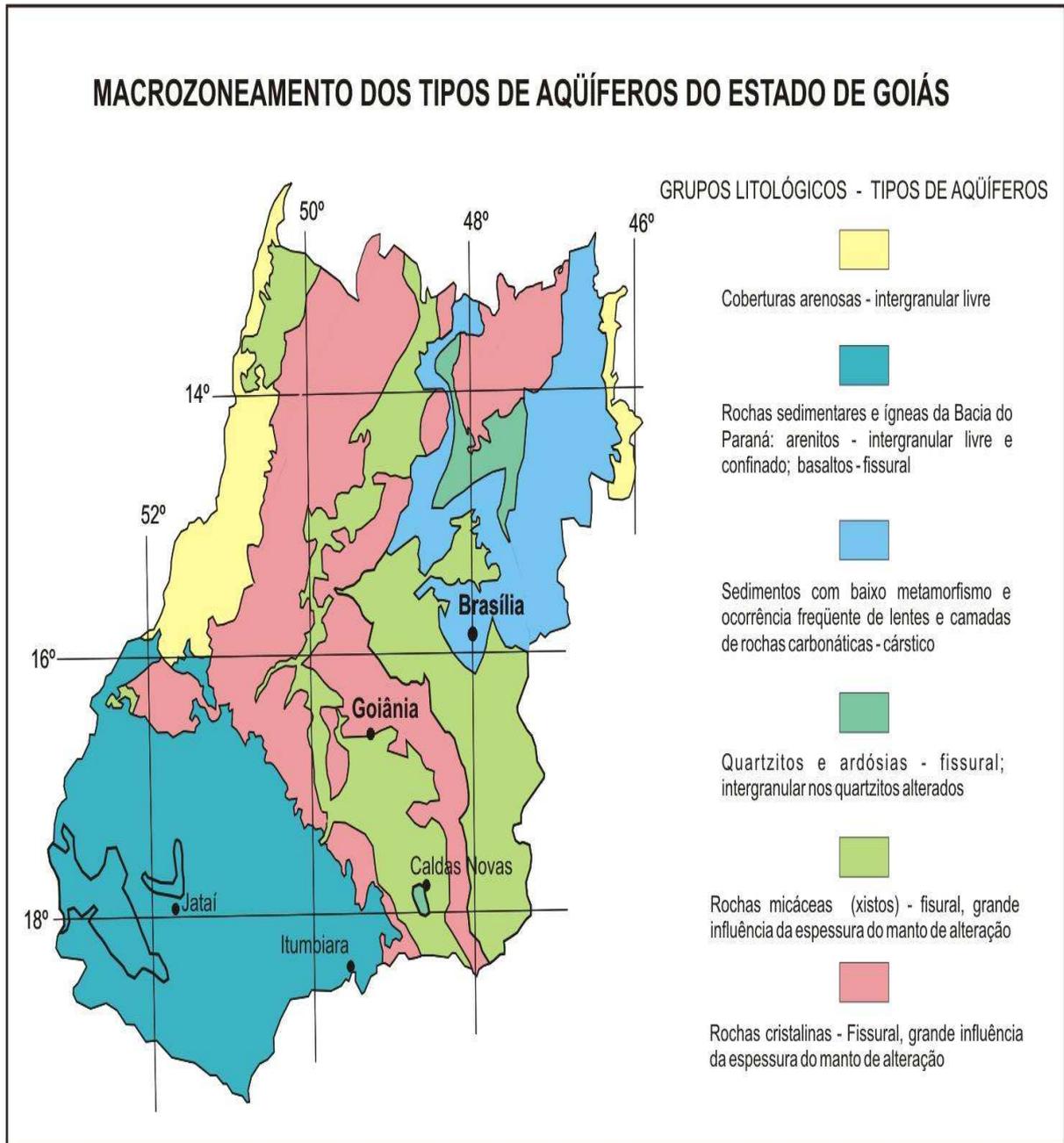
#### IV. BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DE GOIÂNIA



Sub-bacias e rede hidrográfica do município de Goiânia.

