

## UM BEM AMBIENTAL: ÁGUAS SUBTERRÂNERAS

*Luciana Silva Santiago<sup>1</sup>*

*Douglas Willians da Silva dos Santos<sup>2</sup>*

*Alcione Adame<sup>3</sup>*

### RESUMO

O presente artigo trata da questão de um dos bens ambientais mais importantes inerentes a vida: a água. O foco deste trabalho é apresentar a importância dos aquíferos (águas subterrâneas) para a promoção da vida, relacionando sua definição e eventuais classificações, do mesmo modo que buscamos demonstrar a sua fragilidade, causada principalmente pela contaminação e a sua exploração elevada, que aos poucos estão comprometendo o nosso próprio futuro, uma vez que sem a presença de água, não se existe vida. É importante destacar que a presença de vida, além de relacionar com a mera presença de água, é necessário que a mesma seja potável, ideal ao uso, o que está se tornando uma característica cada vez mais rara, pois a contaminação, desperdício e superexploração vem reduzindo a quantidade e a qualidade de água definida como ideal para uso, problema este seríssimo, embora não tenha o destaque que deveria em nossa sociedade.

**PALAVRAS-CHAVES:** Água. Subterrâneas. Aquíferos. Impactos. Responsabilização.

### ABSTRACT

This article deals with the question of one of the most important environmental goods inherent life : water. The focus of this paper is to present the importance of aquifers (groundwater) for the promotion of life, relating its definition and possible classifications, just as we demonstrate its fragility , caused mainly by contamination and its high operation which gradually are compromising our own future , since without the presence of water , if there is no life. It is important to note that the presence of life , and relate to the mere presence of water , it is necessary that it be clean , ideal for use , which is becoming a feature increasingly rare because contamination , waste and overexploitation has reduced the quantity and quality of water defined as ideal for use , this very serious problem , although not the highlight should in our society.

**KEY-WORDS:** Water. Underground . Aquifers . Use. Impacts.

**SUMÁRIO:** 1. Introdução; 2. O Direito de Águas; 2.1 Histórico; 2.2 Definição do Direito de Águas; 3. Recursos Hídricos Subterrâneos; 3.1 Águas Subterrâneas; 3.2 Uso das Águas Subterrâneas; 4. Aquíferos; 4.1 Tipos de Aquíferos; 4.2 Impactos Ambientais sobre os

---

<sup>1</sup> SANTIAGO, Luciana Silva. Graduanda em Direito pela Faculdade de Ciências Contábeis e Administração do Vale do Juruena – AJES. E-mail: luciana.s.santiago@hotmail.com

<sup>2</sup> SANTOS, Douglas Willians da Silva dos. Graduando em Direito pela Faculdade de Ciências Contábeis e administração do Vale do Juruena – AJES. E-mail: douglaswillianspower@gmail.com

<sup>3</sup> ADAME, Alcione. Bacharel em turismo e Direito pela PUC, especialista em Direito Processual pela PUC, Mestre em Direito Ambiental pela Unisantos, doutorando em Direito Público pela Universidade de Coimbra, Coordenadora do Curso de Direito na Faculdade de Ciências Contábeis e Administração do Vale do Juruena – AJES e Professora da Disciplina de Direito Ambiental. E-mail: alcione@ajes.edu.br

Aquíferos; 4.3. Responsabilidade Ambiental por Impactos causados nos Aquíferos; 5. Conclusão; Referências Bibliográficas.

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, temos lidado com uma série de problemas ambientais que estão levando todas as pessoas a refletirem sobre a fragilidade do meio ambiente e da existência humana. Quando falamos de existência humana, obviamente estamos falando da vida humana e de todos os outros seres, vida esta, que só é possível com a presença de água, essencial a nossa constituição e sobrevivência.

O foco deste trabalho é demonstrar, deste modo, a dualidade de importância e fragilidade das águas subterrâneas, dos aquíferos, que caminha sobre uma linha tênue de exploração e contaminação que são de grande perigo, por dois motivos: um, por ser uma quantidade estimada, dois, por ser responsável por metade do abastecimento no mundo, denotando que se existe a contaminação e super exploração, logicamente existe um risco ao futuro da humanidade no uso sustentável deste recurso.

Sendo assim, buscaremos no decorrer deste trabalho, demonstrar esse risco, por meio da pesquisa sobre a história do Direito das Águas resumidamente, sobre os Recursos Hídricos Subterrâneos, seus Usos e os possíveis Impactos Ambientais sobre os mesmos a fim de promover uma reflexão e conscientização, além de trazer a informação sobre o tema que, embora esparsa, é um direito de todos e de grande importância.

## **2. O DIREITO DE ÁGUAS**

### **2.1 Histórico**

Primeiramente, é de suma importância destacar o surgimento da primeira norma legal que veio a tratar sobre Águas, sendo destaque o Código das Águas – Decreto nº 24.643, de 10 de Julho de 1934, ao qual, embora seja um texto muito antigo com mais de oitenta e dois anos, continua vigente, ainda que por diversas vezes, tenha sido alterado por leis posteriores, enfatizando a sua grande importância para o tema em razão.

Quanto à estrutura do Código de Águas, cabe destacar a sua divisão, que pode ser feita em três partes, onde do artigo 1º ao 33 trata respectivamente sobre as águas em geral e sua propriedade, do artigo 34 ao 138 trata sobre o aproveitamento das águas e, por fim, dos

artigos 139 a 205 que trata sobre as forças hidráulicas e da regulamentação da indústria hidroelétrica, reforçando seu caráter geral no sentido de propriedade.

Se faz essencial ressaltar que no período em questão, se admitiam águas particulares, ao contrário de hoje, ao modo que agora se entende que a água é um bem público de direito de todos, conforme estabelece a Constituição Federal de 1988, onde se muda a percepção neste sentido.

