

# MUDANÇA DE PARADIGMAS URBANÍSTICOS EM FACE DA NECESSÁRIA PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: A ORDENAÇÃO DO SOLO DA CIDADE À PARTIR DE SEU SUBSOLO ATRAVÉS DO ZONEAMENTO ESPECIAL AMBIENTAL

*Luciana Cordeiro de Souza*<sup>1</sup>

**RESUMO:** Pudemos perceber que somente através de uma mudança de paradigmas no uso e ordenação do solo encontraremos a forma mais adequada de proteção e conservação dos aquíferos, pois toda contaminação se dá via solo, e somente através do gerenciamento adequado do uso do solo é que teremos uma proteção efetiva da qualidade das águas subterrâneas. Para tanto, nossa proposta consiste em fazer valer o princípio da precaução, utilizando dos instrumentos ambientais e urbanísticos para garantia da qualidade desta estratégica reserva hídrica. Assim, trabalhando a lei do Estatuto da Cidade que prevê o Plano Diretor e o Zoneamento como instrumentos de gestão, aliados a previsão legal e propostas técnicas de Perímetros de Proteção de Solo, propomos um Zoneamento Especial Ambiental com a finalidade precípua de proteger as áreas de recarga e de afloramento dos aquíferos, restringindo assim, o uso do solo nestas áreas. Zoneamento este, que ocorrerá em cada município brasileiro, que deverá conhecer seu potencial hidrogeológico, a fim de contemplar em seu Plano Diretor as restrições de uso e ocupação do solo nas referidas áreas, evitando-se assim futuras contaminações e, nas áreas que já ocupadas, deverão ser apresentadas medidas mitigadoras para a não ocorrência do dano ambiental e o comprometimento das águas subterrâneas. Destarte, propomos alteração nas leis do Estatuto da Cidade e da Política Nacional de Recursos Hídricos para contemplar o Zoneamento Especial Ambiental como forma de proteção das áreas de recarga e afloramento dos aquíferos.

**ABSTRACT:** We realized that only through a paradigm shift in the soil usage and regulations we will find the ideal form of protecting and preserving the groundwaters, because all contamination happens via soil, this way, once we manage the soil usage we are going to have an effective protection of the groundwater quality. For that, our proposal consists on using the urban instruments to guarantee the quality of this strategic hydro-reserve. Thus, working on the law of the City Statute which assists the Principal (Main) Plan and zoning as management instruments, allied to the Soil Protection Perimeter, we have proposed a Special Environment Zoning with the objective of protecting the load and unload areas, flowering the water areas, restricting thus, the usage of the soil in those areas. This Zoning will occur in each Brazilian Town, which should meet its hydro-geologic potential, in order to behold in its Main Plan the restrictions for the Soil usage and occupation on the referred areas, avoiding this way future contaminations, as well as in the areas already occupied, it should be presented a diminishing action plans to avoid the occurrence of environmental damages and the subterranean waters jeopardize. Therefore, we have proposed changes on the laws of the City Statute to behold the Special Environment Zoning and in the National Politics law of the Hydro Human Resources In order to behold on its bulge, the groundwaters.

**Palavras-chave:** água subterrânea; aquífero; zoneamento.

---

<sup>1</sup> Advogada, Mestre e Doutora em Direito Ambiental pela PUC/SP. Professora de Direito Ambiental e Agrário nas Faculdades Claretianas em Rio Claro/SP, e de Ciências Políticas na UNIANCHIETA em Jundiaí/SP. Email: [lucordeiro@uol.com.br](mailto:lucordeiro@uol.com.br).

## **1- Introdução**

Vivemos uma dura realidade social que se reflete sobremaneira na questão de urbanização das cidades, assistimos continuamente a problemática habitacional que assola nosso país, fazendo com que áreas ambientalmente protegidas sejam usadas para esse fim. E isso ocorre, não só nos loteamentos chamados clandestinos e nas áreas invadidas, como também nos loteamentos de alto padrão, e até mesmo, nas grandes áreas comerciais e/ou industriais; quer em razão da ineficácia do poder de polícia nas questões ambientais como na ausência de políticas públicas efetivas no que tange ao uso e ocupação do solo, bem como na também ausência de políticas públicas adequadas à questão habitacional.

Se há tantas leis, decretos, resoluções, portarias, posturas a serem respeitadas, porque temos que tocar nesse ponto para fazer valer o direito constitucional de vivermos num *meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida* do povo brasileiro, assegurado pelo artigo 225, da Constituição Federal de 1988.

Precisamos tanto de água para viver, e num verdadeiro contra-senso, constatamos que os maiores adensamentos populacionais se dão em áreas de mananciais, poluindo e contaminando os recursos hídricos que nos são visíveis. Destarte, pudemos notar que não há legislação, decreto, resolução, portaria ou postura para construção que leve em consideração os recursos hídricos subterrâneos, as chamadas águas invisíveis. Aos nossos legisladores parece que estes recursos devem assim permanecer, e desta forma, perecerem.

Por esta razão, pugnamos por alterações legislativas no sentido de contemplarmos a proteção dos recursos hídricos subterrâneos por meio do que chamamos de “zoneamento especial ambiental”, fazendo com que se lance o olhar para o subsolo, que se verifique a presença hídrica subterrânea para que se efetue o ordenamento e uso do solo brasileiro. E será sobre essa mudança de paradigma urbanístico que iremos expor algumas idéias e proposições.

