

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

MARGARETH HOKAMA SHINZATO

**RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO MUNICÍPIO  
DE CAMPO GRANDE-MS: ASPECTOS TÉCNICOS E  
JURÍDICOS**

Campo Grande, MS  
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

MARGARETH HOKAMA SHINZATO

**RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO MUNICÍPIO  
DE CAMPO GRANDE-MS: ASPECTOS TÉCNICOS E  
JURÍDICOS**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Impactos Ambientais.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Giancarlo Lastoria**

Aprovada em: 09 de novembro de 2007

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Giancarlo Lastoria  
Orientador – PGTA/UFMS

Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto  
DCH-Três Lagoas/UFMS

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula Loureiro Paulo.  
PGTA/UFMS

Campo Grande, MS  
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Coordenadoria de Biblioteca Central – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

S556r      Shinzato, Margareth Hokama.  
            Recursos hídricos subterrâneos no município de Campo Grande, MS :  
            aspectos técnicos e jurídicos / Margareth Hokama Shinzato. -- Campo  
            Grande, MS, 2007.  
            72 f. ; 30 cm.

            Orientador: Giancarlo Lastoria.  
            Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
            Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.

            1. Águas subterrâneas – Uso – Campo Grande, MS. 2. Poços – Campo  
            Grande,MS. I. Lastoria, Giancarlo. II. Título.

CDD (22) – 628.114098171

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, *in memoriam*, que me ensinaram a sabedoria de ser gente e a ser feliz.

## AGRADECIMENTOS

À minha família pelos momentos de apoio e compreensão;

Ao Prof. Dr. Robert Schiavetto pelo incentivo;

Ao meu orientador Prof. Dr. Giancarlo Lastoria pela disposição e confiança;

Aos professores Dr<sup>a</sup> Rosana Siqueira Bertucci e Dr. Carlos Nobuyoshi Ide com suas essenciais contribuições na Banca de Qualificação;

À Thalita e Guilherme, pelo apoio na elaboração dos mapas;

Aos geólogos do IMASUL, SANESUL e CPRM, Angélica Haralampidou, Antônio Cláudio Leonardo Barsotti, Antônio Carlos Benatti Valente, Cleuza Maria Gomes Viana, Milton Medeiros Saratt, Wilson Dias de Pinho Filho pelo companheirismo nas informações prestadas;

Aos professores e amigos do Departamento de Hidráulica e Transportes e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais que contribuíram direta e indiretamente com este trabalho;

A Deus pela oportunidade de conviver com pessoas iluminadas.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba”.

João Guimarães Rosa

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iii
<b>EPÍGRAFE</b> .....	iv
<b>SUMÁRIO</b> .....	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	4
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	6
<b>4. JUSTIFICATIVA</b> .....	7
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	9
<b>6. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO MUNICÍPIO</b> .....	11
<b>7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
7.1. Aspectos Gerais da Água Subterrânea.....	13
7.1.1. Definição .....	13
7.1.2. Histórico .....	13
7.1.3 Importância .....	16
7.1.4. Caracterização .....	20
7.1.5. Obras de Captação .....	21
7.2. Hidráulica Subterrânea .....	22
7.3. Classificação dos Aquíferos .....	25
7.4. Usos, Gestão, Instrumento de Gestão e Qualidade das Águas Subterrâneas .....	26
7.5. Plano Nacional de Recursos Hídricos e Plano Nacional de Meio Ambiente .....	30
7.6. Responsabilidade Administrativa Civil e Penal .....	32
7.7. Aspectos Jurídicos e Diplomas Legais .....	33
7.7.1. Decretos-Leis .....	36
7.7.2. Constituição Federal .....	37

7.7.3. Leis Federais de Recursos Hídricos.....	37
7.7.4. Leis Estaduais de Recursos Hídricos.....	38
7.7.5. Lei Municipal.....	38
7.7.6. Portarias do DNPM.....	39
7.7.7. Portarias e Resoluções da ANVISA.....	39
7.7.8. Resoluções do CNRH.....	39
7.7.9 Portaria do Ministério da Saúde.....	40
<b>8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>
<b>11. GLOSSÁRIO HIDROGEOLÓGICO.....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Localização do Município de Campo Grande.....	5
FIGURA 7.1. Ciclo Hidrológico.....	23
FIGURA 7.2. Balanço Hídrico.....	25
FIGURA 8.1. Mapa Hidrogeológico do Município de Campo Grande.....	42
FIGURA 8.2. Mapa de Localização dos Poços Tubulares e Rasos.....	44
FIGURA 8.3. Poço Tubular.....	45
FIGURA 8.4. Poço Raso.....	45

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 8.1. Parâmetros Hidráulicos de poços no entorno do Câmpus da UFMS de Campo Grande - MS

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Águas  
ANEEL – Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica  
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica  
art - artigo  
CF – Constituição Federal  
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos  
CTAS – Câmara Técnica de Águas Subterrâneas  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COOPHA´s – Cooperativas Habitacionais  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
CREA-MS – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Mato Grosso do Sul  
DERSUL – Departamento de Estradas de Rodagem de Mato Grosso do Sul  
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral  
E – Evaporação  
EMBRAPA – Empresa Brasileira Agropecuária  
ETA – Estação de Tratamento de Água  
ET– Evapotranspiração  
FUNCESP – Fundação Municipal de Cultura Esporte e Lazer  
GWW – Groundwater for windows  
I – Infiltração  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IG/USP – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo  
IMASUL – Instituto de Meio Ambiente Pantanal de Mato Grosso do Sul  
ISO – Organização Internacional de Normalização  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
ONU – Organizações das Nações Unidas  
P – Precipitação  
PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente  
PMCG – Prefeitura Municipal de Campo Grande

PTARH Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB

Q – Escoamento superficial

Q sub – Escoamento básico + recarga profunda

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SANESUL - Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S.A.

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente

SEMADES – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável

SEMUR – Secretaria Municipal de Controle Ambiental e Urbanístico

SEPLAN – Secretaria Estadual de Planejamento de Mato Grosso do Sul

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

T – Transpiração

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UnB - Universidade de Brasília

UFERMS – Unidade de Referência do Estado de Mato Grosso do Sul

UNESCO – Organizações das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UOP – Universal Oil Products Co

WWIUMA – World Watch Institute/Universidade Livre da Mata Atlântica

WMO – World Meteorological Organization

## RESUMO

A implantação de diretrizes que propiciem mecanismos de controle no setor público, na iniciativa privada e na própria população, em relação aos recursos hídricos sub-superficiais, é fundamental para que os poderes estaduais e municipais se compatibilizem com uma política de águas subterrâneas. Embora a Constituição Brasileira de 1988 delegue aos estados da Federação a incumbência de legislar sobre os recursos hídricos subterrâneos, constata-se no Município de Campo Grande-MS, uma intensa atividade de exploração desse manancial, indicando falta de exigência legal e controle. Hoje, não se têm dados precisos sobre o número de poços existentes, nem os volumes extraídos anualmente, utilizando-se para a captação poços tubulares e poços rasos, destinados a suprir a demanda dentro e fora do sistema de abastecimento de água, que também utiliza mananciais superficiais. Para exemplificar essa super exploração, foi escolhida uma área no entorno do Câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, evidenciando que o raio de influência de um poço acaba interferindo no cone de rebaixamento de outro poço, provocando rebaixamento regional do aquífero e diminuição na capacidade de produção dos poços. Este estudo aborda aspectos hidrogeológicos do Município de Campo Grande, bem como analisa os dispositivos jurídicos existentes no Brasil, utilizados como subsídios para a proposição de uma Legislação Municipal que possa promover no presente estágio das leis estaduais de recursos hídricos e de águas subterrâneas, um controle mais eficiente na exploração do manancial subterrâneo.

Palavras-Chave: Água Subterrânea, Legislação Municipal, Campo Grande-MS.

## **ABSTRACT**

The implementation of legal instruments of management and planning, in relation to subterranean water resources, that lead to innovations in the public sector, among users, and the population at large, is fundamental so that the municipal and state authorities are in congruence with regard to a public policy for subterranean waters. In the Municipality of Campo Grande, there is an intensive use of subterranean water sources, without any legal requirements or control. There are not even precise data on the number of tubular wells in operation, or the volumes of water extracted per year. Most of these wells supply water outside the ambit of the public water system that also uses subterranean water sources. As a result, an indiscriminate use of such water has been occurring, where the area of influences of one well can interfere with the cone of use of another. The present study considers hydrogeological aspects of the Municipality of Campo Grande, to develop a policy proposal for management and control of the drilling of tubular wells, the main type of operation for the extraction of subterranean water in the region.

Key-words: groundwater, municipal legislation, Campo Grande-MS

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a preocupação com o meio ambiente destaca-se nos diversos níveis da sociedade, visto que todos os elementos estão inevitavelmente associados ao Planeta Terra.

Assim, na abordagem do tema água e imaginando-se uma política nacional para esse recurso natural, ações e questões ambientais devem ser consideradas no âmbito do conhecimento, das possibilidades de diagnóstico e da necessidade de se proteger, desta forma, os recursos hídricos, em um processo permanente e conjugado, abrangendo uma grande amplitude de trabalhos pelos Municípios, pelos Estados e pelo País.

Para o início da aprendizagem, as discussões, a conscientização e a tomada de atitudes em relação aos recursos hídricos, implicam em uma série de áreas do conhecimento, ou melhor, devem ser traçadas ações multidisciplinares, envolvendo não só as áreas das engenharias, da geologia, da química, ou da ecologia, como também a área de direito. Na verdade, nosso País foi vanguardista na proteção de recursos naturais e o trato com os recursos hídricos, pioneiro. Atribui-se como um dos primeiros registros históricos legislativos o Código de Água de 1934, que já tinha como preocupação a conservação deste bem para as gerações futuras. As demais legislações têm como objetivo contribuir com todos aqueles que trabalham não só com a área jurídica específica, como os escritórios de advocacia, mas também com os administradores públicos, os centros de pesquisas, as indústrias, as empresas com certificações ISO, as consultorias, os ambientalistas, entre outros.

Vale ressaltar que cada formação profissional contribui com o seu conhecimento para garantir o avanço em estudos conjuntos, através da interface entre as áreas das ciências exatas e tecnológicas, biológicas e humanas. É um facilitador aos estudiosos a busca por leis, decretos, resoluções, sejam nas suas atividades de pesquisa, ou nas suas necessidades em propor planos de gestão ou de políticas públicas sobre o tema água.

A água é considerada um bem precioso desde a era cristã e, na própria Bíblia, já era inserido como parte fundamental da vida, apontada como a maior dádiva da natureza.

Como a água é um recurso natural de múltiplos empregos, essencial à vida, insubstituível, irregularmente distribuída no tempo e no espaço, degradável e em constante movimentação natural por meio do ciclo hidrológico, tanto os recursos hídricos superficiais como os subterrâneos são integrados e não devem ser estudados separadamente.

No entanto, o que se depara no cotidiano brasileiro, é que existem muito mais regulamentações abrangendo as águas superficiais do que as subterrâneas, lembrando que a Constituição Federal de 1988 delega aos estados da federação a competência para legislar sobre matéria administrativa voltada aos recursos hídricos sob seu domínio, e não ferindo a competência privativa da União, para legislar sobre águas.

Com o crescimento populacional, industrial e agropecuário, a demanda de água, nas suas diferentes formas de utilização, tem gerado escassez, conflitos de interesse, competição, perturbações sociais, problemas ao desenvolvimento econômico e até mesmo à preservação ambiental, tornando-se imperiosa a regulamentação dos seus usos.

Mesmo sabendo-se que três quartos da superfície terrestre são recobertos por água, mais recentemente, deixou de ser considerada como um bem infinito, pelo menos do ponto de vista qualitativo, isto é, em condições de potabilidade, passando a despertar o interesse e a atenção de toda a sociedade, inclusive com estudos e aplicações do seu reuso, ou seja, o reaproveitamento de águas servidas.

Diante desse cenário, é importante buscar responsabilidades cada vez maiores, sobre a gestão dos recursos hídricos e, nesse sentido, uma legislação municipal tende a ser mais eficiente, uma vez que a área territorial do município é menor, os problemas estão mais próximos dos tomadores de decisão e dos órgãos de controle, além do fato de que essa regulamentação precisa ser necessariamente mais restritiva do que as legislações superiores, estaduais e federais.

Compete aos Municípios legislar sobre assuntos de interesse local, conforme à Constituição Federal de 1988 art. 30, I e II, suplementando as legislações federal e estadual e cabe ainda ao Município, organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local nos termos do art. 30, V da Constituição Federal e promover no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano (art. 30, VIII da Constituição Federal), o que reflete na qualidade e na quantidade das águas.

A elaboração de uma proposta de diretrizes, aliada a um cadastro municipal de construção de poços, com o devido controle e fiscalização sobre esse tipo de obra, conferirão ao novo usuário do manancial subterrâneo uma maior garantia do bem que ele passará a

desfrutar, sem colocar em risco os municípios mais antigos que já se utilizam desse recurso. Ao final, esse processo deverá propiciar a conscientização de toda a população envolvida.

A implantação de instrumentos legais de gestão e de planejamento dos recursos hídricos subterrâneos, que propiciem inovações no setor público, privado e na própria população, é fundamental para que o município e o estado se compatibilizem com uma política de águas subterrâneas.

É imperioso salientar que, a Constituição Federal (BRASIL, 1988), ao tratar da competência comum estabelece no art. 23 inciso VI:

Art.23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

Essa competência é estabelecida na Constituição Federal de 1988 como Competência Administrativa ou Material, referindo-se a ações administrativas, ao poder ou dever da Administração Pública de cuidar dos assuntos de sua competência.

Mesmo os municípios não tendo sido contemplados com o domínio sobre as águas subterrâneas, recaem sob suas responsabilidades fiscalizar e zelar pelo equilíbrio ambiental, como descrito no art. 225 §1º incisos I a VII da Constituição Federal vigente. Essas ações são necessárias para uma cooperação entre o Poder Público, garantindo a efetividade das normas ambientais.

Pode-se imaginar que a maioria dos municípios brasileiros não possui condições para regulamentar o uso das águas subterrâneas, por falta de infra-estrutura e recursos humanos capacitados. Por outro lado, pode-se visualizar uma situação inversa quanto ao uso desse manancial, ou seja, poucos municípios não utilizam as águas de subsuperfície, com as diferentes maneiras de captação e de emprego.

O Município de Campo Grande, por sua posição geográfica, tem características geológicas e geomorfológicas (SEPLAN, 1990), que permitem o aproveitamento tanto de recursos hídricos superficiais, como subterrâneos. Historicamente, a cidade homônima teve sua origem há pouco mais de um século, aproveitando, naquela época, a água das nascentes e córregos existentes nesse local. Registros antigos relatam a existência de “regos d’água” para suprir o abastecimento das primeiras moradias.

Passado o tempo e com a definição da sede municipal, foram construídos os primeiros sistemas de abastecimento, principalmente a partir de captações de águas superficiais, sendo que em 1968 foi criado o Serviço Autônomo de Águas e Esgoto de Campo Grande-SAAE (PLANURB, 1999). Com o crescimento da cidade e a sua expansão com inúmeras cooperativas habitacionais - COOPHA's, deu-se um processo de construção de sistemas individuais de abastecimento para cada conjunto residencial, com captação de água subterrânea por meio de poços tubulares.

Conhecida como Cidade Morena, Campo Grande inseriu-se numa grande fase de crescimento após 1979. A concretização deste fato ocorreu em 11 de outubro de 1977, pela promulgação da Lei Complementar nº. 31 art. 3º, que criou o Estado de Mato Grosso do Sul, cuja Capital passou a ser a cidade de Campo Grande (PLANURB, 1999).

Após a efetiva implantação do novo estado, os campo-grandenses deixaram de ter um sistema público municipal de abastecimento de água, o qual passou a ser operado pela recém criada Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul – SANESUL. O novo sistema aumentou a captação superficial, incorporou os sistemas isolados das cooperativas habitacionais e ampliou o número de poços tubulares para atender a demanda da cidade. Atualmente, este sistema está privatizado e é gerida pela Empresa Águas Guariroba S.A. podendo-se afirmar que mais de 50% da água consumida em Campo Grande provem do manancial subterrâneo.

## 2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Campo Grande está localizado na porção central do Estado de Mato Grosso do Sul e faz parte do Micro-Região Geográfica homônima, conforme é mostrado na FIGURA 2.1 (SEPLAN, 1990).

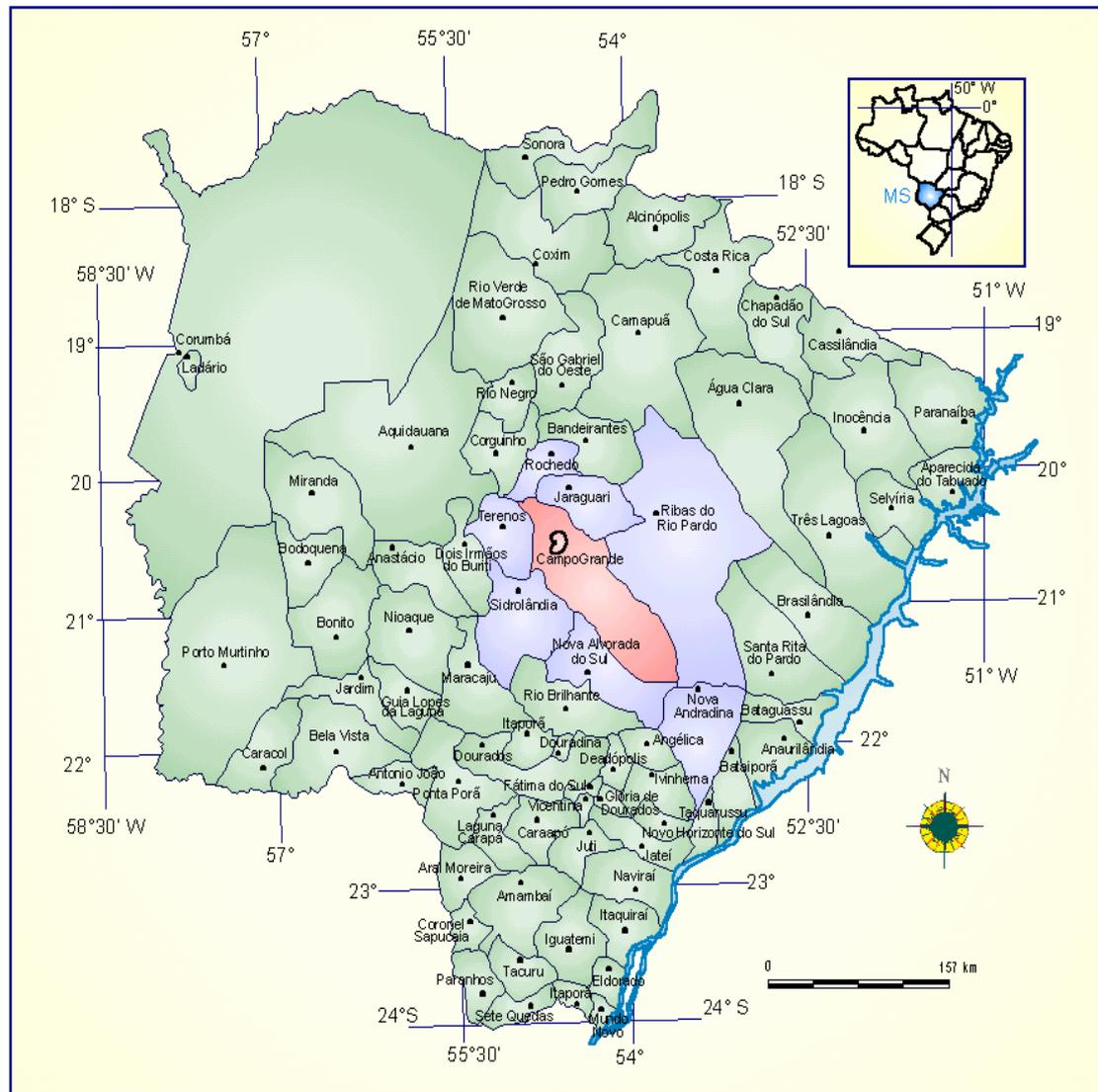


FIGURA 2.1 – Localização do Município de Campo Grande no Estado de Mato Grosso do Sul, com indicação dos municípios que fazem limites.  
Fonte: Modificado de SEPLAN (1990)

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

- contribuir para formulação de uma política municipal de águas subterrâneas compatibilizada com as políticas de recursos hídricos nacional e estadual.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- produzir subsídios para estabelecer uma regulamentação do uso da água subterrânea e dos poços tubulares no Município de Campo Grande;
- enfocar os principais aspectos físicos de caracterização hidrogeológica do município, de modo a dar sustentação aos aspectos jurídicos;
- fomentar medidas coerentes para preservação da sua qualidade como manancial natural, visando a sustentabilidade local.

