

O município como partícipe na proteção das águas subterrâneas no Brasil

L. Cordeiro de Souza

Centro Universitário Padre Anchieta – Unianchieta - Campus Prof. Pedro C. Fornari
Avenida Doutor Adoniro Ladeira, 94 - Via Anhanguera, km 55,5 - CEP 13210-800, Jundiá, São Paulo, Brasil
lucordeiro@uol.com.br

RESUMO

A legislação ambiental brasileira visa assegurar a proteção e preservação do meio ambiente, e, notadamente, seus recursos naturais, em busca da qualidade de vida para todos, porém a falta da efetividade dos diversos diplomas legais existentes por vezes, torna inócuo o objetivo da lei. A água, elemento vital e essencial vem sofrendo com a poluição e a contaminação de mananciais. Este trabalho repousa seu olhar na questão das águas subterrâneas, utilizadas em larga escala em todo o país, quase sem controle em algumas localidades, e devido às diversas fontes de poluição e de contaminação que atingem as áreas vulneráveis dos aquíferos, podem ser comprometidas tanto em qualidade como em quantidade. A competência constitucional para legislar sobre águas subterrâneas foi dada aos Estados-membros, não cabendo ao Município tal atribuição legal; todavia, o solo é a via de acesso dos poluentes e contaminantes que atingem os aquíferos, e, por isso, urge que os municípios, em razão de sua competência constitucional, legislem sobre uso e ordenação do solo visando medidas de proteção e preservação do manancial hídrico subterrâneo, destacadamente da área de influência do Aquífero Guarani. Para tanto, propõe-se a criação da ferramenta do Zoneamento Especial Ambiental (ZEA), para delimitação do uso do solo nas áreas vulneráveis dos aquíferos. Assim, os municípios da área de interesse do Aquífero Guarani poderiam ser tornar partícipes no processo para prevenção de danos às águas subterrâneas do Aquífero Guarani.

Palavras-chave: águas subterrâneas, Aquífero Guarani, áreas de recarga, uso e ordenação do solo, zoneamento ambiental

The city as a participant in the protection of groundwater in Brazil

ABSTRACT

Brazilian environmental legislation aims to ensure the protection and preservation of the environment, and particularly its natural resources, in search of a better quality of life for all. The lack of force in existing statutes, however, sometimes renders the purpose of the law ineffective. Our water sources, providing this vital and essential element for life, are suffering pollution and contamination. Our focus here is on the subject of groundwater, which is widely relied upon in Brazil as a water source, but treated in some places in an uncontrolled way, and due to different forms of pollution and contamination arriving at the vulnerable areas of the aquifers, may easily be compromised both in quality and quantity. Constitutional authority to legislate on groundwater has been given to the Member States, since it falls outside the legal remit of individual municipalities. Studies show, however, that pollutants are reaching the aquifers from the overlying soil, which leads to a demand that the municipalities should use their constitutional authority to legislate on land use and its management to protect and preserve these important water sources, especially in the area of the Guarani aquifer. To this effect, we propose the creation of a Special Environment Zoning tool (ZEA) to limit land use in areas of aquifer vulnerability, by which municipalities become active participants in the protection process aimed at preventing harm to the groundwater of the Guarani aquifer.

Key words: environmental zoning, Guarani aquifer, groundwater, land use, recharge areas

El municipio como participante en la protección de aguas subterráneas en Brasil

RESUMEN

La legislación ambiental brasileña tiene como objetivo garantizar la protección y preservación del medio ambiente, pero la falta de efectividad de los estatutos existentes a veces vuelven inofensivos el objetivo de la ley. El agua, vital y esencial, ha sufrido con la polución y la contaminación de fuentes hídricas. Este trabajo basa su mirada sobre el tema de las aguas subterráneas, que son ampliamente utilizados en todo el país casi sin control en algunos lugares, y debido a las diversas fuentes de polución y contaminación para llegar a las zonas vulnerables de los acuíferos, puede ser cometido tanto en calidad como en cantidad. La autoridad constitucional para legislar en materia de aguas subterráneas ha sido dada a los Estados miembros, ya que no se ajusta a la atribución jurídica del Municipio. Sin embargo, los estudios muestran que el suelo es el acceso de los contaminantes que llegan al acuífero, por lo tanto, instan a que los municipios, debido a su autoridad constitucional, a legislar sobre el uso del suelo y de su ordenación destinadas a proteger y preservar esta importante fuente de agua subterránea, sobre todo en el área de influencia del Acuífero Guaraní. A tal efecto, se propone la creación de una herramienta de zonificación de un entorno especial (ZEA), para limitar el uso de la tierra en las zonas vulnerables de los acuíferos, donde el municipio convertirse en un participante en el proceso de protección y prevención de daños a las aguas subterráneas del Acuífero Guaraní.

Palabras clave: Acuífero Guaraní, agua subterránea, zonificación ambiental, uso y ordenación del suelo, zonas de recarga

VERSIÓN ABREVIADA

Brasil es el poseedor de inmensa cantidad de aguas superficiales y subterráneas, y sus reservas sufren las consecuencias de la polución y la contaminación. Legislación ambiental brasileña tiene como objetivo garantizar la protección y preservación del medio ambiente y de los recursos naturales en la búsqueda de la calidad de vida para todos. Pesar de la existencia de varios textos legales afines a el tema ambiental, en especial de las aguas, algunos carecen de efectividad debido a la falta de regulación o por deficiencias que aun existen, haciendo así inofensivo el objetivo de la ley. Tomamos nota de que en gran parte del marco jurídico existente, la falta de eficacia se debe al hecho que los dispositivos tienen "lo qué hacer" y, a menudo carecen de "el cómo hacer". Es urgente para proteger las áreas vulnerables de los acuíferos, y se cree que sólo a través del manejo adecuado del uso, subdivisión y ocupación de la tierra es que la protección de las aguas subterráneas se logrará.

En este trabajo se propone la creación de la Zonificación Ambiental Especial para la delimitación de las áreas vulnerables de los acuíferos (las zonas de recarga, descarga y surgencias). Esta herramienta será administrada por el municipio, dentro de los límites constitucionales de su competencia. Al legislar sobre su espacio territorial, el municipio planeará el uso del suelo de acuerdo con la protección deseada, y las restricciones sobre el uso de estas áreas ayudarán en la protección de estas fuentes subterráneas.