## **2. Recursos hídricos**

### **2.1-Alguns apontamentos**

“A demanda de água pelo homem vem crescendo constantemente. Como causa deste fenômeno, pode-se citar o aumento da população mundial e, em especial, a concentração populacional nas cidades. A urbanização tem como conseqüências o desenvolvimento das indústrias e a expansão da agropecuária intensiva, para satisfazer as necessidades cada vez maiores dos habitantes das cidades.

Assim os recursos hídricos e os ecossistemas relacionados que os mantêm, estão ameaçados pela poluição e pela contaminação, pelo uso insustentável, pelas mudanças no uso do solo e pelas mudanças climáticas, entre outras.

Apontamos também, a agricultura como uma das vilãs no consumo de água, a irrigação é uma atividade que necessita de um grande volume de água quando comparada a outras atividades realizadas pelo homem, devendo a sua utilização ser feita com cuidados e racionalidade objetivando minimizar os impactos ao meio ambiente. Há diversas técnicas sendo paulatinamente adotadas, como o gotejamento, gerando uma diminuição considerável do volume de água utilizado nas lavouras.

A água, portanto, é um problema de segurança nacional e como tal merece a adoção de estratégias direcionadas para cada um dos seus aspectos particulares, todos eles de relevância para o desenvolvimento dos povos, aí compreendida a saúde pública”, destacam Germano e Germano (2001).

Fiorillo e Rodrigues (1999) explicitam que: “A água é, *lege lata*, recurso ambiental. Assim determina o art. 3.º da Lei n.º 6.938/81, que teve o seu inciso V incluído pela Lei n.º 7.804 de 18/07/89. Portanto, entendem-se por recurso ambiental a *atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora*. Percebe-se que o legislador preocupou-se em tutelar a biosfera (vida na Terra) nos seus diferentes ambientes, repousados nos estados químicos gasoso (atmosfera), líquido (hidrosfera) e sólido (litosfera).”

E assim, temos que, constitucionalmente a água – recurso ambiental - foi elevada a categoria de bem de uso comum do povo, pertencente a todos os brasileiros e estrangeiros residentes no território nacional, incumbindo ao Poder Público a gestão deste precioso bem ambiental com a utilização de todos os instrumentos necessários para a sua preservação e conservação.

## **2.2- Recursos hídricos subterrâneos**

### *2.2.1- Considerações preliminares*

Ao longo do vasto território brasileiro, encontramos grandes reservas de águas subterrâneas com características distintas. Porém, esse nosso grande tesouro parecia passar despercebido, até o final do século passado pouco se falava com relação aos aquíferos no país. Poucos e renomados hidrogeólogos estudavam com propriedade essas águas, e dessa forma, seja pelo desconhecimento, pela facilidade ou pelo desrespeito à lei, que os brasileiros perfuravam e perfuram seus poços ao bel prazer, explorando de forma desregrada esse recurso hídrico subterrâneo. Não que não houvesse regramentos para tanto, mas sempre foram desrespeitadas, e a água sempre foi vista como bem infinito.

No subsolo de quase todos os Estados brasileiros podemos encontrar esse recurso vital, que chamamos de bem ambiental, e dessa forma, já encontramos justificativa e viabilidade para a proposta que apresentamos neste trabalho.

### 2.2.2- Origem

A água encontra-se no planeta, antes de tudo e na mesma quantidade, graças ao ciclo hidrológico perfeito, apresentando-se em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.

Em estado líquido, pode ser doce ou salgada. A água doce líquida pode estar localizada na superfície ou no subterrâneo do solo da Terra. Porém, sabemos que sua qualidade está comprometida, ocasionando assim diminuição em sua quantidade devido à crescente e contínua poluição, quer pelo seu uso inadequado aliado ao aumento populacional, quer pela má gestão desse bem.

Com relação às águas subterrâneas, podemos descrever sua formação com as palavras de Manoel Filho (2000), temos que: “Quase toda a água subterrânea existente na Terra tem origem no ciclo hidrológico, isto é, sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente, ao oceano. Esse ciclo é governado, no solo e subsolo, pela ação da gravidade, bem como pelo tipo e densidade da cobertura vegetal e na atmosfera e superfícies líquidas (rios, lagos, mares e oceanos) pelos elementos e fatores climáticos, como por exemplo, temperatura do ar, ventos umidade relativa do ar (função do déficit de pressão de vapor) e insolação (função da radiação solar), que são os responsáveis pelos processos de circulação da água dos oceanos para a atmosfera, em uma dada latitude terrestre”.

Isso prova que somos todos parte da natureza, que há um processo contínuo e equilibrado para manter a ordem natural da vida. Somos todos membros do corpo da Mãe-Natureza.

As origens se referem especificamente à formação da água no Planeta quanto à sua estrutura geológica. Torna-se importante o conhecimento de sua origem, pois isto interfere diretamente na sua composição e quantidade.

Segundo estudos apresentados no Programa de Águas Subterrâneas do Ministério de Meio Ambiente (2001), que passamos a transcrever: “A água subterrânea corresponde à parcela mais lenta do ciclo hidrológico e constitui nossa principal reserva de água, ocorrendo em volumes muito superiores aos disponíveis na superfície. Ela ocorre preenchendo espaços formados entre os grânulos minerais e nas fissuras das rochas, que se denominam aquíferos.

As águas subterrâneas representam a parcela da chuva que se infiltra no subsolo e migra continuamente em direção às nascentes, leitos de rios, lagos e oceanos. Os aquíferos, ao reterem as águas das chuvas, desempenham papel fundamental no controle das cheias.