#### 4 JUSTIFICATIVA

Diante da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, na qual ficou instituída a Política Nacional dos Recursos Hídricos e definiu os instrumentos deste recurso natural, foi disposta a água superficial e subterrânea, como se fosse o mesmo recurso hídrico. Nesta Lei, as águas subterrâneas participam na discussão das águas em uma parcela significativamente menor.

A legislação de águas é flexível no que diz respeito aos diferentes estados brasileiros, devendo seguir o clima de cada região, respeitando o ciclo hidrológico, pois no Brasil as características climáticas são bastante variáveis. Mas, na verdade, todos os estados praticamente copiaram a Política Nacional de Recursos Hídricos. Nas cidades onde existem problemas de superexploração de águas subterrâneas, é necessária uma legislação municipal rígida e complementar às leis estaduais e federais.

A atuação do município quanto ao uso de águas particulares é supletiva, não visando impedir o seu uso, mas sim, monitorar a qualidade da água, preocupando com a saúde individual e coletiva. Neste caso, Silva (1998) ensina que o Estado pode proteger os recursos hídricos e jamais impedir o seu uso legítimo.

Alguns estados do Brasil já possuem a legislação específica de águas subterrâneas, como São Paulo, Pernambuco, Pará, Minas Gerais, Paraná, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul (ANA, 2007).

Em Mato Grosso do Sul, a Política Estadual dos Recursos Hídricos, foi instituída por meio da Lei nº 2046, de 29 de janeiro de 2002. No entanto, a exemplo do que ocorre na Lei Federal sobre o assunto, as águas subterrâneas são abordadas de maneira subordinada.

Somente no dia 21 de fevereiro de 2006, foi publicada a Lei nº 3.183 que dispõe sobre a administração, proteção e conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul.

O Plano Diretor do Município de Campo Grande, este ainda não revisado, no seu capítulo II – Do Meio Ambiente e do Saneamento, art. 3º inciso III cita: “elaboração do Plano Diretor de águas superficiais e subterrâneas, com identificação das áreas de contribuição das bacias hidrográficas e das áreas de preservação das águas utilizáveis para o abastecimento da população”.

Por outro lado, constata-se em Campo Grande, principalmente na sede municipal, uma intensa atividade de exploração do manancial subterrâneo (LASTORIA, 2002), sem nenhum tipo de cumprimento de exigência legal, ou de controle. Não se têm dados precisos sobre o número de poços tubulares existentes, nem mesmo os volumes explorados anualmente, uma

vez que grande parte destes poços é construída para suprir demanda fora do sistema público de abastecimento de água.

Esta situação torna-se mais drástica, quando existe colapso, ou mesmo deficiência, no sistema público de abastecimento de água e os poços são bombeados simultaneamente, provocando rebaixamento regional dos níveis dos aquíferos, isto é, está se retirando um volume de água maior daquele que é repostado pela parcela de infiltração da chuva. Casos desta natureza já foram verificados na cidade de Dourados-MS, onde ocorre o mesmo aquífero presente em Campo Grande (LASTORIA, 2002).

A Regulamentação Municipal do uso e ocupação do solo, sob o enfoque de disposição de materiais e produtos no solo, mesmo na sua parte não saturada, torna-se dispositivo fundamental para preservação da qualidade das águas subterrâneas.

Na Lei Complementar nº 94 de 06 de outubro de 2006, que institui a Política de Desenvolvimento e o Plano Diretor de Campo Grande, no Capítulo III – Meio Ambiente § 1º e incisos III e IV, estão como instrumentos: “a legislação especial para disciplinar as atividades de desenvolvimento no ambiente urbano e o Plano Diretor de Águas Superficiais e Subterrâneas, com identificação das áreas de contribuição das bacias hidrográficas e das áreas de preservação das águas utilizáveis para o abastecimento da população”.

A pesquisa está inserida na Linha 2 do PGTA, ou seja, Impactos Ambientais e no CNPq está inserida na grande área Engenharias (3.00.00.00-9), na área Engenharia Sanitária (3.07.00.00-0), sub-área Recursos Hídricos (3.07.01.00-7) e a Especialidade é Águas Subterrâneas e Poços Profundos (3.07.01.03-1).

## 5 METODOLOGIA

Atendendo aos objetivos gerais anteriormente mencionados, este trabalho foi desenvolvido obedecendo a seguinte metodologia:

- Pesquisa bibliográfica sobre o histórico do sistema de abastecimento de água de Campo Grande.
- Caracterização física do município de Campo Grande, a partir dos dados disponibilizados em organismos públicos e privados, além de trabalhos acadêmicos como: teses, dissertações e artigos publicados e acesso à internet.

Nesta etapa foi elaborado um mapa hidrogeológico do município, utilizando-se o “software” FREE HAND (MACROMEDIA, 1997), que permitiu a sobreposição de diferentes níveis de informação.

Esta caracterização é importante para mostrar a potencialidade, a distribuição, a demanda e o estágio atual de exploração dos recursos hídricos subterrâneos.

- Com a finalidade do legislador e/ou planejador ter conhecimento dos aspectos técnicos que envolvem a Hidrogeologia, isto é, o estudo das águas subterrâneas, foi elaborado um capítulo, com base na pesquisa bibliográfica, mostrando os aspectos gerais das águas subterrâneas: Definição, Histórico, Características e Importância.

A importância dos Termos Hidrogeológicos Básicos utilizados nas áreas de Hidrociência, Hidrofísica, Hidroquímica, Perfuração, Hidroadministração têm significado específico; esses termos apresentados foram baseados, com modificações, no Caderno Técnico da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS (WREGGE, 1997), para melhor entendimento técnico foi elaborado através de um glossário.

Foram abordados os principais tipos de obras de captação de águas subterrâneas, destacando-se os tubulares; os principais conceitos da hidráulica subterrânea, envolvendo o Ciclo Hidrológico e o Balanço Hídrico, por meio de revisão bibliográfica.

- Foram consultadas e relacionadas normas de qualidade de água, visando os diferentes tipos de consumo.

Os usos, a gestão e os instrumentos de gestão dos recursos hídricos subterrâneos foram descritos neste capítulo.

- Para a compreensão no ordenamento jurídico das águas subterrâneas, foi demonstrada através dos diplomas legais sua respectiva competência. As referências às águas subterrâneas nestes diplomas legais, foram expressas nos decretos, leis federais e estaduais, códigos, portarias e resoluções.

Complementando os objetivos deste estudo, foram elaborados:

1 - Levantamento de número de poços próximos a UFMS precisamente na Av. Costa e Silva e suas adjacências, onde existem redes de água do sistema público. Este fato veio exemplificar que em uma única região do município, foram perfurados uns números significativos de poços, tanto poços rasos quanto poços tubulares.

2 - Levantamento das demais legislações municipais relacionadas às águas subterrâneas;

3 - Mapa de localização dos poços rasos e profundos perfurados na área de estudo;

4 - Proposta de diretrizes e legislação municipal quanto à perfuração de poços em Campo Grande;

Na fase de processamento dos dados envolveu a organização e digitalização, permitindo a elaboração das figuras, tabelas e mapas.

Em seguida, foram interpretados os dados gerando a discussão de resultados e informações para sugestão e conclusão do trabalho.

## 6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE.

A sede municipal está a uma altitude média de 532 m acima do nível do mar e situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude - 20° 26' 34" Sul e Longitude - 54° 38' 47" Oeste, no divisor de águas das Bacias Hidrográficas dos Rios Paraná e Paraguai. Possui uma área total de 8.118,4 km<sup>2</sup>. Dois Distritos fazem parte do Município: Anhanduí e Rochedinho, que por força da Lei Complementar nº. 5 de 22 de novembro de 1995, que institui o Plano Diretor de Campo Grande, passaram a ser consideradas como regiões urbanas, para fins de planejamento (PLANURB, 1999).

Geologicamente, o município de Campo Grande está inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, mais precisamente no compartimento denominado "Planalto de Maracajú-Campo Grande", assentado sobre a Formação Caiuá, do Grupo Bauru, e Formações Serra Geral e Botucatu, do Grupo São Bento. A Formação Caiuá é composta de arenitos finos a médios e grosseiros, arcoseanos e ferruginosos, sendo que este último ocupa a maior parte da porção leste do Município. A Formação Serra Geral é constituída por uma seqüência de derrames basálticos. Estas rochas efusivas estão assentadas sobre arenitos eólicos da Formação Botucatu e capeadas pelos arenitos continentais, fluviais e lacustres do Grupo Bauru (PLANURB, 1999).

O relevo do município está compreendido em duas grandes regiões geomorfológicas e quatro unidades. São elas: a Região dos Planaltos Arenito-Basáltico Interiores, compreendendo as unidades do Planalto de Dourados, as Rampas arenosas dos Planaltos Interiores e os Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo e a Região dos Planaltos da Borda Ocidental da Bacia do Paraná, cuja unidade corresponde ao Terceiro Patamar da Borda Ocidental (PLANURB, 1999).

As classes de solos predominantes no município são os seguintes: Latossolo vermelho-escuro, Latossolo Roxo, Areias Quartzosas, Solos Litólicos (PLANURB, 1999).

O clima de Campo Grande, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa de transição entre o sub-tipo Cfa – mesotérmico úmido sem estiagem, em que a temperatura do mês mais quente é superior a 25°C, tendo o mês mais seco valor superior a 30 mm de precipitação e o sub-tipo Aw – tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Cerca de 75% das chuvas ocorre entre os meses de outubro e abril, quando a

temperatura média oscila em torno de 24°C. Os meses de menor precipitação são junho, julho e agosto e a temperatura média é de 20°C. Os déficits hídricos ocorrem com maior intensidade nesses meses, onde a média das temperaturas mínimas é abaixo de 15°C. O mês mais seco é o mês de agosto (EMBRAPA, 1999).

O Município de Campo Grande encontra-se localizado, predominantemente, na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, onde o Rio Anhanduí é o principal curso d'água do Município, tendo como seus afluentes, a maioria dos corpos d'água, destacando-se o Rio Anhanduizinho, Ribeirão da Lontra, e os Córregos Cachoeira, Três Barras, Anhanduí, Lageado, Lageadinho, Imbirussu, Pouso Alegre, do Engano, Mangue, Lagoa, Lagoinha, Estiva, Limpo, da Areia, Arame e Fortaleza. Os córregos Guariroba, Água Turva, Estaca e Ribeirão das Botas, são tributários da sub-bacia do Rio Pardo, que, por sua vez, é afluente do Rio Paraná. Os córregos Lageado e Guariroba estão destinados ao fornecimento de água potável à população campo-grandense e contribuem com aproximadamente 50% da água consumida no perímetro urbano. Uma pequena porção noroeste de seu território, situa-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai, na qual se encontram os córregos Mateira, Ceroula e Angico (PLANURB, 1999).

Do ponto de vista hidrogeológico, o Município de Campo Grande apresenta três aquíferos principais: Aquífero Bauru, Aquífero Basáltico e Aquífero Guarani, que estão detalhados no Capítulo 8.

## 7 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 7.1 ASPECTOS GERAIS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

#### 7.1.1 Definição

Para CEDERSTROM (1964), água subterrânea é a água acumulada na zona de saturação do solo, local onde os espaços vazios das rochas não contêm ar, só água.

Segundo a “UOP JOHNSON DIVISION” (1978), a água da zona de saturação é a única dentre as águas da subsuperfície que propriamente constitui a água subterrânea. Ela pode ser encontrada em uma única coleção contínua ou em muitas camadas separadas.

“Água subterrânea é a água contida nos espaços vazios das rochas (poros, fraturas, falhas, principalmente) por forças naturais” (REBOUÇAS, 1980).

Embora essas definições possam parecer divergentes, elas têm o mesmo enfoque, ou seja, apontam para a existência de toda água em subsuperfície. A diferença entre elas é que as duas primeiras definições têm um sentido mais prático, isto é, caracterizam a quantidade de água que pode ser efetivamente retirada, enquanto que a última leva em consideração inclusive a água contida na zona subsaturada, correspondente à umidade do solo e que é retirada apenas pelas raízes da vegetação.

#### 7.1.2 Histórico

Desde a antiguidade, aproximadamente 800 a.C. o homem já se aproveitava das águas subterrâneas, construindo túneis e poços para sua captação.

Para os filósofos gregos, Homero, Tales e Platão, as nascentes eram formadas por água do mar conduzida através de canais subterrâneos para baixo das montanhas, onde subiam até à superfície já purificada (FEITOSA& FILHO, 2000).

Por volta de 500 a C. Anaxágoras reconheceu a importância da chuva como fonte de água para os rios e para o armazenamento da água subterrânea, mesmo não sabendo como a natureza fazia esse armazenamento (WALTON, 1970).

O engenheiro francês Darcy Henry (1803-1858), realizou inúmeros experimentos sobre o movimento da água através de colunas de areia, estabeleceu uma fórmula, denominada Lei de Darcy, que demonstra a descarga da água, através de areia, por unidade de superfície, em função da condutividade hidráulica do material arenoso e do gradiente

hidráulico. Isso constituiu a base de muitos métodos de avaliação quantitativa de recursos hídricos subterrâneos.

Inúmeros estudiosos, Dupuit/Thiem; Jacob; entre outros, desenvolveram diversos métodos de quantificação hídrica subterrânea, adotando equações matemáticas, na solução dos problemas relacionados às águas de subsuperfície.

No Brasil, as ações desenvolvidas em termos de águas subterrâneas, são pioneiras na região Nordeste, com grande número de perfurações de poços para o combate às secas, nem sempre voltado ao planejamento de gestão e uso da água (FEITOSA & FILHO, 2000).

O primeiro marco para a integração das águas subterrâneas e águas superficiais, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos, foi a elaboração, pela Câmara Técnica de Águas Subterrâneas – CTAS e aprovação pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, da Resolução nº 15, publicada em 12 de janeiro de 2001, que estabelece diretrizes para gestão integrada das águas (CNRH-SRH, 2001).

O jurista O' Byrne (1956) diz:

“Primeiro, há a firme conclusão de que as leis atuais sobre águas são inadequadas para as condições atuais. Segundo, há um apelo para uma investigação baseada nos esforços combinados de pessoas qualificadas em todos os referidos campos. Há o perigo de que o último possa ser ignorado no clamor por uma ação legislativa, não obstante só um amplo programa de pesquisas detalhadas possa proporcionar todos os dados requeridos para a complexa tarefa da elaboração de tal legislação”.

O Relatório da Conferência Internacional sobre Água e o Meio Ambiente: “Temas de Desenvolvimento para o Século 21”, realizada em 1992, em Dublin, destaca que:

“a escassez e o desperdício de água doce representam séria e crescentes ameaças para o desenvolvimento sustentável e à proteção ao meio ambiente. A saúde e bem-estar do homem, a garantia de alimentos, o desenvolvimento industrial e o equilíbrio dos ecossistemas estarão sob risco se a gestão da água e do solo não se tornarem realidade na presente década, de forma bem mais efetiva do que têm sido no passado”.

A Declaração de Dublin sobre Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável, aprovada no evento mencionado, contém recomendações de ação de âmbito local, nacional e internacional, baseadas em quatro princípios básicos (VILLAR & RODRIGUES JÚNIOR, 2006):

1 - as águas doces são recursos finitos e vulneráveis, essenciais para a sustentação da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente. A gestão da água deve ser integrada e considerada no seu todo, quer seja a bacia hidrográfica e/ou os aquíferos.

2 - o desenvolvimento e a gestão da água devem ser baseados na participação de todos, quer sejam usuários, planejadores e decisores políticos, de todos os níveis.

3 - as mulheres têm papel central na provisão e proteção da água.

4 - a água é um recurso natural dotado de valor econômico em todos seus usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro, confirmou o consenso generalizado sobre a necessidade da reforma do gerenciamento de recursos hídricos, já estabelecido desde a Conferência de Estocolmo em 1972. No Relatório da Conferência, afirma-se que:

“o gerenciamento holístico dos recursos hídricos como um recurso finito e vulnerável, e a integração de planos e programas setoriais na estrutura e diretrizes sociais e econômicas nacionais são de grande importância às nações dos anos 90 e, além, um gerenciamento integrado dos recursos hídricos é baseado na percepção da água como uma parte integrante do ecossistema, um recurso natural e um bem social e econômico”

A Conferência Rio 92 enfatizou também a implementação de decisões sobre a alocação da água por meio do gerenciamento das demandas, mecanismos de preços e medidas reguladoras.

Atualmente, a água já é uma ameaça a paz mundial, pois, muitos países da Ásia e do Oriente Médio disputam recursos hídricos. Relatórios da Organização das Nações Unidas apontam que um bilhão de pessoas não tem acesso a água tratada e com isso 4 milhões de crianças morrem devido a doenças como o cólera e a malária (DIAS, 2000).

Na realidade, menos de 3 % da água potável disponível em qualquer momento em nosso planeta provém de cursos superficiais e lagos. A outra parte, mais que 97%, estimada em cerca de 10 (dez) quatrilhões de metros cúbicos, se encontra no subsolo (UOP JOHNSON DIVISION, 1978).

“A expectativa é de que nos próximos 25 anos 2,76 bilhões de pessoas sofrerão com a escassez de água. A escassez de água se deve basicamente à má gestão dos recursos

hídricos e não à falta de chuvas. Uma das maiores agressões para a formação de água doce é a ocupação e o uso desordenado do solo. Para agravar ainda mais a situação são previstas as adições de mais de 3 bilhões de pessoas que nascerão neste século, sendo a maioria em países que já tem escassez de água, como Índia, China e Paquistão” (ATHAYDE, 2002).

Na exploração de águas subterrâneas, existe o envolvimento das empresas prestadoras de serviços, e as que operam os poços e que vão fornecer água para consumo. Esses poços possuem métodos de construção específicos, para cada situação hidrogeológica e de demanda de água.

Desde Meinzer (1934), tem havido também grande progresso nos métodos de construção de poços no que concerne à prevenção da poluição na parte superior, no local da tomada e nas partes intermediárias do poço.

### 7.1.3. Importância

A importância das águas subterrâneas como fonte de abastecimento doméstico, industrial ou agrícola, em comparação com as águas superficiais provenientes de rios, lagos, lagoas e represas, tende a crescer e se diferenciam por diversos fatores relevantes (WIENER, 1972).

As águas subterrâneas encontradas nos sistemas aquíferos regionais são águas armazenadas que se acumularam ao longo de milhares de anos e se encontram, em condições naturais, numa situação de quase equilíbrio, governado por um mecanismo de recarga e descarga (FEITOSA & FILHO, 2000).

Além dessas águas não se encontrarem diretamente expostas às influências climáticas, o seu movimento é muito lento, implicando em tempo de trânsito muito longo. Mas, nem toda a água do subsolo pode ser extraída das formações aquíferas em que se encontra. O volume explorável de um aquífero é uma variável de decisão a ser determinada como parte de um plano de gestão do sistema.

Os dados do IBGE (1991), revelam que 61% da população brasileira é abastecidas com água subterrânea, sendo 43% através de poços tubulares, 12% por fontes ou nascentes e 6% por poços escavados).

Nas regiões Sul e Sudeste, 90% das cidades do Paraná e Rio Grande do Sul e 76% das cidades do Estado de São Paulo são abastecidos por poços (REBOUÇAS, 1996).