Al hablar de las aguas subterráneas, se destaca una de las mayores reservas estratégicas de agua dulce en Latinoamérica, el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), un importante cuerpo de agua ubicado por debajo de los territorios de Argentina Brasil, Paraguay y Uruguay. El SAG es un conjunto de capas arenosas que se depositaron en la cuenca sedimentaria del Paraná en la era Mesozoica, entre 200 y 132 millones de años, durante el Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior. Tiendo en cuenta sus dimensiones continentales, el depósito sigue siendo relativamente inexplorado y es más seguro que los recursos de aguas superficiales.

La calidad de las aguas subterráneas se puede modificar directamente o indirectamente por diversas actividades humanas que generan residuos, sobre todo la urbanización, la industrialización, las prácticas agrícolas y mineras. Cualquier cambio en la calidad de las aguas subterráneas de origen antropogénico en el sistema acuífero se llama polución, y cuando tal modificación o degradación de la calidad natural del agua subterránea alcanza niveles que podrían afectar de manera perjudicial para la salud humana y de los animales que la consumen, se llama contaminación.

Cuando los residuos se echan en el suelo, ríos y/o aire, estos residuos se convertir en una fuente potencial de polución y/o contaminación del ambiente y por lo tanto, las aguas subterráneas. La polución de los acuíferos se produce cuando los contaminantes llegan al suelo y si percola hasta alcanzar las aguas subterráneas, a pesar de la capacidad del suelo para absorberlos, o si los contaminantes ya ha llegado al acuífero y se mueve lateralmente.

La contaminación del SAG, en su caso, se encuentra generalmente en pozos de poca profundidad y es debido a los defectos en su construcción. La contaminación también puede ocurrir en las zonas de afloramiento y en sus alrededores, donde la vulnerabilidad es a menudo mayor. Por otra parte, en zonas cubiertas por el

basalto, hay fracturas que exponen el SAG a la superficie o a formaciones geológicas más jóvenes, donde también se observó vulnerabilidades considerables. En zonas cerradas, la vulnerabilidad es menor.

El Plan Nacional de Recursos Hidráulicos (MMA, 2001) señala la vulnerabilidad de los acuíferos a decir que los recursos de aguas subterráneas en Brasil están sujetas a una serie de riesgos como la contaminación por aguas residuales industriales y municipales, pesticidas, fertilizantes, sustancias tóxicas procedentes de los tanques de almacenamiento con fugas. La severidad de la contaminación está relacionada con la toxicidad, la persistencia, la cantidad y la concentración de las sustancias que llegan a los acuíferos.

El suelo es el elemento clave para la protección de los acuíferos, será por la forma de ordenar la ocupación y uso del suelo en la Tierra se asegurará de que se mantenga el beneficio del uso de las aguas subterráneas. La adopción del principio de precaución a través de restricciones en el uso del suelo es la herramienta más eficaz para la protección de los acuíferos.

La organización del Estado se logra a través de un marco jurídico amplio, que tiene por finalidad regular los diversos problemas que afectan la sociedad y el Estado mismo. El Brasil se encuentra en un estado democrático, la ley suprema, la Constitución Federal, regula en su totalidad el acuerdo legal con una estructura jerárquica, a través de la organización política y administrativa que comprende las distintas entidades de la Federación: la Unión, los Estados miembros, el Distrito federal y los Municipios, todos autónomos, en virtud de la propia Constitución.

La Constitución Federal de Brasil contempla que el poder de promover el uso apropiado de la tierra es de los Municipios, los cuales tienen el deber de actuar como un participante en la protección del medio ambiente, que incluye las aguas subterráneas. Sin embargo, encontramos en el marco legal vigente, la falta de legislación, decreto, resolución, ordenanza o una postura para los edificios que tenga en cuenta los recursos hídricos subterráneos, las denominadas aguas invisibles, lo que indica que estos recursos deben quedar en el olvido en el jurídico y por lo tanto obligado a la extinción. Este problema se justifica la propuesta actual, que apunta a la corresponsabilidad del Municipio en la protección de los recursos hídricos subterráneos debido a su competencia para gestionar el uso y la ocupación del suelo.

El Municipio es que le da una protección más efectiva de la calidad de vida sana, ya que es donde vivimos. En su área geográfica delimitada las personas ejercen sus funciones políticas y sociales, y es donde, en realidad, los activos ambientales deben ser gestionados para el bien colectivo. Por lo tanto, es el gobierno municipal responsable de la gestión del uso y ocupación del suelo, tanto en zonas urbanas y rurales, teniendo en cuenta los atributos y los activos ambientales presentes en su territorio. El Plan Maestro es el instrumento urbanístico de los Municipios y se encarga de sistematizar el desarrollo físico, económico y social del territorio municipal, buscando el bienestar de la comunidad local. Sólo a través de un ordenamiento adecuado del suelo del Municipio es que tendremos a cumplir la función social de la propiedad, pues es en la zonificación que se regulan el uso y la ocupación del suelo con el fin de proteger los activos del medio ambiente en su totalidad, también incluido en estos los acuíferos.

La zonificación se define como un conjunto de normas jurídicas que determinan los derechos de propiedad y el derecho a construir, conforme a el principio de función social, es una herramienta importante capaz de dar contenido a los principios fundamentales del derecho ambiental (precaución y prevención) para garantizar la calidad e cantidad de agua y de la salud a la población. La zonificación ambiental se extiende este concepto, debido a que no se limita al entorno de la ciudad y enfatiza la protección de las áreas de interés ambiental significativa.

La Zonificación Ambiental Especial es un punto de referencia técnico y político de la gestión de las aguas subterráneas, donde el Municipio se convierte en el verdadero protagonista en la protección de las aguas subterráneas, dada su importante misión constitucional de legislar el uso y ordenación de la tierra. Su creación se hará mediante una ordenanza municipal específica, restringirá a los usos del suelo en las zonas vulnerables de los acuíferos que puedan existir en su subsuelo.

No es la imposibilidad de uso del suelo, pero un uso compatible con los atributos de la zona y su vulnerabilidad, mediante la adopción de métodos o parámetros para establecer la propuesta de Zonificación Ambiental Especial, donde el conocimiento hidrogeológico su caso, con la información disponible y son coherentes, se configura como un requisito previo relevantes y esenciales para la delimitación espacial de estas áreas.

Introdução

Ao longo de toda a história da humanidade, o elemento água sempre esteve presente, não só como um bem necessário à sobrevivência do homem e demais seres vivos na Terra, mas ainda como fator determinante ao estabelecimento das civilizações às margens dos rios, regiões costeiras e insulares, pro-

piciando que grandes impérios fossem construídos. A água é também símbolo de mitos e crenças; além de favorecer diversão e lazer, fornece empregos e alimentos (Souza, 2004).