Nos aquíferos, as águas encontram proteção natural contra agentes poluidores ou perdas por evaporação. A contaminação, quando ocorre, é muito mais lenta e os custos para recuperação podem ser proibitivos.”

### 2.2.3- Classificação dos reservatórios hídricos subterrâneos

Não há somente aquíferos presentes em nosso subsolo, há outras formações rochosas que podem ou não armazenar água: os aquícludes, os aquípardos e os aquífugos.

Na definição do Rebouças (2002), temos os: “Aquicludes como sendo uma formação que pode conter água (até mesmo em quantidades significativas), mas é incapaz de transmiti-la em condições naturais. As formações impermeáveis, como as camadas de argila, são exemplos de aquícludes. Aquípardos é uma camada ou formação semi-permeável delimitada no topo e/ou na base por camadas de permeabilidade muito maior. O aquípardo tem o comportamento de uma membrana semi-permeável através da qual pode ocorrer uma filtração vertical ou drenança. Aquífugo: A denominação aquífugo aplica-se a uma formação impermeável que nem armazena nem transmite água.”

Os aquíferos referem-se à formação geológica que contém água e permite que quantidades significativas dessa água se movimentem no seu interior em condições naturais. Podemos, também, defini-los como sendo qualquer estrato ou formação geológica que permite a circulação da água através de seus poros e fraturas, em quantidade suficiente para que o homem possa aproveitá-las em quantidades econômicas. As formações permeáveis, como as areias e os arenitos, são exemplos de aquíferos.

Os solos de argila e silte, apesar de absorverem água, não são capazes de transmiti-la, ou seja, não permitem a sua exploração, portanto, não são considerados aquíferos.

Assim, percebermos que, embora existam diversos tipos de reservatórios subterrâneos, somente dos aquíferos podemos extrair água. E no aquífero, conforme sua formação rochosa conseguirá acumular-se mais ou menos água; dessa forma, podem-se apresentar aquíferos que, em razão de sua porosidade ou em razão da existência de fraturas ou fissuras, permitem que a água percole e permaneça em seu interior.

Diversamente do que ocorre com as águas superficiais, as águas subterrâneas se movimentam lentamente, e podemos afirmar que, dependendo do solo e da formação rochosa do aquífero, será menor ainda sua velocidade de movimentação.

Acrescentamos ainda, que as águas subterrâneas influenciam no fluxo de águas superficiais, pois, em diversas regiões, são interligadas. Inúmeros hidrólogos e hidrogeólogos afirmam a interdependência existente entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Pois, as águas subterrâneas alimentam os rios.

Destarte, urge a mudança de paradigmas no sentido de não mais ver a água subterrânea como fonte alternativa ou água de segunda classe, vez que a qualidade dessa água é superior à das reservas superficiais.

### 3. Conceito de água subterrânea

Interessante notar que nos trabalhos utilizados na pesquisa do tema, os autores e pesquisadores da área não constroem conceitos para a água subterrânea, buscam tão somente, explica-la.

Desta forma, percebemos que, por quase unanimidade, há a adoção do conceito disposto na lei paulista, pioneira em legislar sobre o tema.

Na legislação do Estado de São Paulo - Lei n.º 6.134/88, art.1º, parágrafo único, destacamos um conceito simples que irá defini-la adequadamente:

*“São consideradas águas subterrâneas as águas que corram natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem”.*

Informamos que esta definição foi adotada pela Resolução CNRH n.º 15 de 2001, no seu art. 1º, inciso I, como também pela Instrução Normativa do Ministério de Meio Ambiente n.º 4/2000, em seu art. 2º, II.

### 4. Panorama da água subterrânea em nosso território

Temos um quadro assustador de escassez e de estresse de água no mundo e, em nosso país, podemos encontrar essas duas situações, mesmo com o fato, repita-se, do nosso território conter um dos maiores reservatórios de recursos hídricos do planeta, seja em águas superficiais como em águas subterrâneas.

Não obstante todo avanço tecnológico, ainda possuímos poucos dados com relação às águas subterrâneas. Sabemos que as chamadas “águas invisíveis” estão sendo largamente utilizadas em nosso território nacional quase que sem controle e conhecimento técnico, quiçá proteção legal.

As informações sobre as águas subterrâneas, os reservatórios de recursos hídricos presentes no subsolo de nosso território, vêm, paulatinamente, e de forma tímida, tomando conta de alguns espaços em nossa imprensa escrita e televisiva; porém, à exceção do meio técnico (o estudioso de hidrogeologia), pouco se fala sobre esse recurso, como também pouco se conhece sobre ele. Afinal, sobre o assunto, parece que a velha máxima continua valendo, “o que os olhos não vêem o coração não sente”.

Nesse caso, tem-nos preocupado o trato que vem sendo dispensado às águas subterrâneas bem como a forma como tem acontecido a sua exploração e proteção, pois a água superficial que vemos e nos abastecem e de que somos totalmente dependentes, está sendo poluída e degradada de forma avassaladora, suprimindo até a sacralidade conferida, há séculos, a esse bem. E as águas subterrâneas? Qual a sua real situação hoje?

Sabemos que com as diversas e cotidianas constatações sobre a escassez da água, tem se buscado mais e mais outras fontes de abastecimento além dos recursos hídricos superficiais, gerando, inclusive, em algumas regiões do país, uma super-exploração de alguns aquíferos, devido ao uso desordenado e à ausência de fiscalização a esse respeito.