Sobre as águas particulares prevista no Código de Águas, destacam-se os artigos 68 a 95, onde dizia que as águas que estivessem dentro da propriedade de alguém e a União não tivesse interesse sobre a mesma, então poderiam ser consideradas águas particulares, ou seja, as águas podiam possuir um dono, que eram os donos da terra. Hoje sabemos que toda água é pública, independentemente que a mesma venha a transcorrer a propriedade de outra pessoa ou não, noção esta, que será de extrema importância no decorrer deste Artigo.

Existem ainda várias previsões legais do Código de Águas que ainda são utilizadas no sentido de resolver relações de vizinhança, sendo exemplo claro disso, o direito assegurado ao trânsito dos usuários por terrenos particulares se não houver caminhos públicos para acesso à água, uma vez que esta é uma fonte de vida indispensável a sobrevivência, sendo garantido o seu acesso onde quer que a mesma esteja, ultrapassando o direito de um particular, inclusive.

Sobre a Constituição Federal de 1988, podemos dizer que a mesma é referência legal no sentido de tratar sobre o assunto das águas, já destacando que a mesma foi a primeira constituição no mundo a trazer um capítulo específico sobre o direito ambiental. Sendo assim, cabe mencionar o referido Artigo 225 da mesma, que estabeleceu normas gerais sobre a proteção ambiental, assegurando que:

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.<sup>4</sup>

Sendo assim, os recursos hídricos logicamente passaram a ser uma garantia de todos, assegurando direito a água com qualidade.

A Constituição Federal de 1988 também determinou que o domínio das águas particulares e municipais são de domínio público, sendo de domínio do Estado ou da União, revogando a previsão das águas particulares do Código de Águas, conforme se observa nos artigos 20, 21 e 26 da Constituição Federal:

Artigo 20: São bens da União:  
[...]

---

<sup>4</sup> Constituição Federal de 1988.

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

[...]

Art.21. Compete à União:

[...]

XIX- instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso;

[...]

Artigo 26: Incluem-se entre os bens dos Estados:

I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;<sup>5</sup>

Assim, fica estabelecido cumulativamente com o Artigo 225 que todos nós somos donos da água, mas que além de direitos sobre elas, também temos deveres na preservação ambiental para esta e as futuras gerações. Portanto, preservar é muito mais que um ato de educação, sendo um ato de responsabilidade e de dever cívico de todos.

## 2.2 Definição do direito de águas

Resumidamente, quanto ao conceito de Direito de Águas é importante referir ao conceito trazido por Tomanik Pompeu, que o conceituou como sendo:

O conjunto de princípios e normas jurídicas que disciplinam o domínio, uso, aproveitamento, a conservação e preservação das águas, assim como a defesa contra suas danosas consequências<sup>6</sup>.

[...]. A estreita vinculação das normas jurídicas relativas às águas com o ciclo hidrológico, que desconhece limites no seu percurso, faz com que o direito de águas contenha normas tradicionalmente colocadas no campo do direito privado, e no do direito público.<sup>7</sup>

Sendo assim, quando nos referimos aos conjuntos de princípios e normas jurídicas, automaticamente nos relacionamos às fontes do Direito das Águas, que são a legislação (Constituição Federal, Leis, entre outros), a Doutrina, a Jurisprudência e de grande valia, os Tratados Internacionais, ao modo que tratam de acordos entre países sobre o tema, criando direitos e obrigações entre os mesmos.

## 3. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

<sup>5</sup> **Constituição Federal de 1988.**

<sup>6</sup> POMPEU, Cid Tomanik apud GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2014. p. 12.

<sup>7</sup> POMPEU Cid Tomanik apud POMPEU, Cid Tomanik. Direito de águas no Brasil. 2ª ed. – São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2010. p. 43.

### 3.1 Águas Subterrâneas

Quanto ao conceito de água, destacamos o de Maria Luiza Machado Granziera, sendo a água como: “líquido incolor, inodoro e insípido, composto de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio”.<sup>8</sup>

Outro conceito sobre o tema é o de Laudelino Freire, que define água como:

Substância líquida, inodora e insípida, encontrada em grande abundância na natureza, em estado líquido nos mares, rios, lagos; em estado sólido, constituindo o gelo e a neve; em estado de vapor visível, na atmosfera, formando a neblina e as nuvens e em estado de vapor invisível sem no ar.<sup>9</sup>

Tendo entendimento sobre o conceito de água, podemos entender as águas subterrâneas, que são as águas armazenadas no subsolo, onde preenchem os espaços vazios dos solos, sedimentos e rochas. Quando nos solos, sedimentos e rochas sedimentares, os referidos espaços vazios que as águas preenchem correspondem aos poros. Já nas rochas cristalinas (metamórficas e ígneas) os espaços vazios são representados pelas fraturas.<sup>10</sup>

Para Cid Tomnik Pompeu, são consideradas como subterrâneas todas as águas situadas abaixo da superfície da terra, podendo estas ser classificadas como Minerais ou não.<sup>11</sup>

As águas subterrâneas podem ocorrer em duas porções distintas do terreno, sendo a primeira denominada de “zona não saturada”, quando parte da água fica retida em regiões mais próximas da superfície do solo e a segunda, “zona saturada”, quando a outra parte da água atinge mais profundamente o subsolo.<sup>12</sup> Essas podem ser ilustrada da seguinte forma (figura 1).

---

<sup>8</sup> NASCENTES, apud, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2014. p. 13.

<sup>9</sup> FREIRE, apud, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2014. p. 13.

<sup>10</sup> MIGLIORINI, Renato Blat. **Aquífero Guarani**: educação ambiental para sua preservação na região do Planalto dos Guimarães / organizadores, Maria da Anunciação Pinheiro Barros Neta, Renato Blat Migliorini, Uriel Duarte. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2007. p. 25.