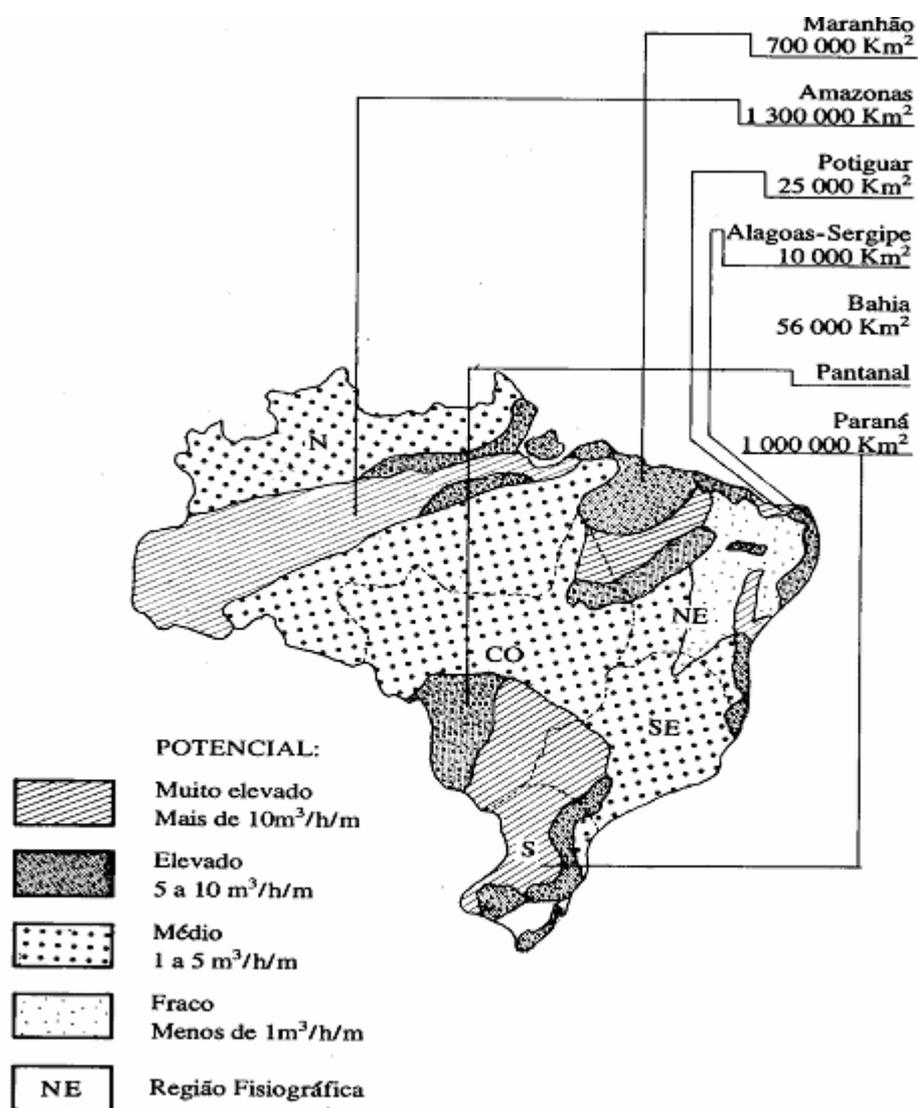
Fonte: Mota, 2003

## V GEOLOGIA: MACROZONEAMENTO DE AQÜÍFEROS EM GOIÁS



Fonte: Filho, (CPRM), 2004

## VI. BRASIL: POTENCIAL VAZÃO DE AQUIFEROS



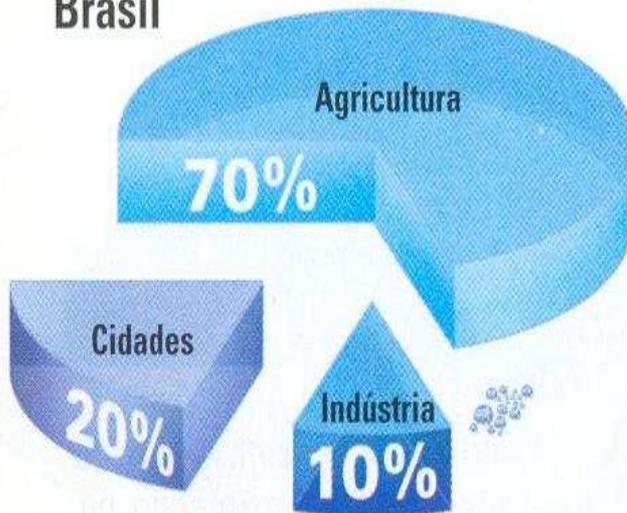
Fonte: Rebouças, 2003

## VII. CONSUMO DE ÁGUA.

### Consumo por setor

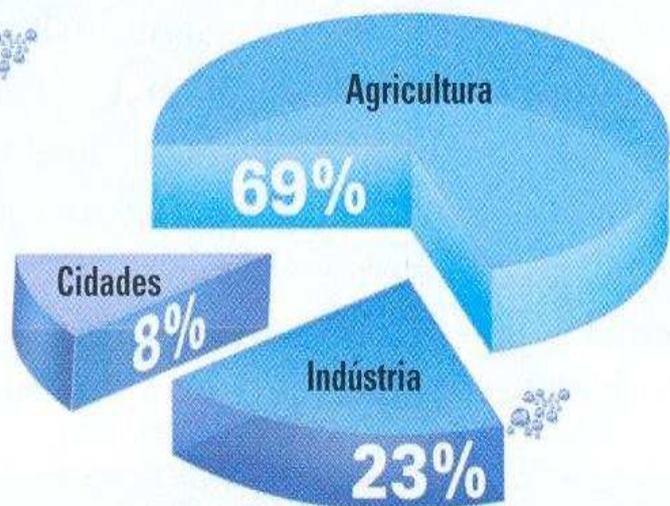
Parcela de cada grupo econômico nos gastos de água doce