As notícias sobre essa fonte de abastecimento de água vinham como uma novidade a ser explorada, como uma descoberta fantástica, porém as águas subterrâneas sempre existiram, desde a formação do nosso planeta. As civilizações mais remotas já se utilizavam das águas subterrâneas, visto que temos relatos históricos que confirmam o conhecimento do homem primitivo a respeito dessa fonte de abastecimento hídrico.

## **5. Disponibilidade e uso da água**

Soares (2004) afirma que: “À disposição do homem estão 38,36 milhões de km<sup>3</sup> de água, dos quais 3% são superficiais, e 97%, subterrâneas. Vale ressaltar que uma parcela significativa das águas superficiais já está comprometida pelo alto nível de poluição.”

No Brasil, estima-se que existam mais de 200.000 poços tubulares em atividade (irrigação, pecuária, abastecimento de indústrias, condomínios, etc.), mas o maior volume de água ainda é destinado ao abastecimento público. Os Estados com maior número de poços são: São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Ceará e Piauí. Em algumas áreas, as águas subterrâneas são intensamente aproveitadas e constituem o recurso mais importante de água doce.

O Aquífero Guarani, segundo maior aquífero do planeta, que encontra-se quase em sua totalidade sob o território brasileiro, possui uma reserva de água subterrânea que se estende pelo Brasil (840 mil km<sup>2</sup>), Paraguai (58.5 mil km<sup>2</sup>), Uruguai (58.5 mil km<sup>2</sup>) e Argentina (255 mil km<sup>2</sup>), área equivalente aos territórios da Inglaterra, França e Espanha juntos. No Brasil, abrange os Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e números apontam a dependência, quase que exclusiva, de inúmeros municípios com relação a esta fonte de abastecimento.

Apenas para destacar, notório é o interesse estrangeiro nesta fonte de água, só no Paraguai há registros no país de 4716 empresas para explorar esse vital líquido considerado o petróleo do futuro. E ao consultar a Direção de Marcas do Ministério da Indústria e Comercio daquele país, sobre empresas registradas para explorar e comercializar água mineral, a lista incluía empresas norte-americanas, mexicanas, argentinas e brasileiras, e somente 3% correspondia a empresas paraguaias. (Aguonline, 2005)

## 6. Vulnerabilidade

No que tange as águas doces subterrâneas, temos dados imprecisos, bem verdade, que sugerem o mau uso desse recurso milenarmente oculto aos nossos olhos, mas considerado nos dias de hoje, como reserva do futuro para a continuidade da vida no planeta Terra, que em face dos “poucos dados sobre a água subterrânea e o seu valor, e a pouca compreensão do fenômeno, temos como resultado uma série de problemas, como poços secos ou com produção reduzida, o colapso ou o afundamento do solo, a interferência com cursos d’água e outros depósitos de água superficial, impacto ecológico sobre as terras úmidas ou as matasgaleria”, constata Selborne (2004).

Ainda destacamos que “a disponibilidade e a consistência da informação relevante é um pré-requisito para a boa administração da água subterrânea. O conhecimento hidrológico adequado precisa ser um processo contínuo, em que a tecnologia e a educação aprimorem a participação das partes interessadas e o uso mais eficiente desse recurso. Há uma necessidade urgente de criar instituições adequadas para administrar os aquíferos, de modo que todos os que se beneficiem com eles tenham consciência de que se houver um bombeamento excessivo e permanente, superior a reposição da água subterrânea, podem surtir sérios problemas para os usuários e para os seus filhos e netos. Considerar o aquífero como um bem comum compartilhado implica a obrigação de administrá-lo de forma participativa e responsável”, Selborne (2004).

Não obstante as constatações sobre o uso indiscriminado e a super exploração da água subterrânea em algumas regiões do país, não podemos olvidar sobre o uso do solo nas chamadas “áreas sensíveis” dos aquíferos, que em razão de algumas atividades potencialmente poluidoras, também podem causar danos ambientais, superiores até, ao esgotamento das fontes.

O Brasil trata mal suas águas. Embora, seja campeão mundial em águas superficiais, com 12% das reservas do planeta, além de dividir com os vizinhos um dos maiores reservatórios naturais de água subterrânea do mundo, ressaltamos, o País faz pouco para proteger esse imenso patrimônio.

Problemas de contaminação e exploração desordenada podem comprometer o seu uso num futuro mais próximo do que se imagina. A continuar o uso irracional, com a construção de poços sem controle, as águas subterrâneas podem enfrentar as mesmas dificuldades das águas superficiais, vítimas de poluição. Estatísticas não-oficiais dão conta da existência de um milhão de poços no Brasil, 700 mil clandestinos.

Para exemplificar, em São Paulo, Rebouças (2001) calcula que apenas 700 dos cerca de 7000 poços sejam regularizados, apesar do Decreto 41.258/96, que obriga, sob pena de multa e lacração, o registro. “Hotéis de luxo, shoppings, clubes, condomínios e 95% das indústrias têm poços.” A maior parte deles é anterior à lei. “Um poço pode ser uma incisão cirúrgica, com todos os cuidados necessários de limpeza e proteção, ou uma facada”, compara Rebouças. No Rio de Janeiro, a situação não é diferente. Dos 2 mil poços, apenas 10% são registrados e fiscalizados, de



acordo com o Departamento Estadual de Recursos Minerais (DRM-RJ). A justificativa: a poluição subterrânea é muito difícil de ser combatida. (ABAS, 2004).

A cada dia mais ouvimos falar sobre vazamentos, derramamentos de produtos tóxicos no solo, ou seja, fontes pontuais de contaminação, mas não atentamos para problemas mais graves que caracterizam riscos sérios tanto à água como à vida.

