

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

*JOSUÉ EDUARDO LODI*

USO E TRIBUTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO  
MUNICÍPIO DE PIRACICABA-SP

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

*Rio Claro - SP*  
2015

*JOSUÉ EDUARDO LODI*

## USO E TRIBUTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE PIRACICABA-SP

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

José Gilberto de Souza (orientador)

Pedro Augusto Breda Fontão

Antônio Sergio da Silva

Rio Claro, 15 de fevereiro de 2015.

Assinatura do aluno

assinatura do orientador

551.49 Lodi, Josue Eduardo  
L823u      Uso e tributação de águas subterrâneas no município de  
Piracicaba-SP / Josue Eduardo Lodi. - Rio Claro, 2015  
66 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)  
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas

Orientador: José Gilberto de Souza

1. Águas subterrâneas. 2. Aquíferos. 3. Demanda hídrica.  
4. Captação subterrânea. I. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais pelo apoio incondicional em todas as fases da minha vida, sem eles não tinha alcançado este objetivo.

Ao Prof. Gilberto, que me aceitou de imediato e contribuiu para que este trabalho fosse realizado, pela parceria e camaradagem que sempre demonstrou.

Aos eternos irmãos da República Sede, Fantoche, Edinho, Leozito, Mizu, Guaru, Salame, Renatão, Lui, Bh, Lincoln, Chicão, Eli, Rodolfo, Pop e Felipe Treta, as meninas Maria Loka, Gabi, Jaque, Fer, Michelinha, Maria, Da Mata e mais quem por lá passaram, nunca me esquecerei de vocês, das conversas e discussões que contribuíram para a minha formação.

A Marcela, “japonesa”, que me aturou nos desabafos e angústias, sendo paciente e me apoiando sempre.

Aos amigos da 51ª turma do curso de Geografia-noturno, em especial ao Euler, Ceará e Isca, companheiros para todas as horas.

As amigas que sempre serão eternas, Maya e Letícia (Lorão), que compartilharam os meus momentos em Rio Claro.

Aos amigos do meu dia-a-dia que tenho profundo respeito e que sempre me apoiaram para os estudos.

Agradeço a todos que, mesmo não ter sido citado, fazem parte da minha vida.

À todos, muito obrigado!

## **RESUMO**

A água subterrânea é caracterizada pela água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas. No presente trabalho foi caracterizado o uso e tributação de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP em atividades que exploram e fazem uso desse recurso natural. Foram identificados os aquíferos Tubarão, Tatuí, Itararé, Passa Dois, Corumbataí, Piramboia, Botucatu e Serra Geral, conforme metodologia do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e as Unidades Litoestratigráficas. Neste sentido, analisou de forma hipotética a captação e a tributação anual das atividades pela qual faz uso da água subterrânea, demonstrando que tais atividades econômicas do município exercem uma pressão sobre a demanda hídrica subterrânea, se comparado ao consumo doméstico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas subterrâneas; Uso da água; Outorga de direito de uso.

## **ABSTRACT**

Groundwater is characterized by water that occurs beneath the Earth's surface, filling the pores or voids intergranular sedimentary rocks, or fractures, faults and fissures of compact rocks. In the present work has been featured use and taxation of groundwater in Piracicaba-SP in activities that explore and make use of this natural resource. aquifers Shark, Tatuí were identified, Itararé, Passa Dois, Corumbataí Piramboia, Botucatu and Serra Geral, according to the methodology of the Department of Water and Power (DAEE) and lithostratigraphic units. In this sense, we analyzed hypothetically capture and the annual taxation of the activities in which makes use of groundwater, demonstrating that such municipal economic activities exert pressure on underground water demand compared to domestic consumption.

**KEYWORDS:** Groundwater; Water use; Granting of rights of usage.

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1.** Temperatura média global correspondentes de 1850 até 2005. As curvas representam valores médios decenais, enquanto que os pontos indicam valores anuais. As áreas sombreadas são os intervalos estimados

**Figura 2.** Projeções de clima por região no ano (Brasil)

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1.** Porcentagem de Perfurações por tipo de atividade no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 2.** Uso anual de água subterrânea por atividade no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 3.** Porcentagem de poços por aquífero no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 4.** Captação anual por atividades no Aquífero Tubarão no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 5.** Captação anual por atividades no Aquífero Itararé no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 6.** Captação anual por atividades no Aquífero Tatuí no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 7.** Captação anual por atividades no Aquífero Corumbataí no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 8.** Captação anual por atividades no Aquífero Serra Geral no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 9.** Atividades (Outros) no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 10.** Volume de extração (m<sup>3</sup>) anual de águas subterrâneas por aquífero no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Gráfico 11.** Média da profundidade dos poços subterrâneos no município de Piracicaba-SP no ano de 2014



## **LISTA DE TABELA**

**Tabela 1.** Evolução da produção de açúcar e café no município de Piracicaba-SP (em arrobas)

**Tabela 2.** Avaliação da Oferta/Demanda de água no município de Piracicaba-SP no ano de 2015

**Tabela 3.** Estimativa de captação e uso consuntivo ( $m^3$ ) de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014

**Tabela 4.** Estimativa de arrecadação anual por captação de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (R\$)

**Tabela 5.** Estimativa de arrecadação pelo uso consuntivo de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (R\$)

**Tabela 6.** Estimativa de arrecadação total por consumo anual de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (R\$)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1 HISTÓRICO DE PIRACICABA .....	13
2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	17
2.3 ÁGUA.....	24
2.4. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS .....	25
2.5. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS .....	29
2.5.1. GRUPO TUBARÃO .....	29
2.5.2. GRUPO ITARARÉ .....	29
2.5.3. FORMAÇÃO TATUÍ.....	30
2.5.4. GRUPO PASSA DOIS .....	31
2.5.5. FORMAÇÃO CORUMBATAÍ.....	31
2.5.6. FORMAÇÃO PIRAMBÓIA .....	31
2.5.7. FORMAÇÃO BOTUCATU.....	32
2.5.8. FORMAÇÃO SERRA GERAL .....	32
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	34
3.1. USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE PIRACICABA-SP .....	34
3.1.1. ABASTECIMENTO PÚBLICO .....	34
3.1.2. AGRONEGÓCIO .....	35
3.1.3. INDÚSTRIA .....	36
3.1.4. SERVIÇOS E COMÉRCIOS .....	36
3.1.5. UTILIDADE PÚBLICA.....	37
3.1.6. ABASTECIMENTO PRIVADO .....	37
3.2. SISTEMATIZAÇÃO DE BASE DE DADOS .....	37
<b>4. O USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PIRACICABA-SP</b> .....	39
4.1. PERFURAÇÕES E VAZÃO ANUAL POR ATIVIDADE.....	40
4.2. CAPTAÇÃO ANUAL POR ATIVIDADES NOS AQUÍFEROS.....	41
4.3. A EXTRAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	46
4.4. PROFUNDIDADE MÉDIA DOS AQUÍFEROS .....	47
4.5. LEGISLAÇÃO E TRIBUTAÇÃO PELO USO DA ÁGUA.....	48
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	56
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	58

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Piracicaba-SP teve sua gênese ligada ao processo agrícola, com destaque para a atividade canavieira. Sua vocação agroexportadora obtida pela exportação de açúcar contribuiu para o fortalecimento da economia local, modificando gradativamente, através de investimentos de empresários locais já estabelecidos, para uma atividade semimanufaturado (SAMPAIO, 1976).

Como consequência, alguns setores foram fortalecidos com o desenvolvimento econômico do município, como o setor industrial e o setor de serviços e comércio, demonstrando o dinamismo da economia piracicabana. Atualmente, o setor de serviços e comércio é a atividade principal na economia do município, alavancado pelo desenvolvimento industrial (EMERIQUE, 2014).

Nesse contexto, a realização deste trabalho, encontra-se em compreender a água como um bem social, um direito humano e tem se tratado como um bem econômico. Atualmente, tem se apontada através da crise hídrica, a questão do uso e tributação do recurso hídrico.

A utilização dos recursos hídricos para fins domésticos, industriais e agrícolas, tem apresentado diversos impactos, entre eles, a poluição pelo esgotamento domésticos e industriais, os agrotóxicos utilizados na agricultura, o seu uso excessivo para a irrigação e a utilização intensiva e pela falta de controle nas indústrias.