Esta água, elemento vital e essencial, em seu estado líquido e doce, pode ser encontrada tanto na superfície como no subsolo do planeta Terra, e tem sido indiscriminadamente usada pela população, como

se fosse recurso infinito. Na superfície apresenta-se conspurcada em larga escala, pois de elemento sacro passou a servir como depósito de resíduos líquidos e sólidos, sofrendo, também os impactos das atividades realizadas nas cidades.

O Brasil é possuidor de imensa quantidade de água superficial e subterrânea, e seus mananciais padecem com as consequências da poluição e da contaminação. A Constituição Federal voltou seu olhar ao meio ambiente visando assegurar a proteção e a preservação dos recursos naturais, em busca da qualidade de vida para todos. Porém, para a efetividade desta proteção, os dispositivos constitucionais necessitam de regulamentação por lei específica. Apesar da existência de diversos diplomas legais afetos ao tema ambiental, notadamente às águas, alguns carecem de efetividade por ausência de regulamentação ou em razão de lacunas ainda existentes, tornando assim inócuo o objetivo da lei.

Tendo em vista a importância das águas subterrâneas, utilizada em larga escala em todo o país e quase que sem controle em algumas localidades, são verificados inúmeros casos de contaminação de aquíferos, principalmente pelo uso desordenado das áreas mais vulneráveis, que são as de recarga e afloramento. Assim, urge proteger essas áreas e acredita-se que somente por meio de uma gestão adequada do uso, do parcelamento e da ocupação do solo é que se concretizará a proteção desse valioso recurso, a água subterrânea.

Embora a competência constitucional para legislar e gerir as águas subterrâneas tenha sido dada aos Estados-membros, a competência de promover o adequado ordenamento territorial está afeta aos Municípios, conforme a Constituição Federal, e este tem o dever de agir como partícipe na proteção do meio ambiente, neste inserido as águas subterrâneas.

Objetivo

O presente trabalho propõe a criação do Zoneamento Especial Ambiental (ZEA) para delimitação das áreas vulneráveis dos aquíferos, a saber, as zonas de recarga e descarga bem como os afloramentos. Dentro dos limites constitucionais da competência do Município, este, ao legislar sobre seu espaço territorial, adotará essa ferramenta urbanística para planejar usos do solo compatíveis com a pretendida proteção, restringindo esse uso nas áreas vulneráveis dos aquíferos, que via reflexa, auxiliará na proteção dos mananciais subterrâneos.

A questão legal ambiental: breve análise na constituição federal

A legislação ambiental brasileira é considerada uma das mais avançadas do mundo e seu arsenal legislativo é em grande parte aplicável, direta ou indiretamente, ao objeto deste estudo.

Há leis específicas que tutelam os recursos hídricos no Brasil, notadamente as águas subterrâneas, mas para se tornarem efetivas precisam de regulamentação por outro diploma legal, como por exemplo, uma lei complementar, um decreto, uma resolução entre outros normativos. Outrossim, leis voltadas a bens ambientais como solo e flora também devem ser observadas quando da análise do tema, pois diversos de seus dispositivos visam a proteção indireta dos recursos hídricos. Salientamos que em grande parte do arcabouço legal existente, a carência de efetividade se deve ao fato de os dispositivos discorrerem sobre "o que fazer", faltando muitas vezes disciplinar sobre "o como fazer".

No evoluir legal ambiental, temos que o atual Texto Constitucional embora tenha sido promulgado em 05/11/1988, recepciona a pioneira lei ambiental, conhecida como Política Nacional de Meio Ambiente – Lei Federal n.º 6938, de 31/08/1981, a qual objetiva a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, a fim de assegurar condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

O artigo 225 da Constituição Federal de 1988 (CF/88), com seus parágrafos e incisos, representa o evoluir da questão ambiental na legislação, vez que o tema foi alçado a *status* constitucional, destacando-se como um capítulo da Carta Magna. No *caput* desse artigo, *in verbis*, percebemos que para gozar do direito ao meio ambiente, precede o dever do Poder Público e da coletividade de defendê-lo e protegê-lo.

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o **dever de defendê-lo e preservá-lo** para as presentes e futuras gerações. (*grifo nosso*).

Para cumprimento desse dever a CF/88 reparte as competências ambientais entre todos os entes da Federação, o que significa dizer que atribui legitimidade para que União, Estados membros, Distrito Federal e Municípios possam legislar, gerir e fiscalizar o meio ambiente e seus bens ambientais.

Conforme Silva (1999), "competências são as diversas modalidades de poder de que se servem os órgãos ou entidades estatais para realizar suas fun-

ções." Lembra o autor que em razão da denominada autonomia da União, Estados-membros e Municípios, a Constituição Federal permitiu falar em espécies de competências, visto que as matérias que compõem seu conteúdo podem ser agrupadas em classes, segundo sua natureza, sua vinculação cumulativa a mais de uma entidade e seu vínculo à função do governo. Sob esses critérios, as competências foram classificadas em dois grandes grupos e respectivas subclasses, conforme previsto na CF/88. Fiorillo (2000) esclarece essas classificações de competências ao dispor que:

I - Competência material:

a) Exclusiva (art. 21) – atribuída a uma entidade com exclusão das demais;

b) Comum, cumulativa ou paralela (art. 23) – consiste num campo de atuação comum às várias entidades, sem que o exercício de uma venha a excluir a competência de outra, que pode assim ser exercida cumulativamente. Significa a possibilidade de praticar certos atos, em determinada esfera, juntamente e em pé de igualdade;

II - Competência legislativa:

a) Exclusiva (art. 25, §§ 1º e 2º) – atribuída a uma entidade com exclusão das demais;

b) Privativa (art. 22)- enumerada como própria de uma entidade, com possibilidade, no entanto, de delegação e competência suplementar (art. 22 e seu parágrafo único). Difere da exclusiva, na medida em que esta é indelegável, já que não admite complementaridade nem delegação;

c) Concorrente (art. 24) – conceito que compreende dois elementos, a saber, possibilidade de disposição sobre o mesmo assunto ou matéria por mais de uma entidade federativa, bem como primazia da União no que tange a normas gerais;

d) Suplementar (art. 24, § 2º) – vinculada à competência concorrente, significando o poder de formular normas que desdobrem o conteúdo de princípios e normas gerais que supram a ausência ou omissão destas.

O legislador constituinte, ao estabelecer as competências concorrentes da União, Estados e Distrito Federal, enumeradas no artigo 24, previu no inciso VI a competência para legislar sobre meio ambiente, e em seu inciso VIII, determinou a competência desses entes federativos para legislar sobre a responsabilidade por dano ao meio ambiente, o que engloba aspectos da poluição e da qualidade da água.