Tratam-se das fontes contínuas de poluição das águas subterrâneas, e os técnicos têm buscado informações sobre essas fontes que estão a comprometer a qualidade de nossos recursos hídricos subterrâneos, sendo estas as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas: postos de gasolina, aterros/lixões, suinocultura, cemitérios, agricultura, atividades minerárias, etc.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos do Ministério de Meio Ambiente, em cartilha elaborada em 2004, e divulgada no ano p.p., declara a vulnerabilidade dos nossos aquíferos ao afirmar que “os recursos hídricos subterrâneos brasileiros estão sujeitos a uma série de riscos, dentre eles importante citar: a contaminação das águas subterrâneas por efluentes sanitários e industriais, agrotóxicos, fertilizantes, substâncias tóxicas provenientes de vazamentos, como, por exemplo, tanques de combustível. A gravidade da contaminação está relacionada à toxicidade, persistência, quantidade e concentração das substâncias que alcançam os mananciais subterrâneos.”

O Governo do Estado de São Paulo, através do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE (1987), também explica como ocorre a poluição dos aquíferos: “ocorre quando os poluentes chegam ao solo, que pode absorvê-los como se fosse uma esponja; porém, muitas vezes, estes poluentes chegam até a água subterrânea. A poluição das águas subterrâneas pode se dar por duas vias distintas: uma, pelo transporte de poluentes pelas águas de chuva, que rapidamente se infiltram até alcançar os níveis de água subterrânea; ou quando os poluentes já atingiram o aquífero e se locomovem lateralmente.”

Em São Paulo, a CETESB (2005), somente em 38 municípios - sendo a Capital, a RMSP - Região Metropolitana de São Paulo, Vale do Paraíba, Vale do Ribeira e litorais Norte e Sul - apurou-se em maio de 2005 um total 1.504 áreas contaminadas no que se refere somente ao solo, não há pesquisas sobre água subterrânea, frisamos. Deste total, os postos de combustíveis destacam-se com 1.086 registros (73% do total), seguidos das atividades industriais com 246 (16%), das atividades comerciais com 94 (6%), das instalações para destinação de resíduos com 62 (4%) e dos casos de acidentes e fonte de contaminação de origem desconhecida com 16 (1%).

O problema não é nacional, todos os países ao redor do mundo vêm sofrendo com a contaminação do solo e, via reflexa, de sua água subterrânea, só nos EUA até o ano de 2.000 foram registradas 63.000 áreas contaminadas em todos os estados americanos, sendo necessária a adoção de ações para remediação em 23.000 delas. Outros países, especialmente da Europa em razão do grande número de áreas contaminadas, a exemplo da Holanda: 60.000 áreas contaminadas que

necessitam ser remediadas urgentemente (<http://www.vrom.nl/>) - Alemanha: 55.000 áreas contaminadas (dados de 2001) (<http://www.umweltbundesamt.de/>) - França: 3.500 áreas contaminadas que necessitam de remediação (<http://www.fasp.info/>) - Bélgica, Região de Flanders: 7.000 áreas contaminadas registradas (<http://www.ovam.be/>), desenvolveram políticas para o gerenciamento de áreas contaminadas.

## **7. Contaminação da água subterrânea**

Importante salientar que existem substâncias químicas que são altamente tóxicas e, ao se infiltrarem no solo, conseguem alcançar as águas subterrâneas, contaminando-as. Isso vai depender, é claro, do tipo de solo, da substância contaminante, da profundidade e das características quanto à formação do aquífero, do movimento da pluma contaminante etc.

Hirata (2003) chama à atenção para os impactos causados pela ocupação desordenada de terreno nas áreas de recursos hídricos subterrâneos, onde, normalmente, há uma super exploração dos recursos hídricos, causando desequilíbrio entre a disponibilidade e a demanda.

De forma contundente, alerta Hirata (2003), para a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, fato esse que pode limitar a oferta da água, encarecendo a sua utilização e causando problemas à saúde humana e ambiental.

Quanto à descontaminação de um aquífero, ressalta Hirata (2003) que todo o processo vai depender do contaminante; há substâncias que podem permanecer no solo e subsolo por 200 ou 300 anos, outras que permanecem por alguns dias. Acrescenta ainda que, dependendo do tipo de solo, a substância pode permanecer somente em determinada camada do terreno, não atingindo as águas subterrâneas, como também, dependendo das características do solo, pode ocorrer que a substância perca seu potencial tóxico antes de atingir as águas subterrâneas, ou seja, pode ocorrer a degradação do contaminante, atuando o solo como um filtro natural; ou ainda, mesmo que atinja o aquífero, na zona não saturada, graças à presença de água, ar e microorganismos, ocorrem reações que podem modificar poluentes, tornando-os inofensivos ou menos perigosos. E, se mesmo passando por este filtro natural que é o solo, o poluente chegar à zona saturada, pode ser que em razão do tipo do contaminante e do movimento de sua pluma, bem como da distância do poço de abastecimento, também ocorra a degradação do contaminante durante o período do deslocamento da pluma contaminante dentro do aquífero.

Dessa forma, deve-se sempre ter um conhecimento das características geológicas do solo, das características químicas do contaminante e das características do aquífero, para que se possa adotar a técnica mais eficaz na descontaminação das águas subterrâneas. Se isto for possível, é claro.