Tais questões demonstraram a necessidade da sociedade de reconhecer o controle de uso da água, de modo a usar de forma mais racional, de forma qualitativa e quantitativa, os recursos hídricos.

Dentro desses aspectos, a Lei Federal 9.433 (BRASIL, 1997) conhecida com a Lei das Águas, teve um papel fundamental para regulamentar o uso dos recursos hídricos no Brasil, buscando o seu uso sustentável e consciente, na tentativa de proporcionar água de boa qualidade e suficiente para a população.

Nessa perspectiva, o Comitê PCJ – Piracicaba, Capivari e Jundiaí, é um modelo de gestão a ser seguido no Brasil, sendo o comitê com maior representatividade e consolidação no país e no mundo. Dentro dessas premissas, o trabalho buscou analisar o uso e tributação das águas subterrâneas por setores de atividade econômica no município de Piracicaba-SP, sendo (1) identificar os poços subterrâneos, (2) quantificar esse uso de água subterrânea segundo as atividades econômica e (3) análise da tributação do uso da água.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 HISTÓRICO DE PIRACICABA**

A fundação do município de Piracicaba está associada a atividade comercial da época. Neste período, o Brasil estava inserido no ciclo do ouro, o que provocou um “adentramento” pelo interior do território brasileiro em busca desse minério. Com a descoberta das minas em Cuiabá, em 1718, Piracicaba torna-se o caminho terrestre pelos desbravadores que saíam da Vila de Itu. Em pouco tempo, o caminho para as minas foi abandonado, mas as áreas próximas ao Salto de Piracicaba atraíram posseiros que sobreviviam da agricultura de subsistência e da pesca, fixando essa população naquela área (EMERIQUE; BERNARDINETTI, 2010).

Segundo estes autores, Piracicaba foi oficializado como povoado e ficou estabelecido ao capitão Antônio Côrrea Barbosa, o “povoador”, a criação de um núcleo para abastecimento da colônia militar de Iguatemi, que era um posto para estabelecer e defender a fronteira brasileira que fazia divisa com as terras paraguaias. Quando o “povoador” chega nas terras próximas ao salto do Piracicaba, depara com posseiros estabelecidos a mais de cinquenta anos.

Nesse período, no contexto nacional, verifica-se o declínio da atividade mineradora e a economia brasileira é marcada por uma transição. A produção da cana que até então estava em baixa, começa a ser revalorizada através da produção do açúcar para a demanda internacional, principalmente para a população europeia crescente (BILAC; TERCI, 2001).

Com incentivos do governo, o cultivo da cana começa a penetrar no interior paulista, perfazendo nas terras piracicabanas, condições para o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, tornando o seu principal produto agrícola. Concomitantemente, com o desenvolvimento e expansão dessa atividade, instalam-se na cidade os primeiros engenhos de açúcar e aguardente, contribuindo para a primeira atividade industrial do município (EMERIQUE; BERNARDINETTI, 2010).

Apesar do território paulista demonstrar uma mudança na estrutura produtiva, com o aumento da produção de café, o município de Piracicaba ainda resiste à cultura da cana, por investimentos feitos até o momento e o retorno do que já havia investido,

demonstrando a consolidação dessa atividade agrícola (RAMOS, 2001; EMERIQUE; BERNARDINETTI, 2010).

A Tabela 1 mostra a evolução da produção do açúcar e do café em Piracicaba durante o século XIX, comprovando um aumento da produção cafeeira em comparação com o açúcar, principalmente na segunda metade do século.

**Tabela 1. Evolução da produção de açúcar e café no município de Piracicaba-SP (em arrobas)**

Ano	Açúcar	Café	Ano	Açúcar	Café
1828	92,439	13	1866	39.400	112.850
1836	115.609	4.699	1887	77.000	20.400
1854	180.000	12.500	1888	50.000	259.150
1857	100.000	80.000	1896	125.468	147.000

Fonte: Sampaio, (1976) adaptado.

Ainda sobre esse período, Sampaio (1976) reforça:

Jamais a cana-de-açúcar chegou a desaparecer totalmente dessa área e particularmente, de Piracicaba. Mesmo na segunda metade do século XIX, em plena epopéia cafeeira, a cultura da cana ainda sobrevive, se bem que muitíssimo reduzida em área (SAMPAIO, 1976, p. 42).

Apesar da importância do café na economia paulista e o seu crescimento até o final da década de 1920, no entanto, Piracicaba e cidades vizinhas mantiveram sua importância como centro canavieiro. A cultura da cana e do açúcar foi fundamental para o desenvolvimento do município de Piracicaba no século XIX e XX. Em 1875, com a suspensão das taxas de importação promovidas pelo Estado, facilitou a importação de maquinários e equipamentos que contribuiu para a modernização da produção do açúcar, possibilitando a criação dos Engenhos Centrais. Como consequência deste desenvolvimento, modifica-se a estrutura econômica e social da cidade, provocando um aumento das áreas de cultivo de cana e, conseqüentemente, um aumento da produção de açúcar (TERCI, 2001 apud EMERIQUE; BERNARDINETTI, 2010).

Segundo Sampaio (1976), o município sofreu mudanças quanto ao processo produtivo, não se retendo apenas à matéria-prima, a cana de açúcar. Houve

evoluções no processo industrial num primeiro momento, em que foram instaladas usinas para processar a cana e produzir o açúcar. Numa segunda fase, ocorrera o desenvolvimento do setor metalúrgico e mecânico, que se originou com base nas usinas de açúcar e álcool. Esse novo setor que começara a surgir no município em 1920 foi ocasionado pelo surgimento de uma pequena oficina de consertos e reparos de maquinários utilizados nas usinas, cuja propriedade pertencia a Mario Dedini. Com a conjuntura política e econômica nacional e mundial favorável, contribuiu para o desenvolvimento deste tipo de atividade fabril.

Com o final da Segunda Guerra Mundial, a produção canavieira começara a se intensificar na região de Ribeirão Preto, principalmente no município de Sertãozinho, no oeste paulista. Nesse momento, as indústrias Dedini já tinham se estabelecido e se fortalecido como produtoras de maquinários e consertos de equipamentos, fornecendo os equipamentos necessários para as novas usinas estabelecidas naquela região (SAMPAIO, 1976; EMERIQUE; BERNARDINETTI, 2010).

A partir da década de 1950 começa a ocorrer uma diversificação na atividade industrial e comercial no município como atividades ligadas a metalurgia, mobiliário, madeira, minerais não metálicos, calçados e confecções, química, mecânica, papel, têxtil e alimentícia (SAMPAIO, 1976).

Ainda Sampaio (1976), comenta que:

A proporção relativamente elevada de empresários oriundos das profissões liberais e mesmo do comércio atesta o desenvolvimento da cidade em outros setores que não o industrial, desenvolvimento que propiciou a canalização, para a indústria, de capitais obtidos nessas atividades. Isso explica, em grande parte, o fato de Piracicaba ter conhecido um grande desenvolvimento industrial após 1950 – que por sua vez, se refletiu no crescimento demográfico, das atividades terciárias e outras – sem oferecer uma infra-estrutura condizente (SAMPAIO, p. 95).

Isso demonstra que grande parte dos investimentos originados no município eram gerados por pessoas ligadas ao município, demonstrando a força do capital que o empresariado piracicabano tinha naquele período, contribuindo, entre as décadas de 1960 e 1970, para um aumento significativo do crescimento industrial, de serviços e comércio.

Como consequência desse crescimento econômico no município, a cidade torna-se atrativa como oportunidades de trabalho, contribuindo para o crescimento da população e favorecendo ao processo de urbanização. Atrelado a esses fatores e de acordo com Scarlato (2003),

[...] o surgimento e o crescimento de uma cidade estão profundamente relacionados com a posição do seu sítio em relação aos espaços vizinhos. [...] Do mesmo modo, quanto maiores forem as condições que uma cidade possui para se articular territorialmente com outras localidades, facilitando os transportes e as trocas comerciais, maiores serão suas chances de crescer (SCARLATO, 2003, p. 401).

Sendo assim, o município com seu histórico no setor sucroalcooleiro, sofre um dinamismo na agroindústria com o projeto do governo federal, Proálcool, que tinha como objetivo a produção do álcool como combustível em substituição à gasolina, que sofreu alterações acentuadas no preço após a crise de 1973. Piracicaba, que tinha até aquele momento tradição no cultivo da cana, foi favorecido com esta política do governo federal, aumentando a sua área de produção agrícola (GALLO; MARTINS, 2001).