<sup>11</sup> MIGLIORINI, Renato Blat. **Aquífero Guarani**: educação ambiental para sua preservação na região do Planalto dos Guimarães / organizadores, Maria da Anunciação Pinheiro Barros Neta, Renato Blat Migliorini, Uriel Duarte. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2007. p. 25.

<sup>12</sup> MIGLIORINI, Renato Blat. **Aquífero Guarani**: educação ambiental para sua preservação na região do Planalto dos Guimarães / organizadores, Maria da Anunciação Pinheiro Barros Neta, Renato Blat Migliorini, Uriel Duarte. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2007, p. 26.

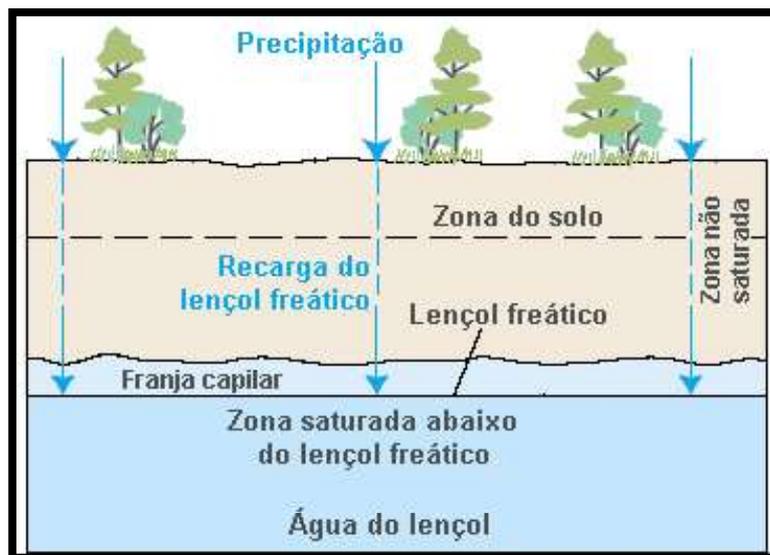


Figura 1 - Estrutura das zonas.

Fonte: ga.water.usgs.gov

A zona não saturada ou zona de aeração é preenchida parcialmente por água e ar, com a presença gasosa contínua e pressão negativa da água, sendo seu movimento vertical predominante e continuado, onde ocorrem reações geoquímicas e bioquímicas, com atenuação em grande escala de poluentes, por meio de processos físicos, químicos e biológicos.<sup>13</sup>

Dentro desta zona encontra-se a zona de umidade do solo (mais superficial, com grande umidade), a zona intermediária (maior e de menos umidade, onde são brejos e alagadiços onde a água subterrânea tem intensa evaporação), a franja de capilaridade (mais próxima ao lençol freático, de maior umidade, devido a zona saturada abaixo).<sup>14</sup>

A zona saturada fica abaixo da não saturada, onde os poros ou fraturas estão totalmente preenchidos por água até o ponto limite onde as rochas já estão tão saturadas que a água já não pode entrar mais, onde nesta zona está todo o excedente de água que se move lentamente, onde parcela desta água irá desaguar na superfície dos terrenos, formando as fontes, olhos de água e a outra parte forma o caudal basal que deságua nos rios, perenizando-os durante os períodos de estiagem, ou desagua diretamente nos lagos e oceanos.<sup>15</sup>

<sup>13</sup> MIGLIORINI, Renato Blat. **Aquífero Guarani: educação ambiental para sua preservação na região do Planalto dos Guimarães / organizadores, Maria da Anunciação Pinheiro Barros Neta, Renato Blat Migliorini, Uriel Duarte.** Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2007, p. 26 - 27.

<sup>14</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http:// www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>15</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http:// www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

É importante destacar que, dependendo das características da região, sejam elas climáticas e volumétricas em relação à precipitação e escoamento da água, pode ser permanentemente a grandes profundidades, do mesmo modo que pode se aproximar da superfície do terreno, criando zonas pantanosas ou mananciais (nascentes).<sup>16</sup>

Deste modo, enfatizamos que os Aquíferos são diferenciados, exigindo cuidados e classificações diversas, ao contrário do que se pensa em senso comum, quando a maioria das pessoas que não possuem o devido conhecimento técnico, entendem que não existe diferença entre as águas subterrâneas.

### 3.2 Uso das Águas Subterrâneas

Para Leal, a exploração de água subterrânea está condicionada a fatores quantitativos, qualitativos e econômicos, sendo quantitativo quando for relacionada à condução hidráulica e o armazenamento em terrenos, qualitativos quando ocorre a influência climática e as composições das rochas e econômico quando está relacionado com a profundidade do aquífero e das possibilidades das condições de bombeamento.<sup>17</sup>

Cabe apontar que o próprio aproveitamento das águas subterrâneas, embora num primeiro momento aparente ser recente, seu uso vem de tempos antigos e vem acompanhando à evolução humana no decorrer dos anos, com novas técnicas e novos métodos de sua extração, cada vez mais eficiente e em profundidades cada vez maiores, conforme sua demanda tende a crescer.

Alguns países como a Alemanha e Áustria, por exemplo, tem 70% a 90% das suas demandas de água atendidas por meio de águas subterrâneas. Outros países, como a Dinamarca, Arábia Saudita e Malta, utilizam 100% do abastecimento por meio de águas subterrâneas.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http:// www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>17</sup> LEAL, Antônio de Souza apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http:// www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>18</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http:// www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

Segundo a UNESCO em 1992, a estimativa naquela época é que metade da população ambiental já dependia do abastecimento de águas subterrâneas.<sup>19</sup>

Sendo assim, fica claro que a qualidade das águas subterrâneas influencia na qualidade de vida dos seres humanos de modo em que seu uso torna-se indispensável para o suprimento da vida. Portanto, torna-se essencial a sua manutenção e preservação, uma vez que observamos que a qualidade da água vem se perdendo devida a poluição causada pela própria humanidade que certamente, virá a impactar em nossas vidas de maneira negativa.