Acrescentamos que a água subterrânea apresenta características diversas em razão da formação rochosa dos aquíferos que as contêm. Portanto, num mesmo aquífero, onde haja trechos compartimentados, poderá haver água com características químicas diferenciadas. Isso se dá em razão da formação geológica das camadas rochosas do subsolo terrestre.

Embora possam existir compartimentos dentro de um mesmo aquífero, pesquisas realizadas em alguns dos nossos aquíferos demonstram que eles são comunicáveis, que há conectividade entre os compartimentos. Assim sendo, podemos afirmar que é possível ocorrer contaminação entre os compartimentos.

Estudos já demonstram que nossa água invisível, “reserva estratégica da humanidade”, já se encontra contaminada em diversas localidades do país, pelas mais variadas fontes, e na maioria dos casos, sua descontaminação torna-se quase impossível.

Portanto, urge buscarmos instrumentos para sua efetiva proteção, e em face de sua localização, isto somente se dará por meio de instrumentos legais, capazes de garantir a conservação, uso e ocupação adequada do solo.

## **8. Proteção do solo**

Sem que se levasse em conta a existência do recurso hídrico subterrâneo, sua área de afloramento ou descarga e, principalmente, de recarga, formaram-se os núcleos habitacionais, comerciais e industriais; nenhuma cidade desse país ordenou seu planejamento urbano de forma a proteger essas áreas vitais para as águas subterrâneas, nem tampouco sabiam de sua existência quando criaram seus zoneamentos, ou se detinham esse conhecimento, o ignoraram. E por isso, nos dias atuais, podemos encontrar áreas onde a contaminação já alcançou os depósitos de águas subterrâneas, comprometendo e contaminando esses recursos estratégicos que possuímos.

Hodiernamente, a população sofre as conseqüências do crescimento desordenado das grandes cidades, as mais diversas causas impulsionaram e impulsionam o processo migratório dentro do nosso país, principalmente para as regiões sudeste e sul do Brasil.

O solo é o elemento chave para a proteção dos aquíferos, pois será pela forma de se ordenar a ocupação e o uso do solo na face da Terra, que garantiremos o benefício de continuarmos nos servindo das águas subterrâneas.

Cabe ao Poder Público essa incumbência da gestão do uso e ocupação do solo, e isso é feito por meio da municipalidade que deve gerenciar tanto o solo urbano como o rural.

Somente através de uma ordenação adequada do solo do município, que teremos o cumprimento da função social da propriedade, pois no zoneamento é que se dará o uso e ocupação do solo visando à proteção dos bens ambientais em sua totalidade, nesse compreendido, os aquíferos. O zoneamento é uma das ferramentas capazes de dar corpo ao princípio da precaução.

Dessa forma, resta claro que o zoneamento ambiental deve ser adotado para a proteção das áreas de recarga e afloramento ou descarga dos aquíferos, que esse deve ser tido como o instrumento mais adequado para proteção da qualidade das águas subterrâneas, que a adoção deste instrumento poderá significar a diferença em continuarmos ou não dispor e conservando essa estratégica reserva hídrica para as presentes e futuras gerações.

Para que possamos entender o papel das áreas de importância para os aquíferos: recarga e descarga ou afloramento, explicitamos seus conceitos: área de recarga é a área que permite a infiltração da água no solo, percolando até alcançar o aquífero; e, a área de afloramento ou descarga é aquela que contribui com os rios superficiais, que extrapola o solo ao fazer brotar água do aquífero.

As áreas de recarga são os pontos onde o manancial não se encontra confinado e, portanto, recebe água oriunda da superfície, principalmente das chuvas. E é justamente nestas áreas que se encontra o maior risco de contaminação. Se conseguirmos proteger estas áreas, estaremos protegendo, via reflexa, toda a água do seu subsolo.

## **9. O zoneamento especial ambiental – Proposta de alterações legislativas: Lei n.º 10.257/01-Estatuto da Cidade, e Lei n.º 9.433/97 – Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos-Justificativas**

Como sabido, é na cidade – área urbana e rural - que a vida se desenvolve, assim como a maior parte, senão todas, as atividades humanas. Por esse motivo, o planejamento de uma cidade é fundamental de modo a propiciar um crescimento equilibrado contemplando sempre a qualidade de vida de seus moradores, o que poderá ser alcançado com o Estatuto da Cidade que servirá como um guia para a administração pública enfrentar de modo eficiente os problemas decorrentes, principalmente, da explosão demográfica, fornecendo as diretrizes gerais para buscar-se a sadia qualidade de vida, a vida dos cidadãos com dignidade.

Diante disso, clamamos pela adoção da mudança de paradigma que se propõe nesse trabalho, no sentido de lançarmos nosso olhar sob o solo, ou seja, contemplarmos o ordenamento da cidade a partir da existência de reservas hídricas subterrâneas.

A Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001, o Estatuto da Cidade – Política Urbana, que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabelece diretrizes federais da política urbana e dá outras providências, e podemos observar que, em nenhum dos seus artigos, parágrafos ou incisos contempla a proteção das chamadas áreas de recarga e afloramento ou descarga dos aquíferos, apenas se limita a estabelecer “*normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental*”, conforme dispõe o Parágrafo único do art. 1º da

Lei 10257/01. Como se referidas áreas não fossem importantes para manutenção do equilíbrio ambiental nos municípios.

Referida lei, em seu artigo 2º, estabelece os objetivos dessa política urbana, qual seja, “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante diversas diretrizes que visam à garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, a infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações; como também, a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico ”; entre outras.