No nordeste, parcelas significativas do abastecimento público de várias cidades importantes como Maceió em Alagoas; Recife e Olinda em Pernambuco; Natal e Mossoró, no Rio Grande do Norte são fornecidas por poços (FEITOSA & FILHO, 2000).

Os recursos hídricos subterrâneos vêm sendo aproveitados intensamente na região Centro-Oeste, principalmente nas áreas de influência dos grandes centros urbanos, como Brasília, Campo Grande e Dourados, essas duas últimas cidades com uma participação de 60% de água das reservas subterrâneas no total distribuído às populações (ANEEL-MMA/SRH, 2000).

Esses números indicam claramente que o bem “água” é, sem dúvida, o recurso mineral mais escasso neste estágio de desenvolvimento da humanidade. A escassez, naturalmente, não reside no volume de água doce encontrada na biota terrestre, mas devido a sua poluição generalizada, reduzindo a porção disponível para o consumo humano.

É óbvio que além da quantidade, a qualidade da água subterrânea pode ser afetada pela infiltração de água superficial contaminada. Independente de ter ou não ligações diretas entre as águas subterrâneas e superficiais, o planejamento e a gestão de recursos, deve incluir os dois recursos, de acordo com suas características específicas.

No Brasil, há uma relutância quando se trata de incluir a água subterrânea no planejamento e gestão de recursos hídricos (FEITOSA & FILHO, 2000).

Wiener (1972) justifica com as seguintes razões:

- a exploração da água subterrânea gera um grande consumo de energia e se torna muito onerosa quando os níveis d'água são muito profundos;
- o planejamento e gestão da água subterrânea requerem muitos dados históricos que geralmente não existem;
- a avaliação e o planejamento da exploração de aquíferos exige pessoal com alta qualificação, o que geralmente inexistente;
- é difícil prever a resposta de um aquífero (em termos de quantidade e qualidade) às atividades de exploração propostas;
- os projetos de água subterrânea quase sempre se destinam apenas ao abastecimento d'água, enquanto que os projetos de água superficial se destinam a usos múltiplos.

A qualidade das águas subterrâneas sob o ponto de vista bacteriológico e químico é, em geral, muito melhor do que a das águas superficiais, dispensando, na maioria dos aquíferos captados, qualquer tratamento antipoluinte. Excetuam-se os casos de águas subterrâneas em regiões semi-áridas, zonas costeiras e aquíferos rasos nas áreas urbanizadas.

A exploração de águas subterrâneas apresenta as seguintes vantagens com relação às águas superficiais:

- dispensa tratamento químico que onera bastante as águas superficiais em dispendiosas Estações de Tratamento de Águas - ETAs;
- as obras de captação são menos onerosas; não acarretam inundação de áreas aproveitáveis na superfície, muitas vezes representadas por excelentes solos agricultáveis;
- a área de captação e proteção é extremamente reduzida; permite uma distribuição setorizada, com baterias de exploração constituindo sistemas isolados ou interligados;
- a rede de adução até o reservatório ou caixa d'água é, em geral, de pequena extensão, ao contrário das barragens que requerem redes adutoras de vários quilômetros de extensão;
- a implantação do sistema pode ser efetuada de maneira gradativa, ao longo do tempo, na medida que aumente a demanda, evitando períodos de sobra logo que se constrói uma barragem e períodos de déficit quando a demanda ultrapassa a sua capacidade. Essa flexibilidade evita a aplicação de grandes investimentos concentrados em curto espaço de tempo;
- não implica desapropriação de grandes áreas como as barragens, que representam vultosos gastos financeiros;
- independe de períodos de estiagem prolongados para recarga anual como nos reservatórios de superfície;
- nas pequenas e médias cidades, o abastecimento é facilmente atendido por poços tubulares;
- os prazos de execução são mais curtos e de menor custo, ou seja, o prazo de um poço é de dias, em contraposição a meses e até anos, no caso do barramento de um rio;
- as águas subterrâneas não estão sujeitas como as superficiais, ao intenso processo de evaporação, que implica na região semi-árida numa perda anual de cerca de 2.500 mm de lâmina d'água acumulada na superfície;
- há maior flexibilidade nos investimentos e os mananciais subterrâneos são naturalmente mais bem protegidos dos agentes poluidores (poluição química ou atômica em período de guerra);
- não se verificam impactos ambientais como os decorrentes do barramento dos cursos d'água superficiais;

- a manutenção é mais segura, pois a paralisação para conservação de uma unidade de bombeamento, até mesmo a sua substituição pode ser efetuada sem prejuízo do conjunto;
- os poços que apresentam um bom nível técnico nas fases de projeto, construção e operação, segundo as normas da ABNT, têm vida útil superior a vinte anos, com amortização dos investimentos realizados em apenas 5 a 8 anos e o custo do metro cúbico fornecido pelas águas subterrâneas é substancialmente mais barato que o das águas superficiais.
- Apesar de todas essas vantagens, as águas subterrâneas também apresentam suas desvantagens, tais como:
  - a distribuição espacial das bacias sedimentares possuidoras de aquíferos faz-se de maneira muito heterogênea. No Brasil, especificamente na região Nordeste, 55% dos terrenos são representados por rochas cristalinas onde as águas acumuladas, devido ao clima semi-árido, são poucas e na maior parte salinizadas;
  - a renovação das águas retiradas dos aquíferos, ou recarga do sistema hídrico subterrâneo, não se faz na mesma velocidade da extração, resultando na exploração de parte das reservas permanentes, com riscos de exaustão, quando a captação não é devidamente monitorada;
  - a superexploração pode acarretar subsidência de terrenos e provocar salinização da água nos aquíferos costeiros;
  - apesar de serem menos vulneráveis à poluição, a detecção de um processo contaminante não é, em geral, imediata, acarretando muitas vezes situações irreversíveis do aquífero;
  - a manutenção periódica preventiva é mais cara, devido a multiplicidade de equipamentos de bombeamento (em baterias de poços);
  - em geral, apresentam maior consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento.
- A exploração da água subterrânea está condicionada à quantidade (condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento de terrenos); à qualidade (composição das rochas, condições climáticas e renovação das águas); ao econômico (condições de bombeamento) (ANEEL, 2000).

As águas subterrâneas oferecem um potencial, em boa parte ainda não explorada. Ao contrário de outros países, que possuem informações e bancos de dados do potencial

subterrâneo de água, no Brasil a matéria é tratada com meros palpites e avaliações grosseiras (FEITOSA & FILHO, 2000).

“Estudos sobre as disponibilidades hídricas subterrâneas da região indicam que os recursos subterrâneos, dentro da margem de segurança adotada para a sua exploração, contribuem apenas como complemento dos recursos hídricos superficiais para atendimento da demanda hídrica” (COSTA & COSTA, 1997).

Diante da definição da lei, a água superficial e subterrânea é praticamente o mesmo recurso, só que flui por meio físico diferente. A primeira é visível e percorre rapidamente enquanto a segunda é invisível e o seu percurso é lento.

Elas podem oferecer uma alternativa qualitativamente mais adequada. É mais facilmente evitada a poluição de aquíferos subterrâneos do que de rios ou lagos, embora na despoluição destes mananciais ocorra exatamente o contrário (LANNA, 1999).

Mesmo com a importância das águas subterrâneas, estas não vêm sendo objeto de regulamentação. Conforme o artigo 26 da Constituição Federal (Brasil, 1988):

“incluem-se entre os bens dos Estados:

I – as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União”.

Elas se incluem entre os bens dos Estados. Paire certa dúvida a quem pertencem essas águas quando se estendem pelo território de mais de um Estado, por exemplo, o aquífero de Botucatu, que abrange os Estados de São Paulo e do Paraná. Porém, não é possível concluir que tal situação torne as águas subterrâneas bem da União, porque não existe qualquer dispositivo na Constituição Federal que disponha dessa maneira. E não se pode falar em semelhança com as águas superficiais, ou melhor, os rios que dividem ou atravessam dois ou mais Estados. Logo, se a água é um bem econômico, ela será mesmo do Estado em que se localiza (FREITAS, 1998).

#### 7.1.4. Caracterização da Água Subterrânea

Segundo WIENER (1972), algumas características da água subterrânea devem ser refletidas para sua importância: quanto à localização, ao fluxo e disponibilidade, à energia, à qualidade, ao impacto em problemas de drenagem, à subsidência de terras, aos dados e informações, ao desenvolvimento gradual, aos aspectos legais e institucionais.

Dentre as características que as diferem das águas superficiais é que a maior parte das águas subterrâneas ainda encontra-se isenta da contaminação bacteriana. Geralmente, é

incolor e límpida, possui ótima qualidade sanitária, oferecendo uma segurança no consumo doméstico, principalmente se captada de aquíferos mais profundos.

A legislação da maioria dos Estados norte-americanos exige que os projetos de abastecimento de água, públicos ou de instituições, sejam aprovados pelo Departamento Estadual de Saúde Pública. (UOP JOHNSON DIVISION, 1978).

Para a água subterrânea, na maioria das vezes, quando existe alguma legislação ela geralmente não é aplicada, ficando esquecida. O uso conjunto de águas subterrâneas e superficiais deveria ser regulamentado através de um único instrumento legal e administrativo.

A Constituição Federal em seu art. 26, inciso I (Brasil, 1988), estabelece que:

"Incluem-se entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, efluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União". Recomenda-se que os estados, que ainda não o fizeram, criem meios administrativos e legais que permitam o gerenciamento sustentável desses recursos.

Com o progresso no crescente conhecimento da água subterrânea, a partir de então, todos têm consciência da importância da água subterrânea como fonte de abastecimento de um modo geral. Os estados de São Paulo, Pernambuco, Pará, Minas Gerais, Paraná, Distrito Federal, Rio Grande do Sul e Maranhão já têm tomado providências para a conservação da água subterrânea e supervisão na construção de poços. Os demais estados ainda não o têm adotado estes procedimentos. Porém, são vários os órgãos interessados em se integrarem seus esforços e obter informações para uma regulamentação de construção de poços de água definindo os direitos referentes à água subterrânea com uma legislação adequada.

Quando trata-se em recursos hídricos, normalmente, é pressuposto tratar-se apenas dos recursos hídricos superficiais. Tal percepção pode levar os importantes erros na avaliação da quantidade e qualidade dos recursos hídricos de uma determinada região, visto que, a água subterrânea é desprezada (CASTRO, 2001).

#### 7.1.5. Obras de Captação

A construção de um poço não pode ser um processo de rotina. A variabilidade da condição geológica e da ocorrência da água subterrânea dentro da formação é tão grande em ordem a fazer com que cada operação de perfuração se constitua, até certo ponto, um empreendimento de exploração. Assim, a perícia de um sondador de poços que o habilite a

uma decisão segura ante situações imprevistas é fundamental para um bem sucedido desenvolvimento da água subterrânea. (UOP JOHNSON DIVISION, 1978).

As fontes, minas e nascentes, são formas de surgência natural da água subterrânea na superfície do terreno. Os poços rasos ou profundos, tubulares ou escavados, os drenos e galerias filtrantes são obras destinadas a permitir a retirada artificial da água subterrânea das camadas em que se escoam (PEREIRA, *apud* VILELA, 2003).

Um poço perfurado em um aquífero freático – poço freático – terá o nível de água em seu interior coincidente com o nível do lençol. Em poço que penetra num aquífero artesiano – poço artesiano – o nível de água em seu interior subirá acima da camada aquífera. Poderá às vezes, atingir a boca do poço e produzir uma descarga contínua. Neste caso particular, o poço artesiano é denominado de jorrante ou surgente (PEREIRA, *op cit.*)

Por questões sanitárias, os poços deverão ficar afastados convenientemente de instalações, estruturas, e condutos que contenham ou veiculem líquidos contaminantes. É recomendável a distância mínima:

- . de privadas secas, fossas negras, redes de irrigação superficial de esgotos, lagoas de oxidação (30 metros).
- . de fossas sépticas, canalizações de esgoto, esterqueiras, depósitos e despejos de águas servidas (15 metros).
- . de galerias pluviais, escavações e edifícios de modo geral (5 metros).

Se a perfuração atravessar rochas consolidadas contendo fendilamentos, devem ser mantidas distâncias maiores do que as mínimas acima citadas. (PEREIRA, *apud* VILELA, 2003).

A escolha de um determinado tipo de obra de captação de água depende de alguns fatores tais como: características hidrogeológicas da região, a demanda necessária e disponibilidade tecnológica. Para abertura e construção de poços, utilizam-se em geral uns dos seguintes métodos: escavação direta; jato hidráulico; cravação; hidráulico-rotativo; percussão. Os três primeiros métodos são aplicados na captação de lençóis freáticos situados a pequena profundidade (poços rasos). São utilizados ferramentas e dispositivos de pequeno porte e fácil manuseio (PEREIRA, *apud* VILELA, 2003).

## 7.2. Hidráulica Subterrânea

O Ciclo Hidrológico (FIGURA 7.1) é a contínua circulação da umidade e da água em nosso planeta. As águas do oceano cobrem  $\frac{3}{4}$  (três quartos) da superfície da Terra.

O Ciclo Hidrológico é um movimento contínuo, um processo natural de reciclagem de moléculas de água da terra ao ar e de regresso a terra.

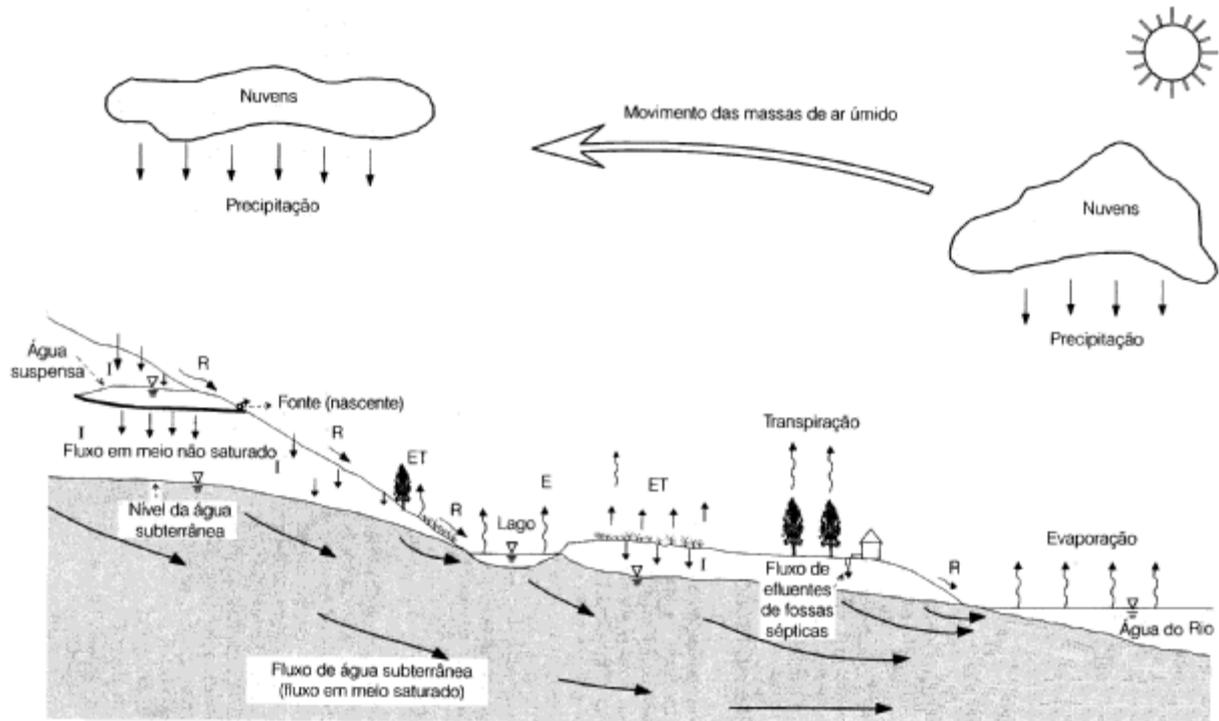


FIGURA 7.1 – Representação esquemática do Ciclo Hidrológico para a região de Campo Grande. *E* = evaporação; *ET* = evapotranspiração; *I* = Infiltração; *R* = escoamento superficial (deflúvio) (modificado de FEITOSA & FILHO, 2000).

A energia solar esquenta a água dos oceanos, mares e massas terrestres, transferindo-as à atmosfera como vapor de água. Uma vez na atmosfera, o vapor forma as nuvens. As nuvens são transportadas por padrões do clima, que recebe influência da topografia do terreno. Às vezes o vapor se condensa em forma de neblina ou nuvens e eventualmente desce à Terra como precipitação, acumulando-se em águas superficiais e sob o terreno. Ato contínuo, o processo de reciclagem, com o regresso da água para a atmosfera, continua. Os processos chave do ciclo hidrológico são: evaporação, transpiração, precipitação e a infiltração.

Para seguir o movimento da água através deste ciclo, a energia do sol está evaporando a água do mar até a atmosfera. Enquanto o vapor ascende dos oceanos e do terreno, deixa atrás de si minerais, tais como sais, que podem converter em inóspita a terra. Mas nos oceanos, este é só uma parte de um processo natural, que não tem efeito daninho na vida marinha.

O vapor de água invisível se une então a procissão de moléculas de água numa viagem que o levará de regresso ao solo ou à água, em forma de precipitação.

A precipitação pode tomar uma das várias formas possíveis, mas sempre começará como água congelada.

As moléculas de água se juntam e se lançam até a superfície da Terra. Assim, a água termina como gota de chuva, cristal de neve ou granizo, o que depende da estação do ano, da localização e do clima.

Nem toda a água chegará a Terra. Alguma se evaporará no caminho entre as nuvens e a terra e então regressará a atmosfera para iniciar de novo o ciclo.

Quando chegar a Terra, correrá sobre a superfície do terreno, se infiltrará (enchendo os espaços porosos que existem entre as partículas que compõem o solo), ou cairá num corpo de água (riacho, rio ou lago).

Este caminho pode ser interceptado mediante práticas de conservação, como são a construção de pequenas represas, platôs, e canais revestidos de grama. Estas práticas permitem que a água se infiltre e se detenha como água superficial.

Pequenas quantidades de água são retidas e mantidas por plantas, edifícios, automóveis, maquinaria e outras estruturas até que se evaporam e regressam à atmosfera.

À medida que os motores fazem seu trabalho de gerar potência aos veículos, parte de seu descarte consiste de vapor de água que são lançados à atmosfera através do processo de combustão e queima. E os animais inalam vapor de água quando respiram.

A maior parte de água se infiltra no terreno. Parte de água será absorvida pelas raízes das plantas, para logo ser transpiradas ou expulsas ao ar através de suas folhas em forma de vapor de água. Outra porção de água se moverá lentamente até os aquíferos subterrâneos, percolando através do solo até chegar ao leito de rocha. Eventualmente, por médio de poços ou drenagem, a água subterrânea pode ser extraída e usada.

Outra parte da água ascenderá lentamente através do solo e do leito de rocha até chegar a superfície em forma de mananciais ou de poços artesianos.

O excesso de água correrá sobre a superfície do terreno até os corpos de água, arrastando terra valiosa e todo o que se adere às partículas de terra. Então, o processo de evaporação, assim como o da transpiração, respiração e combustão, começam de novo. E a interminável reciclagem da água continua.

A equação do Balanço Hídrico é expressa por:  $P = ET + R + I$ , onde  $P$  = precipitação;  $ET$  = evapotranspiração;  $R$  = escoamento superficial;  $I$  = infiltração obedece ao princípio da conservação da massa ou princípio da continuidade segundo o qual, em um sistema qualquer,

a diferença entre as entradas e as saídas é igual á variação do armazenamento dentro do sistema (FEITOSA & FILHO, 2000). O Balanço Hídrico é representado na FIGURA 7.2.

A realização sistemática do Balanço Hídrico constitui uma das ferramentas mais importantes no estudo do comportamento hidrológico de uma região, em vistas à quantificação de suas disponibilidades hídricas.