Tal fato é corroborado por Fiorillo (2010), ao afirmar que:

[...] temos que a melhor interpretação é extraída com base no art. 24, de modo que a competência para legislar sobre normas gerais é atribuída à União, cabendo aos Estados e Distrito Federal legislar com-

plementarmente e, ao Município, suplementarmente, com base no art. 30, II, da Constituição Federal.

Paralelamente à competência legislativa, conforme preceitua o artigo 23, inciso VI, da CF/88, delegou-se competência material comum a todos os entes federados (União, Estados-membros, Distrito Federal e Municípios) para protegerem o meio ambiente e combaterem a poluição em qualquer de suas formas.

A competência material deverá ser verificada ainda que o ente federado não tenha exercido a sua atribuição legislativa. Ademais, deverá ser verificado se o bem a ser tutelado é de **gerência** da União, como trata o artigo 20, inciso III da CF/88 que versa sobre as águas como bens da União; ou do Estado membro, como no artigo 26, inciso I da CF/88 que se refere às águas subterrâneas como bens do Estado, para que se possa determinar qual o ente responsável pela aplicação das sanções referentes a cada caso (Fiorillo, 2010).

Desta forma, a Carta Maior tratou da competência sobre as águas em diferentes dispositivos, permitindo interpretações variadas sobre o tema. Primeiramente, o legislador constituinte, no artigo 22, inciso IV, atribuiu à União competência privativa para legislar sobre água. Machado (2002) ensina que:

[...] legislar sobre as águas significa instituir normas sobre a qualidade e a quantidade das águas e estabelecer regras de como as águas serão tratadas, compartilhadas e utilizadas. Não se compreenderia que a Constituição fizesse referência às águas somente como um elemento da Natureza que devesse ficar nos rios e nos lagos. Há uma ampla abrangência do poder normativo da União, que deve ser utilizado para que as legislações estaduais não criem normas discriminatórias ou que estimulem políticas diferentes e até antagônicas sobre o uso das águas.

A competência da União limita-se a estabelecer normas gerais, não excluindo a competência suplementar dos Estados membros. No caso de inexistir lei federal sobre normas gerais, os Estados membros exercerão a competência legislativa plena para atender às suas peculiaridades, e, na superveniência de lei federal, será suspensa a eficácia da lei estadual naquilo que for contrária à lei federal. Destarte, diante da demora da União em definir as regras gerais sobre a água, tendo em vista a competência suplementar conferida pela atual Constituição Federal, alguns Estados membros buscaram legislar sobre o tema.

Nesse contexto, o Estado de São Paulo saiu à frente com a Lei n.º 7.663, de 30/12/1991, que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos, que serviu, inclusive, de paradigma para construção da Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei n.º 9.433, de 08/01/1997.

Cabe ressaltar que a CF/88 dispõe em seu artigo 20, inciso III, que quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado são bens da União, e que incluem entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas presentes em seu território, conforme artigo 26, inciso I. Ao fazer essa inclusão das águas subterrâneas como bens do Estado, a Carta Magna refere-se à “gestão ou gerência” do bem e não ao domínio sobre as águas subterrâneas.

A expressão domínio a princípio indica propriedade, mas sendo a água subterrânea um recurso ambiental, sua natureza jurídica é difusa, não podendo ser apropriada e sim devendo ser gerida/gerenciada pelos Estados membros. Apesar desse bem ambiental ser dotado de valor econômico, não são permitidas à União ou aos Estados federados as faculdades inerentes ao direito de propriedade (usar, gozar e dispor da coisa) previstos no Código Civil Brasileiro (Lei nº 10.406 de 10/01/2002).

O Aquífero Guarani: Características gerais

Segundo Souza (2005), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO estima que os aquíferos do mundo que participam mais ativamente do mecanismo de renovação de águas da Terra estocam cerca de 10,3 M km³ do volume total de água doce da Terra (34,6 M km³) e a sua contribuição aos fluxos dos rios é de 13.000 km³ ano⁻¹. Por sua vez, a demanda total de água pela humanidade –consumo humano, industrial e irrigação– no ano 2000 foi estimada em apenas 4.000 a 5.000 km³ ano⁻¹. O Programa Hidrológico Internacional - PHI/UNESCO publicado em 2003, estimou que entre 600 e 700 km³ ano⁻¹ são extraídos por meio de poços, para abastecimento de 50% do consumo de água potável do mundo, 40% das demandas das indústrias e 20% da agricultura irrigada. Regra geral, a falta de qualidade construtiva e operacional de grande parte dos poços favorece a idéia de que a sua utilização é pouco confiável como obra de produção de água.

Daí a importância da proposta apresentada, pois não é somente sobre a demanda de uso desta fonte de água que o Direito deve se voltar, mas o foco deve ser a proteção e a conservação de um bem vital para as presentes e futuras gerações.

Ao falar de águas subterrâneas temos como símbolo nacional o Sistema Aquífero Guarani (SAG), um importante corpo hídrico subterrâneo transfronteiriço situado sob os territórios da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. No Brasil, o Aquífero Guarani encontra-se distribuído sob os Estados de Mato Grosso do Sul,

Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina e Mato Grosso (OEA, 2009). O Aquífero Guarani é um pacote de camadas arenosas que se depositaram na bacia sedimentar do Paraná ao longo do Mesozóico (períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo Inferior), entre 200 e 132 milhões de anos, constituído pelas formações geológicas Pirambóia (Buena Vista, no Uruguai) e Botucatu (Misiones, no Paraguai; Tacuarembó no Uruguai e na Argentina) (Rocha, 1997).

Complementando, Rebouças e Amore (2002) lembram que:

Embora a água subterrânea do SAG já fosse captada por meio de fontes e poços escavados desde os primórdios do Período Colonial (1500-1822), sua importância econômica só foi reconhecida na década de 1950, especialmente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul – Brasil (até hoje os maiores usuários das águas subterrâneas na Bacia do Paraná). Na década de 1970 foram iniciados os estudos preliminares que levaram à caracterização do seu grande potencial de água subterrânea (Rebouças, 1976).