De acordo com Benedito; Souza, (2010), a área de cultivo da cana ainda está em crescimento, perfazendo em 2008, 76,7% da área total agrícola no município, provocando uma homogeneização no processo de uso e ocupação do solo.

Ainda sobre esses autores,

Esse dado comprova outro fenômeno pelo qual o avanço do setor sucroalcooleiro é responsável: o absenteísmo rural e que se relaciona com a redução da população rural no município que no período 2000 a 2008, teve uma queda de 1.994 habitantes. Comprovadamente as atividades sucroenergéticas dominam a região e colocam em risco os processos de diversidade produtiva promovendo uma trajetória de monopolização do território rural piracicabano o que comprova um processo de repartição desproporcional das formas de uso (BENEDITO; SOUZA, 2010, p. 70).

Isso nos leva a uma reflexão de que a economia piracicabana sempre esteve ligada ao desenvolvimento do cultivo da cana. A ocorrência de fases econômicas muitas vezes provocados pelo mercado internacional, sempre foi um fator de oscilação desta economia canavieira. Apesar da diversificação industrial piracicabana,



a sua economia ainda é bastante ligada ao setor sucroenergético. Como consequência, a predominância da cultura da cana-de-açúcar, como reflexo da economia sucroalcooleira, modifica a paisagem rural no município, homogeneizando o uso do solo, contribuindo para o monopólio econômico e comprovando a baixa diversificação de culturas agrícolas (BENEDITO; SOUZA, 2010).

O cultivo da cana-de-açúcar, de acordo com Marin e Nassif (2013), não sofrerá consequências quanto as discussões de pesquisadores acerca das mudanças climáticas, pois com o aumento da temperatura e a elevação da taxa de CO<sub>2</sub>, será benéfico e contribuirá para aumentar as taxas de fotossíntese da planta, resultando apenas em alterações no sistema de manejo da cultura, favorecendo plantas daninhas, pragas e doenças. Nessa linha, a seguir será tratado com maior embasamento sobre o tema mudanças climáticas.

## **2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Os resultados das mudanças climáticas, seja através da variabilidade de origem natural ou antrópica, tem preocupado pesquisadores, políticos, mídia e a população em geral. A variabilidade interanual do clima<sup>1</sup>, associada a fenômenos como El Niño<sup>2</sup> e La Niña<sup>3</sup> ou a variação da temperatura superficial do mar (TSM) tem gerado anomalias climáticas, provocando extremidades no clima como períodos de seca e de enchentes (MARENGO, 2008).

Como resultado dessas relações de mudanças climáticas globais e a preocupação com o aquecimento global, foi criado em 1988 o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), em que este órgão contribui através de trabalhos de pesquisas científicas, análises sobre as possíveis variações

---

<sup>1</sup> “[...] A principal fonte de variabilidade interanual climática é o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), uma oscilação acoplada do oceano-atmosfera, que produz alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), na pressão, no vento, e na convecção tropical, principalmente no oceano Pacífico, mas com reflexos em muitos lugares do planeta, incluindo o Brasil [...]”. GRIMM, A. M. Variabilidade Interanual do Clima no Brasil. In: Cavalcanti, I. F. A. et. al. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina dos Textos, 2009.

<sup>2</sup> Fenômeno que caracteriza o aquecimento incomum das águas superficiais do Oceano Pacífico. MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina dos textos, 2007.

<sup>3</sup> Fenômeno que caracteriza o resfriamento superficial das águas do Oceano Pacífico. MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina dos textos, 2007.

climáticas do presente e projeções através de modelos climáticos as mudanças do clima futuro. Além de produzir relatórios de pesquisas para contribuir para o melhor entendimento sobre as mudanças do clima (MARENGO, 2014).

De acordo com Marengo (2008), três grupos de trabalho compõem o IPCC: o grupo 1 estuda e avalia os aspectos científicos da mudança climática e o sistema climático; o grupo 2 tem por finalidade, avaliar quais os efeitos que a mudança climática implicará na sociedade e na natureza, e o grupo 3, quais os métodos de adaptação e mitigação das possíveis mudanças do clima.

Ainda segundo o autor, apesar dos Relatórios de Avaliação publicados pelos grupos de trabalho do IPCC apresentarem alguns erros, ainda assim, são considerados consistentes, pois baseia-se em relatórios anteriores e acrescenta novas descobertas dos últimos anos de pesquisas, em busca de um aprimoramento e aperfeiçoamento quanto à análise e metodologia para se ter dados mais confiáveis (MARENGO, 2008).

Na publicação do Quarto Relatório do IPCC (2007), apresentam-se informações importantes quanto a mudança do clima e as regiões que provavelmente será mais intensa a mudança climática, e poderá afetar significativamente o clima da Terra e os países menos desenvolvidos localizados nas áreas dos trópicos é o que mais sofrerão os impactos dessas mudanças do clima, com eventos mais constantes de extremidades climáticas, visto que, o aquecimento do clima nos últimos cinquenta anos fora causado por atividades antrópicas.

Por conta dessas atuações antrópicas<sup>4</sup>, o IPCC publicou o Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (RECE, 2002) que propôs, hipoteticamente, com referência na literatura, modelos matemáticos e vários processos que incluem diferentes aspectos e ampliação da estimativa e avaliação de estudos, para se obter uma melhor compreensão dos dados presentes e possíveis projeções para o futuro. Dentre essas projeções futuras, o IPCC tem como parâmetro o crescimento demográfico, o desenvolvimento socioeconômico e as mudanças ambientais e

---

<sup>4</sup> “As atividades humanas têm alterado as concentrações e a distribuição dos Gases de Efeito Estufa e aerossóis na atmosfera, provocando mudanças no forçamento radioativo desses gases. Tal alteração afeta a reflexão/absorção da radiação solar ou a emissão/absorção da radiação terrestre ocasionando as mudanças climáticas”. OLIVEIRA, R. D. F.; ALVES, J. W. S. Mudanças Climáticas Globais no estado de São Paulo: SMA,2012.

tecnológicas ao longo do tempo em diferentes cenários abordados nos estudos e pesquisas (OLIVEIRA; ALVES, 2012).

Nesses cenários, o IPCC considera seis modelos base de emissão para o século XXI referenciados por subdivisões dos cenários A1, A2, B1 e B2. Esses grupos são classificados como A1FI, A1T, A1B, A2, B1 e B2.

Os grupos que diz respeito ao cenário A1 (A1FI, A1T e A1B), “descrevem um mundo futuro de crescimento econômico muito rápido, com a população global atingindo um pico em meados do século XXI e declinando em seguida” com introdução de tecnologias novas e mais eficientes (IPCC, 2007, p. 25). Os três grupos são diferentes quanto ao modelo energético e tecnológico, onde se observa:

- A1FI: uso intensivo de fonte fósseis;
- A1B: uso equilibrado entre todas as fontes;
- A1T: uso de fontes de energia não-fósseis.

No cenário A2, descreve um mundo heterogêneo, onde os padrões de identidades locais são mantidos, contribuindo com um crescimento contínuo da população, assim como a renda *per capita* e o desenvolvimento mais lentamente das tecnologias onde é fragmentado se comparado com outros cenários.

No cenário B1, descreve um mundo convergido com o crescimento populacional, que atinge o seu pico na metade do século XXI e decresce em seguida, como no cenário A1, mas com ênfase em tecnologias limpas e soluções para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, com melhorias equitativas.

No último cenário proposto pelo IPCC, o cenário B2, apresenta maior ênfase no desenvolvimento de soluções locais para atingir a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Considera um crescimento contínuo da população global, com níveis intermediários de desenvolvimento econômico e mudança tecnológica mais lenta e diversificada em comparação com os contextos B1 e A1. Também descreve, nesse cenário, uma proteção ambiental e igualdade social, mas nos aspectos à níveis locais e regionais.

Nesse contexto, o IPCC através da utilização de modelos climáticos e cenários futuros, propôs uma série de variáveis para projetar a temperatura global no século

XXI, para tomar medidas mitigadoras quanto as concentrações de Gases de Efeito Estufa (GEE), dentre eles, a eliminação ou redução dos agentes poluidores e a mudança gradativa para um modelo sustentável (OLIVEIRA; ALVES, 2012).