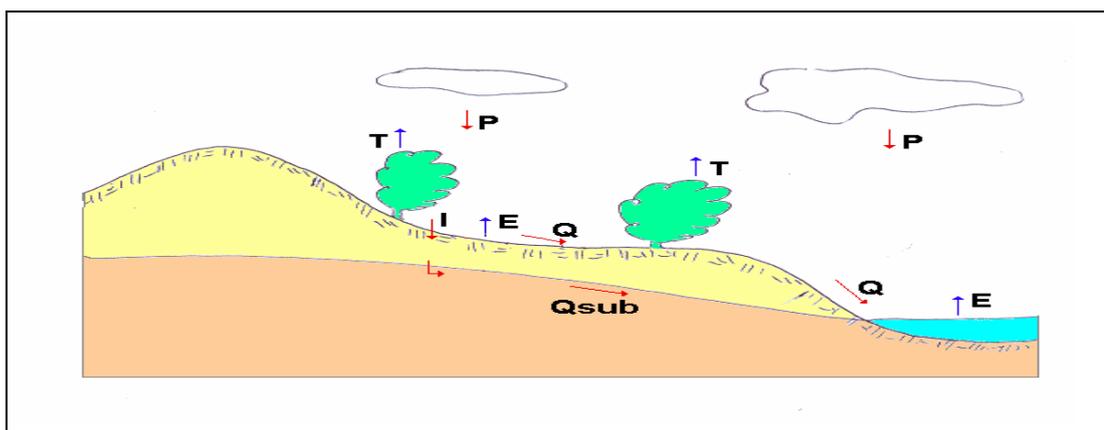


FIGURA 7.2. Balanço Hídrico

Fonte: UnB/PTARH, 2004

LEGENDA: T = transpiração Q = escoamento superficial I = infiltração

P = precipitação E = evaporação Qsub = escoamento básico + recarga profunda

“Para que seja atingida a densidade de uma estação a cada 600km<sup>2</sup> de acordo com o recomendado por World Meteorological Organization – WMO (1976) deveriam ter, dentro do Estado de Mato Grosso do Sul, 583 estações pluviométricas distribuídas espacialmente de forma a representar a variabilidade espacial das chuvas e de acordo com a ANA (2002) conta com apenas 149 estações pluviométricas” (RONDON, 2001)

### 7.3. Classificação dos Aquíferos.

A classificação dos aquíferos é feita de acordo com a pressão das águas nas suas superfícies limítrofes: superior, chamada de topo, e inferior chamada de base e também em função da capacidade de transmissão de águas das camadas limítrofes: do topo, camada confinante superior e da base, camada confinante inferior (FEITOSA & FILHO, 2000).

O denominado aquífero confinado é também chamado sob pressão, onde a pressão no topo é maior do que a pressão atmosférica. Possui dois tipos: confinado não drenante e confinado drenante (FEITOSA & FILHO, 2000).

O Aquífero confinado não drenante é um aquífero cujas camadas limítrofes, tanto superiores como inferiores, são impermeáveis e a condição de contorno nessas duas faces é de fluxo nulo (FEITOSA & FILHO, 2000).

O Aquífero confinado drenante é o aquífero onde uma ou ambas as camadas limítrofes são semipermeáveis, permitindo a entrada ou saída de fluxos pelo topo e/ou pela base, por drenança, ou seja, considera-se que a camada inferior é impermeável e a camada superior possui permeabilidade pequena, porém diferente de zero (FEITOSA & FILHO, 2000).

O Aquífero livre chamado também de freático ou não confinado é aquele aquífero cujo limite superior é uma superfície freática, onde todos os pontos se encontram à pressão atmosférica, ou seja, não existe camada limitante impermeável na face superior. São classificados em drenantes ou de base semipermeável e não drenantes ou de base impermeável (FEITOSA & FILHO, 2000).

O Aquífero suspenso é um caso especial de aquífero livre formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática regional e o nível do terreno (FEITOSA & FILHO, 2000).

#### 7.4. Usos, Gestão, Instrumentos de Gestão e Qualidade

A questão crucial do uso da água subterrânea, inclusive para a agricultura, reside no elevado custo de exploração, além de exigir tecnologia avançada para investigação hidrogeológica (MAIA NETO, 1997).

A água era usada principalmente para dessedentação, usos domésticos, criação de animais e para usos agrícolas a partir da chuva e, menos frequentemente, por irrigação. Com o desenvolvimento da civilização outros tipos de usos foram aparecendo, disputando os recursos hídricos, às vezes escassos e gerando conflitos entre os usuários.

A utilização dos recursos hídricos tem aumentado com o desenvolvimento econômico, tanto no aumento da quantidade demandada como na variedade dessas utilizações (FEITOSA & FILHO, 2000)

Segundo MARTIN ARNAIZ (1973, *apud* CÚSTÓDIO & LLAMAS, 1983), a distribuição média mundial do uso consuntivo entre os três principais consumidores são:

- . uso agrícola (principalmente irrigação) – 60 a 80%
- . uso urbano (abastecimento público) – 10 a 20%
- . uso industrial – 10 a 20%

Quanto ao aspecto qualitativo, a maior parte das águas subterrâneas é potável e boa para o uso normal, a menos que se encontra contaminada devendo ser verificada periodicamente a qualidade sanitária. Os padrões especificam os requisitos gerais referentes à conveniência e à proteção das fontes de abastecimento. A qualidade bacteriológica do suprimento é baseada no exame de amostras para determinar a presença de organismos termotolerantes. Deve-se, portanto, estar conforme os padrões da Portaria nº 518 do Ministério da Saúde livre de impurezas, límpida, insípida e inodora.

Algumas décadas atrás, os padrões de potabilidade da água eram apenas em função da avaliação dos sentidos da visão, gustação e olfato, por isso dizia-se ser incolor, insípida e inodora. Com a evolução das técnicas de análises clínicas, físico-químicas, biológicas e radiológicas permitiu o aprimoramento dos padrões de potabilidade da água pura para consumo humano (FEITOSA & FILHO, 2000).

Os padrões de qualidade ambiental das águas visam a proteção da saúde pública e o controle de substâncias prejudiciais à saúde do homem, tais como: microorganismos patogênicos, substâncias tóxicas e venenosas e elementos radioativos (FEITOSA & FILHO, 2000).

Os exames de controle ambiental das águas são físicos, químicos, microbiológicos e bacteriológicos, são aperfeiçoados à medida que as pesquisas e técnicas analíticas permitam que sejam estabelecidas formas mais precisas de controle ambiental.

A legislação brasileira de controle ambiental da qualidade da água baseia-se em usos da água e seus correspondentes limites de aceitação de poluição ou contaminação.

Um dos problemas relativos à disposição de esgotos domésticos e a contaminação das águas subterrâneas são associados às características do solo e à distância do poço ao sumidouro. A disposição dos poços em relação à instalação de sumidouros, bem como sua densidade relativa apresenta relevante significado (GONZAGA & HELLER, 1995 *apud* VILELA, 2003).

No Brasil, conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 20 de 18/06/86 demonstra os padrões de potabilidade Segundo esta resolução, as águas são divididas em doces, salobras e salinas e segundo seus usos preponderantes são ainda classificadas em nove classes. Mais recentemente, a Portaria 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, anexa a essa portaria encontra-se a Norma de Qualidade da Água para consumo humano.

As águas de lençóis subterrâneos apresentam geralmente características físicas perfeitamente compatíveis com os padrões de potabilidade. Devido à ação de filtração lenta através das camadas permeáveis, apresentam-se com baixos teores de cor e turbidez, não sendo necessário algum tipo de tratamento (PEREIRA, *apud* VILELA, 2003).

Sob o aspecto químico, a água de certos aquíferos pode conter sais solúveis em maiores proporções e, por essa razão, chegar a ser imprópria para fins potáveis. Também a dureza poderá ser elevada em alguns casos e, assim, exigir um tratamento especial de abrandamento (PEREIRA, *op cit*).

O domínio das águas gera uma grande discórdia entre os juristas, como dispõe o art. 20, inciso III, da Constituição Federal (1988), é determinado pela União. E no seu art. 26, inciso I diz que a titularidade dos Estados sobre as águas em geral e das águas superficiais (rios e lagos) em todo o território.

“Quando se estende de um Estado a outro, ou de um país a outro, é maior a preocupação sobre o domínio de gestão das águas subterrâneas, como por exemplo, o Aquífero Guarani, o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. Localizado na região centro-leste da América do Sul, entre 12° e 35° de latitude sul e entre 47° e 65° de longitude oeste e ocupa uma área de 1,2 milhões de km<sup>2</sup> estendendo-se pelo Brasil nos seus 840.000 km<sup>2</sup>, Paraguai 58.500 km<sup>2</sup>, Uruguai 58.500 km<sup>2</sup>, Argentina 255.000 km<sup>2</sup> “ (ROCHA, 2003).

É necessário falar dos instrumentos de gestão das águas, principalmente quando se trata das águas do Aquífero Guarani, entre eles os Planos de Recursos Hídricos, o Enquadramento dos Corpos de Água em classes, a Outorga dos Direitos de Uso dos Recursos Hídricos, a Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, a Compensação a Municípios e o Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

Para Sirvinskas (2003), os Planos de Recursos Hídricos são os verdadeiros planos diretores das bacias hidrográficas, que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento desses recursos (arts. 6º, 7º e 8º da Lei n. 9433/97); o enquadramento dos corpos de águas em classes, segundo os usos preponderantes da água visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes (arts. 9º e 10 da Lei n. 9433/97 e Res. N. 20/86 do CONAMA); a Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos compete à União definir os critérios de Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos (art. 21, XIX, da CF), a

Outorga depende da intervenção do Poder Executivo federal (art. 20, II, da Lei n. 9433/97 e dos Poderes Executivos estaduais e do Distrito Federal (art.30, I, da Lei n. 9433/97); a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos visam reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos (arts. 19, 20, 21 e 22 da Lei n. 9433/97); a Compensação a Municípios o art. 24 foi vetado pelo Presidente da República; o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (arts. 25, 26 e 27 da Lei n. 9433/97).

Nas últimas décadas muitas inovações foram discutidas com problemas voltados ao uso e ao manejo das águas, essas preocupações têm levado a sociedade a buscar novos paradigmas de gestão de águas.

É preciso diferenciar as expressões comuns de Gerenciamento de Recursos Hídricos, gestão de águas e uso racional das águas, apesar dessas diferenças, devem-se conservar os recursos hídricos para o futuro e para as novas gerações.

Para Grigg (1986), o Gerenciamento de Recursos Hídricos é a aplicação de medidas estruturais e não estruturais para controlar os sistemas hídricos, naturais e artificiais, em benefício humano e atender aos objetivos ambientais. As ações estruturais são aquelas que requerem a construção de estruturas para obter controle no escoamento e na qualidade de água, tais como a construção de barragens e adutoras, construção de estações de tratamento de água. As ações não-estruturais são programas ou atividades que não requerem a construção de estruturas, como zoneamento de ocupação de solos, regulamentos contra desperdício de água.

A Gestão dos Recursos Hídricos é a primeira a sofrer com as atribuições da gestão política do país. Entretanto, a gestão das águas subterrâneas sofre duplamente: pelas atribuições políticas, e conseqüentes cortes orçamentários e pelo não entendimento pela maior parte das pessoas sobre o seu papel e importância dentro do contexto dos recursos hídricos, sendo relegada constantemente ao segundo plano.

A não compreensão e o não acordo sobre diversos aspectos da questão hídrica subterrânea alimentam os mitos de recurso complicado e de gestão difícil.

Do ponto de vista de Hager (2000), a gestão das águas tem que ser alicerçada em soluções integradas diante dos diferentes objetivos pretendidos e não se basear em conjunto de processos de decisão casuísticos, respondendo de forma isolada a cada problema.

Dentro deste princípio a questão das águas subterrâneas não pode ficar isolada, enfeitada, das principais decisões e articulações efetuadas no tema água.

Existem vários fatores que dificultam o entendimento sobre a questão subterrânea e a articulação com vista à gestão das águas subterrâneas.

Segundo Hager (2000), um dos problemas da gestão é a conceituação de alguns termos utilizados na abordagem da discussão sobre água. A não uniformidade dos termos faz com que as pessoas não se compreendam mutuamente causando conflitos, discórdias, erros, que poderiam ser evitados.

“Gestão é uma atividade analítica e criativa, voltada para a formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos à estruturação de sistemas gerenciais, e à tomada de decisões. Seu objetivo final é promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos” (TUCCI, 1993).

#### 7.5. A Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política Nacional do Meio Ambiente.

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos fundamentos dos recursos hídricos (art. 1º da Lei nº 9.433/97), nos objetivos (art. 2º da Lei nº 9.433/97), nas diretrizes gerais de ação (art. 3º da Lei nº 9.433/97), nos instrumentos (art. 5º da Lei 9.433/97) e nos planos dos recursos hídricos (arts. 6º e 8º da Lei nº 9.433/97) (SIRVINSKAS, 2003).

A Lei nº 9.433/97, art. 1º, impõe o uso prioritário dos recursos hídricos para consumo humano e dessedentação de animais, em situações de escassez, autorizando inclusive a suspensão da outorga (art.15, V). No consumo humano, somente se compreende a necessidades primárias de cada pessoa, não incluindo o uso para o lazer, como piscinas, tampouco para a jardinagem (SÁ & CAMPOS, 2001).

A obrigatoriedade de preservação permanente das águas encontra-se prevista, de forma indireta, na norma que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei Nº 6.938/81, tendo a finalidade de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental para propiciar a vida, obedecendo, aos princípios de: fiscalizar o uso de recursos ambientais; proteger os ecossistemas de áreas representativas; recuperar áreas degradadas e proteger as ameaçadas de degradação, previstas no Art.2º, Incisos III, IV, VIII e X, respectivamente, propiciando para a efetividade desses princípios objetivos a disponibilidade de instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: do Zoneamento Ambiental (Art.9º, Inc. II); da

avaliação dos impactos ambientais (Inc.III); da criação de Área de Proteção Ambiental-APA (Inc.VI).

A Lei nº 6.938/81 estabeleceu como objetivo da Política Nacional do Meio Ambiente a imposição ao poluidor e ao predador, a obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e ao usuário, a contribuição da utilização dos recursos ambientais com fins econômicos.

A Política Nacional do Meio Ambiente é o conjunto dos instrumentos legais, técnicos, científicos, políticos e econômicos destinados à promoção do desenvolvimento sustentado da sociedade e economia brasileira (SIRVINSKAS, 2003).

O objeto de estudo da Política Nacional do Meio Ambiente é a qualidade ambiental propícia à vida das presentes e futuras gerações e o objetivo é a harmonização do meio ambiente com o desenvolvimento socioeconômico (Desenvolvimento Sustentável). Essa harmonização consiste na conciliação da proteção do meio ambiente e o desenvolvimento socioeconômico, assegurando condições necessárias ao progresso industrial, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (art. 2º da Lei n. 6.938/81) (SIRVINSKAS, 2003).

Os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente não se confundem com os instrumentos previstos no § 1º, I a VII, do art. 225 da CF nem com os instrumentos processuais, legislativos ou administrativos. Eles são arrolados no art. 9º, I a XII, da Lei n. 6.938/81 e têm por propósito dar cumprimento aos objetivos do art. 4º da Lei n. 6.938/81, os mais importantes são: o Zoneamento Ambiental, a Avaliação de Impactos Ambientais (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório Ambiental Preliminar), o Licenciamento Ambiental e a Revisão de Atividades efetivas ou potencialmente Poluidoras e a Auditoria Ambiental.

O Zoneamento Ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente mais importante para o Direito Ambiental, ele procura evitar a ocupação do solo urbano ou rural de maneira desordenada. É o Poder Público que irá estabelecer os critérios básicos para a ocupação do solo por meio de leis ou regulamentos (SIRVINSKAS, 2003).

Para José Afonso da Silva (1998), o Zoneamento é um procedimento urbanístico, que tem por objetivo regular o uso da propriedade do solo e dos edifícios em áreas homogêneas no interesse coletivo do bem-estar da população.

A Avaliação de Impactos Ambientais é o conjunto de estudos preliminares ambientais, abrangendo todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, por exemplo: Relatório

Ambiental, Plano e Projeto de controle ambiental, Relatório Ambiental Preliminar, Diagnóstico Ambiental, Plano de Manejo, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e a Análise Preliminar de Risco (SIRVINSKAS, 2003).

O Licenciamento Ambiental e sua revisão são procedimentos administrativos complexos, que tramita perante o Órgão Público Estadual ou Supletivamente, perante o Órgão Público Federal (IBAMA). O conceito de Procedimento Administrativo é o “procedimento administrativo pelo qual o Órgão Ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma possam causar degradação ambiental” (ar. 1º, I da Res. N. 237/97 do CONAMA).

Assim como para verificar a situação financeira de uma empresa é através da Auditoria Contábil, a Auditoria Ambiental é o instrumento indispensável para a avaliação da Gestão Ambiental. É o “procedimento de exame e avaliação periódica ou ocasional do comportamento de uma empresa em relação ao meio ambiente”, essa auditoria pode ser determinada pelo Poder Público (auditoria pública) ou requerida de ofício pela própria empresa (auditoria privada) (SIRVINSKAS, 2003).

#### 7.6. A Responsabilidade Administrativa, Civil e Penal.

A Norma Constitucional preceituada no Art.225, § 3º prevê estas responsabilidades quando textualmente descreve essa obrigação imposta às pessoas físicas ou jurídicas de direito público e privado quando, ao praticarem condutas ou atividades que causam lesões ao meio ambiente e especificamente aos recursos hídricos, estarão passíveis de sofrer sanções administrativas, civis e penais.

A Responsabilidade Administrativa é a que ocorre nas hipóteses previstas nos arts. 70 a 76 da Lei 9605/98 regulamentados pelo Decreto n. 3179/90, onde haverá a possibilidade de imposição da sanção administrativa pelo órgão competente, devendo ela sempre estar prevista em lei, em obediência ao Princípio da Legalidade, o qual informa os Atos Administrativos (FIORILLO, 2003).

A Responsabilidade Civil é pautada na teoria objetiva referente dos danos causados ao meio ambiente e também a terceiros, sem exigir qualquer elemento subjetivo para a configuração da responsabilidade civil (FIORILLO, 2003), conforme determinação expressa no § 1º do artigo 14 da Lei n. 6938/81.

A Responsabilidade Penal ocorre quando certo fato contempla com uma sanção penal, pela prática de uma conduta tipificada na Lei n. 9605/98 art. 2º até o art. 69. (FIORILLO, 2003).

#### 7.7. Aspectos Jurídicos e Diplomas Legais.

Para tratar de normas jurídicas, um estudo sobre os recursos hídricos não pode dispensar os princípios a eles aplicáveis. Os princípios aplicáveis à água e ao meio ambiente têm sua origem no direito internacional, seja em tratados específicos, sobre aproveitamento de rios compartilhados, como os tratados multilaterais e bilaterais (GRANZIERA, 2003).

Segundo Miguel Reale (1995),

“toda forma de conhecimento filosófico ou científico implica a existência de princípios, isto é, de certos enunciados lógicos admitidos como condição ou base de validade das demais asserções que compõem dado campo do saber”

Quando se trata de proteção, mister se faz, focar o princípio da prevenção que vai prevenir os danos ao meio ambiente e o princípio da precaução, este caracterizado pela incerteza do dano ambiental, havendo aí uma correspondência entre a prevenção e precaução.

O princípio da prevenção é considerado um dos princípios mais importantes do direito ambiental, onde os danos ambientais, na maioria das vezes, são irreversíveis e irreparáveis, como por exemplo: Como recuperar uma espécie extinta? Como erradicar os efeitos de Chernobyl? Ou, de que forma restituir uma floresta milenar que fora devastada e abrigava milhares de ecossistemas diferentes, cada um com o seu essencial papel na natureza? (FIORILLO, 2003).

Segundo Derani (1997), o princípio da precaução é a busca da proteção da existência humana, seja pela proteção de seu ambiente como pelo asseguramento da integridade humana.

Nas palavras de Porfírio (2002) o princípio da prevenção tem seu fundamento na antecipação da ação, da atividade do resultado. É evitar-se um dano e juridicamente evitar a consumação de danos ao meio ambiente.