Nas regiões áridas e semi-áridas, como no Nordeste do Brasil, a água subterrânea torna-se o único recurso hídrico disponível para o consumo humano. Portanto, a poluição que é capaz de penetrar no solo e atingir as águas subterrâneas a ponto de poluí-las, contamina o ser humano que a tem como única fonte de vida. O problema é ainda mais grave se considerar que muitas destas regiões não dispõem de recursos financeiros para descontaminação da água, que abastece a população.

Outro problema que vai além da poluição é a superextração de águas subterrâneas, pois os consumos elevados e irresponsáveis estão superando as recargas dos aquíferos e, conseqüentemente, estão perdendo quantidade e qualidade, pois o volume retirado tem sido muito superior ao capaz de reter.

Para se ter uma noção sobre esta dificuldade, a UNESCO estimava em 1992 que existiam cerca de 300 milhões de poços perfurados no mundo desde 1960, sendo um terço deles apenas nos Estados Unidos, responsáveis pelo abastecimento de cerca de 70% dos serviços públicos.<sup>20</sup>

Somente na África do Norte, China, Índia, Estados Unidos e Arábia Saudita, estima-se que cerca de 160 bilhões de toneladas de água são retirados por ano e não se renovam. Este volume seria o suficiente para produzir alimentos em quantidade ideal para 480 milhões de pessoas por ano.<sup>21</sup>

Outro ponto de destaque é a própria expansão de terras agrícolas que utilizam quantia elevada de águas subterrâneas em todo o mundo, podendo causar inclusive esgotamento de

---

<sup>19</sup> REBOUÇAS, Aldo da Cunha apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>20</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>21</sup> RODRIGUES apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

aquíferos<sup>22</sup>, onde se estimava cerca de 270 milhões de hectares irrigados com água subterrânea. Destes, 13 milhões nos Estados Unidos e 31 milhões na Índia, portanto, 44 milhões em apenas dois países.<sup>23</sup>

No Brasil, é válido dizer que boa parte do uso de água subterrânea é destinada ao abastecimento público, com poços cada vez mais profundos, onde as grandes cidades, principalmente, dependem de forma integral ou parcial da água subterrânea para o abastecimento, aos quais podemos citar como exemplos Ribeirão Preto (SP), Mossoró e Natal (RN), Maceió (AL), Região Metropolitana de Recife (PE) e Barreiras (BA).<sup>24</sup>

Podemos referir ainda as águas minerais, que embora sejam considerados doutrinariamente como minério, sendo tratada por termos e legislações específicas, é grandemente utilizada nos centros urbanos, por sua qualidade superior ou em outros casos, por ser a única fonte de suprimento permanente para a sobrevivência.

Conforme o IBGE em 2003, no Brasil mais de 60% da população é abastecida para fins domésticos com água subterrânea, estimando cerca de 300 mil poços no País, valor este, irrisório se comparado em outros países.<sup>25</sup>

Embora este valor seja irrisório nesta comparação, devemos considerar que o uso de perfurações é cada vez maior e do mesmo modo, de cada vez maior risco, por não ter um estudo técnico para a perfuração na maioria dos casos, podendo causar a contaminação das pessoas residentes de um determinado imóvel, por exemplo, do mesmo modo que pode ocorrer um efeito reverso e atingir o Aquífero, causando prejuízos para inúmeras pessoas.

#### 4. AQUÍFEROS

Quanto aos aquíferos, primeiramente é necessário conceitua-lo, ao qual podemos defini-lo, segundo Luiz Ricardo Guimarães como:

---

<sup>22</sup> CEPIS apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>23</sup> PROASNE apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>24</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>25</sup> LEAL, Antônio de Souza apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

Aquífero é uma formação geológica de rochas permeáveis, seja pela porosidade granular ou pela porosidade fissural, capaz de armazenar e transmitir quantidades significativas de água, podendo ser de tamanho variados com extensão de poucos a milhares de quilômetros quadrados, ou, também, podem apresentar espessuras de poucos a centenas de metros (SAG, 2005).<sup>26</sup>

Heinen lembra que etimologicamente, aquífero significa: aqui = água; fero = transfere; ou do grego, suporte de água.<sup>27</sup>

Destacamos que um aquífero pode ter pequena ou grande extensão, que pode variar de poucos quilômetros a milhares de quilômetros, assim como pode ter espessuras de apenas alguns metros a centenas de metros, dependendo de sua localização, discriminando que a sua importância em pequenas e grandes quantidades.<sup>28</sup>

Na tabela 1<sup>29</sup> destacamos os aquíferos mais importantes do mundo, seja por extensão ou pela transnacionalidade, a fim de demonstrar o quanto possuem importância e representatividade em sua extensão:

**Tabela 1: Aquíferos mais importantes do mundo.**

<b>AQUÍFERO</b>	<b>LOCALIDADE</b>	<b>EXTENSÃO</b>
Arenito Núbia	Líbia, Egito, Chade e Sudão	2 milhões de km <sup>2</sup>
Grande Bacia Artesiana	Austrália	1,7 milhões de km <sup>2</sup>
Guarani	Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai	1,2 milhões de km <sup>2</sup>
Bacia Murray	Austrália	297 mil km <sup>2</sup>
Kalahari/Karoo	Namíbia, Botswana, África do Sul	135 mil km <sup>2</sup>
Digitalwaterway vechte	Alemanha, Holanda	7,5 mil km <sup>2</sup>

Fonte: GUIMARÃES, Luiz Ricardo. *Desafios jurídicos na proteção do Sistema Aquífero Guarani* / Luiz Ricardo Guimarães. – São Paulo: LTr, 2007, p. 27.