Visto que, numa escala global, a concentração de GEE contribuiu para o aumento da temperatura terrestre em  $0,6^{\circ}\text{C}$  no século XX, sendo que a década de 1990 fora considerado o mais quente da série observacional, iniciada em 1861. Como verificado na figura 1, os modelos climáticos e dados estatísticos simularam que, futuramente, a temperatura global terrestre aumentará de  $1,4^{\circ}\text{C}$  a  $5,8^{\circ}\text{C}$  no período do ano 1990 a 2100, em uma projeção de emissões futuras provocadas por atividades humanas que tende a se intensificar, contribuindo para a mudança da composição do clima global (MARENGO et. al., 2007a).

**Figura 1. Temperatura média global correspondentes de 1850 até 2005**

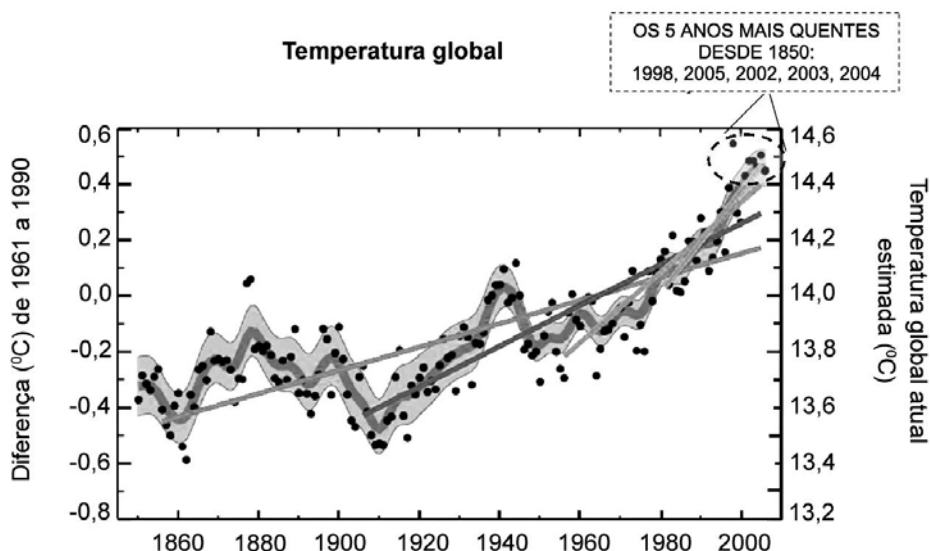


Figura 1 – Temperatura média global correspondentes de 1850 até 2005. As curvas representam valores médios decenais, enquanto que os pontos indicam valores anuais. As áreas sombreadas são os intervalos estimados. Fonte: IPAM apud MARENGO et. Al., 2007a).

Como principal ocorrência da mudança do clima, um dos efeitos será o aumento da temperatura, conseqüentemente, contribuirá para a frequência das anomalias climáticas, que serão mais intensas e constantes. No clima presente, essas variações já têm contribuído e provocado vários impactos nos sistemas físicos (recursos hídricos, clima) e biológicos (ecossistemas, saúde humana) (MARENGO, 2014). Essas anomalias climáticas, através de eventos extremos, serão mais intensas nas regiões tropicais, com concentrações de chuvas em um curto espaço de tempo,

provocando enchentes e deslizamentos, como também longos períodos de estiagens, que provocará a diminuição da oferta de água, por exemplo (OBREGON; MARENGO, 2007).

Apesar de ser um consenso entre os pesquisadores, diversos autores definem os extremos climáticos seguindo metodologias e cenários diferentes, o que dificulta a comparação e uma unanimidade das pesquisas efetuadas até o momento (MARENGO, 2008). Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), apesar de melhorias do clima presente nos últimos 20 anos, as projeções climáticas e ambientais geradas por modelos climáticos, apresenta níveis de incertezas quanto aos cenários de emissões, a variabilidade natural do clima e dos modelos climáticos (PBMC, 2014).

Para uma melhor compreensão sobre o clima terrestre, em projeções de cenários futuros da mudança climática para o século XXI, o modelo climático mais eficaz para a geração das projeções de mudanças climáticas é o *downscaling* (regionalização) dinâmico, que associado com as informações do modelo climático global, obtém informações de suma importância sobre a variabilidade climática. Para compreender a precisão sobre este modelo, os modelos climáticos globais utilizam uma resolução de 200 km horizontal, enquanto que o modelo regional utiliza de 50 km de resolução, ou seja, tem uma melhor percepção quanto as variabilidades climáticas da região estudada (PBMC, 2014).

Segundo o PBMC (2014), o Brasil é um país que tem se destacado quanto às pesquisas das mudanças climáticas e tem contribuído através de modelos climáticos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para uma melhor compreensão sobre as projeções e cenários futuros da mudança do clima regional brasileiro.

Em estudo pioneiro para o Brasil, Marengo et. al. (2007a) junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o CPTEC/INPE utilizou de modelos climáticos e projeções futuras baseado em relatórios do IPCC para regionalizar os efeitos climáticos para as regiões brasileiras. Dentre elas, podemos destacar (Figura 2):

PROJEÇÕES DO CLIMA POR REGIÃO NO ANO,  
INDICANDO MUDANÇAS PROJETADAS E NÍVEIS DE CONFIANÇA

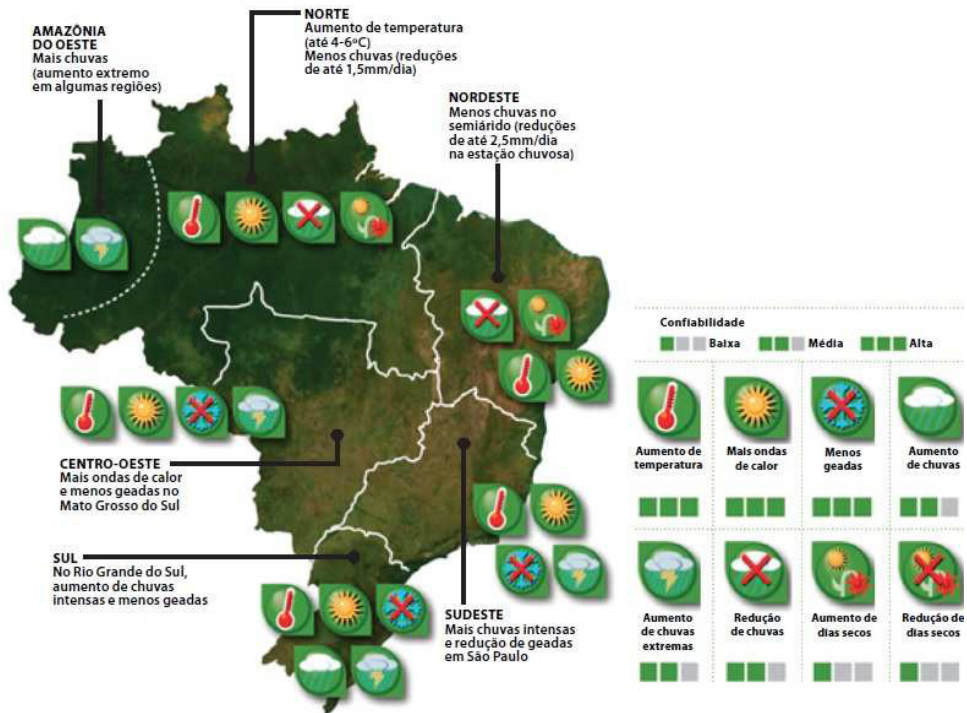


Figura 2 - Projeções de clima por região no ano (Brasil). Fonte: Inpe, Margulis e Debeux, 2010 apud Marengo, 2014).

A Oeste da Amazônia, na Região Norte, ocorrerá mais eventos de chuvas extremas e um aumento considerável de chuvas, enquanto que nas demais áreas da Região Norte ocorrerá um aumento de temperatura, com incidência de maiores ondas de calor atrelado com uma redução de precipitações que tende ao aumento de dias mais secos.

Na Região Nordeste, principalmente na área do semiárido nordestino, projeta-se uma diminuição de chuvas na estação chuvosa, altas temperaturas e maiores ondas de calor, com aumento de períodos mais secos.

Na Região Centro-Oeste, haverá aumento de extremidades de chuvas, com mais ondas de calor e diminuição de geadas, e um aumento significativo de temperatura.

Na Região Sudeste, prevê um aumento de chuvas intensas concentradas, uma redução de geadas na cidade de São Paulo, com um aumento de ondas de calor e temperatura.