O princípio da prevenção encontra-se presente no Poder Judiciário e na Administração. No Poder Judiciário a aplicação da jurisdição coletiva, que contempla

mecanismos de tutela mais adaptados aos direitos difusos, com o objetivo de impedir a continuidade do evento danoso, bem como a possibilidade de ajuizamento de ações que visem apenas atuação preventiva, a fim de evitar o início de uma degradação (liminares, tutela antecipada), a aplicação do real e efetivo acesso à justiça e o princípio da igualdade real, estabelecendo tratamento paritário entre os litigantes, são instrumentos utilizados com vistas a salvaguardar o meio ambiente e a qualidade de vida. Na Administração, a aplicabilidade do princípio da prevenção é através das licenças, das sanções administrativas, da fiscalização e das autorizações, e os demais atos do Poder Público, determinantes da sua função ambiental de tutela do meio ambiente (FIORILLO, 2003).

O outro princípio de direito ambiental é o poluidor-pagador que foi inspirado na teoria econômica onde os custos sociais externos acompanham a produção industrial devem ser internalizados, isto é, tomados em conta pelos agentes econômicos nos seus custos de produção”.

Quanto ao princípio poluidor-pagador Granziera (1993), ressalta que a instituição não pressupõe a liberdade de lançamento de qualquer efluente em qualquer corpo d’água: no caso, há que observar normas referentes aos padrões de emissão de efluentes e de qualidade das águas e os limites.

A Lei nº 6.938/81, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, fixou no art. 4º, que trata dos objetivos da Política,

“a imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.

A Lei de Recursos Hídricos nº. 9.433/97 define o Plano de Recursos Hídricos como um dos instrumentos de gestão e estabelece que os planos devam ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o País. Ainda, em um de seus fundamentos, diz-se que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades”.

Nesta ótica, o nosso país é extremamente grande e uma diversidade de climas, relevos, potencialidades econômicas e condições socioeconômicas e culturais. Porém, a implementação de uma nova política de águas implica em um grande processo de mudança cultural da população, dos dirigentes e legisladores, sujeitas às correções ao longo do tempo.

O legislador também determinou o uso múltiplo das águas. Não prevalece mais a preocupação apenas com o uso para fins de aproveitamento do potencial hidráulico. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, corolário do princípio do usuário-pagador, ensaiada pela legislação de diversos Estados-Membros, agora é instrumento da política nacional de recursos hídricos (FREITAS, 1998).

Como salienta Pompeu (1976), “a elaboração de leis que visem o controle da poluição, sua aplicação e interpretação, tendo em vista especificamente o direito brasileiro e os interesses do País, exigirão, principalmente dos juristas, não apenas a conscientização do problema, mas também a análise do direito positivo vigente nos países mais adiantados, a fim de que possa ser adotada, no Brasil, legislação que atenda, tanto aos interesses de desenvolvimento, como à preservação dos recursos hídricos”.

Para que os recursos hídricos sejam protegidos pela lei antes referida, é necessário o trabalho persistente dos aplicadores do direito, no conhecimento da legislação específica, na interpretação e aplicação da mesma e, sobretudo, na convicção de que o instrumento legislativo produzirá o efeito desejado pelo constituinte e pelo legislador (FREITAS, 1998).

Para Machado (2002), legislar sobre águas significa instituir normas sobre a qualidade e a quantidade das águas e estabelecer regras como as águas serão tratadas, partilhadas e utilizadas.

O art. 22 da Constituição Federal trata da competência privativa da União. A competência privativa de legislar da União exclui a intervenção legislativa dos Estados e dos Municípios, a não ser que haja expressado autorização para legislar sobre questões específicas (art. 22, parágrafo único, da Constituição Federal).

“Os Municípios, nos termos dos incisos I e II do art. 30, da Constituição Federal, receberam competência para legislar sobre assuntos de interesse local e para complementar a legislação federal e a estadual no que couber, formulando normas que desdobrem o conteúdo de princípios ou normas gerais federais ou estaduais, ou que supram a ausência ou omissão destas” (SÁ & CAMPOS, 2001).

No Texto Constitucional, ao atribuir ao Município competência para legislar sobre assuntos locais, está-se referindo aos interesses que entendem de modo imediato às necessidades locais, ainda que tenham repercussão sobre as necessidades gerais do Estado ou do País (FIORILLO, 2003).

Pode-se afirmar que à União caberá fixar pisos mínimos de proteção ao meio ambiente, enquanto aos Estados e Municípios, atendendo aos seus interesses regionais e

locais, a de um “teto” de proteção. Frisa-se ainda que os Estados e Municípios jamais possam legislar, de modo a oferecer menos proteção ao meio ambiente do que a União, pois esta cumpre só fixar regras de uma maneira geral. A competência concorrente dos Estados e supletiva dos Municípios revela-se importante, como já citado, aos interesses e peculiaridades mais atentos e próximos de uma determinada região, para efetivar a proteção ambiental no Texto Constitucional. Não é a União que detém em nosso ordenamento jurídico o maior número de competências exclusivas e privativas; os Estados, os Municípios e mesmo o Distrito Federal passaram a partir de 1988 a ter maior autonomia no sentido de poderem legislar sobre grande número de matérias (FIORILLO, 2003).

A Lei de Parcelamento do Solo Urbano nº 6.766 de 19/12/79 estabelece no seu § único que os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades regionais e locais. E no art. 13: “cabem aos Estados o exame e anuência prévia para a aprovação pelos municípios, de loteamento e desmembramento nas seguintes condições”:

I – “Quando localizados em áreas de interesse especial, tais como as de proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidas por legislação estadual ou federal”.

São vários os diplomas legais que dispõe sobre a questão das águas subterrâneas, entre eles estão:

#### 7.7.1. Constituição Federal

A Constituição Federal de 1988 (arts. 20, 22, 23 e 26) é um instrumento que, em relação às águas subterrâneas, apresenta possibilidade de dúbia interpretação. E a opção por uma das interpretações manteve a União alheia a gestão das águas subterrâneas por muitos anos.

Em vista das diferentes interpretações foi proposta, e está em análise no Congresso Nacional, a Emenda Constitucional Nº 43/2000, que propõe as seguintes inclusões no texto para melhor explicitação da questão:

Art. 20 – São bens da União:

III – os lagos, rios e, quaisquer correntes de águas, superficiais ou subterrâneas, inclusive os aquíferos, em terreno de seu domínio ou que banhem mais de um estado,

servam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

IX – os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

Art. 26 – Incluem-se entre os bens do Estado:

I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, circunscritas ao seu território, ressalvadas, nesse caso, na forma da lei, as decorrentes de obra da União.

Para ser aprovada esta Emenda precisa de 2/3 dos votos dos congressistas, em duas sessões. Aprovada ou não, o fato é que permanece a necessidade de desenvolvimento dos mecanismos de gestão.

#### 7.7.2. Leis Federais de Recursos Hídricos

A Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, institui a Política e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil. E entre outros, estabelece o gerenciamento por bacias hidrográficas e destaca que as águas subterrâneas estão sujeitas à outorga.

A Lei Federal Nº 9.984, de 17 de julho de 2000, institui a criação da Agência Nacional de Águas.

A ANA é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de programarem sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, nos termos do art. 3º.

Embora seja uma agência de implementação política, é diferente das demais agência executiva, ela possui outra natureza, à medida que o uso dos recursos hídricos não constitui, em si, nem serviço público, nem atividade econômica (GRANZIERA, 2003).

A Lei Federal Nº 10.881 de 09 de julho de 2004 institui os contratos de Gestão da ANA e entidades delegatórias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências.

#### 7.7.3. Leis Estaduais

A Lei Estadual Nº 2.406/2002 de 29 de janeiro de 2002 de Mato Grosso do Sul, institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento

dos Recursos Hídricos. Entre outros, contempla programas de gestão de águas subterrâneas, compreendendo a pesquisa, o planejamento e o monitoramento. Destacando-se que a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo está sujeito à outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

A Lei Estadual Nº 3.183/2006 de 21 de fevereiro de 2006 de Mato Grosso do Sul, institui a Administração, Proteção e Conservação das Águas Subterrâneas de domínio do Estado.

#### 7.7.4. Lei Municipal

A Lei Complementar nº 74 de 06 de setembro de 2005, tem como objetivo no seu art. 3º a proteção ambiental como constituinte do Ordenamento do uso e da ocupação do solo do Município de Campo Grande.

#### 7.7.5. Decretos-Leis

O Código de Águas (Decreto Nº 24.643 de 10 de julho de 1934 dispõe sobre águas subterrâneas em seu Título IV, nos artigos 96 a 101). Já em 1934 previa situações que ainda hoje são atuais e geradoras de conflitos. Em situações de ausência de legislação específica pode ser utilizado como instrumento legal local.

O Decreto-Lei Nº 7.841 de 08 de agosto de 1945 institui o Código de Águas Minerais. As águas minerais são reguladas pelo Código de Águas Minerais por determinação do Código de Mineração, competindo ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM – a autorização de lavra destas águas.

Estão sujeitas ao DNPM (art. 25 do Código de Águas Minerais) todas as águas comercializáveis, sejam minerais ou potáveis de mesa, para uso em balneoterapia, hidrotermal e gasosa, das diversas etapas da lavra (todos os trabalhos e atividades de captação, condução, distribuição e aproveitamento das águas – Arts. 9 e 10 do Código de Águas Minerais).

O Decreto-Lei Nº 227/1967, segundo o Código de Mineração estabelece que:

Art. 10 – Reger-se-ão por Leis especiais:

V – as jazidas de águas subterrâneas;

Está em andamento um Projeto de Lei para criação da Agência Nacional de Mineração – ANM e em cujo texto encontra-se o artigo:

Art. 6º - Reger-se-ão por leis próprias:

III – as águas minerais;

IV – os recursos hídricos não enquadrados no regime específico das águas minerais;

#### 7.7.6. Portarias DNPM

O DNPM regula suas atribuições, entre outros, através de Portarias. Podemos citar como exemplo Portaria que suspendem a outorga de alvarás de pesquisa e aproveitamento de água mineral/termal do aquífero de Caldas Novas e Rio Quente e a Portaria Nº 231/1998 que regula as ações e procedimentos para a definição de áreas de proteção das fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa em todo o território nacional, objetivando sua preservação, conservação e racionalização de uso.

É também o responsável pela outorga dos usos de águas subterrâneas estabelecidos no Código de Águas Minerais.

#### 7.7.7. Portarias e Resoluções ANVISA

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, ligada ao Ministério da Saúde, compete à fiscalização das águas utilizadas em insumos alimentícios, tais como para utilização de águas subterrâneas para fabricação das “águas purificadas de sais”. Por exemplo, a RDC Nº 54/00 dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Água Mineral Natural e Água Natural (ou Potável de Mesa). Ela substitui a Resolução Nº 310/00, mas manteve seus princípios básicos.

Define em sua Resolução Nº 309/1999: Água Purificada de Sais são as águas preparadas artificialmente a partir de qualquer captação, tratamento e adicionada de sais de uso permitido, podendo ser gaseificada com dióxido de carbono de padrão alimentício. Ela fixa as características mínimas de identidade e qualidade de toda e qualquer “Água purificada adicionada de sais”.

#### 7.7.8. Resoluções do CNRH

Uma relevância na questão hídrica subterrânea no Brasil foi aprovação da Resolução Nº 15 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos sobre a inserção das águas subterrâneas na gestão integrada dos recursos hídricos e, mais recentemente, a aprovação da Resolução Nº 22 sobre a inserção das águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos.

Basicamente, a Resolução Nº 15 de 11 de janeiro de 2001 visa a promoção da gestão sistêmica, integrada e participativa, a adequação dos instrumentos de gestão, a articulação dos entes federativos, a promoção dos ajustes legais necessários, a promoção do aperfeiçoamento institucional adequado e a educação e participação cidadã.

Em termos gerais, essa nova Resolução Nº22 de 24 de maio de 2002, visa instrumentalizar a gestão integrada das águas através da inserção das águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos de modo sistêmico e interativo com todas as realidades da região do plano.

#### 7.7.9.Portaria do Ministério da Saúde

A Portaria Nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando caracterizar de maneira mais eficiente os aspectos relativos às águas subterrâneas no Município de Campo Grande, foi elaborado o Mapa Hidrogeológico do município, com base nos trabalhos de Lastoria (2002) e Dersul (2002), apresentado na FIGURA 8.1, mostrando as três principais unidades hidroestratigráficas presentes.

O Aquífero Bauru ocorre na maior área do município, (FIGURA 8.1) estendendo-se desde o lado leste da Capital, até limite municipal sul-sudeste. É caracterizado como aquífero livre. Entretanto, a quase totalidade da ocorrência deste aquífero, situa-se na área rural, onde a exploração de água subterrânea é, ainda, pequena. De acordo com perfis de poços, obtidos junto à Empresa HIDROSOMAT LTDA (*Apud* LASTORIA, 2002), a espessura máxima desta unidade vai até um pouco além de uma centena de metros, apresentando poços tubulares com uma produção superior a 50 m<sup>3</sup>/h, sendo os valores mais freqüentes de 10 a 20 m<sup>3</sup>/h.

De acordo com o trabalho de Lastoria (2002), o Aquífero Basáltico é o mais intensamente explorado no Município de Campo Grande. Embora apresente uma superfície de afloramento inferior ao Aquífero Bauru, sua ocorrência corresponde a aproximadamente 30 % da área (FIGURA 8.1), localiza-se na maior parte da área urbana da Capital, bem como no Distrito Industrial de Indubrasil. É também um aquífero livre e sua exploração é feita principalmente através de poços tubulares, pertencentes ao sistema público de abastecimento de água, bem como de propriedade particular, autarquias, residências, indústrias, estabelecimentos comerciais, hospitais, escolas, clubes, entre outros.

A espessura máxima desta unidade no Município de Campo Grande é de 250 a 300 m, apresentando poços tubulares com vazões médias de 25 m<sup>3</sup>/h, valores superiores aos encontrados para o mesmo aquífero em outras regiões da Bacia Sedimentar do Paraná (REBOUÇAS & LASTORIA, 1980).

O Aquífero Guarani é o terceiro aquífero encontrado no Município de Campo Grande. Aflora em uma pequena área no noroeste do município, inferior a 5 %, distante da zona urbana (FIGURA 8.1), comportando-se nesta zona de afloramento como aquífero livre. Não se tem informação de poços perfurados nesta área. Em todo o restante do território campo-grandense, o aquífero encontra-se confinado, subjacente aos Aquíferos Bauru e Basáltico.

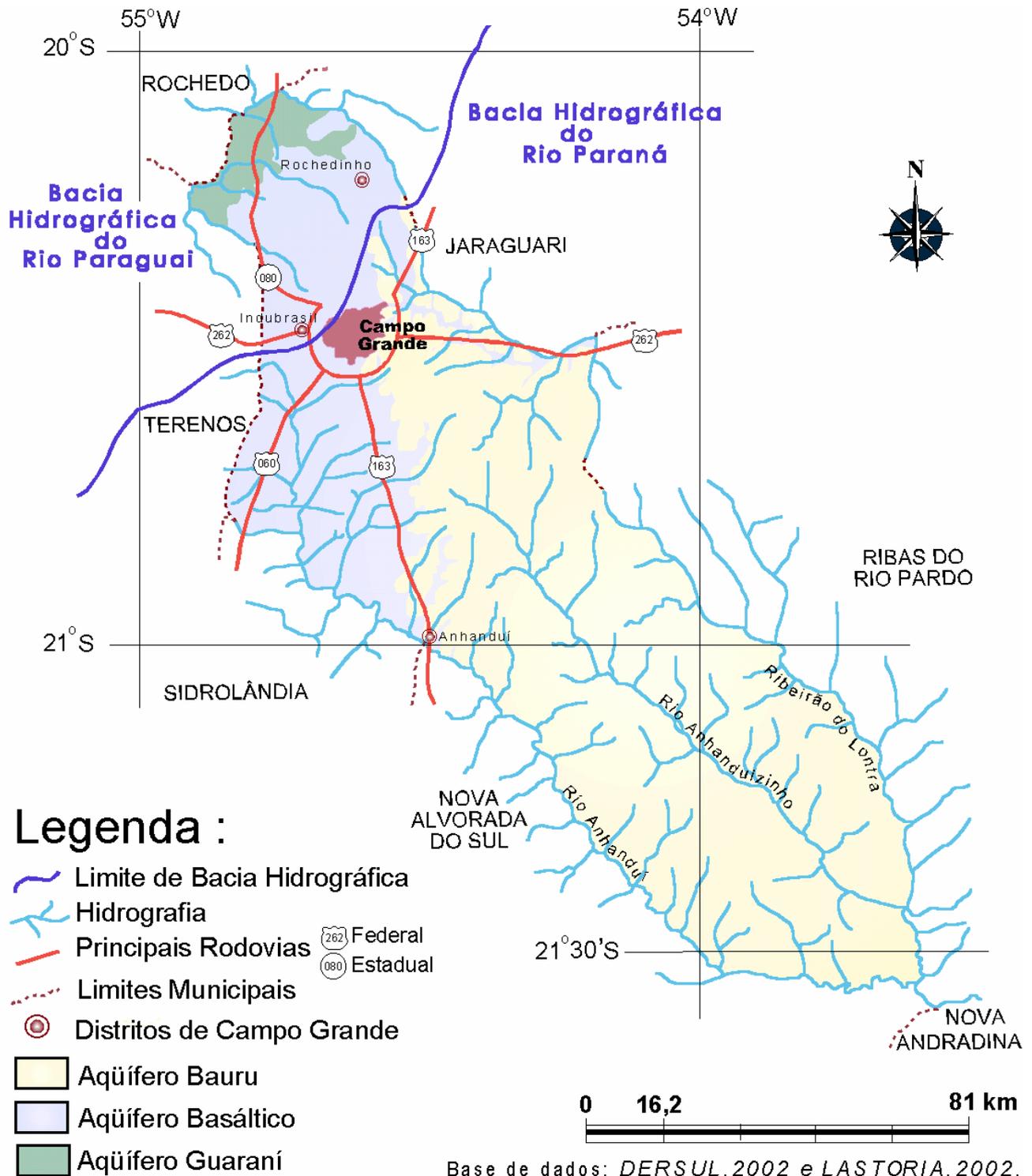


FIGURA 8.1 – Mapa Hidrogeológico do Município de Campo Grande.

Informações detalhadas sobre este aquífero na região, são ainda pouco conhecidas, sendo descrito no trabalho Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul (TAHAL/SANESUL, 1998), (GASTMANS, 2007).

Devido à profundidade que se encontra na parte confinada, este aquífero é predominantemente explotado pelo sistema público de abastecimento de água. Os poços tubulares com vazões superiores a 250-300 m<sup>3</sup>/h, tem profundidades maiores que 400 m, além de requererem equipamentos de extração de água específicos, isto é, não disponíveis no mercado nacional a pronta entrega.

Atualmente, em Campo Grande, o número de poços com estas características é um pouco superior a uma dezena.

De acordo com os dados apresentados por Lastoria (2002), verifica-se que o maior número de poços perfurados encontra-se no Aquífero Basáltico. Este fato é justificado pela maior densidade demográfica sobre este aquífero, tendo em vista que a cidade de Campo Grande localiza-se predominantemente sobre sua área de ocorrência.

Levando-se em consideração o maior número de poços construídos nas rochas basálticas e no seu manto superior de alteração, escolheu-se uma área amostral para verificação da intensidade de abertura de poços, dentro da área urbana da cidade de Campo Grande, com a finalidade de enfatizar a situação atual de exploração do manancial subterrâneo.

A região escolhida para este detalhamento possui uma área de aproximadamente 7 km<sup>2</sup> e localiza-se no entorno do Câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (FIGURA 8.2), que tem a quase totalidade do seu suprimento de água, fornecido a partir de captação subterrânea.

Constatou-se no levantamento de dados dos poços perfurados nesta área que grande parte deles não possui dados hidrogeológicos ou outras informações sobre sua construção. Este fato fica mais evidenciado nas obras de captação construídas em propriedades particulares. Geralmente os poços perfurados em órgãos públicos possuem dados confiáveis, fornecidos por empresa de perfuração com Responsável Técnico.