<sup>26</sup> GUIMARÃES, Luiz Ricardo. *Desafios jurídicos na proteção do Sistema Aquífero Guarani* / Luiz Ricardo Guimarães. – São Paulo: LTr, 2007, p. 26.

<sup>27</sup> HEINEN apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>28</sup> REBOUÇAS, Aldo da Cunha apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>29</sup> GUIMARÃES, Luiz Ricardo. *Desafios jurídicos na proteção do Sistema Aquífero Guarani* / Luiz Ricardo Guimarães. – São Paulo: LTr, 2007, p. 27.

No Brasil destacam-se dois Aquíferos: o Alter do Chão e o Guarani, conforme imagem abaixo.



**FIGURA 2** – Mapa da localização dos Aquíferos no Brasil<sup>30</sup>  
 Fonte: <http://geoconceicao.blogspot.com.br/>

No Brasil, temos dois grandes aquíferos, que são destaques inclusive, mundiais: O Aquífero Alter do Chão e o Aquífero do Guarani.

O primeiro está situado sob os estados do Amazonas, Pará e Amapá, sendo considerado como o maior aquífero do mundo por volume de água, com área de 437,5 mil quilômetros quadrados.

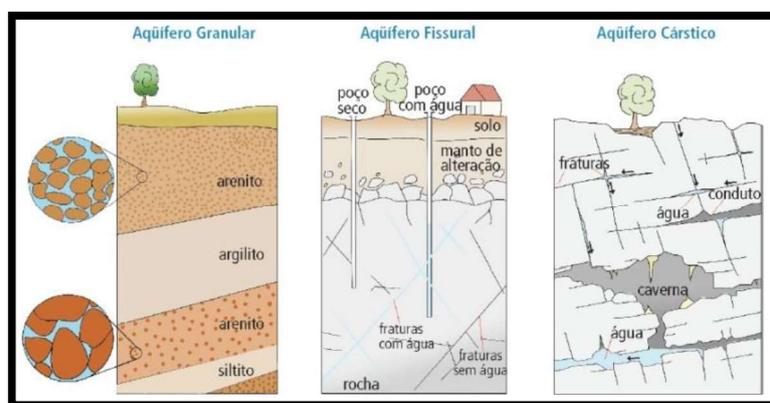
O segundo, nomeado em homenagem a tribo Guarani, a qual foi considerada como a maior reserva subterrânea do mundo em água doce até o ano de 2010, sendo hoje considerada como a segunda maior, motivo pelo qual ainda possui grande importância no mundo. Sua expansão atravessa as áreas fronteiriças do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, com extensão aproximada de 1,2 milhão de quilômetros quadrados, sendo 70% desta área ocupada no Brasil, desde o estado de Mato Grosso a Santa Catarina<sup>31</sup>.

#### 4.1 Tipos de Aquíferos

<sup>30</sup> Disponível em: <http://geoconceicao.blogspot.com.br/2011/04/aquifero-guarani-e-alter-do-chao.html>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>31</sup> CAMILLO, Ricardo. Disponível em: [http://spectareveritas.blogspot.com.br/2012\\_07\\_01\\_archive.html](http://spectareveritas.blogspot.com.br/2012_07_01_archive.html). Acesso em: 10 Ago. 2016.

A litologia (constituição geológica) do aquífero é quem irá determinar a velocidade da água em seu meio, a qualidade da água e a sua qualidade como reservatório, nos quais poderemos classificar, quanto a porosidade, por exemplo, três tipos aquíferos<sup>32</sup>, que são destacados abaixo (figura 3):



**FIGURA 3** - Tipos de Aquíferos quanto à Porosidade

FONTE: As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Cadernos de Educação Ambiental. Instituto Geológico, 2009<sup>33</sup>

Quanto à porosidade, os aquíferos podem ser definidos em Porosos, Fracturados e/ou Fissurados e Cársicos.

Aquífero Poroso ou Sedimentar é aquele que a água circula através dos poros, sendo formado por rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados ou solos arenosos, onde geralmente se constituem os mais importantes aquíferos, devido ao volume de água que é capaz de armazenar; Fracturados ou Fissurados, quando a água circula através de pequenas fissuras abertas devidos movimentos tectônicos, sendo formado por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, podendo se extrair apenas uma pequena quantidade de água por hora e; Cársicos, formado em rochas calcáreas ou carbonáticas, onde a água circula em condutas que resultam de alargamentos de diaclases por dissolução, sendo que as aberturas podem atingir grandes dimensões, originando rios subterrâneos.<sup>34 35</sup>

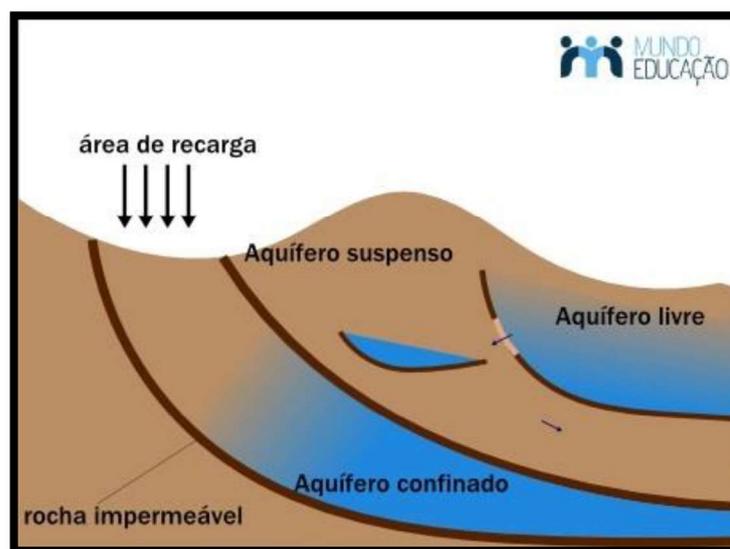
<sup>32</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

<sup>33</sup> As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Cadernos de Educação Ambiental. Instituto Geológico, 2009. Disponível em: [http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/cart\\_AG\\_SB.pdf](http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/cart_AG_SB.pdf). Acesso em: 31 Ago. 2016.