Na Região Sul, projeta-se um aumento de chuvas e intensidade das chuvas, com um aumento de temperatura e ondas de calor, que contribuirá com a diminuição de geadas.

Com dados de estudos do PBMC (2014), provavelmente a temperatura suba em todo o continente Sul Americano, como também em todo o território brasileiro, com maiores projeções para o Sul da Amazônia. As regiões da Amazônia e do Nordeste brasileiro, são as áreas mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas, com possível processo de savanização para a região amazônica e uma possível desertificação na região nordestina. Em relação as demais regiões brasileiras, tende a um aumento das precipitações mais intensas.

Segundo Marengo (2014),

As incertezas sobre o comportamento futuro do clima são especialmente significativas no que se refere ao que acontecerá com o ciclo hidrológico, principalmente no hemisfério sul. Em relação às chuvas, porém, há incertezas, com estudos mostrando diferentes tendências para algumas regiões, apesar de, em outros, haver grande confiabilidade, como a Região Sul do Brasil e a Bacia do Prata, onde as chuvas vão aumentar, e o leste da Amazônia e o Nordeste, onde haverá redução [...] (MARENGO, 2014, p. 28).

Apesar das projeções futuras dos cenários brasileiros apresentarem aumento de precipitação para a Região Sudeste do Brasil, em estudo recente Santos et al. (2014), analisaram as anomalias de precipitação para a Região Sudeste do Brasil. Eles concluíram nesse estudo, que a seca provocada no verão de 2014, especificamente nos meses de janeiro e fevereiro, sofreu possíveis influências da Oscilação Madden-Julian (MJO)<sup>5</sup>, devido aos seus impactos negativos relacionados a sua fase de inatividade na América do Sul durante o final de dezembro de 2013 e início de fevereiro de 2014. Apesar das possíveis influências, o MJO, segundo os autores, não pode ser creditado sobre o padrão de chuvas na Região Sudeste. Um padrão em larga

---

<sup>5</sup> “Estas oscilações caracterizam-se por um deslocamento para leste de uma célula zonal de grande escala termicamente direta, que causa variações na convecção tropical”. (KAYANO, M. T. Oscilações de Madden & Julian – Oscilações Intrasazonais ou Oscilações de 30 – 60 dias. INPE. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/7.html>>, acesso em: 01/09/2015.

escala influenciou a maior parte do período e um bloqueio atmosférico anômalo foi o responsável e o que suprimiu fortemente o regime de chuvas.

O artigo conclui com uma análise do desempenho da previsão de precipitação sazonal para dezembro, janeiro e fevereiro de 2014, produzido com o sistema operacional utilizado para a previsão sazonal do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), na qual era capaz de produzir, previamente, dois meses de antecedência o anúncio da seca para os três meses investigados. Esse sistema é uma ferramenta importante a ser utilizada para projeções futuras e a ajudar o governo a tomar decisões para reduzir possíveis secas provocadas por anomalias climáticas futuras no Sudeste da América do Sul.

Nesse contexto, verificamos uma mudança climática tanto na escala local, regional e global, sendo por atuações naturais ou antrópicas, nas quais a atividade humana tem contribuído para as extremidades climáticas através de agentes poluidores para a atmosfera.

O Brasil, tem se destacado quanto à evolução das pesquisas sobre o clima e na conjuntura internacional, foi o país sede da Rio-92, que discutiu as medidas a serem tomadas para a redução dos gases do efeito estufa, além de ter ratificado o Protocolo de Kyoto, que uma das metas era reduzir os gases que provocam o aquecimento global (MIGUEZ, 2011).

Com isso, o Brasil se destacou com políticas de redução dos níveis de desmatamento, principalmente na região amazônica e no cerrado brasileiro, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos e o desenvolvimento e implementação de tecnologias limpas (MARENGO, 2014).

### **2.3 ÁGUA**

Muito se tem discutido e observado um aumento na preocupação sobre a questão hídrica nos últimos tempos, seja pelos meios midiáticos como programas televisivos, rádios, jornais, revistas ou mesmo por conversas informais no nosso dia a dia.



O primeiro disparate que percebemos é quanto à denominação de como chamamos o planeta na qual habitamos, “Planeta Terra”. O mais correto seria talvez chamar de Planeta Água, pela abundância em que a encontramos na fase líquida. Nesse aspecto, já deveremos fazer uma observação. Embora seja abundante, 97,5% desse total é água salgada, ou seja, imprópria para nosso consumo e, 2,5% restante compreendido como água doce, própria para nosso consumo, dos quais 68,9% estão “armazenadas” em calotas polares e geleiras, 29,9% em água subterrânea e 1,2% em rios, lagos e outros reservatórios (REBOUÇAS, 2006).

No Brasil, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2015a), concentra-se 12% de toda a disponibilidade hídrica mundial, demonstrando o privilégio e riqueza deste recurso natural. Embora a disponibilidade hídrica no Brasil seja elevada, sua distribuição no território brasileiro é desigual, concentrando principalmente na região Norte do país, seguido da região Centro-Oeste. A região Sudeste, área que compreende o estudo para este trabalho, ocupa a quarta posição referente a disponibilidade hídrica e, ao mesmo tempo, a região com a maior concentração populacional (BRASIL, 2015b).

Com o aumento do contingente populacional e o desenvolvimento econômico do Brasil verificado nas últimas décadas, atrelado com a má administração da água e o desperdício do seu uso, esses fatos têm provocado escassez em determinadas áreas do país, até mesmo em áreas provida de grande reserva de água (REBOUÇAS, 2003).

Nesse sentido, o Estado, como órgão regulador, através da outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, tem como desafios a regulação das taxas pagas por usuários pelo uso da água (TUNDISI, 2005), a conservação e racionalização quanto ao seu uso, proporcionando uma importante ação quanto à gestão das águas e a política de gerenciamento de águas.

#### **2.4. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS**

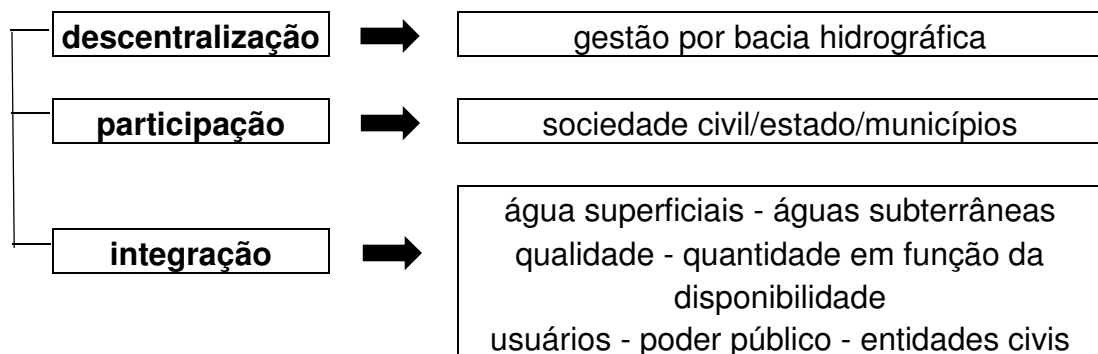
A Lei estadual nº 7.663, de 1991, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, tem como finalidade assegurar a água com um bem de todos e de domínio público, promovendo o desenvolvimento econômico e bem-estar social. A

regularização desse recurso natural, apresenta-se para que tenha um controle e seja usufruída pela população atual e às futuras gerações, com qualidade significativa.

O Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 7.663/91) visa um conjunto de ações como:

- o aproveitamento racional do recurso hídrico, superficial e subterrânea, com priorização à população;
- aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos;
- defesa contra escassez hídrica que provoque prejuízos à população e econômicos;
- desenvolvimento hidroviário e seu aproveitamento econômico;
- prevenção contra o processo erosivo e proteção dos corpos d`água.

Dentre os princípios básicos, podemos definir três pontos fundamentais:



Fonte: DAEE, (2014).

Como instrumento da Política Estadual de Recurso Hídrico, temos 4 modalidades:

- Outorga de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos;
- Infrações e Penalidades;
- Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos;
- Rateio dos Custos das Obras.