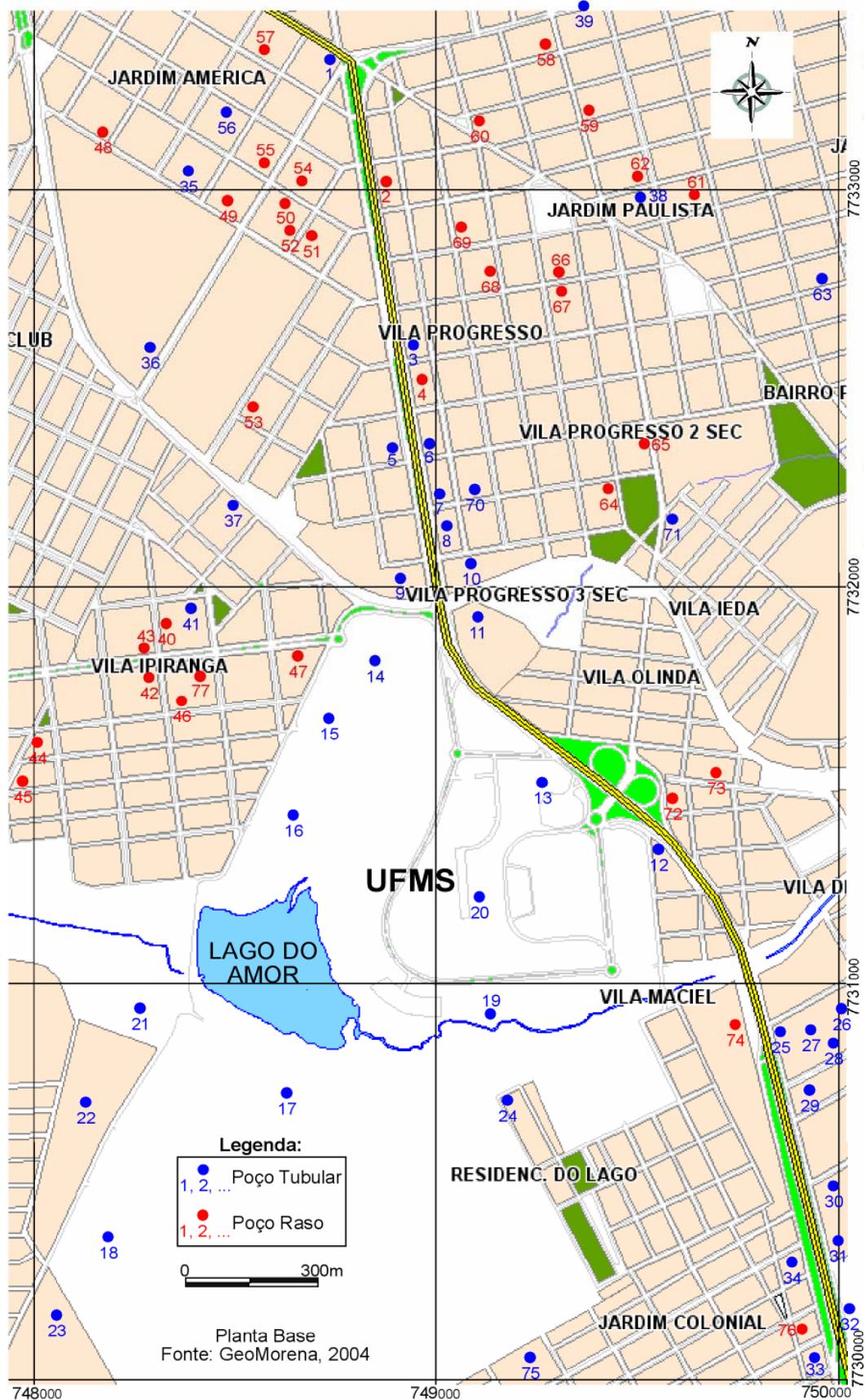


FIGURA 8.2 Mapa da área de estudo, com a localização dos Poços Tubulares e Rasos.

Os principais tipos de obras de captação levantados na área de estudo são os poços tubulares, predominantemente com diâmetros de 6 ou 8 polegadas, e os poços rasos, semelhantes aos poços ponteira, popularmente conhecidos como “poços semi-artesianos”, cujos diâmetros são geralmente inferiores a 4 polegadas. As FIGURAS 8.3 e 8.4 mostram estes tipos de poços encontrados na região estudada.



FIGURA 8.3 – Poço Tubular na área do Câmpus da UFMS.



FIGURA 8.4 - Poço Raso. Observar a inexistência de laje de proteção e de tampa para a boca do poço.

Durante os trabalhos de campo, para identificação dos pontos de captação e coleta de dados existentes, observou-se a falta de conscientização da população sobre a importância da água subterrânea e a necessidade das entidades governamentais supervisionarem o uso e a exploração deste bem.

Assim, as dificuldades encontradas nos levantamentos para obtenção das informações relativas à existência de poços e seus dados mais representativos, como: profundidade, nível estático, nível dinâmico, vazão, entre outros, ficaram evidenciados pelos seguintes fatos:

- a) inexistência de documentação hidrogeológica com o proprietário do poço;
- b) execução do poço por firma de perfuração sem credenciamento e sem Responsável Técnico;
- c) desconfiança dos proprietários em fornecer informações mais detalhadas de seus poços, temendo a implantação da outorga e conseqüente cobrança pelo uso da água;
- d) inexistência de um organismo público (municipal, estadual ou federal), de cadastramento e controle de poços executados.

Do total de 77 (setenta e sete) poços identificados na área de estudo, conforme mostrado na Tabela 8.1, verifica-se que 43 são poços tubulares e 34 podem ser considerados como poços rasos, ou seja, possuem diâmetros inferiores a 4 polegadas e profundidades menores que 50 metros, de acordo com a Lei de Águas Subterrâneas do Estado de Mato Grosso do Sul, Lei nº 3.183, de 21 de fevereiro de 2006. É importante salientar que o total de 77 poços levantados não corresponde ao número total de poços existentes na área, que certamente apresenta uma quantidade de poços maior.

Na área amostral, a grande maioria dos poços tubulares 48 %, capta água do Aquífero Basáltico, enquanto 6 % destes poços atingem o Aquífero Guarani confinado. Os poços rasos são construídos no solo de alteração e manto de decomposição das rochas basálticas, fornecendo vazões sempre inferiores que os poços tubulares. Este fato pode ser evidenciado pelos próprios equipamentos de extração d'água instalados nestes poços, geralmente moto-bombas centrífugas de sucção, com produção inferior que a moto-bombas submersíveis instaladas nos poços tubulares.

Tabela 8.1 – Parâmetros hidráulicos de poços no entorno do Câmpus da UFMS de Campo Grande-MS, em uma área de 7 km<sup>2</sup>.

	LOCAL DO POÇO	AQUÍFERO	NE(m)	ND(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	Prof.(m)	Observação
1	Posto Ipiranga	Basáltico	-	-	-	-	tubular
2	Kampai Veículos	Basáltico	-	-	-	-	raso
3	Retífica Oshiro	Basáltico	14,00	25,00	23,0	102,0	tubular
4	Posto Troncoso	Basáltico	-	-	-	-	raso
5	Posto Sem Limites	Basáltico	-	-	-	-	tubular
6	Posto Petrobrás	Basáltico	10,00	48,00	20,0	110,0	tubular
7	Posto FIC	Basáltico	-	-	-	-	tubular
8	Ministério Público	Basáltico	8,70	25,20	20,0	102,0	tubular
9	Almoxarifado PMCG	Basáltico	8,00	30,00	20,00	100,0	tubular
10	Empresa Andorinha	Basáltico	9,00	20,00	26,0	105,0	tubular
11	Atacadão – BR 163	Basáltico	14,60	48,20	53,6	95,5	tubular
12	Hidrosomat	Basáltico	12,13	28,57	24,0	82,0	tubular
13	UFMS – Unidade VI	Basáltico	-	-	-	-	tubular
14	UFMS – Policlínica	Basáltico	8,00	16,80	16,5	100,0	tubular
15	UFMS – HU (Ambulatório)	Basáltico	4,00	11,10	44,0	117,0	tubular
16	UFMS – HU (Caldeira)	Basáltico	0,70	10,00	20,0	150,0	tubular
17	UFMS – Deptº de Química	Basáltico	8,10	19,78	19,80	100,0	tubular
18	UFMS – Hospital Veterinário	Basáltico	12,10	14,70	22,5	144,0	tubular
19	UFMS – Teatro Glauce Rocha	Bas./Guarani	5,60	18,90	56,0	70,0	tubular
20	UFMS – Reservatório Central	Bas./Guarani	15,70	-	-	-	tubular
21	IAGRO	Basáltico	5,00	7,00	24,0	128,0	tubular
22	IML/Polícia	Basáltico	12,00	41,00	41,5	80,0	tubular
23	Cemitério Parque das Primaveras	Basáltico	-	-	-	-	tubular
24	Conjunto Residencial do Lago	Bas./Guarani	4,60	16,30	19,8	100,0	tubular
25	Coca Cola I	Basáltico	17,00	54,00	45,0	96,0	tubular
26	Coca Cola (oficina/manutenção)	Basáltico	11,9	65,00	40,0	88,0	tubular
27	Coca Cola II (meio do pátio)	Guarani	109,0	117,0	100,0	180,0	tubular
28	Coca Cola (Água Mineral)	Basáltico	12,00	74,00	51,0	100,0	tubular
29	Movema	Basáltico	22,00	35,00	18,0	100,0	tubular
30	Faculdade Estácio de Sá	Basáltico	20,30	26,80	19,8	102,0	tubular
31	Cumins Motores	Basáltico	4,50	23,80	10,2	76,0	tubular
32	Campo Grande Diesel	Basáltico	39,45	47,60	12,0	101,0	tubular
33	Posto Recreio	Basáltico	18,00	30,00	18,0	100,0	tubular
34	Fábrica Caixa D'água	Basáltico	-	-	-	-	tubular
35	Viação Cidade Morena	Basáltico	10,50	17,50	15,2	80,0	tubular
36	Acrisol – Parque de Exposições	Guarani	96,10	98,05	10,7	150,0	tubular
37	Pousada Ipacará	Basáltico	4,00	12,00	17,6	102,0	tubular
38	Motel Ipacará	Basáltico	24,50	44,80	13,0	120,0	tubular
39	Supermercado Comper	Basáltico	17,50	21,50	12,4	102,0	tubular

**Continua na página 48**

## Continuação da página 47

40	Empr. Reun.Paulista de Transp. Ltda	Basáltico	-	-	-	-	raso
41	Alpi Estr. Metálicas	Basáltico	-	-	-	52,0	tubular
42	Com.Posto Mil	Basáltico	-	-	-	-	raso
43	Irriga Comercial Ltda	Basáltico	-	-	-	-	raso
44	Vital Cent. Esterilização	Basáltico	-	-	-	-	raso
45	Prolimpo Indúst. Com.Prod. Quím.	Basáltico	-	-	-	-	raso
46	Pauli Estruturas Metálicas	Basáltico	-	-	-	-	raso
47	Ravel Veículos	Basáltico	-	-	-	-	raso
48	Auto Posto Querência	Basáltico	-	-	-	-	raso
49	Renovação – Prest. de Serviços.	Basáltico	-	-	-	-	raso
50	Empresa Grand Máster Turismo	Basáltico	-	-	-	-	raso
51	Multimáquinas Ltda	Basáltico	-	-	-	-	raso
52	Solari Biotecnologia	Basáltico	-	-	-	-	raso
53	Mecapeça Oficina	Basáltico	-	-	-	-	raso
54	Eucatur	Basáltico	-	-	-	30,0	raso
55	Oficina Reta	Basáltico	-	-	-	-	raso
56	Engesul – Eng. MS Ltda	Basáltico	34,00	62,00	7,2	105,0	tubular
57	Expresso Queiroz	Basáltico	-	-	-	-	raso
58	Auto Posto Paludo	Basáltico	-	-	-	-	raso
59	Motel Chega Mais	Basáltico	-	-	-	-	raso
60	Joel Ferro Velho	Basáltico	-	-	-	24,0	raso
61	Instalar Visual Serv.	Basáltico	-	-	-	-	raso
62	Sauna Rep. Ipacará	Basáltico	11,00	16,00	3,0	46,0	raso
63	Sealp	Basáltico	-	-	-	-	tubular
64	Motel Beirute	Basáltico	-	-	-	-	raso
65	Marpas Munk	Basáltico	-	-	-	-	raso
66	Motel A Lua 1	Basáltico	-	-	-	17,0	raso
67	Motel A Lua 2	Basáltico	-	-	-	28,0	raso
68	Opus Engenharia,	Basáltico	-	-	-	-	raso
69	Kioren	Basáltico	-	-	-	22,0	raso
70	Caiado Pneus	Basáltico	19,00	35,00	15,0	110,0	tubular
71	Auto Posto Universitário	Basáltico	-	-	-	80,0	tubular
72	Mota Desmatamento	Basáltico	-	-	-	-	raso
73	Residência	Basáltico	-	-	-	-	raso
74	Z3 Tratores	Basáltico	-	-	-	-	raso
75	Residencial Colonial	Basáltico	14,0	24,2	36,0	109,0	tubular
76	Ribelato Recapagens de Pneus	Basáltico	-	-	-	-	raso
77	Funilaria Di Domenico	Basáltico	-	-	-	-	raso

## 9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A atual situação dos poços perfurados no Município de Campo Grande é bastante preocupante; o crescente uso das fontes alternativas de abastecimento, em especial das águas subterrâneas, o conseqüente risco ao meio ambiente e à saúde pública da população, necessita de controle público da exploração destas águas.

Com a regulamentação do uso, controle e fiscalização, através do Cadastro de poços tubulares, iniciam-se uma adequação da gestão das águas subterrâneas. Sendo assim, os especialistas podem ter oportunidades de incrementar o uso dos poços dentro do limite permitido, ou seja, da capacidade do aquífero, com informações de localização ideal e a distância dos poços para evitar as interferências que venham causar prejuízos ao meio ambiente e o uso correto de materiais e métodos que garantam um abastecimento de água benéfica à saúde humana.

Analisando-se os dados da Tabela 8.1, verifica-se que dos 43 poços tubulares com valores de vazão, obtém-se uma vazão média de 27 m<sup>3</sup>/h. Por outro lado, deve ser levado em conta que estes poços são construídos predominantemente no Aquífero Basáltico, livre, onde o fluxo de água é anisotrópico em seus sistemas de descontinuidades.

Considerando-se estas características hidrogeológicas e comparando-as com os valores apresentados por Rebouças (1976), relativos à viabilidade econômica e interferência entre poços tubulares, pode-se afirmar que um cone de interferência seguro para estes poços da área de estudo é com um raio de 500 metros. Isto implica em uma área de influência para cada poço de 785 400m<sup>2</sup>, ou seja, a área estudada que é de 7km<sup>2</sup>, comportaria apenas 9 poços tubulares com estas características, equidistantemente distribuídos, com um período diário de bombeamento de 20 horas.

Mesmo considerando-se um raio de influência de 300 metros, o que certamente implicará em interferência entre poços, chega-se a um número máximo recomendável de 25 poços para a área de estudo, também equidistantemente distribuídos.

O que se pode concluir quanto ao fato de que na área de estudo, onde foram identificados 43 poços tubulares, além de 34 poços rasos, e ainda não ocorreu um problema mais grave de esgotamento do aquífero, ou seja, redução drástica das vazões, é que parte

destes poços tubulares encontra-se momentaneamente desativados, pela existência de rede de água do sistema de abastecimento da cidade, aliado a um provável menor tempo diário de bombeamento. No entanto, é de se esperar que uma medição atual dos níveis estáticos apresente valores mais baixos dos níveis apresentados na época de perfuração dos poços.

Com relação aos poços rasos, embora eles explorem uma vazão bem menor que os poços tubulares, via de regra são construídos sem acompanhamento técnico, expondo desta maneira o aquífero a uma contaminação mais rápida, como observado no poço mostrado na FIGURA 8.4, onde não se observa laje de proteção, nem mesmo tampa para a boca do poço, o que acarreta em um contato direto da água subterrânea com a superfície do terreno.

O cadastro de poços além de regulamentar o uso de águas subterrâneas dentro do Município de Campo Grande, detecta e auxilia na fiscalização dos poços construídos na cidade; serve ainda para a elaboração de mapa hidrogeológico do município e ao mesmo tempo contribui na discussão da outorga dos recursos hídricos subterrâneos.

Essa gestão das águas subterrâneas no município traz a supervisão da exploração e uso das águas disponíveis, de forma mais direta, isto é, existe uma interação mais próxima da população com a administração municipal, do que com as administrações estaduais, ou com a União. O município coopera com o estado, contribui com o progresso da economia brasileira, previne o desperdício e protege os aquíferos da poluição. Atende ainda, a legislação estadual de águas subterrâneas, Lei nº 3.183 de 21 de fevereiro de 2006.

Ainda nessa área estudada, a empresa REFRIGERANTE DO OESTE LTDA – COCA COLA, localizada na Vila Albuquerque, Br 163, requereu Autorização de Pesquisa o qual foi vistoriada e constatada água mineral como substância da classe Águas Minerais e houve a Concessão de Lavra em uma área de 3,24 hectares, conforme os dados do Sistema de Cadastro Mineiro do Departamento Nacional de Produção Mineral. Dentro daquela região todo poço tubular que venha ser perfurado deve ser comunicado ao DNPM, sendo que os possíveis poços de terceiros podem até mesmo ser embargados.

O IMASUL/SEMA também tem atribuição para a fiscalização dos postos de combustíveis, visando detectar possíveis vazamentos e contaminação dos aquíferos, com exigência de Licença Ambiental e o necessário monitoramento por meio de poços piezométricos. No caso do município de Campo Grande, o Estado, com o novo Programa de Descentralização de Licenciamento já delegou competência para a Secretaria Municipal de

Desenvolvimento Sustentável – SEMADES efetuar o licenciamento e a fiscalização para este tipo de empreendimento.

Este tipo de atividade que a SEMADES já vem desenvolvendo para o controle da poluição do aquífero a partir da contaminação por poços de combustíveis, poderia ser ampliado para o monitoramento dos demais pontos de captação das águas subterrâneas no âmbito do município.

Este estudo indica para que todas as informações sobre as perfurações e operações de poços devem ser coletadas e armazenadas em um banco de dados, onde todos os interessados possam ter acesso. Essas informações demonstram ser uma importante ferramenta para a gestão de águas subterrâneas no município de Campo Grande. Um sistema de informações de águas subterrâneas consistente, poços cadastrados e um mapa hidrogeológico, contendo dados qualitativos e quantitativos, permite acompanhar os diversos usos dos recursos hídricos subterrâneos.

Quando se tem o cadastramento, o controle da perfuração dos poços e da exploração de águas subterrâneas fica mais eficiente. Assim, o município e o estado têm subsídios para determinar o uso racional e a gestão compartilhada de aquíferos, em especial nas áreas de superexploração e/ou contaminação, destacando-se as áreas de recarga.

Uma ótima ação é elaborar um planejamento estratégico de controle rigoroso de perfuração e desempenho dos poços rasos e profundos e com ênfase em buscar usuários clandestinos e prever um tratamento adequado para os poços abandonados. Deve-se ainda, disciplinar a exploração atual e proibir a abertura de novos poços profundos para água subterrânea em áreas onde já ocorre exploração intensiva;

Nos lugares onde se localizam ou venham a ser instaladas atividades potencialmente poluidoras, propor estudos com relação ao risco de contaminação dos aquíferos;

Para proteger a qualidade das águas subterrâneas é necessário propor a elaboração do mapa detalhado de vulnerabilidade dos aquíferos, além do cadastramento de fontes potenciais de contaminação; fazer a execução, publicação e divulgação da cartografia hidrogeológica básica e o zoneamento da vulnerabilidade dos aquíferos à poluição e aplicação de legislação de proteção;

Várias sugestões de programas de capacitação técnica para o manejo das águas subterrâneas devem compor o plano de gestão dos recursos hídricos subterrâneos com envolvimento de todos os municípios, fazendo as parcerias com os municípios para a utilização racional das águas subterrâneas, a avaliação hidrogeológica, técnico-econômica, projetos de perfuração controlada de poços tubulares profundos;

Convênios de mútua cooperação entre estado e prefeituras para gestão local de aquíferos, especialmente os situados em áreas urbanas podem ser firmados entre si.