Em seu art. 2º, inciso VI, alínea “g”, encontramos a previsão específica de *ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar: g) a poluição e a degradação ambiental*. Conforme competência constitucional conferida ao Município.

Para tanto, o art. 4º, da Lei 10.257/2001, enumera um rol de instrumentos que são colocados à disposição do Poder Público visando à organização conveniente dos espaços habitáveis e ao cumprimento das funções sociais da propriedade e da cidade, bem como de prevenção ambiental, dentre os instrumentos da política urbana, destacamos o plano diretor e o zoneamento ambiental.

Mukai (2002) assevera que “a disciplina do uso do solo urbano, objeto precípua do denominado direito urbanístico, visa, atualmente, o desenvolvimento integrado das comunidades. Não mais, como antigamente, seu objeto deixou de se consubstanciar no arranjo físico-territorial das cidades. Passou a ser componente essencial da proteção do meio ambiente, do desenvolvimento econômico-social, nacional, regional e, especialmente, local”.

E, é isto que buscamos, pois a água subterrânea é componente do meio ambiente, como também, percebemos que podemos trabalhar com as leis já existentes para obtenção deste fim.

O Estatuto da Cidade, legislação federal, tem o zoneamento como um dos seus instrumentos, ao lado do plano diretor, para planejar e ordenar a cidade, tanto seu solo urbano como rural, e nossa proposta reside na utilização da ferramenta que batizamos de “zoneamento especial ambiental”, como parte integrante do plano diretor, como forma de planejamento municipal com o fim precípua de instrumentalizar a proteção do solo, e, via reflexa, da água subterrânea, de acordo com o princípio da precaução. Oferecendo assim, maior efetividade as leis estaduais existentes, referentes as águas subterrâneas, que parecem serem ignoradas.

As disposições referentes ao plano diretor encontram-se nos art. 40, 41 e 42 da Lei n.º 10.257/01, e sublinhamos que o art. 42, ao dispor que *o plano diretor deverá conter no mínimo(...)*, traz apenas o conteúdo mínimo que deve conter, deixando margem para contemplarmos neste artigo a obrigatoriedade do zoneamento especial ambiental, como componente do Plano Diretor.

Urge confirmar a necessidade de alteração da lei do Estatuto da Cidade – Lei n.º 10.257/01, fazendo constar em seu artigo 42, como ferramenta na elaboração do Plano Diretor, o “zoneamento especial ambiental”.

Assim teríamos:

*Art .42. O plano diretor deverá conter no mínimo:*

*(...)*

*IV- contemplação do zoneamento especial ambiental, com o fim precípua de ordenar o uso do solo, buscando proteger as áreas de recarga e afloramento necessárias a qualidade da água subterrânea.*

E, nesta esteira de proposições de alterações legais, urge a contemplação do “zoneamento especial ambiental” também na Lei n.º 9.433/97.

Compulsando a Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei n.º 9.433/97, em seu art. 3º, inciso V, que dispõe sobre as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, encontramos previsão de uma *articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo*. Ou seja, abre espaço para discussão do tema que nos envolve. Pois deve contemplar a água subterrânea. E, ao elencar em seu artigo 5º, os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, propomos a inserção de mais um inciso, com a consagração do “zoneamento especial ambiental”, como instrumento de gestão.

Assim, teríamos:

*Art. 5º. São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:*

*(...)*

*VII- o zoneamento especial ambiental, com o fim de proteger as áreas de recarga e afloramentos das águas subterrâneas.*

Nossa proposta consiste na criação do “zoneamento especial ambiental” como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Plano Diretor para proteção das áreas de recarga e descarga ou afloramento dos aquíferos, para que através deste zoneamento se dê o uso e ocupação do solo em cada município do território brasileiro.

Porém, haverá a necessidade da adoção de um método ou parâmetro para se estabelecer este “zoneamento especial ambiental”, devendo para tanto o Município, auxiliado por uma equipe técnica, efetuar pesquisas e estudos para obtenção do conhecimento de seu potencial hidrogeológico e da identificação das chamadas áreas sensíveis dos aquíferos. Identificadas as áreas de recarga e afloramento ou descarga, deverá o Município implantar o “zoneamento especial ambiental” nestas áreas, ordenando seu espaço urbano e rural, bem como restringindo o uso destas áreas em face das

atividades potencialmente poluidoras, como já proposto por Foster e Hirata (2002) referente aos Perímetros de Proteção de Poços. Importante esclarecermos que o zoneamento proposto não transformará as referidas áreas em áreas de proteção permanente, mas em áreas com restrições de uso e ocupação de solo.

Outrossim, a água deve ser tida como vetor de planejamento municipal, ou seja, todos os esforços devem ser enveredados no sentido de buscar planejar a cidade, seu solo urbano e rural, para a proteção das áreas consideradas fundamentais para a preservação e conservação das águas subterrâneas.

As alterações propostas, das referidas leis federais, encerram em si a possibilidade de uma gestão conjunta dos elementos solo e água tanto superficial como subterrânea, com o fim de garantir sua qualidade e a certeza de futuro para o nosso povo, vez que água traduz a vida.

E mais que isso, que o solo seja ordenado não somente com o fim de atender as moradias, serviços, indústrias ou fins outros que venham a ser passíveis de ordenação, mas com o fim precípua de atender à população, buscando proteger e conservar os bens ambientais nele abrigados, em total conformidade com o princípio da prevenção, na busca do desenvolvimento sustentável, da sadia qualidade de vida, e da certeza de futuras gerações.