Segundo Braga et. al. (2006)

a “outorga” é um instrumento que tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. É o direito de acesso à água, ou a habilitação para o seu uso. Para sua

implementação, a outorga demanda do sistema de informações dados relativos à disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, e dos usuários a montante e a jusante do ponto de autorização. Sobre o conjunto de usuários submetidos à exigência da outorga, é estabelecida a “cobrança” pelo uso dos recursos hídricos. Esta, por sua vez, além de seus objetivos de racionalização do uso da água e de estímulo a não poluir, é o instrumento de gestão que permite o aporte de recursos para financiar o programa de investimentos da bacia (BRAGA, et. al., 2006, p. 649).

No estado de São Paulo, cabe ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), através do Decreto 41.258/96, ser o órgão outorgante do estado. Neste decreto, ainda são apresentadas as modalidades de outorga que dependerá de uma autorização por parte do DAEE, como:

- implantação de empreendimentos;
- obras e serviços que interfiram com os recursos hídricos superficiais;
- licença para extração de águas subterrâneas;
- uso do recurso hídrico.

Serão sujeitos à outorga, empreendimentos que a captação for igual ou maior a 5 m<sup>3</sup> por dia. Se a captação for inferior a 5 m<sup>3</sup> por dia, estará sujeito a cadastramento e dispensado de outorga, nos termos da Portaria DAEE 2.292/12.

Ainda de acordo com o Decreto 41.258/96, os prazos de outorga serão estipulados da seguinte maneira:

- Implantação de empreendimento até 3 anos;
- Licença (poço) até o término da obra;
- Autorizações até 5 anos;
- Concessões até 10 anos;
- Obras hidráulicas até 30 anos.

O ato de outorga poderá ser revogado a qualquer momento pelo DAEE quando ocorrer os seguintes casos:

- planejamento dos recursos hídricos ou a defesa da população;
- na hipótese de descumprimento de qualquer norma legal.

Na Lei estadual nº 7.663/91, descrita na Seção II, artigo 12, menciona que sofrerá infrações ou penalidades qualquer execução de obras e serviços hidráulicos, derivados de recursos hídricos de domínio do estado de São Paulo, que não atenderam as solicitações, sofrerá as seguintes penalidades:

- advertência para correção de irregularidades;
- multa simples ou diária dependendo do grau da infração;
- intervenção administrativa por prazo determinado para regularizar e cumprir as normas estabelecidas quanto ao uso, controle, conservação e proteção dos recursos hídricos;
- embargo definitivo com revogação da outorga e repor ao seu antigo estado.

Por último, e não menos importante, a Seção IV, artigo 15 descreve que “as obras de uso múltiplo ou de interesse comum ou coletivo dos recursos hídricos terão seus custos rateados, direta ou indiretamente, segundo critérios e normas a serem estabelecidos em regulamento (...) (SÃO PAULO, LEI 7.663, 1991).

Dentre os procedimentos do rateio de custos das obras, segundo a lei mencionada:

- “concessão ou autorização de obras de regularização de vazão, com potencial de aproveitamento múltiplo”.
- “construção de obras de interesse comum ou coletivo dependerá de estudos de viabilidade técnica, econômica, social e ambiental”.
- “serão estabelecidos diretrizes e critérios para financiamento ou concessão de subsídios para realização de obras”.

Neste contexto, a outorga de direito de uso é uma ferramenta do Poder Público para regularizar a questão dos recursos hídricos, superficial ou subterrânea, para assegurar um controle qualitativo e quantitativo da água, podendo prever a disponibilidade e demanda desse recurso natural.

## **2.5. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**

### **2.5.1. GRUPO TUBARÃO**

O Grupo Tubarão aflora em uma faixa de 20.700 km<sup>2</sup>, na qual se estende na direção nordeste até o sul do estado de São Paulo. Este grupo é formado a cerca de 250 milhões de anos e é constituído por sedimentos depositados em ambiente glacial, continental e marinho (IRITANI; EZAKI, 2012).

Segundo Saad; Santos; Campos (1979),

o Grupo Tubarão corresponde a uma sequência clástica, relativamente espessa (máximo de 1.200m, no estado de São Paulo), depositada e preservada na extensa Bacia do Paraná, de natureza intracratônica, contemporaneamente à ocorrência da glaciação Gondvânica durante o Neopaleozóico, no sudeste da América do Sul (SAAD; SANTOS; CAMPOS, 1979, p. 337) .

Segundo Petri, (1964) apud Tominaga, (1981) o complexo glacial do Grupo Tubarão é constituído por arenitos, siltitos, tilitos, varvitos, argilitos, conglomerados e calcários, que ocorrem como camadas com diferentes espessuras, intercaladas e descontínuas.

As águas subterrâneas nessa área apresentam uma baixa produtividade, onde as vazões situam-se abaixo de 10 m<sup>3</sup>/h por poço. Em locais com ocorrências de litologias mais arenosas e, associadas ao fraturamento de rochas, apresentam maiores produtividade de água, podendo atingir até 40 m<sup>3</sup>/h. Entretanto, as águas subterrâneas do Grupo Tubarão apresenta boa qualidade para consumo humano e outros usos (IRITANI; EZAKI, 2012).

### **2.5.2. GRUPO ITARARÉ**

O Grupo Itararé registra no período glacial permocarbonífero na bacia do Paraná, “compreendendo ambientes terrestres e marinhos relativamente profundos, envolvendo processos geradores de diversas fácies sedimentares” (ARAB; PERINOTTO; ASSINE, 2009, p. 501-502).

Segundo PUPIM (2010), predomina neste grupo pacotes de diamictitos intercalados a espessas seções de arenitos, que em geral são friáveis, com cores acinzentados e avermelhados, derivadas de rochas de embasamento cristalino.

Apresenta minerais leves como o quartzo, feldspato e fragmento de rocha e, também, minerais pesados como zircão, turmalina, rutilo, granada, apatita, estauroлита, monazita, muscovita, cianita, epidoto, biotita, silimanita, magnetita e ilmenita, leucoxênio e limonita (WU, 1989 apud PUPIM, 2010).

### **2.5.3. FORMAÇÃO TATUÍ**

A Formação Tatuí é de idade eopermiana e “apresenta-se bem desenvolvida na faixa de afloramentos do centro-leste do estado de São Paulo”. (ASSINE; ZACHARIAS; PERINOTTO, 2003, p. 33) Sua espessura tem pouca variação na parte da Bacia do Paraná no território paulista, não ultrapassando 100m, “o que reflete condições muito homogêneas e uniformes de subsidência” (PUPIM, 2010 p. 30).

São formados por rochas sedimentares pós-glaciais, por siltitos, arenitos finos em parte concrecionados, calcários e sílex (VIDAL; ROSTIROLLA; KIANG, 2005).

Segundo Fulfaro et. al., (1984) apud PUPIM, (2010),

a partir de uma seção estratigráfica ao sul da cidade de Piracicaba, que a parte inferior da Formação Tatuí caracteriza-se por siltitos e arenitos verde-avermelhados, com estratificação plano-paralela, associados a calcários cinzas e lenticulares. Já sua porção superior apresenta arenitos finos avermelhados com estratificações cruzadas, que grada para arenitos cinza-esverdeados e amarelados de granulação média, em contato com siltitos argilosos (FULFARO et. al., 1984 apud PUPIM, 2010, p. 31).

A formação destas rochas está associada a deposição de sedimentos em ambientes costeiros e/ou de mar raso, em sistemas flúvio-deltáicos (GIMENEZ, 1996 apud OLIVA; KIANG, 2002).

#### **2.5.4. GRUPO PASSA DOIS**

O Grupo Passa Dois localiza-se na porção central da Depressão Periférica Paulista, da idade Permiano-Triássico e abrange as formações Irati (folhelhos e calcário) e Corumbataí (siltitos, folhelhos, margas e calcários). Dentro do estado de São Paulo, corresponde ao único aquíclude, ou seja, o Grupo é formado por rochas que, embora armazenam água e as rochas possuam porosidade, são impermeáveis (ROCHA et. al. 2006).

Formado entre 250 e 230 milhões de anos, é constituído por sedimentos deposicional de ambiente marinho. Por conter sedimentos finos, sua capacidade em fornecer água é relativamente baixa e sua produtividade insuficiente para abastecer grandes comunidades. Por conta dessa baixa produtividade, é pouco explorada sua água subterrânea e, ao mesmo tempo, pouco estudada do ponto de vista hidrogeológico (IRATANI; EZAKI, 2012).