Em suma, sugerem-se as elaborações de um inventário dos poços tubulares; com a **utilização de programas computacionais, que permitam** estudos dos aquíferos com identificação das **suas áreas de recarga e descarga**, e a coleta **de amostras para análise** de água; identificação das fontes potencialmente poluidoras e a qualidade da água subterrânea;

E ainda, a execução de um programa de educação ambiental com a população local, programas de avaliação e revitalização, podendo ser utilizados nas comunidades rurais mais afastadas e elaboração de proposta de legislação municipal com vistas à preservação e conservação do recurso.

Como parte da Declaração Universal dos Direitos da Água, o uso da água, seja ela superficial ou subterrânea, implica na deferência da lei, devendo ser protegida através de uma obrigação jurídica para toda a sociedade, devendo ser respeitada tanto pelo homem como o Estado. É de fundamental importância a participação da sociedade para defender os recursos naturais.

Neste trabalho, foi elaborada uma proposta de diretrizes e legislação municipal de águas subterrâneas, levando em consideração os aspectos físicos da região, uma regulamentação na construção de poços para captação de água, definindo seus direitos e seu uso adequado. Tomou-se também como base legal os seguintes dispositivos:

- Lei Municipal nº 7.560/94 de Porto Alegre;
- Lei Municipal Complementar 395/97 de Porto Alegre;
- Leis Estaduais nº 11.520/00 no seu art. 134, nº 6.503/72 de Porto Alegre;
- Decreto Municipal nº 11.578/96 de Porto Alegre;

- Decreto Estadual nº 23.430/74 de Porto Alegre;

- Lei nº 7.165 de 27 de agosto de 1996 do Município de Belo Horizonte subseção IX - Do Meio Ambiente inciso XXI “elaborar legislação sobre o uso das águas subterrâneas, estabelecendo medidas de controle e fiscalização”;

- Lei Estadual nº 3.183 de 21 de fevereiro de 2006 – da Administração, proteção e conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul;

O resultado específico a partir de todo o estudo é uma proposta de legislação que deve entrar em discussão nos fóruns pertinentes para que se transforme efetivamente em lei municipal.

### **Diretrizes para Águas Subterrâneas no Município de Campo Grande.**

1. orientar a utilização dos recursos hídricos subterrâneos de forma sustentada, compatível com o meio ambiente;
2. manter um sistema de proteção dos aquíferos;
3. estimular a integração regional com os municípios vizinhos para o desenvolvimento de programas regionais de preservação das águas subterrâneas;
4. criar o cadastro de poços tubulares para captação de águas subterrâneas;
5. incrementar o cadastro de poços tubulares, de órgãos públicos e de propriedade privada, com sua identificação georreferenciada;
6. exigência de relatório final do poço com os dados completos (georreferenciamento do poço);
7. complementar informação de poços perfurados anteriormente;
8. fiscalizar os poços durante e após a sua instalação;
9. penalizar o infrator;
10. disponibilizar o banco de dados do cadastro a todos interessados.
11. realizar estudos das explorações em áreas de alto consumo, mostrando seus mais diferentes riscos;

12. implantar cadastro com mapas de riscos de armazenamento de produtos químicos e perigosos no município;
13. viabilizar o cadastro de áreas contaminadas, em parceria com cartório de imóveis;
14. orientar o licenciamento ambiental, quando na emissão da Certidão de Conformidade pelo município;
15. fomentar a criação e revisão da legislação municipal visando o licenciamento local e promover a estruturação da municipalidade para possibilitar sua implantação.

### **Proposta de Legislação das Águas Subterrâneas no Município de Campo Grande.**

Dispõe sobre a utilização e proteção dos depósitos naturais de águas subterrâneas, e sobre a aplicação da legislação vigente para a sua conservação e exploração, dentro do Município de Campo Grande – MS.

**Art. 1º** - Esta lei atende o ordenamento jurídico da Constituição Federal de 1988, art. 176 e 225, à Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, à Lei Estadual de MS nº 2.406 de 29 de janeiro de 2002 artigos 2º, 3º, 4º e 5º e à Lei Orgânica de 1990 do Município de Campo Grande – MS artigo 131 e à Lei Complementar nº 94 de 06 de outubro de 2006 - Plano Diretor de Campo Grande, estabelecendo conformidades com suas diretrizes.

**Art. 2º** - Por atribuição legal contida na Lei supra cabe:

- I** – ao SEMADES – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, o ordenamento das águas subterrâneas do Município;
- II** – ao SEMADES interagir com a empresa concessionária de captação e distribuição de água do município, na prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas do Município de Campo Grande;
- III** – ao SEMADES – a execução de pesquisa e estudos hidrogeológicos no Município de Campo Grande;

**Art. 3º** - As exigências e restrições desta lei aplicam-se a todas e quaisquer obras de captação executadas no território municipal.

**Art. 4º** - Esta legislação tem como principal objetivo estabelecer o gerenciamento das águas subterrâneas, com a garantia do fornecimento da mesma em qualidade e quantidade compatíveis com os aquíferos locais e priorizando o uso social da mesma.

**Art. 5º** - O Município deve contribuir com o IMASUL no sistema de gestão das águas subterrâneas no município de Campo Grande, cabendo as seguintes atribuições:

**I** – participação e colaboração no cadastro e inventário de poços tubulares perfurados no município;

**II** – participar e auxiliar na apuração da situação em que se encontram as águas subterrâneas no município, bem como o inventário e cadastro de todas as fontes potenciais de poluição e das ações mitigadoras a serem adotadas;

**III** – auxiliar e fiscalizar os padrões de potabilidade de poços tubulares dentro do município;

**IV** – participar e auxiliar na execução de pesquisas e estudos geológicos e hidrogeológicos (junto às instituições de ensino, universidades), determinando o conhecimento dos aquíferos do município;

**V** – elaborar convênios com órgãos e instituições de pesquisa que envolva recursos humanos com pessoal técnico, afim de obter dados, informações e equipamentos que possam contribuir para melhorar as suas atribuições.

**Art. 7º** - É obrigatória a solicitação do pedido de licença de perfuração de poços tubulares, como também da exploração após a conclusão do poço.

§ 1º - Apresentação de dados construtivos do poço (perfil geológico, dados do investimento, vedação sanitária, etc.).

§ 2º - As licenças deste artigo não isentam as empresas o técnico cumprimento da Lei.

**Art. 8º** - A outorga da água subterrânea é assunto contemplado pela Lei 7.663/1991 – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e art. 25 da Lei Estadual de Mato Grosso do Sul nº 2.406 de 29 de janeiro de 2002.

**Art. 9º** - Com os dados obtidos de quantidade e qualidade das águas subterrâneas pelo SEMADES, deverá apresentar em comum acordo com os órgãos governamentais nomeados pela legislação vigente, o modelo de gestão de águas subterrâneas para o município de Campo Grande, para garantir a exploração racional, visando a preservação da quantidade e qualidade das águas subterrâneas.

**Art. 10** – Deverá criar um Conselho Municipal de Águas Subterrâneas junto ao SEMADES, com o objetivo de propor diretrizes à política de águas subterrâneas, a qual terá um prazo de aproximadamente 90 (noventa) dias, para encaminhar a constituição e regulamentação de seu funcionamento.

**Parágrafo Único** – Esse Conselho deverá ter representantes de órgãos federais, estaduais e municipais, que atuam nesse cenário, bem como representantes de entidades organizadas, tais como: SANESUL, CREA, Universidades, Empresas de Pesquisas, Empresas de perfuração de poços tubulares, Entidades de classes das categorias técnicas envolvidas, Representante da OAB.

**Art. 11** – Fica obrigatório o cadastramento de toda e qualquer empresa e técnicos que atuem com água subterrânea junto ao SEMADES, para poder prestar qualquer serviço correlato no Município de Campo Grande.

**Art.12** – O não cumprimento do disposto nesta Lei, além das penalidades legais previstas nas legislações federal, estadual, às seguintes sanções:

**I** – não obedecer ao cadastramento de empresas ou técnicos que atuem com água subterrânea; falta de pedido prévio de licença de perfuração do poço; falta de pedido de exploração; falta de fornecimento dos dados de construção dos poços. A pessoa física ou jurídica e seu responsável técnico perderá o cadastro no SEMADES, além de ficar impedido de exercer suas funções durante 02 (dois) anos;

**II** – o poço cuja perfuração infringir a lei deverá ser lacrado e não mais utilizado;

**III** – todas as infrações serão penalizadas através de multas, os valores serão recolhidos pelo órgão ambiental. Estas penalidades e os valores de multas serão estabelecidos por lei.

**Art. 13** - A SEMADES deverá apresentar em um prazo de 90 (noventa) dias, um plano de ação, contemplando a questão de utilização da água subterrânea no município de Campo Grande.

**Art. 14** – A SEMADES deverá apresentar em um prazo de 02 (dois) anos, um sistema de gestão para as águas subterrâneas no município de Campo Grande.

**Art. 15** – Toda autorização para novas perfurações no intervalo de tempo compreendido entre a apresentação do Plano de Ação e do Sistema de Gestão, deverá ser examinada pela SEMADES, cumprindo os critérios técnicos obtidos no plano de ação e os interesses da sociedade.

**Parágrafo Único:** Todos os trabalhos técnicos desenvolvidos nestas disposições deverão ter o acompanhamento do Conselho Municipal de Águas Subterrâneas.

**Art. 16** – A SEMADES fica obrigada a fornecer os dados hidrogeológicos de Campo Grande, a qualquer pessoa física ou jurídica interessada pelas informações do município, mediante pagamento de custos estipulados pelo município.

**Art. 17.** Fica criado o cadastro de obras para captação de água subterrânea no Município de Campo Grande.

§ 1º - Entende-se por poço tubular, o poço com diâmetro igual ou superior a 4 polegadas, perfurado com equipamento especializado.

§ 2º – Entende-se por poço raso, o poço de grande diâmetro (em torno de 1 metro), escavado manualmente, ou o poço com diâmetro inferior a 4 polegadas, de pequena profundidade ( inferior a 30 metros), com construção manual ou mecânica.

**Art. 18.** Toda obra de captação de água subterrânea que vier a ser executada no Município de Campo Grande deve ser cadastrada.

§ 1º - O cadastramento será feito em 2 (duas) etapas:

**I** – antes da perfuração, encaminhar requerimento de autorização para perfuração, apresentando a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) registrada junto ao CREA/MS e um “croqui” de localização do mesmo;

**II** – após a instalação do poço, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, o cadastro será completado com o Relatório do Poço.

§ 2º - Cada poço cadastrado receberá um número de identificação a ser lançado no mapa hidrogeológico do município.

**Art. 19.** O Relatório Final do Poço deve conter os seguintes dados:

**I** – o local do poço e nome do proprietário da área;

**II** – nome do responsável pela perfuração;

**III** – projeto executado do poço, com as seguintes informações (revestimento, filtros com pré-filtros, especificação da bomba e motor e proteção sanitária);

**IV** – características físico-químicas e bacteriológicas da água;

**V** – condições de funcionamento do poço.

**Art.20** - O cadastro deve ser complementado com informações existentes de poços anteriormente perfurados.

**Art. 21** - Fica criado um organismo municipal de fiscalização, com livre acesso aos locais dos poços, durante a perfuração e após a sua instalação.

**Art. 22** - Caso o infrator não cumpra a Lei, estará sujeito às seguintes penalidades:

**I** – advertência;

**II** – multa equivalente ao valor atualizado da obra de captação, com preços unitários de acordo com valores referenciais vigentes;

**III** – paralisação da obra ou lacre do poço.

**Art.23** - Esta lei entra em vigor na data de sua publicação, ficando revogadas as disposições em contrário.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica, 2000. **Hidroweb**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 24 de abril de 2003.

ATHAYDE, E. 2002. **Estado do mundo na Rio +10**. Disponível em: [http://www.wwiuama.org.br/alertas/estado\\_%20mundo\\_rio10.htm](http://www.wwiuama.org.br/alertas/estado_%20mundo_rio10.htm)>. Acesso em: 13 de maio de 2004.

BRASIL, ANA - Agência Nacional de Águas (2007). Disponível em: <http://www.ana.gov.br/Institucional/ASPAR/legislacaoEstados.asp>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2007>.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil 1988**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL, Senado Federal. **LEI Nº 9.433**, Brasília, DF 1997.

CASTRO, M. A.H. **Gestão de Águas: Princípios e Práticas**, Porto Alegre: ABRH, 2001.

CEDERSTROM, D. J. **Água Subterrânea – uma introdução**. Rio de Janeiro: Centro de Publicações Técnicas Aliança, 1964.

CNRH – SRH, 2001. **Deliberação da Resolução 15**. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br.br/resolucoes/R015.htm>.> Acesso em 29 março 2004.

COSTA, W. D. & COSTA, W. D. **Disponibilidades hídricas subterrâneas na região Nordeste do Brasil**. In: CPRM, ano V, Nº 9. Belo Horizonte. 1997.

CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M. R. **Hidrologia Subterrânea**. 2. ed. Barcelona: Omega, 1983. 2 v. il.

DERANI, C. **Direito Ambiental Econômico**. São Paulo: Max Limoad, 1997.

DERSUL – Departamento de Estradas e Rodagem de Mato Grosso do Sul, **Mapa Rodoviário do Estado de Mato Grosso do Sul**, 2002. CD ROM.

DIAS, C. **Água, o petróleo do século 21**, Revista Ecologia e Desenvolvimento, 22-28, 2000.

FEITOSA, F. A.C. & FILHO, J. M. **Hidrogeologia – Conceitos e Aplicações**, 2ª ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000.

FIORILLO, C. A P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**, 4ª ed. Ampl. São Paulo: Saraiva, 2003.

FREITAS, V. P. de. **Direito Ambiental em Evolução**, Curitiba: Juruá, 1998, p.88.

GASTMANS, D. 2007. **Hidrogeologia e Hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani na Porção Ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná**. Tese de Doutorado. Área de Concentração – Geociências e Meio Ambiente. IGCE – UNESP – Rio Claro. 213 p.

GEOMORENA.(2004).CD-ROM. **Sistema de Informações Geográficas (SIG) de Campo Grande**. Prefeitura Municipal de Campo Grande. Secretaria Municipal de Controle Ambiental e Urbanístico – SEMUR. Campo Grande – MS.

GRANZIERA, M. L.M. **Direito de Águas e Meio Ambiente**. São Paulo Ícone Editora, 1993.

\_\_\_\_\_. **Direito de Águas – Disciplina Jurídica das Águas Doces**. São Paulo Editora ATLAS S.A., 2ª ed.2003.

GRIGG, N.S. **Water resources management: – principles, regulations and cases**. E. Mc.Graw-Hill, 1986.

HAGER, F.P.V. **Gestão Integrada de Recursos Hídricos Subterrâneos e Superficiais**. 2000.

IBGE.- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico, 1991 **Anuário Estatístico de 1991**. Brasília.

LANNA, A. E. **Regularização de vazões em reservatórios**. In: TUCCI, C. E. M., org. Hidrologia. Porto Alegre, EDUSP, ABRH, p. 703-720 ( Coleção ABRH, 4).1993.

\_\_\_\_\_. **Gestão dos Recursos Hídricos, Rio Grande do Sul**, 1999. Apostila.

LASTORIA, G. 2002. **Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul**. Tese de Doutorado. Área de Concentração – Geociências e Meio Ambiente. IGCE – UNESP – Rio Claro. 133 p.

\_\_\_\_\_(2003) **Apostila do Curso de Engenharia Ambiental da disciplina de Águas Subterrâneas**. UFMS, Campo Grande.

MACHADO, P. A. L. **Recursos Hídricos: Direito Brasileiro e Internacional**. São Paulo Malheiros editores, 2002.

MACROMEDIA Inc. **FreeHand version 9**. Macromedia Inc. San Francisco – Califórnia. January 1997. 1 CD ROM.

MAIA NETO, R. F. Água para o desenvolvimento sustentável. **A Água em Revista**, Belo Horizonte, n. 9, p.21-32. 1997.

MATO GROSSO DO SUL. Leis (1990). **Lei Orgânica do Município de Campo Grande**. Campo Grande – MS.

\_\_\_\_\_. (2006). **Lei Complementar nº94 de 06 de outubro de 2006**. Institui a Política de Desenvolvimento e o Plano Diretor de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande – MS.

MATO GROSSO DO SUL. Leis (2002). **Política Estadual dos Recursos Hídricos: Lei nº 2.406 de 29/1/02**. Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Campo Grande-MS.

\_\_\_\_\_. Leis (2006). **Lei Estadual nº 3.183/06**. Dispõe sobre a administração, proteção e conservação das Águas Subterrâneas de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul e dá outras providências. Campo Grande – MS.

\_\_\_\_\_. (2006). **Lei Complementar nº94 de 06 de outubro de 2006**. Institui a Política de Desenvolvimento e o Plano Diretor de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande – MS.

MEINZER, O.E. **History and Development of Ground-Water Hydrology**, Journal Washington Academy of Science 1934, Vol. 24, pgs. 6-32.

MINAS GERAIS. Leis (1996). **Lei Municipal nº 7165 de 27/8/96**. Institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte-MG.

O'BYRNE, J.C. – **Symposium – Water Use and Control**, Iowa Law Review (1956), Vol. 41, Nº 2, Iowa City, Iowa.

PLANURB - Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente/PMCG. *In: Perfil Sócio-Econômico de Campo Grande*, 1999.

POMPEU, C. T. **Regime Jurídico da Polícia das Águas Públicas: 1. Polícia da qualidade.** São Paulo CETESB, 1976.

PORFÍRIO JÚNIOR, N. de F. **Responsabilidade do Estado em face do dano ambiental.** São Paulo: Malheiros, 2002.

REALE, M. **Lições preliminares de direito.** 22 ed. São Paulo: Saraiva, 1995.

REBOUÇAS, A C. **Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná – Análise de Pré-Viabilidade.** Tese de Livre Docência, IG/USP, 1976, São Paulo, 143p.

\_\_\_\_\_. **Águas Subterrâneas.** São Paulo, 2(1): 1-10. 1980.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do setor hidrogeologia.** [S.I]: ABAS/PADCT, 1996. (Inédito).

REBOUÇAS, A C. & LASTORIA, G. **Potencial Hidrogeológico do Aquífero Basáltico em Campo Grande.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1º, 1980, Recife, ABAS. Anais, v-1, p.415-426.

RIO GRANDE DO SUL. Leis (1974). **Lei Estadual nº 6.503/72 e Decreto Estadual nº 23.430/74.** Regulamento sobre a Promoção, Proteção e Recuperação da Saúde Pública. Porto Alegre-RS.

\_\_\_\_\_. Leis (1994). **Lei Municipal nº 7.560.** Cria o Cadastro Municipal de Poços Tubulares Profundos. Porto Alegre - RS.

\_\_\_\_\_. Leis (1996). **Decreto Municipal nº 11.578/96.** Regulamenta a Lei nº 7560, de 22/12/94. Cria o Cadastro Municipal de Poços Tubulares Profundos e dá outras providências. Porto Alegre - RS.

\_\_\_\_\_. Leis (1997). **Lei Municipal nº 395/97.** Institui o código municipal de saúde do Município de Porto Alegre e dá outras providências. Porto Alegre -RS.

\_\_\_\_\_. Leis (2000). **Lei Estadual nº 11.520/00.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Porto Alegre – RS.

ROCHA, M. A. da SILVA. **Tutela Administrativa do Aquífero Guarani: Instrumentos de Proteção.** Franca: Universidade de Franca. 2003. 177p. (Dissertação, Mestrado em Direito Público).

RONDON, M. A. C. **Espacialização de intensidades pluviométricas de chuvas intensas em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2001. 93p. (Dissertação, Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos).

SÁ, J. A. C. de A. & CAMPOS, J. N. B. **O Direito e a Gestão das Águas** in: CAMPOS, N. & STUDART, T. *Gestão de Águas: Princípios e Práticas*, ABRH, 1ª ed., 2001.