Ensina Rocha (1997) que há 30 anos o aquífero Guarani era praticamente desconhecido, a ponto de receber apenas uma menção, de passagem, quando uma equipe técnica da OEA elaborou o relatório que serviu de base para o Plano de Aproveitamento Integral da Bacia do Prata de 1969. A partir dos anos 1970, especialmente na porção brasileira da bacia (São Paulo), teve início um surto exploratório. No final da década de 1990 o aquífero era explotado com maior intensidade (mais de dois mil poços) nas bordas da bacia, a profundidades de 100 a 300 m, e por algumas centenas de poços em áreas mais profundas, entre 500 e 1.500 m. Em decorrência de tal fato, houve notável avanço da tecnologia de perfuração de poços profundos, especialmente no Brasil e na Argentina. Entretanto, por falta de políticas governamentais, o reservatório vinha sendo explotado de maneira desordenada, e a persistir tal situação, problemas de sobrexplotação localizada ou de contaminação a partir das bordas da bacia em áreas urbanizadas poderiam comprometê-lo.

Em razão disso, no período compreendido entre maio de 2003 e janeiro de 2009, Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai executaram o Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. A iniciativa foi implementada com recursos doados pelo Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF) e contrapartidas dos países, com o apoio do Banco Mundial como Agência Implementadora, e da Organização dos Estados Americanos como Agência Executora Regional escolhida pelos países. A execução do Projeto permitiu aprofundar

o conhecimento técnico, desenvolver instrumentos de gestão específicos e um Programa Estratégico de Ação, direcionado ao fortalecimento das capacidades institucionais, da participação pública e da cooperação regional para a gestão sustentável do aquífero, considerado uma das maiores reservas estratégicas de água doce da América Latina para o abastecimento público e outros usos. Dadas as dimensões continentais, o reservatório é ainda pouco explorado e está relativamente mais protegido do que os recursos hídricos superficiais. No Estado de São Paulo, o SAG é a principal reserva de água subterrânea, devido às propriedades hidrogeológicas e hidrogeoquímicas, sendo sua área de ocorrência estimada em aproximadamente 143.000 km². Na borda leste do Estado está localizada a faixa aflorante, com aproximadamente 15.000 km². A oeste dessa faixa, o sistema aquífero encontra-se confinado por rochas basálticas, em uma extensão de cerca de 128.000 km² (OEA, 2009).

Vulnerabilidade das águas subterrâneas do SAG

A qualidade das águas subterrâneas pode ser modificada direta ou indiretamente por diversas atividades do homem. As influências diretas resultam de substâncias naturais ou artificiais que são introduzidas pelo homem no ciclo geoquímico e que alcançam as águas subterrâneas. Já as indiretas são as mudanças de qualidade da água causadas sem a interferência do homem, ou seja, aquelas que ocorrem devido a processos químicos, físicos e biológicos naturais. Assim, qualquer alteração na qualidade de água subterrânea de origem antrópica, no sistema aquífero, é denominada **poluição** e, quando essa alteração ou degradação da qualidade natural das águas subterrâneas atinge níveis que possam afetar, de forma prejudicial, a saúde humana e dos animais que o consomem, é denominada **contaminação** (Coelho e Duarte, 2003).

Lembramos que na Lei da Política Nacional de Meio Ambiente, em seu art. 3º, inciso III, *in verbis*, consta a definição de poluição como sendo:

Art. 3º. Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

- III- **poluição**, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
 - a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
 - c) afetem desfavoravelmente a biota;
 - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem materiais orgânicos em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Não obstante, o termo poluir vem do latim *polluere*, que significa sujar, corromper, tornar prejudicial à saúde, manchar, deslustrar e, num sentido indireto, cometer ação infamante. Portanto, o termo carrega um juízo de valor, um aspecto ético intrínseco (Pascalichio, 2002). Esses efeitos indesejáveis vêm ocorrendo, lenta e silenciosamente, com nossas águas invisíveis.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos declara a vulnerabilidade dos nossos aquíferos ao afirmar que os recursos hídricos subterrâneos brasileiros estão sujeitos a uma série de riscos, tais como 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 (MMA, 2001).

A poluição dos aquíferos ocorre quando os poluentes chegam ao solo e aí podem ser absorvidos; o solo age como se fosse uma esponja, porém, muitas vezes, os poluentes chegam até a água subterrânea, percolando o solo. A poluição das águas subterrâneas pode se dar 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 (Silva, 2003).

A urbanização, a industrialização, as práticas agrícolas e a extração mineral são as principais atividades humanas que geram resíduos. Estes, quando lançados no solo, rios e/ou atmosfera, transformam-se em fontes potenciais de poluição e/ou contaminação das águas subterrâneas. Na identificação dessas fontes potenciais de poluição é de importância fundamental classificá-las, de acordo com o grau de extensão, em **pontuais** ou **difusas**, que são respectivamente as de pequena escala e facilmente identificáveis; e as que correspondem a fontes relativamente dispersas, que atingem grandes superfícies e originam-se de outras fontes menores cujas localizações não são bem definidas (Coelho e Duarte, 2003).

Silva (2003) declara que, "como o que ocorre no subsolo não pode ser visto, não existe preocupação com o que está acontecendo." Em outros termos, teoricamente todos os órgãos estatais e governos conhecem a vulnerabilidade dos aquíferos, mas as medidas efetivas para prevenir esta iminente contaminação dos aquíferos são incipientes e de pequena escala. É neste ponto que a tese se instala.

Para a OEA (2009), a contaminação do SAG, quando existe, é normalmente detectada em poços pouco profundos e se deve a falhas em sua construção. A contaminação também pode ocorrer em áreas de afloramento e em suas proximidades (zonas de basalto fraturado, com possibilidade de contaminação vinda da superfície), onde a vulnerabilidade costuma ser mais elevada. Além disso, nas áreas cobertas por basalto, existem “janelas” que expõem o SAG à superfície ou a formações geológicas mais jovens (pós-SAG). Nesses casos, também se observam vulnerabilidades consideráveis. Nas áreas confinadas, a vulnerabilidade é menor.

Amore (2004) alertou para o perigo de contaminação do Aquífero Guarani: “Somente a presença de pesticidas e fertilizantes agrícolas em zonas de recarga do aquífero com a água da chuva constitui uma ameaça. E a atividade agropecuária pode, além disso, compactar os solos e impedir a infiltração”. E complementa, “Nas cidades de Rivera e Santana do Livramento, situadas lado a lado da fronteira seca entre Uruguai e Brasil, há um elevado risco de contaminação pela proximidade da área de recarga do aquífero com pequenas indústrias, postos de gasolina, cemitérios e lixões.” Explicou que o aumento sem controle dos volumes de água extraídos e os contaminantes como agroquímicos e resíduos urbanos e industriais, entre outros, põem em risco o abastecimento de água potável de milhões de pessoas, a indústria turística hidrotermal e o eventual uso de águas termais como fonte de energia na região.