#### Brasil

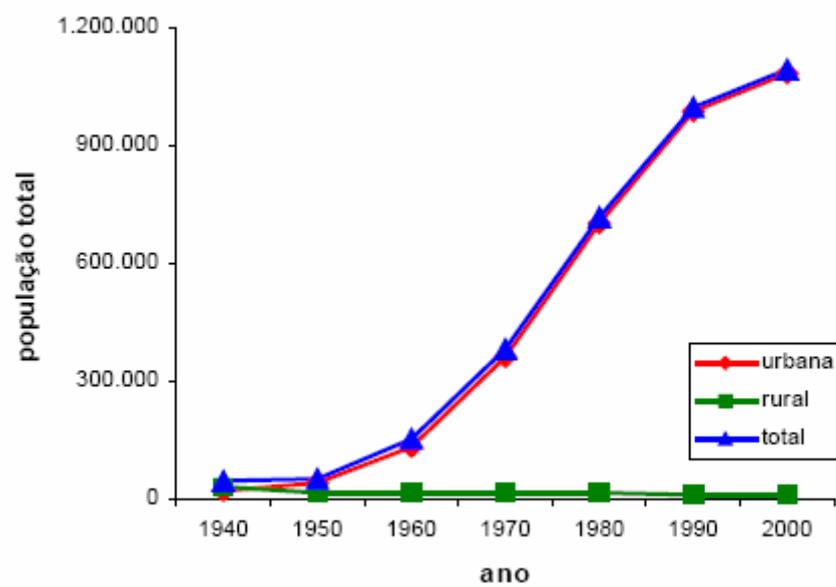


Fontes: WWC e ANA

#### Mundo



## VIII GOIÂNIA: EVOLUÇÃO POPULACIONAL



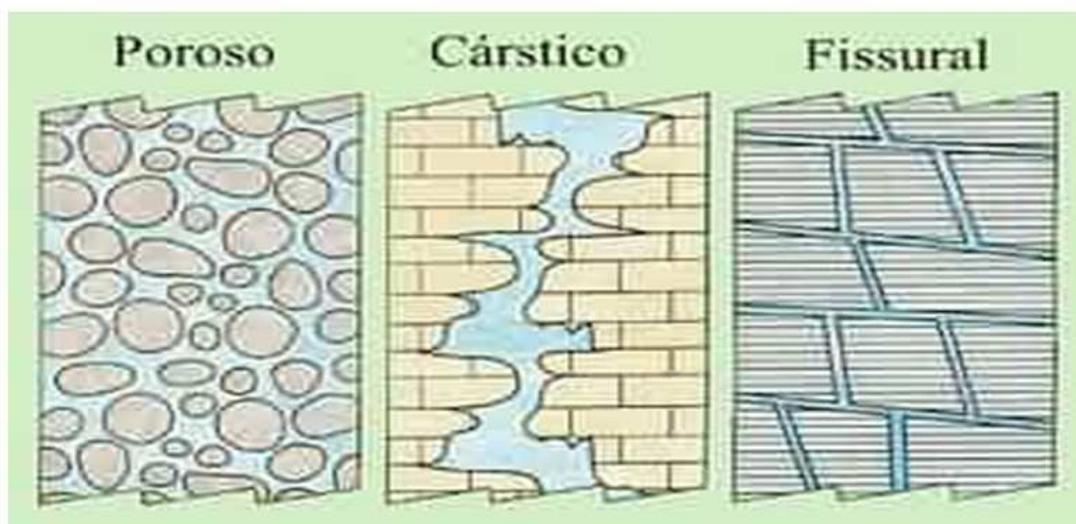
Fonte: IBGE, 2003

## IX SANEAMENTO BÁSICO EM GOIÁS

Municípios e população atendidos por sistemas de água  
e esgoto, Goiás - 1996-2002

Ano	Água			Esgoto		
	Municípios	População Atendida	% da Pop. Atendida	Municípios Atendidos	População Atendida	% da Pop. Atendida
1996	209	2.930.882	80	21	1.242.591	34
1997	214	3.105.664	81	21	1.287.309	34
1998	218	3.389.130	83	22	1.341.707	33
1999	219	3.648.022	84	24	1.461.569	34
2000	224	3.852.582	84	26	1.518.624	33
2001	225	3.782.333	84	33	1.561.649	34
2002 (*)	224	3.799.937	84	34	1.583.854	35

Fonte: SANEAGO

**X TIPOS DE AQUÍFEROS****Tipos de Aquíferos**

Fonte da Figura: UNESCO, 1992, Ground Water. Environment and Development - Briefs. No. 2. - traduzida e adaptada pelo DRM/RJ