SÃO PAULO. Leis (1991). **Lei Estadual nº 7.663/91**. Institui a política estadual dos recursos hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. São Paulo – SP.

SEPLAN/CRN – **Atlas Multirreferencial de Mato Grosso do Sul**. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Coordenação de Recursos Naturais, mapas, 1990, Campo Grande, 28 p.

SILVA, J. A. da. **Direito ambiental constitucional**. 2. ed. São Paulo, Malheiros Ed., 1998.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de Direito Ambiental**. 2 ed. Ver., atualizada e ampliada. São Paulo, Saraiva, 2003.

TAHAL/SANESUL – **Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul**. Relatório Final, TAHAL Consulting Engineers ltd. & Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S. A., 1998, Campo Grande, mapas, v. I, II, 736 p.

TUCCI, C. E. M. (1993). **Regionalização de vazões**. In: TUCCI, C. E. M., org. *Hidrologia*. Porto Alegre, EDUSP, ABRH, p. 573-611 (Coleção Abril de Recursos Hídricos).

UOP - JOHSON DIVION. **Água subterrânea e poços tubulares**, Saint Paul, Minnesota. 3 ed. rev. São Paulo, CETESB, 1978.

VILELA, S. S. **Monitoramento da Qualidade da Água dos Poços Freáticos da Bacia do Córrego Bandeira – Campo Grande – MS**. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2003. 74 p. (Monografia, Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Perícia Ambiental).

VILLAR, C. P. & RODRIGUES JÚNIOR, G. S. (2006). **O Direito Humano à Água**. Disponível em: <[http://www.cori.unicamp.br/CT\\_2006/trabalhos](http://www.cori.unicamp.br/CT_2006/trabalhos)> Acesso em: 15 de maio 2007.

WALTON, W. **Groundwater Resource Evaluation**. New York: McGraw Hill., 1970. 664 p.

WIENER, A. **The role of water in development**. New York: McGraw-Hill, 1972. 483 p.

WMO. **Manual for estimation of probable maximum precipitation**. Geneva: World Meteorological Organization, 1973. 190 p.

WREGGE, M. **Termos Hidrogeológicos Básicos**. Caderno Técnico nº 4 da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. São Paulo, 1997. 32 p.

## 11 GLOSSÁRIO HIDROGEOLÓGICO

Os termos a seguir apresentados foram extraídos, com modificações, do Caderno Técnico nº 4 da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - **Termos Hidrogeológicos Básicos** (Wrege, 1997).

**ÁGUA DE MESA** é aquela água de fonte, industrializada de excelente qualidade.

**ÁGUA DO SOLO** (*Soil Water*) é aquela água contida no meio poroso próximo à superfície topográfica; ocorre como água pelicular.

**ÁGUA DOCE** (*Fresh Water*) é água com baixas concentrações de matéria dissolvida (poucas centenas de miligramas por litro), sem gosto de sais.

**ÁGUA DURA** (*Hard Water*) é aquela água com concentrações de Ca e Mg capazes de provocar resíduo insolúvel ao contato com sabão ou ao ferver.

**ÁGUA MINERAL** (*Mineral Water*) é aquela água subterrânea com especiais características físicas e/ou químicas, naturais, com possibilidades terapêuticas e/ou gosto especial; por vezes, adicionando-se-lhe gás; se for quente chama-se Termomineral. O termo mais correto seria: água mineralizada.

**ÁGUA SUBTERRÂNEA** (*Ground Water*) é aquela água de subsuperfície que ocorre na zona saturada dos aquíferos, movendo-se sob o efeito da força gravitacional, unicamente; ou seja, nem toda a água de subsuperfície é água subterrânea, tecnicamente; exemplo: água do solo não é água subterrânea, pois as forças que a comandam são as eletroquímicas (capilaridade; adsorção). Assim, água subterrânea é aquela água de subsuperfície que é passível de ser captada em obras de engenharia (poços; drenos).

**ÁGUA TERMAL** (*Thermal Water*) é aquela água subterrânea naturalmente quente na sua emergência; ou seja, 5° C acima da temperatura média da região.

**AQUÍCLUDO** (*Aquiclude*) é aquela litologia porosa mas não permeável, incapaz de ceder água economicamente a obras de captação; exemplo: argila. A água está contida no meio por forças moleculares.

**AQUÍFERO** (*Aquifer*) é aquela litologia porosa e permeável, capaz de ceder água economicamente a obras de captação; exemplo: areia, arenito; ou seja, o aquífero é um

material geológico capaz de servir de depósito e de transmissor da água aí armazenada; assim, uma litologia só será aquífera se, além de conter água, ou seja, seus poros estando saturados (cheios) de água, permitam a fácil transmissão da água armazenada; assim, uma argila pode conter água (e muita), mas certamente não a libera por gravidade; etimologicamente: água + transfere.

**AQUÍFUGO** (*Aquifuge*) é aquela litologia não porosa nem permeável, incapaz de tanto armazenar como ceder água; exemplo: rochas cristalinas.

**AQUÍTARDO** (*Aquitard*) é aquela litologia porosa mas pouco permeável, incapaz de ceder água economicamente a obras de captação mas capaz de ceder quantidades apreciáveis de água lentamente e em grandes áreas.

**ARMAZENAMENTO ESPECÍFICO** (*Specific Storage*) é a capacidade em água do volume unitário do aquífero; ou seja, é o parâmetro hidráulico que expressa o volume de água que um volume unitário de aquífero é capaz de receber/ceder, em função de uma variação unitária da superfície potenciométrica; está associada à porosidade e a fenômenos elásticos, tanto da água como da litologia; é menor em aquíferos confinados; unidade: sem ( $m^3/m^3$ ), com valores no intervalo: zero e um.

**ARTESIANA** (*Artesian*) é aquela água subterrânea que se encontra confinada por camadas impermeáveis; ou seja, não tem contato direto com a atmosfera; ou seja, a superfície piezométrica está acima do topo do aquífero; sinônimo: Confinado; contrário de freático; note: artesianas são águas não, o poço; mas é comumente também empregada ao aquífero. Por analogia, seria a água nos canos da rede de abastecimento, sendo a caixa de água o freático.

**BACIA HIDROGEOLÓGICA** (*Hydrogeological Basin*) é aquela região geográfica em que as águas subterrâneas escoam a um só exutório. Pode não coincidir com a hidrográfica.

**BACIA HIDROGRÁFICA** (*Watershed*) é a região contida entre divisores de água em que toda a água que aí precipitar sairá pelo único exutório: a foz.

**BALANÇO HÍDRICO** (*Water Balance*) é a operação que quantifica a diferença numérica entre as alimentações e as descargas de um sistema hídrico, numa região e num intervalo específico; é a soma das entradas (alimentações), das saídas (descargas) e das variações de armazenamento de um aquífero num intervalo de tempo definido; é um balanço de massa:  $A = Q_e - Q_s$ , onde:  $A$  = variação de armazenamento,  $Q_e$  = alimentação,  $Q_s$  = descargas. Mede-se como vazão ( $Q$ ) ou como altura de água ( $H$ ).

**CAPACIDADE ESPECÍFICA** (*Specific Capacity*) é a relação entre a vazão extraída de um poço e o respectivo rebaixamento do aquífero:  $q_s = Q/s$ .

**CAPTAÇÃO** (*Recovery*) é a ação de colher água (subterrânea). Pode ser por: derivação (ex: bombeamento) ou por recolhimento (ex: barragem). Obs: a água, não o aquífero, é a captada; nem sempre implica em extração.

**CÁRSTICO** (*Karstic*) é o aquífero que ocorre em terrenos calcários (Karst); são aquíferos heterogêneos, descontínuos, com águas duras, com fluxo em canais.

**CICLO HIDROLÓGICO** (*Water Cycle*) é a contínua e natural circulação da água pelas esferas terrestres (atmo; bio; lito;hidro); o volume global na Terra envolve 425.000 km<sup>3</sup>/ano. É um subciclo do ciclo geológico.

**CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA** (*Hydraulic Conductivity*) intuitivamente é a facilidade com que uma litologia permite a percolação de fluído sob um gradiente potencial. Fisicamente, é a função de um gradiente hidráulico unitário, na unidade de tempo, em meio saturado; dependendo do meio e do fluído que o percola; assim, a condutividade será diferente, em um mesmo meio, para água doce ou salgada; unidade: cm/s; símbolo: K. Matematicamente é um tensor simétrico de segundo grau. Para meios não-saturados, varia com a saturação. Sinônimo: Coeficiente de Permeabilidade ou de Darcy; de uso evitável.

**CONE DE DEPRESSÃO** (*Cone of Depression*) é o cone invertido, curvo e centrado no poço em bombeamento, formado pelo rebaixamento da superfície equipotencial. Nos aquíferos freáticos é real; nos artesianos, é fictício.

**DARCY** é uma unidade de permeabilidade (intrínseca); usada em atividades petroleiras; equivale 9,9 E-9 cm<sup>2</sup> ou 9,6 E-6 m/s.

**DESCARGA** (*Discharge*) é o conjunto de saídas de água do aquífero, num intervalo de tempo. Mede-se como vazão (Q) ou como altura de água (Hs).

**DIVISOR** (*Divide*) é o conjunto contínuo de pontos do sistema de fluxo em que o sentido do fluxo é divergente: é um limite hidráulico de um fluxo.

**EFLUENTE** (*Effluent*) é a capacidade de um corpo hídrico descarregar em outro.

**EQUILÍBRIO DINÂMICO** (*Dynamic Equilibrium*) é o estado natural dos sistemas aquíferos, expressado fisicamente por: entradas e saídas balanceadas; nível potenciométrico estável; qualidade da água subterrânea estável. Toda ação humana provoca desequilíbrio; se não for intenso, o sistema consegue restabelecer o original (homeostase).

**ESCOAMENTO** (*Flow*) é o movimento da água, transvasando. O Escoamento Superficial (*Runoff*) é aquele realizado através dos canais da drenagem de superfície.

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO** (*Evapotranspiration*) é a perda de água do sistema hídrico pelo conjunto dos processos de evaporação de água do solo e transpiração vegetal.

**EXPLORAÇÃO** (*Exploration*) é o conjunto de processos que visam a descoberta e a quantificação do recurso.

**EXPLOTAÇÃO** (*Exploitation*) de água subterrânea consiste na sua extração para dispô-la ao uso; laicamente: exploração.

**FRATURA** (*Fracture*) é uma descontinuidade física planar em um corpo rochoso.

**FREÁTICO** (*Phreatic*) é aquele aquífero cuja superfície superior da zona saturada encontra-se a pressão atmosférica; sinônimo: Livre.

**GRADIENTE HIDRÁULICO** (*Hydraulic Gradient*) é a razão entre as variações de carga hidráulica e comprimento percorrido, na direção do fluxo; fisicamente, mede a inclinação da superfície da água subterrânea; unidade: cm/kqm.

**HIDROGEOLOGIA** (*Hydrogeology*) é o ramo da Hidrologia que estuda a água subterrânea, em especial a sua relação com o ambiente geológico; é, pois, uma das ciências da Terra, mas tem forte conotação de Engenharia; subdivide-se e: Hidrogeoquímica; Hidrogeomecânica; Geohidrologia; Litohidrologia; Metodologia. Trata das condições geológicas e hidrogeológicas, com base nas leis da Física e da Química, que regem a origem, a distribuição e as interações das águas subterrâneas; as intervenções humanas devem basear-se na aplicação de tais conhecimentos: prospecção, captação, proteção. O termo existe desde 1802 (Lamarck); como ciência, desde 1856 (Darcy); atualmente a conotação ambiental é a mais importante.

**IMPERMEÁVEL** (*Impervious*) é aquela litologia cuja transmissão de água é negligível em relação ao aquífero, no tempo considerado; o limite da permeabilidade é dado pelo valor de condutividade de  $10^{-7}$  cm/s.

**INFILTRAÇÃO** (*Infiltration*) é o processo de passagem de um fluído de um meio a outro, através de uma interface; exemplo: passagem da água de chuva ao solo (da atmosfera à litosfera).

**INFLUÊNCIA** (*Influence*) é a modificação da carga hidráulica; propaga-se entre a origem e o ponto de interesse. Raio de influência é a distância máxima em que um bombeamento afeta o sistema aquífero.

**INTERFERÊNCIA** (*Interference*) é a ação de uma obra de captação sobre outra, dentro, pois, do raio de influência; a consequência é o aumento de rebaixamento, em poços em bombeamento.

**ISOHIETA** (*Isohyeta*) é a linha que une pontos de igual quantidade de precipitação.

**LENÇOL FREÁTICO** (*Water Table*): Superfície livre do lençol.

**LINHA DE FLUXO** (*Streamline*) é uma linha idealizada contínua que representa a direção do vetor velocidade em cada ponto; no fluxo estacionário ela representa o caminho da partícula.

**LINHA EQUIPOTENCIAL** (*Equipotential Line*) é a linha que une pontos de mesmo potencial hidráulico; em meios isótopos, são linhas perpendiculares as de fluxo.

**MAPA HIDROGEOLÓGICO** (*Hydrogeological Map*) é uma representação bidimensional, sintética e escalada da distribuição areal dos vários sistemas aquíferos aflorantes de uma área, junto com características: geográficas (ex: cidade); geométricas (ex: limites); hidrológicas (ex: área de recarga); hidrogeoquímicas (ex: resíduo seco); hidráulicas (ex: transmissibilidade); além dos dados de identificação e de significação do mapa.

**NÍVEL DINÂMICO** (*Dynamic Level*) é a altura que se estabelece à água por ação de uma obra hidráulica.

**NÍVEL ESTÁTICO** (*Static Level*) é a altura que se estabelece à água quando não influenciada por bombeamento.

**PERCOLAÇÃO** (*Percolation*) é a capacidade de um fluido deslocar-se em um meio poroso.

**PERFILAGEM** (*Log*) é o processo de determinação das características de subsuperfície em uma vertical; pode ser direta (geológica) ou indireta (geofísica).

**PERFURAÇÃO** (*Hole*) é a obra executada por máquinas que resulta em um furo vertical de pequeno diâmetro.

**PERÍMETRO DE PROTEÇÃO** (*Protection Perimeter*) é a linha que delimita uma área em torno de um poço/fonte que capta água potável; visa proteger a qualidade.

**PERMEABILIDADE** (*Permeability*) é a facilidade com que o meio permite a percolação do fluido sob um gradiente de potencial. Fisicamente, expressa a intercomunicabilidade entre os poros disponíveis ao longo do fluxo. Tecnicamente é um parâmetro diferente da condutividade hidráulica. Unidade: cm/s.

**PIEZOMÉTRICO** (*Piezometric*) referente à energia de pressão do fluido.

**PLUMA** (*Plume*) é o bulbo de poluição dentro do aquífero, a partir da fonte; indica a área afetada.

**POÇO** (*Well*) é a obra de engenharia que dá acesso ao aquífero para retirada de água subterrânea; consiste: perfuração, revestimento, filtro, pré-filtro, moto-bomba, vedação; pode ser: escavado; cravado; perfurado; supõe-se que penetra até a base do aquífero. A referência: Poço Artesiano, é incorreta; diga-se: Poço Tubular.

**POÇO DE OBSERVAÇÃO** (*Observation Well*) é o furo que permite dar acesso à água subterrânea, tanto para colher amostras como para fazer medições. Ao medir o nível da água em um sistema de fluxo dá o valor integrado das equipotenciais que corta. É usado para fins de monitoramento. Também chamado de **Piezômetro**.

**POLUIÇÃO** (*Pollution*) é qualquer alteração artificial das características naturais da água (físicas; químicas; biológicas), causada por um poluente.

**POROSIDADE** (*Porosity*) é o parâmetro físico que mede a relação entre os volumes de poros e total de um corpo sólido; pode estar interconectada ou não; origem: detrítica, fissural, vulgular, vacuolar; tempo: primária, secundária; símbolo:  $n$ ; unidade: % (sem dimensão).

**PROJETO DE POÇO** (*Well Design*) é a representação da concepção das características da obra de perfuração em função do conhecimento da sucessão litológica do local, do aquífero e da água subterrânea aí contida. Projeto Executivo é o projeto pré-execução.

**PROVÍNCIA HIDROGEOLÓGICA** (*Hydrogeological Province*) é uma região que possui sistemas aquíferos com condições semelhantes de: armazenamento; circulação e qualidade de água.

**RAIO DE INFLUÊNCIA** (*Radius of Influence*) é a extensão em que se verifica a influência de um bombeamento de um poço, formando a base superior do cone de depressão; unidade: m.

**REBAIXAMENTO** (*Drawdown*) é o descenso da superfície potenciométrica do aquífero abaixo do nível inicial; unidade: m; símbolo  $s$ ;  $s = ND - NE$ , onde,  $ND$  = nível da água num tempo qualquer após o início do bombeamento, e  $NE$  = nível da água num tempo zero (antes do início do bombeamento).

**RECARGA** (*Recharge*) é a quantidade de água adicionada ao aquífero na área onde aflora, no interalo considerado; unidade: altura por tempo (mm/dia); pode ser natural ou artificial.

**RECUPERAÇÃO** (*Recovery*) é a ascensão da superfície potenciométrica do aquífero, após cessada a causa do rebaixamento ou por alimentação, tendendo ao nível natural; serve também para reelevamento.

**RETENÇÃO** (*Retention*) é a capacidade do meio poroso de imobilizar a água por molhamento; deve-se a forças moleculares e corresponde a água pelicular. Assim, parte da água infiltrada fica indisponível ao fluxo. A Retenção Específica é o complemento da Armazenabilidade dos aquíferos freáticos (Produção Específica).

**SOBRE-EXPLOTAÇÃO** (*Overdraft*) é a retirada de água subterrânea em excesso em relação à norma fixada, ligada a conservação do equilíbrio no longo termo.

**SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA** (*Potentiometric Surface*) é aquela em que se estabelece o nível da água do aquífero; indica o nível de energia mecânica da água; pode ser contínua (aquífero livre) ou descontínua (confinado); a diferença de altura entre tal superfície e a topográfica dá a profundidade da água subterrânea; sinônimo: Freática (Livre), no caso de aquíferos livres; Piezométrica (Confinada), no caso de aquíferos confinados.

**TEMPERATURA** (*Temperature*) é a propriedade que indica o potencial térmico de um corpo; unidade: °C; a água subterrânea normalmente tem a temperatura média da região, adicionado o grau geotérmico correspondente; influi na intensidade das propriedades e na velocidade das reações químicas; determina o estado físico.

**TESTE DE AQUÍFERO** (*Aquifer Test*) é o experimento que se faz sobre um aquífero, bombeando-o e medindo os tempos e os respectivos níveis de água, visando determinar-lhe características hidrodinâmica (transmissão/armazenamento também: Ensaio, errôneo: Teste de Bombeamento).

**TRANSMISSIBILIDADE** (*Transmissibility*) é o parâmetro hidráulico que indica a capacidade do aquífero de transmitir água, em toda a sua espessura saturada; fisicamente, é a vazão do aquífero por unidade de largura (perpendicular ao fluxo) em função de um gradiente hidráulico unitário, numa base de área unitária; unidade: m<sup>2</sup>/dia.

**VAZÃO** (*Discharge*) é o volume de água que passa na área perpendicular à direção do fluxo, num dado tempo; ocorre em função do gradiente de potencial; unidade: m<sup>3</sup>/h.

**VAZÃO ESPECÍFICA** (*Specific Discharge*) é a vazão obtida por unidade de rebaixamento; unidade: m<sup>3</sup>/h.m.

**VULNERABILIDADE** (*Vulnerability*) é a expressão da facilidade de um sistema aquífero em ser poluído.

**ZONA DE ALIMENTAÇÃO** (*Recharge Zone*) é a área do aquífero na qual há aporte de água ao mesmo.

**ZONA DE EXUDAÇÃO** (*Discharge Zone*) é a área do aquífero na qual há descarga de água do mesmo.

**ZONA DE TRANSMISSÃO** (*Transmission Zone*) é a área do aquífero na qual há transporte de água do mesmo.