Acrescem-se a estes dados os riscos também existentes nas áreas de afloramento do SAG, que são caracterizadas como zonas de recarga direta do aquífero, onde ocorre infiltração de parte das águas da chuva. Este fato ocorre em especial nas regiões planas, como planícies, plataformas estruturais de relevo suavizado, topos de morros, cuestas internas e externas. Na área de afloramento do SAG existe interação entre águas subterrâneas e águas superficiais, pois ao longo dos cursos d’água da região a descarga subterrânea se constitui no nível de base dos rios e de outros corpos d’água perenes. A avaliação da reserva, ou o volume de água subterrânea acumulada e móvel em um aquífero no decurso de um determinado intervalo de tempo pode ser estimada a partir de estudo da disponibilidade hídrica, que se refere ao potencial explorável de um aquífero, ou seja, é a quantidade de água disponível para o uso e que pode ser obtida por meio de poços sem comprometer o equilíbrio quantitativo dos mananciais (OEA, 2009).

Em recente estudo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, os resultados da avaliação da vulnerabilidade natural à contamina-

ção do SAG no estado de São Paulo demonstraram que a área é vulnerável à contaminação em diferentes graus, tendo o índice variado de Médio-baixo até Alto-alto. O índice Alto ocorre, principalmente, nas proximidades das principais drenagens, onde os níveis d’água são menores que 20 m, representando 25% da área do SAG (Albuquerque Filho *et al.*, 2010).

Ressaltamos que para as águas subterrâneas não há uma divisão regional, dada a dimensão continental do Sistema Aquífero Guarani. Porém, para viabilizar seu estudo, tem sido delimitadas áreas para o desenvolvimento de pesquisas. Destaca-se o mapeamento das áreas de afloramento do SAG no estado de São Paulo, onde é possível observar que:

“Mais de cem municípios paulistas utilizam as águas do SAG para o abastecimento público, por meio da captação de água subterrânea de poços localizados tanto na área de afloramento quanto na área confinada, destacando-se as seguintes cidades, entre outras: Ribeirão Preto (100%); Araraquara (50%); São Carlos (50%); e de São José do Rio Preto (40%). A porção confinada do SAG se encontra mais protegida de possíveis atividades poluidoras, devido às coberturas de rochas basálticas. Por outro lado, a área de afloramento constitui-se na porção mais vulnerável à entrada de possíveis contaminantes. Nesse sentido, visando à proteção do sistema como um todo, faz-se prioritário o planejamento territorial nessa área” (Albuquerque Filho *et al.*, 2010).

O Zoneamento Especial Ambiental (ZEA): o município como partícipe da proteção das águas subterrâneas

A organização do Estado se faz por meio de um vasto arcabouço legal, que visa disciplinar as mais diversas questões que afetam a sociedade e o próprio Estado. O Brasil constitui-se em Estado Democrático de Direito; sua Lei Maior, a Constituição Federal, capitaneia todo o conjunto legal de acordo com uma estrutura hierárquica, por meio da organização político-administrativa que compreende os diversos entes da Federação: a União, os Estados membros, o Distrito Federal e os Municípios, todos autônomos, nos termos da própria Constituição.

De acordo com os artigos 1º e 18 da Constituição Federal, o ente federativo Município recebeu autonomia, possuindo competências exclusivas (artigo 30) e organização política própria (artigo 29), que se traduz também na forma de proteger o meio ambiente e os recursos naturais, onde destacamos o solo e as águas subterrâneas.

Ao Município é que se confere uma tutela mais efetiva da sadia qualidade de vida, pois é nele que efetivamente vivemos. Em seu espaço geográfico, devidamente delimitado, as pessoas exercem todas as funções sociais e políticas, e é onde se encontram, realmente, os bens ambientais que devem ser geridos à bem da coletividade. Nesse sentido, "é o Município que passa a reunir efetivas condições de atender de modo imediato às necessidades locais, em especial em um país como o Brasil, de proporções continentais e cultura diversificada" (Fiorillo, 2010).

Assim sendo, cabe ao Poder Público Municipal incumbir-se da gestão do uso e ocupação do solo, tanto urbano quanto rural, levando em conta os atributos e bens ambientais presentes em seu território. Neste tocante, Aguiar (1996) lembra-nos que:

"o solo é a superfície da terra, o chão, sobre o qual o homem organiza seus espaços, sua vida. [...] O poder público possui a faculdade de limitar ou disciplinar direito, interesse ou liberdade, regulando a prática de ato ou a abstenção de fato, em razão do interesse coletivo. É de sua competência o disciplinamento das atividades de uso e ocupação do solo, de modo que a propriedade atenda a sua função social. A ordenação do solo urbano ou rural tem de figurar como preocupação constante do planejamento urbanístico, constituindo obrigação do poder público perseguir as mais racionais, adequadas e desejáveis formas de uso e ocupação do solo, para garantia do bem-estar da população. O controle do uso do solo e a densidade populacional e das edificações constituem ponto substancial do planejamento e dos planos urbanísticos."

O Plano Diretor é o instrumento de atuação urbanística dos Municípios e tem por função sistematizar o desenvolvimento físico, econômico e social do território municipal, visando ao bem estar da comunidade local. É plano porque estabelece os objetivos a serem atingidos, o prazo em que estes devem ser alcançados, as atividades a serem executadas e quem deve executá-las; é diretor, porque fixa as diretrizes do desenvolvimento urbano do Município (Silva, 1992).

Acerca disso, Fiorillo (2005) lembra que as funções sociais da cidade necessitam do zoneamento ambiental como instrumento vinculado ao propósito de garantir bem-estar aos habitantes de determinado Município. Essa afirmação se traduz na necessidade de estabelecer os denominados espaços ambientais, porções do território estabelecidas com a finalidade de proteção e preservação do meio ambiente.

Somente por intermédio de uma ordenação adequada do solo do município é que teremos o cumprimento da função social da propriedade, pois é no zoneamento que se dará o uso e ocupação do solo visando à proteção dos bens ambientais em sua tota-

lidade. O zoneamento é uma importante ferramenta capaz de dar corpo aos princípios da precaução e prevenção, princípios basilares do direito ambiental para garantir a qualidade e quantidade de água e saúde à população.

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 (Souza, 2005).