<sup>34</sup> Disponível em: [http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes\\_online/diversos/agua\\_subterranea/texto](http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/texto). Acesso em: 18 Ago. 2016.

<sup>35</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 18 Ago. 2016.

Já quanto à superfície superior (segundo a pressão da água), os aquíferos podem ser de três tipos (figura 4):



**FIGURA 4** - Tipos de Aquíferos

FONTE: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/aquifero.htm>

Podem ser classificados em Aquífero Livre aquele que é aflorante em sua extensão sendo limitados por uma camada impermeável, no qual a superfície superior da zona saturada se equilibra com a pressão atmosférica, do mesmo modo em que o nível da água varia conforme a quantidade de chuva, sendo também o que possui maior problema de contaminação; em Aquífero Confinado ou Artesiano, formado por uma formação geológica permeável, estando confinado entre camadas impermeáveis ou semipermeáveis, onde a pressão é maior, sendo geralmente utilizada na construção de poços artesianos que capturam as suas águas pressurizadas e; Aquífero Semi-Confinado ou Suspenso, de permeabilidade menor, onde o fluxo se dá geralmente ao longo da camada aquífera, no qual se forma por duas bases, sendo a inferior impermeável e a superior permeável, mantidos sobre pressão superior a encontrada na atmosfera<sup>36</sup>.

Dois exemplos de importância no Brasil é o Aquífero Guarani, situado no Centro-sul e que se estende por outros países, além do Aquífero Alter do Chão, localizado na região Norte<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 18 Ago. 2016.

<sup>37</sup> PENA, Rodolfo F. Alves. **Geografia Física**. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/aquifero.htm>. Acesso em: 20 Ago. 2016.

Vale ressaltar, portanto, que os aquíferos são de extrema importância pela quantidade de água que são capazes de armazenar, o que não justifica a sua utilização cada vez mais excessiva e a poluição cada vez mais presente, principalmente em relação aos reagentes químicos expostos na superfície.

## 4.2 Impactos Ambientais sobre os Aquíferos

Como demonstrado, a qualidade da água dos aquíferos é impactada diretamente pela contaminação, sendo boa parte dela causada por agrotóxicos em solos onde a degradação e agentes químicos é precária (zonas de recarga, principalmente) e também pelos impactos da exploração exacerbada, onde a água extraída supera as reservas e recargas dos mesmos, causando diminuição no seu nível e intensidade.<sup>38</sup>

A Contaminação que nem sempre é absorvida pelo solo e afeta os Aquíferos principalmente em zonas de recarga, onde o solo não é capaz de filtrar todos os agentes químicos e permite que a água dos aquíferos absorvam os agentes danosos. Geralmente esta contaminação é causada por fossas sépticas e negras irregulares, infiltração de reagentes industriais, redes de esgoto e galerias de águas pluviais, fertilizantes e aterros e lixões irregulares, sendo destaque sempre a causada por produtos químicos, que pode causar danos irreversíveis.

Dentre os impactos ambientais nos aquíferos, podemos também citar a subsidência de solos, onde o solo “afunda” pela falta de água, que é retirada acima dos níveis suportados pelo aquífero, causando danos em construções civis e o avanço da água do mar na superfície, causando a salinização dos aquíferos.<sup>39</sup> Isso ocorre porque a água salgada, por ser mais densa, fica por baixo da água doce, permitindo que poços perto das praias, por exemplo, captem a água doce ao invés da salgada. No entanto, quando existe uma grande extração de água dos aquíferos, a cunha salina avança pela terra e saliniza os poços, tornando a água inviável para o

---

<sup>38</sup> FRAGOSO JR. Prof. Carlos Roberto. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/> Prof. Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/mgn/> Centro de Tecnologia-Ctec Águas Subterrâneas e hidráulica de poços. Acesso em: 20 Ago. 2016.

<sup>39</sup> FRAGOSO JR. Prof. Carlos Roberto. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/> Prof. Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves, Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/mgn/> Centro de Tecnologia-Ctec Águas Subterrâneas e hidráulica de poços. Acesso em: 20 Ago. 2016.

consumo humano e de animais<sup>40</sup>, podendo danificar também as estruturas de aço e concreto de edifícios próximos ao mar<sup>41</sup>.

Estima-se que a extração anual de água dos aquíferos seja de 160 bilhões de metros cúbicos (160 trilhões de litros) no mundo<sup>42</sup>, onde em quase todos os continentes, os principais aquíferos vem sendo explorados em nível superior a taxa de recarga, principalmente em países como a Índia, China, Estados Unidos, Norte da África e Oriente Médio, com déficit estimado mundial de 200 bilhões de metros cúbicos por ano<sup>43</sup>.

No caso do Brasil, por não existir uma legislação específica sobre o uso de águas subterrâneas, tem-se contribuído para a exploração que está cada vez maior e desenfreada, assim como as próprias ocupações ilegais em áreas de recarga, que passam a contaminar diretamente na fonte, demonstrando descaso do legislador brasileiro em relação a um bem tão precioso: a água.

É necessário termos em mente que a utilização de poços deve ter a orientação de um profissional habilitado na área, pois, caso contrário, pode vir a comprometer o uso futuro deste recurso tão importante e frágil, ao modo que expõe diretamente a saúde da população com doenças causadas pela contaminação e salinização.