#### **2.5.5. FORMAÇÃO CORUMBATAÍ**

A Formação Corumbataí se originou na idade permiana, predominando a ocorrência de siltitos, argilitos e folhelhos arroxeados, subordinamente arenitos de ambiente marinho costeiro (PUPIM, 2010). Como formação do Grupo Passa Dois, apresenta na sua área a ocorrência de aquíclude e baixa produtividade na exploração de águas subterrâneas.

#### **2.5.6. FORMAÇÃO PIRAMBÓIA**

A Formação Pirambóia tem sua formação datada do Triássico e aflora ao longo de toda a Depressão Periférica Paulista. A espessura da unidade é muito variável, de 300m a 170m, dependendo da área analisada. Como materiais constituintes desta formação, apresenta granulometria média a muito fina. Apesar da discordância encontrada na literatura quanto a sua formação, a ideia predominante atualmente é que ocorreu uma transição de um ambiente marinho raso para um clima desértico (PUPIM, 2010).

Nesta formação, por causa de suas areias quartzosas, “são fonte de matéria-prima industrial e suas camadas de arenitos são parte constituinte do Aquífero Guarani (PERROTA et. al., 2005 apud PUPIM, 2010).

### **2.5.7. FORMAÇÃO BOTUCATU**

A Formação Botucatu tem sua formação originada do Jurássico-Cretáceo, através de deposição eólica em ambiente desértico, na qual constitui de arenitos de granulação média a fina, com tom avermelhado, grãos esféricos e bem selecionados e a formação apresenta uma espessura média de 60 m (IRATANI; EZAKI, 2012; OLIVA; KIANG, 2002).

A formação cobre uma grande área com aproximadamente 44.000 km<sup>2</sup>, na qual 35.138 km<sup>2</sup> estão confinados pelo derramamento basáltico da Formação Serra Geral e, o restante da área, 9.580 km<sup>2</sup>, representam as áreas de afloramento (OLIVEIRA; CAMPOS, 2012). Suas propriedades hidráulicas são semelhantes ao Aquífero Guarani e suas águas são consideradas de boa qualidade para consumo humano e outras atividades (IRATANI; EZAKI, 2012).

### **2.5.8. FORMAÇÃO SERRA GERAL**

A Formação Serra Geral é originada por um intenso vulcanismo de fissura, durante o ambiente desértico da Formação Botucatu. Suas rochas são compostas por lavas basálticas, toleíticas, com uma textura afanítica de coloração cinza a negra (SOUZA, 2002 apud PUPIM, 2010).

As rochas nessa formação são consideradas jovens, originadas no Eocretáceo, entre 138 e 127 milhões de anos atrás. Na sua área aflorante, ocorre uma grande concentração de poços e sua espessura alcança em média, 300 metros. Para extração de água subterrânea tem uma vazão mediana, em torno de 23 m<sup>3</sup> por poço. De modo geral, a água subterrânea é de boa qualidade para o consumo humano (IRATANI; EZAKI, 2012). Sua localização está instalada em importantes centros



econômicos no interior do estado de São Paulo, como São Carlos e Ribeirão Preto (SÃO PAULO, 2005).

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Nesse item da pesquisa determinamos os encaminhamentos metodológicos para a consecução dos objetivos propostos.

#### **3.1. USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE PIRACICABA-SP**

Para consolidação da pesquisa partiu-se inicialmente por determinar as categorias de atividades econômicas do município de Piracicaba-SP que fazem uso do recurso hídrico subterrâneo.

Propusemos o agrupamento por ramos de atividades e estabelecemos das seguintes categorias de uso:

- 1- Abastecimento Público;
- 2- Agronegócio;
- 3- Indústria;
- 4- Serviços e comércio;
- 5- Utilidade Pública;
- 6- Abastecimento Privado.

##### **3.1.1. ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Como abastecimento público foi considerado a água utilizada para o abastecimento humano, estimando as necessidades básicas da população, como alimentação, higiene pessoal e doméstica.

No município de Piracicaba, o abastecimento público é originado por meio de captação de águas do rio Piracicaba, rio Corumbataí e de águas subterrâneas. Segundo dados obtidos pela Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2015b), a maior captação é feita no rio Corumbataí, correspondente a 75%; no rio Piracicaba a 25% e 1% decorre de águas subterrâneas, como se observa na Tabela 2.

**Tabela 2. Avaliação da Oferta/Demanda de água no município de Piracicaba-SP no ano de 2015**

<b>Mananciais</b>	<b>Sistemas</b>	<b>Participação no abastecimento do município</b>	<b>Situação (até 2015)</b>
Rio Corumbataí	Rio Corumbataí	75%	Satisfatória
Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	24%	Satisfatória
Aquífero Itararé	Aquífero Itararé - Piracicaba	< 1%	Satisfatória

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA, 2015). Organizado pelo autor.

Essa grande diferença de captação de um rio para outro, justifica-se pelo alto teor de poluentes verificados no rio Piracicaba, demandando um maior custo para o tratamento, para obter níveis qualitativos exigido ao consumo humano. Em contraponto, a captação de águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento público no município é menor que 1% do total abastecido, considerada baixa se comparada com a captação superficial. O que nos leva a crer que a grande porcentagem de extração de água subterrânea verificada no município é destinada para as atividades econômicas.

### **3.1.2. AGRONEGÓCIO**

Como agronegócio, foi considerada toda a relação comercial e industrial que envolve a produção agrícola e pecuária do ponto de vista de exploração econômica.

Dentro da categoria agronegócio (PIZZOLATTI, 2004), identifica-se três tipos de atividades:

- Indústria de modernização agrícola: representa a indústria e comércio fornecedores dos insumos para os proprietários rurais, como por exemplo, defensivos agrícolas, equipamentos e fertilizantes.
- Negócios: toda a relação comercial verificada pelos produtores rurais, sejam ele pequeno, médio ou grande produtores; tanto como pessoa física (fazendeiros, camponeses) ou pessoa jurídica (empresa).
- Logística: podemos classificar o intermediário como o grande responsável por esta área, fazendo a ligação do produtor até o consumidor final. Temos como exemplo, os frigoríficos, supermercados, distribuidores de alimentos, etc

Segundo dados apresentados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA – ESALQ/USP), o setor de agronegócio representa 22,54% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, demonstrando a importância deste seguimento para a economia brasileira. Dentre as atividades de agronegócios agrupados estão: frigoríficos, indústria alimentícia, destilarias, usinas, entre outros.

### **3.1.3. INDÚSTRIA**

Aqui foram agrupadas as indústrias de base, indústrias de bens intermediários e indústrias de bens de consumo.

As indústrias de base transformam matéria-prima em produtos manufaturados utilizados em outras atividades industriais. As indústrias de bens intermediários produzem peças e maquinários utilizados para as indústrias de bens de consumo. As indústrias de bens de consumo produzem bens duráveis, semiduráveis. Estas indústrias utilizam produtos produzidos pelas indústrias de base, fabricando itens para o consumidor final.

O setor industrial tem grande importância para a atividade econômica brasileira, representando 22,06% do PIB nacional (BRASIL, 2015c). Dentre os setores industriais, foram agrupados em: setores de peças, maquinários, construção civil, sistemas automotivos, cervejarias, entre outros.

### **3.1.4. SERVIÇOS E COMÉRCIOS**

O setor de serviços e comércio se caracteriza por sua grande heterogeneidade que engloba vários setores distintos. É o setor responsável pela venda de produtos e serviços comerciais oferecidos à população. É o setor mais importante da economia brasileira, pois são responsáveis por mais da metade do PIB brasileiro (58,3%) e o setor que mais oferece empregos formais (IBGE, 2013).

Nesse agrupamento definiu-se como serviços e comércio: hotéis, motéis, agência de turismo, clubes de recreação, supermercado atacadista, sindicatos, transportadoras, hospitais, shopping centers, churrasarias, pesqueiros, entre outros.

No município de Piracicaba, segundo dados do IBGE (2012), o setor serviços alcançou a cifra de R\$ 11,887 bilhões de reais, que segundo cálculos do instituto esse setor representou 0,27% de todo o Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

### **3.1.5. UTILIDADE PÚBLICA**

Na utilidade pública foi considerada as atividades como instituições de ensino, seja de educação básica ou nível superior, hospitais, assim como órgãos municipais, estaduais e federais.