Como bem sublinha Yoshida (2001), o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, de 10/07/2001, traz em seu artigo 2º, inciso VI, alíneas "f" e "g", que na previsão das diretrizes e dos instrumentos da política urbana está bem evidenciada a ênfase na prevenção dos problemas urbanísticos e ambientais nas cidades. Assim, a ordenação e controle do uso do solo devem ser conduzidos de forma a evitar, entre outros problemas, a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambientais.

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 consequências o desenvolvimento das indústrias e a expansão da agropecuária intensiva, para satisfazer às necessidades cada vez maiores dos habitantes das cidades, que acabam introduzindo novas fontes e causas de poluição e contaminação das águas subterrâneas.

As cidades brasileiras não ordenaram adequadamente seu adensamento humano, urbano ou rural, buscando proteger áreas vitais para as águas subterrâneas, nem tampouco foi dada importância a essa fundamental reserva hídrica quando da elaboração das leis urbanísticas, do estabelecimento dos seus zoneamentos preconizados no Plano Diretor. Por isso, nos dias atuais há inúmeras áreas onde a contaminação do solo já alcançou os depósitos de águas subterrâneas, comprometendo recursos estratégicos.

A adoção do princípio da precaução por meio de restrições ao uso do solo, consiste na ferramenta mais eficaz para a proteção dos aquíferos. Constatamos no arcabouço legal vigente, a ausência de legislação, decreto, resolução, portaria ou postura para edificações que leve em consideração os recursos hídricos subterrâneos, as chamadas águas invisíveis, o que permite concluir que estes recursos devem permanecer esquecidos no campo legal e, desta forma, fadados ao perecimento. Essa problemática fundamenta a atual proposta, apontando para a co-responsabilidade do município na proteção dos recursos hídricos subterrâneos em razão de sua competência de gerir o uso e ocupação do solo.

O planejamento ambiental torna-se cada vez mais imprescindível para a urbanificação das cidades. A urbanificação é tida como “o remédio” para o caos da urbanização, e o Plano Diretor é um dos instrumentos utilizados para esse processo (Silva, 1992).

O Estatuto da Cidade, ao regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabeleceu as diretrizes federais da política urbana por meio de “*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*” (artigo 1º, parágrafo único).

No artigo 2º, encontram-se dispostos os objetivos da política urbana, quais sejam:

“[...] 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 infraestrutura 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 (*grifo nosso*).

Não obstante, no artigo 2º, inciso VI, alínea “g” do Estatuto da Cidade encontra-se a previsão específica para subsidiar a proposta apresentada:

VI- *ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar: [...]*

g) a poluição e a degradação ambiental.

Para tanto, o artigo 4º do referido Estatuto 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 para a efetiva proteção dos recursos ambientais pela gestão municipal.

Meirelles (2003) deixou-nos que:

“As atribuições municipais no campo urbanístico desdobram-se em dois ramos distintos: o da regulamentação edilícia que disciplina as atividades e as edificações urbanas dos particulares, comumente através de Código de Obras e normas complementares, e o da ordenação física e social da cidade, através de leis de zoneamento e dos planos de urbanização e reurbanização que se implantam mediante imposições extrafiscais, servidões administrativas, limitações de uso e desapropriações, para dar-se à área planificada o be-

neficiamento urbanístico requerido pela sua destinação e compatível com os objetivos do plano.”

Atendendo a essas atribuições o planejamento municipal, por meio do plano diretor, deverá reger a ordenação física e social da cidade e permitir a integral proteção ambiental do município, aqui considerada a proteção e conservação da água subterrânea. Entendemos que a adoção de medidas restritivas de uso do solo consiste na forma mais eficaz para a proteção dos aquíferos e que o Plano Diretor dos municípios poderá contemplar as medidas por meio de um zoneamento adequado.

O zoneamento é definido como um conjunto de normas legais que configuram o direito de propriedade e o direito de construir, conformando-os ao princípio da função social. Entretanto, zoneamento ambiental amplia esse conceito, porque não se limita ao ambiente da cidade e dá mais ênfase a proteção de áreas de significativo interesse ambiental (Silva, 1992).

Resta claro que o zoneamento ambiental no tocante à proteção das águas subterrâneas deve ser adotado para a restrição do uso e ocupação do solo nas áreas de afloramento, recarga e descarga dos aquíferos. O instrumento ora idealizado para proteção da qualidade das águas subterrâneas poderia ser a diferença em continuarmos ou não dispor dessa estratégica reserva hídrica para as presentes e futuras gerações.

Assim, os planos diretores dos municípios deveriam contemplar as áreas vulneráveis dos aquíferos, protegendo-as de eventuais e futuros danos e declarando-as como áreas de Zoneamento Especial Ambiental – ZEA, que confere a estas áreas *status* diferenciado das demais áreas de proteção ambiental. Todas as vezes que nos referirmos ao Zoneamento Especial Ambiental, saberemos que no subsolo daquelas áreas há água de boa qualidade a ser protegida e conservada.

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.”

Porém, há necessidade da adoção de um método ou parâmetro para se estabelecer o Zoneamento Especial Ambiental, para o qual bem destaca Selborne (2002), onde o conhecimento hidrogeológico adequado, com informações disponíveis e consistentes são pré-requisitos relevantes e essenciais para a delimitação espacial das áreas sujeitas ao ZEA.

A criação do ZEA por lei municipal específica, onde seriam restringidos os usos do solo nas áreas vulneráveis dos aquíferos que porventura existam em seu subsolo, não reside na impossibilidade de uso do solo, mas de um uso compatível com os atributos ambientais da área, bem como sua vulnerabilidade. Caberia ao órgão ambiental competente atentar ao ZEA para conceder ou não a licença ambiental para determinada atividade que pretenda se instalar em área vulnerável do aquífero, e isso se daria observando-se o potencial de impacto ambiental da atividade ou obra a ser implantada na área (Souza, 2009).

A atual proposta foi elaborada a partir da visão ampliada de Foster et al. (2002) sobre o perímetro de proteção de poços estabelecido na Lei Estadual de São Paulo nº 6.134 de 02/06/1988. O ZEA tem o intuito de aliar as alternativas técnicas nacionais e estrangeiras que busquem implementar a limitação ao uso do solo nas áreas de importância para os aquíferos com o arcabouço jurídico existente, utilizando-se dos instrumentos urbanísticos para dar efetividade a essa proteção da água subterrânea, que se faz tão necessária.

Algumas propostas pontuais visando a proteção das áreas vulneráveis do Aquífero Guarani já foram efetivadas, fruto de estudos como o realizado no município de Ribeirão Preto (São Paulo) em cooperação com o Estado da Baviera (Alemanha) e que originou em uma lei de restrição ao uso do solo no município; a criação de um zoneamento agroambiental nas áreas sensíveis do Aquífero Guarani pela EMBRAPA, abrangendo mais de um município; e a instituição por lei municipal da chamada zona de proteção de aquífero regional (área do SAG) em Araraquara-SP.