Deste modo, lidamos de um lado com uma contaminação preeminente em nossas águas que aos poucos se tornam impróprias ao consumo, enquanto de outro lado, lidamos com uma exploração elevadíssima, onde utilizamos nossas reservas sem nos darmos conta que o uso irresponsável levará cada vez mais a extinção de água com qualidade, consequências estas que refletiram os danos em nós mesmos se não evitarmos a tempo.

Portanto, temos que cuidar da qualidade da água seja superficial, como os rios e lagos, mas temos que nos lembrar das águas que são subterrâneas e que correspondem a mais de metade do consumo mundial, que passam despercebidas.

---

<sup>40</sup> FRAGOSO JR. Prof. Carlos Roberto. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/> Prof. Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/mgn/> Centro de Tecnologia-Ctec Águas Subterrâneas e hidráulica de poços. Acesso em: 20 Ago. 2016.

<sup>41</sup> FRAGOSO JR. Prof. Carlos Roberto. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/> Prof. Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/mgn/> Centro de Tecnologia-Ctec Águas Subterrâneas e hidráulica de poços. Acesso em: 20 Ago. 2016.

<sup>42</sup> ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php\\$](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php$). Acesso em: 20 Ago. 2016.

<sup>43</sup> SAMPAT apud ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php\\$](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php$). Acesso em: 20 Ago. 2016.

### 4.3. Responsabilidade Ambiental por Impactos causados nos Aquíferos

Conforme tratado, é de responsabilidade de todos cuidar do meio ambiente, englobando, deste modo, as águas, sejam estas superficiais ou subterrâneas. Caso haja descumprimento, desrespeito a proteção, pode incorrer em medidas cíveis, penais e administrativas correspondentes aos danos ao agressor.

Quando falamos em responsabilidade, estamos nos referindo à responsabilidade objetiva, que pode existir independentemente da vontade do poluidor. Sendo assim, ocorrida a poluição, fica obrigado o poluidor arcar com as responsabilidades nas esferas acima descritas, conforme denota o dispositivo do artigo 14, §1º, da Lei 6.938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente): “Sem obstar a aplicação das penalidades neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência da culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade”<sup>44</sup>.

Lembrando sempre que o Estado também pode ser responsabilizado, se o dano ocorre por ação ou omissão dos seus agentes, uma vez que não se descarta de suas atribuições promover o meio ambiente equilibrado em todas as suas formas para todas as pessoas, objetivo este claro em nossa Constituição Federal que busca nortear o tema:

A Constituição Federal estabelece a responsabilidade civil objetiva do Estado pelos danos causados às pessoas e seu patrimônio por ação ou omissão de seus agentes (conforme parágrafo 6º do art. 37). Essa responsabilidade civil *objetiva* implica que não se exige prova da culpa do agente público para que a pessoa lesada tenha direito à indenização. Basta a demonstração do nexo de causalidade entre o dano sofrido e a ação ou omissão das autoridades responsáveis.<sup>45</sup>

Sendo assim, ocorrido o dano, responde o poluidor direto e o Estado direta (ação) ou indiretamente (omissão) de forma objetiva, sendo ressalvados inclusive, as eventuais responsabilizações, sanções e multas aplicadas por meio de Cortes Internacionais ao País. Principalmente, nos casos onde a extensão atinge os países limítrofes, no caso do Aquífero Guarani, onde os demais também tem o direito de usufruir deste patrimônio.

Outro ponto importante de ressaltar é o disposto nos artigos 49 e 50 da Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), uma vez que tratam das infrações e penalidades para aqueles que utilizam recursos hídricos superficiais ou subterrâneos.

<sup>44</sup> **Lei da Política Nacional do Meio Ambiente Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Artigo 14, §1º.**

<sup>45</sup> NUNES, Rizzatto. **A tragédia de Mariana e a responsabilidade civil do Estado.** Disponível em: <http://www.migalhas.com.br/ABCdoCDC/92,MI231291,31047-A+tragedia+de+Mariana+e+a+responsabilidade+civil+do+Estado>. Acesso em: 21 Ago. 2016.

O Artigo 49, por exemplo, constitui infração a utilização de recursos hídricos sem outorga, seja em grandes empreendimentos (inciso II), seja na simples perfurações de poços (inciso V) ou no ato de fraudar medições a volumes de água (inciso VI).

Dentre as penalidades para as infrações previstas no Artigo 49, o Artigo 50 prevê desde o pagamento de R\$ 100,00 (cem reais) a R\$ 100.000,00 (dez mil reais) em forma de multa (inciso I) até o embargo definitivo, com revogação de outorga para a reposição ao seu antigo estado de origem (inciso IV), com o objetivo de reprimir a utilização inadequada de água.

Outro exemplo importante é o da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que trata das sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, que venham a prejudicar a fauna (Artigos 29 ao 37, Seção I) e a flora (Artigos 38 ao 53, Seção II), por exemplo. Nela fica clara que a poluição ao meio ambiente, inclusive a poluição das águas, que de alguma maneira venham a prejudicar a fauna ou flora são motivos de sanções, que variam conforme a gravidade do dano (Artigo 54 e seguintes).

Em relação ao âmbito internacional, destaca-se o Tratado de Assunção, instrumento do Mercosul, no qual o Brasil é signatário. Neste tratado, busca-se muito além das relações econômicas entre os países vizinhos, tratando também do uso adequado dos recursos ambientais, como é o caso do Acordo-Quadro firmado por estes países no intuito de se buscar a preservação ambiental, principalmente em relação aos recursos hídricos compartilhados entre eles<sup>46</sup>.