Dessa forma, reafirmamos que com a proposta apresentada neste trabalho, o recurso hídrico subterrâneo será tido como vetor de planejamento municipal e do próprio ordenamento urbano e rural para fins de ocupações futuras, apresentando-se, assim, como valioso instrumento de gestão ambiental.

O uso do solo de forma gerenciada e adequada pelos municípios é a melhor forma de proteger os aquíferos. Segundo recomenda os estudos, a ocupação do solo deve se dar com relação ao aquífero, referente a zona do perímetro de proteção, que diz respeito à área de vulnerabilidade do aquífero. Devendo-se reorientar a maneira pela qual se dá a ocupação do solo com relação às atividades existentes (comércio, indústria, residência etc.), principalmente, priorizando a eliminação ou a não ocupação de atividades poluentes - com propensão de contaminação do solo e as águas subterrâneas. Isso pode se dar de forma a orientar ou re-orientar o Plano Diretor do município e, possibilitar a efetiva prevenção ambiental.

Há necessidade também, de uma análise do ecossistema para preservação, proteção e conservação das águas subterrâneas. Devemos sempre levar em conta a interdependência e a indissociabilidade existente entre os recursos hídricos subterrâneos e superficiais. A heterogeneidade é o elemento mais importante da hidrogeologia. Na natureza não existe homogeneidade.

Todavia, o município deve conhecer previamente, suas características geológicas e seu potencial hidrogeológico, bem como identificar as áreas de recarga e descarga ou afloramento de

seus aquíferos. No Estado de São Paulo isto já é possível, pois está sendo “construído” o mapa hidrogeológico de todo o Estado, possibilitando assim, a municipalidade a identificação das áreas sensíveis dos aquíferos para implantação do “zoneamento especial ambiental” que se propõe.

A chave é ordenar o uso do solo a fim de garantir a qualidade das águas subterrâneas, e, para tanto, devemos mudar o paradigma ao ordenar o uso do solo, fazendo-o a partir do seu subsolo, da presença de água subterrânea.

## **10- Conclusões**

1. A água subterrânea é vulnerável a contaminação por poluição antrópica, e na maioria dos casos sua descontaminação se faz impossível. Esta contaminação ocorre via solo, e os aquíferos possuem áreas sensíveis, que são as áreas de recarga e de descarga ou de afloramento.
2. Nosso trabalho repousa na busca da proteção destas áreas sensíveis para garantia da qualidade de sua água subterrânea. O princípio da prevenção deve ser utilizado prioritariamente para esta garantia. E para tanto lançamos uma proposta de “Zoneamento Especial Ambiental” como chave desta proteção, e de operacionalidade do princípio basilar do Direito Ambiental: o princípio da prevenção.
3. O que se busca não é uma simples criação de um novo instituto legal, mas de uma ferramenta necessária a atender as recomendações técnicas no sentido de garantir vida com qualidade a toda população brasileira, daí a proposta de alterações legislativas com a criação do “zoneamento especial ambiental” nas Leis 10257/01 e 9433/97.
4. O “zoneamento especial ambiental” sendo respeitado em todos os municípios do território brasileiro se tornará o marco referencial técnico-político de gestão conjunta do solo e da água subterrânea. Considerando assim, o município como importante e imprescindível ator na gestão compartilhada destes recursos ambientais, não sendo mais possível a ele, ser mero espectador da vida que acontece em seu quintal.
5. Assim, urge a alteração das referidas legislações federais para a recepção do “zoneamento especial ambiental” em nosso ordenamento jurídico, como instrumento capaz de proteger a qualidade das águas subterrâneas.

## **10- Referências bibliográficas**

FIORILLO, C.A.P. e RODRIGUES, M.A. (1999). *Manual de Direito Ambiental e Legislação Aplicável*. Max Limonad: São Paulo, 639p.

FOSTER, S. et al. (2002). *Protección de la Calidad del Agua Subterrânea*. Banco Mundial: Washington, 115p.



- GERMANO, Pedro Manuel Leal. GERMANO, Maria Izabel Simões. (2001) “A água: um problema de segurança nacional”. Revista Segurança e Higiene Alimentar, v. 15 , nº 90/91, nov/dez, pp. 15-18.
- HIRATA, R. A. (2003). “Gestão dos recursos hídricos subterrâneos” in Anais do 7º Congresso do Direito Internacional do Instituto O Direito por um Planeta Verde “Direito, Água e Vida”, São Paulo, jun/03, pp. 785-796.
- MANOEL FILHO, J. (2000). “Ocorrências das águas subterrâneas”, in *Hidrogeologia – conceitos e aplicações*. Org. por Feitosa, F.A.C. e Manoel Filho, J., CPRM/REFO, LABHID-UFPE, pp.13-34.
- MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. (2001). *Programa de Águas Subterrâneas*. Brasília:MMA.
- MUKAI, T. (2002). *Direito Urbano-Ambiental Brasileiro*. Dialética: São Paulo, 351 p.
- REBOUÇAS, A.C. (2002). “Águas subterrâneas” in *Águas Doces no Brasil*. Org. Rebouças, A.C. Braga, B. e Tundisi, J. G. Escrituras: São Paulo, pp. 119-151.
- SELBORNE, L. (2004). *A ética do uso da água doce - um levantamento – Água Subterrânea*. Site [www.aguaonline.com.br](http://www.aguaonline.com.br), ed. 182, acessado em 14/04/04.
- SILVA, R.B.G. (2003) *Águas Subterrâneas: um valioso recurso que requer proteção*. DAEE: São Paulo, 28p.