Por fim, podem ser destacados a Resolução n.º 92/2009 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que estabeleceu os critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro; e o recente estudo do IPT que mapeou a área de afloramento do SAG no estado de São Paulo, abrangendo diversos municípios, e apresentou um diagnóstico ambiental para subsidiar o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental para toda esta área, nos moldes da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (Albuquerque Filho *et al.*, 2010).

O zoneamento proposto poderia ser um marco referencial técnico e político de gestão das águas subterrâneas. Sabemos que não há como dissociar as águas subterrâneas das águas superficiais, e com a implantação do ZEA será possível viabilizar a proteção e conservação dos recursos hídricos de forma plena. Acreditamos que o Município, com a ajuda do Estado e da União, poderá tornar-se o real prota-

gonista na proteção das águas subterrâneas, dada sua importante missão constitucional de legislar o uso e a ordenação do solo.

Conclusões

O Brasil possui uma imensa riqueza hídrica representada por mananciais superficiais e subterrâneos. O Sistema Aquífero Guarani tornou-se símbolo de grandeza e importância para as águas subterrâneas da América Latina, tendo em vista sua extensão que ultrapassa as fronteiras de Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, países co-gestores por meio do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani, onde suas características e potencialidades foram estudadas. Os quatro países se uniram em torno de sua proteção e de sua gestão compartilhada e sustentável.

No contexto brasileiro, o município possui a competência constitucional de promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. O Estatuto da Cidade, legislação federal, disciplina que a ordenação e controle do uso do solo devem evitar a poluição e a degradação ambiental, e institui instrumentos para, ao lado do Plano Diretor, planejar e ordenar a cidade.

Embora a gestão das águas subterrâneas seja uma competência estadual, o município pode e deve ser partícipe da sua proteção. O planejamento e ordenamento proposto na forma do Zoneamento Especial Ambiental - ZEA é voltado à autonomia municipal, plenamente factível onde todos os esforços devem ser envidados 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.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos para realização do Doutorado em Direito na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, possibilitando o desvendar das águas subterrâneas, e ao Prof. Dr. Ricardo Hirata que me recebeu como aluna especial na disciplina de Hidrogeologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP.

A Gerôncio A. Rocha, Coordenador Regional (SP) do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani (SAG), que possibilitou minha participação nesse Projeto na qualidade de especialista legal em recursos hídri-

cos; a Luiz Amore e Daniel Garcia Segredo que me acolheram durante a *pasantía*, e à OEA, que subsidiou financeiramente minha estada em Montevideu – Uruguai.

Referências bibliográficas

- Amore, L. 2004. *Revista Digital Aguaonline*, ed. 185, 14/04/2004, <http://aguaonline.com.br>.
- Aguiar, J.C. 1996. *Direito da cidade*, Renovar, Rio de Janeiro, 126 pp.
- Albuquerque Filho, J.L. *et al.* 2010. Plano de desenvolvimento e proteção ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo: proposta preliminar. In: *ABAS, Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, São Luís, 16, 12 p.
- Brasil, 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Saraiva, São Paulo, 2012, 432 pp.
- Coelho, V.M.T. e Duarte, U. 2003. Perímetros de proteção para fontes naturais de águas minerais. *Revista Águas Subterrâneas*, 17, 77-90.
- Fiorillo, C.A.P. 2000. *Direito de antena em face do direito ambiental no Brasil*. Saraiva, São Paulo, 218 pp.
- Fiorillo, C.A.P. 2005. *Estatuto da cidade comentado: Lei 10.257/2001: Lei do meio ambiente artificial*. Revista dos Tribunais, São Paulo, 304 pp.
- Fiorillo, C.A.P. 2010. *Curso de direito ambiental brasileiro*. Saraiva, São Paulo, 866 pp.
- Foster, S. *et al.* 2002. *Protección de la Calidad del Agua Subterránea*. Banco Mundial, Washington, 104 pp.
- Machado, P.A.L. 2002. *Recursos hídricos: direito brasileiro e internacional*. Malheiros, São Paulo, 216 pp.
- Meirelles, H.L. 2003. *Direito Municipal Brasileiro*. Malheiros, São Paulo, 854 pp.
- Ministério do Meio Ambiente. 2001. *Águas subterrâneas: programa de águas subterrâneas*, MMA. Brasília, 29 pp.
- Mukai, T. 2002. *Direito urbano-ambiental brasileiro*. 2ª ed, Dialética, São Paulo, 351 pp.
- Organização dos Estados Americanos – OEA. 2009. *Aquífero Guarani: programa estratégico de ação – Aquífero Guarani: programa estatégico de acción*. 424 pp.
- Pascalichio, A.E. 2002. *Contaminação por metais pesados; saúde pública e medicina ortomolecular*. Anablume, São Paulo, 134 pp.
- Rebouças, A.C., e Amore, L. 2002. O Sistema Aquífero Guarani – SAG. *Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*, 16, 103-110.
- Rocha, G.A. 1997. O grande manancial do Cone Sul, 15/02/2008, <http://www.scielo.br>.
- Selborne, L. 2002. A ética do uso da água doce – um levantamento – água subterrânea. *Revista Digital Aguaonline*, 182, 14/04/2004, <http://www.aguaonline.com.br>.
- Silva, J.A. 1999. *Curso de direito constitucional positivo*. Malheiros, São Paulo, 928 pp.
- Silva, J.A. 1992. *Direito urbanístico brasileiro*. Malheiros. São Paulo, 421 pp.
- Silva, R.B.G. 2003. *Águas Subterrâneas: Um valioso recurso que requer proteção*. DAEE. São Paulo, 27 pp.
- Souza, L.C. 2004. *Águas e sua proteção*, Juruá. Curitiba, 145 pp.
- Souza, L.C. 2005. *Mudanças de paradigmas no uso e ordenação do solo em face da necessária proteção da qualidade das águas subterrâneas*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 370 pp.
- Souza, L.C. 2009. *Águas subterrâneas e a Legislação brasileira*. Juruá, Curitiba, 235 pp.
- Yoshida, C.Y.M. 2001. *Poluição em face das cidades no direito ambiental brasileiro: a relação entre degradação social e degradação ambiental*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 372 pp.

Recibido: diciembre 2011

Revisado: abril 2012

Aceptado: abril 2012

Publicado: julio 2012