No entanto, existe uma dificuldade muito grande no sentido de promover acordos e reuniões entre estes países, devido as suas diversidades legislativas, dificultando a concretização do acordo firmado para a proteção e gestão compartilhada do Guarani, problema seríssimo que vem se arrastando ao longo dos anos<sup>47</sup>.

Sendo assim, temos um problema internacional que está longe de solução devido as diversidades em cada país no qual o Aquífero Guarani se integra. A falta de interesse, compreensão ao longo dos anos vem cumulando a perda de qualidade da água subterrânea que futuramente, pode ter a sua qualidade escassa, ao modo que hoje já existe uma contaminação, que por enquanto, ainda é aceita para consumo conforme os padrões internacionais.

Conforme descrito, no caso da justiça nacional, as penas são variadas e aplicadas conforme o tipo e a gravidade das infrações. Embora nosso Poder Público seja muito falho na

---

<sup>46</sup> GUIMARÃES, Luiz Ricardo. **Desafios jurídicos na proteção do Sistema Aquífero Guarani** / Luiz Ricardo Guimarães. – São Paulo: LTr, 2007, p. 92.

<sup>47</sup> GUIMARÃES, Luiz Ricardo. **Desafios jurídicos na proteção do Sistema Aquífero Guarani** / Luiz Ricardo Guimarães. – São Paulo: LTr, 2007, p. 93.

fiscalização, é dever de cada pessoa proteger um bem que é de interesse de todos, essencial a manutenção de vida de todos os seres vivos, não sendo descartadas as penas internacionais subsequentes a todos os países signatários do Tratado de Assunção.

Assim, concluímos o pensamento com a ideia de que devemos preservar nossos recursos hídricos e fazer a sua utilização com responsabilidade, cuidando de sua qualidade, através de medidas de conservação e principalmente, de transmissão de informações e de conscientização de pessoas para que seja possível garantir a todos o direito ao meio ambiente devidamente equilibrado e propício a vida enquanto ainda nos resta tempo seja para esta e para as futuras gerações, como elucida do Artigo 225 de nossa Carta Magna de 1988 e os demais tratados internacionais sobre o tema.

## **5. CONCLUSÃO**

Explorados os conceitos e analisada a importância e a fragilidade dos nossos recursos hídricos subterrâneos, concluímos a exposição de ideias denotando mais uma vez que a água é essencial para tudo em nossas vidas. Dependemos dela para matarmos a sede, produzir alimentos, manter animais e tudo isso não vem sendo tratado com a atenção que merece.

Está mais do que claro que nossa Constituição foi muito sábia em entender que as águas devem ser sempre públicas e que, embora tenhamos um texto lindo em nosso Artigo 225, de outro lado temos uma população desinformada e legisladores que não garantem à água a proteção devida, problema este seríssimo que enfrentamos a muitos anos, embora essa preocupação tenha sido relacionada a pouco tempo com maior destaque, devido a falta de água nas grandes cidades.

Mostramos que além de conter a poluição desenfreada, devemos controlar nossos usos ao ponto de atendermos as nossas necessidades e tudo que sobra hoje, pode faltar amanhã, principalmente se todos nós dependermos dela. Todos nós devemos ter plena consciência de nossos direitos e deveres, agir com responsabilidade e consciência. Se todos fizerem sua parte, certamente contaremos com um caminho muito melhor, contrário a este caminho perigoso que estamos caminhando de olhos fechados.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: [http://www.abas.org/cabas/nt\\_0008.php](http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php). Acesso em: 10 Ago. 2016.

As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Cadernos de Educação Ambiental. Instituto Geológico, 2009. Disponível em: [http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/cart\\_AG\\_SB.pdf](http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/cart_AG_SB.pdf). Acesso em: 31 Ago. 2016.

CAMILLO, Ricardo. Disponível em: [http://spectareveritas.blogspot.com.br/2012\\_07\\_01\\_archive.html](http://spectareveritas.blogspot.com.br/2012_07_01_archive.html). Acesso em: 10 Ago. 2016.

CEPIS apud ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

FRAGOSO JR. Prof. Carlos Roberto. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/> Prof. Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/mgn/> Centro de Tecnologia-Ctec Águas Subterrâneas e hidráulica de poços. Acesso em: 20 Ago. 2016.

FREIRE, apud, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GUIMARÃES, Luiz Ricardo. **Desafios jurídicos na proteção do Sistema Aquífero Guarani** / Luiz Ricardo Guimarães. – São Paulo: LTr, 2007.

HEINEN apud, ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 15 Ago. 2016.

LEAL, Antônio de Souza apud ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

MIGLIORINI, Renato Blat. **Aquífero Guarani**: educação ambiental para sua preservação na região do Planalto dos Guimarães / organizadores, Maria da Anunciação Pinheiro Barros Neta, Renato Blat Migliorini, Uriel Duarte. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2007.

NASCENTES, apud, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2014.

NUNES, Rizzatto. **A tragédia de Mariana e a responsabilidade civil do Estado**. Disponível em: <http://www.migalhas.com.br/ABCdoCDC/92,MI231291,31047-A+tragedia+de+Mariana+e+a+responsabilidade+civil+do+Estado>. Acesso em: 10 mar 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Geografia Física**. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/aquifero.htm>. Acesso em: 20 Ago. 2016.

POMPEU, Cid Tomanik. Apud, GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2014.

PROASNE apud ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

REBOUÇAS apud ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

RODRIGUES apud ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

SAMPAT, apud, ABAS - **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php#ind24>. Acesso em: 20 Ago. 2016.

Disponível em: <http://geoconceicao.blogspot.com.br/2011/04/aquifero-guarani-e-alter-do-chao.html>. Acesso em: 18 Ago. 2016.

Disponível

em:

[http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes\\_online/diversos/agua\\_subterranea/texto](http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/texto).

Acesso em: 18 Ago. 2016.