### **3.1.6. ABASTECIMENTO PRIVADO**

No abastecimento privado foi agrupado e considerado os condomínios fechados considerando os verticais e horizontais. Que segundo BARCELLOS e MAMMARELLA (2007), consideram:

a relação entre o público e o privado nesses empreendimentos, é importante reter que essa prática transfigura o sentido do público em diversas dimensões: ao estimular a criação do solo urbano de maneira privada; ao impedir a livre circulação e o convívio democrático entre os habitantes das cidades; ao transferir para a esfera privada encargos que são de natureza pública e de acesso universal, como infraestrutura e equipamentos sociais; paradoxalmente o poder público arca com o investimento na infraestrutura mais pesada, como vias e perimetrais que facilitam o acesso a essas novas urbanizações (BARCELLOS; MAMMARELLA, 2007, p. 17).

Nesse paradigma, o uso do solo urbano sofre alterações, onde esses novos espaços de moradias

## **3.2. SISTEMATIZAÇÃO DE BASE DE DADOS**

A captação anual por atividade foi obtida através de coleta dos dados da extração de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), referente ao ano de 2014.

Desta forma, a pesquisa se orientou da seguinte forma:

- Quantificação de todos os poços subterrâneos que são utilizados no município de Piracicaba-SP cadastrados no DAEE;
- Classificação em função do uso;
- Identificação em função da outorga, o volume captado no município;
- Para obter a captação anual, a estratégia utilizada foi da seguinte forma:
  1. Volume de captação por m<sup>3</sup>;
  2. 8 horas diárias de captação;
  3. 26 dias no mês;
  4. 12 meses no ano.

Obtendo,

*Vazão x 8 (h) x 26 (d/m) x 12 (m/a)*

- Para obter a tributação, baseado no Decreto 61.430, de 17 de agosto de 2015, que fixa os valores a serem cobrados pela captação e consumo (uso consuntivo) pelo uso da água, sendo:
  1. R\$ 0,0118 por m<sup>3</sup> de água captada;
  2. R\$ 0,0235 por m<sup>3</sup> de água consumida;
- Utilizou-se como padronização de água captada 65% e de água consumida 35% do volume total captado.

Como sistematização para o cálculo da tributação, foi considerado 65% da captação para o uso da água de boa qualidade e 35% para o uso consuntivo, como esgotamento da atividade econômica que fez uso do recurso hídrico, assim como também se considerou nessa porcentagem perdas pelo próprio sistema de captação hídrica.

Sendo assim, multiplicou-se o volume de água captado (65%) por R\$ 0,0118 e multiplicou o volume de água consumida (35%) por R\$ 0,0235. Obtido o valor das duas tarifas, foi somado e obtido o valor total pago pela atividade econômica no município.

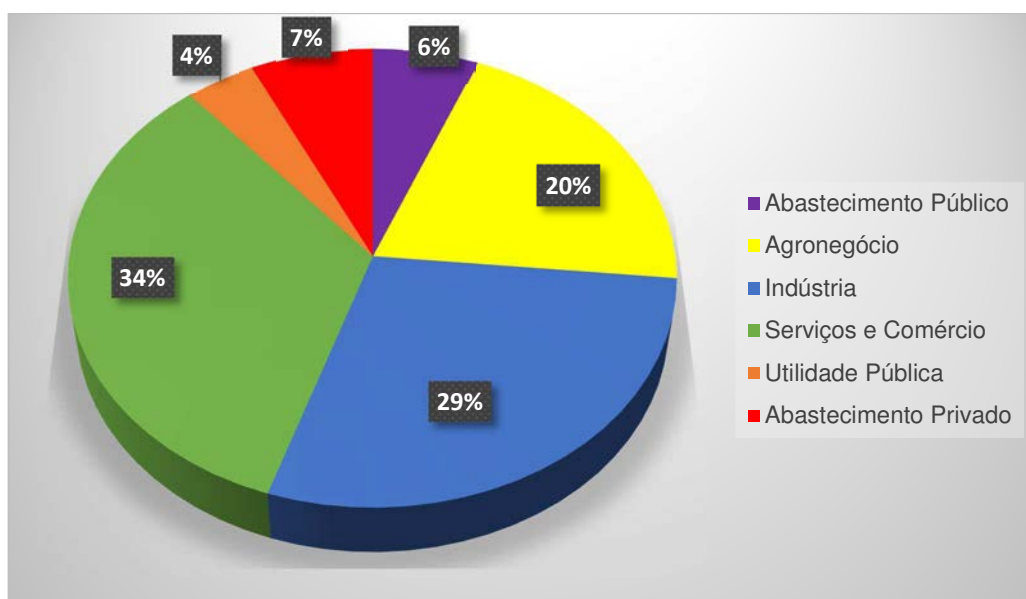
#### 4. O USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PIRACICABA-SP

De acordo com Hirata; Zoby; Oliveira, (2010), as águas subterrâneas são fundamentais para o desenvolvimento humano, no qual desempenham papel importante para diversos setores, seja para o abastecimento público ou privado, de modo a suprir as mais variadas necessidades de água na cidade ou em comunidades.

Ainda segundo os autores, a disponibilidade hídrica requer um conhecimento tanto quantitativo como qualitativo para que se possa realizar uma gestão sobre o recurso hídrico, de forma mais efetiva, para obter as demandas e as vulnerabilidades sobre o recurso hídrico.

Nesta perspectiva, a pesquisa se orientou de modo a calcular a vazão das águas captadas subterraneamente, estabelecer a quantidade de poços subterrâneos existentes no município de Piracicaba-SP, segundo dados coletados junto ao DAEE, no qual existem 98 poços de extração, dos quais o setor de serviços e comércio representa 34% do total de perfurações. A indústria obtém 29% e o setor de agronegócio 20%, representando juntos, 83% do total de perfurações (Gráfico 1).

**Gráfico 1. Porcentagem de Perfurações por tipo de atividade no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**

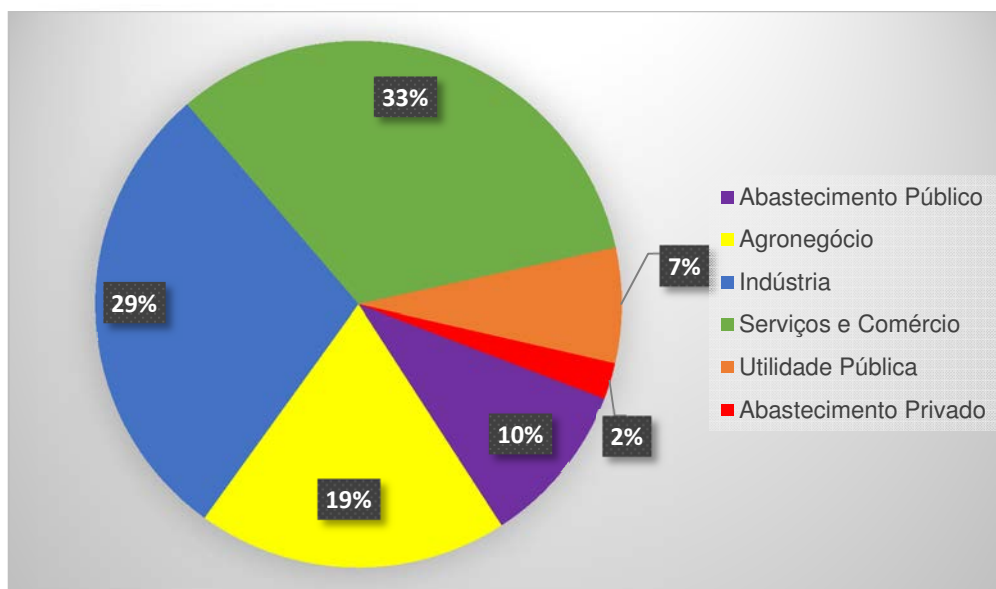


Fonte: DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

#### 4.1. PERFURAÇÕES E VAZÃO ANUAL POR ATIVIDADE

A partir do cálculo para estimar a vazão/ano, foi possível quantificar as atividades que mais fazem uso das águas subterrâneas, prevalecendo a atividade de serviços e comércio (33%); seguido da atividade industrial (29%) e o agronegócio (19%). O abastecimento privado (2%), como dito antes, representa os condomínios fechados, demonstra um baixo consumo se comparado às demais atividades. Esse baixo consumo se deve a condomínios que não tem acesso a água canalizada, pois possivelmente estão distantes do centro urbano (Gráfico 2).

**Gráfico 2. Uso anual de água subterrânea por atividade no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



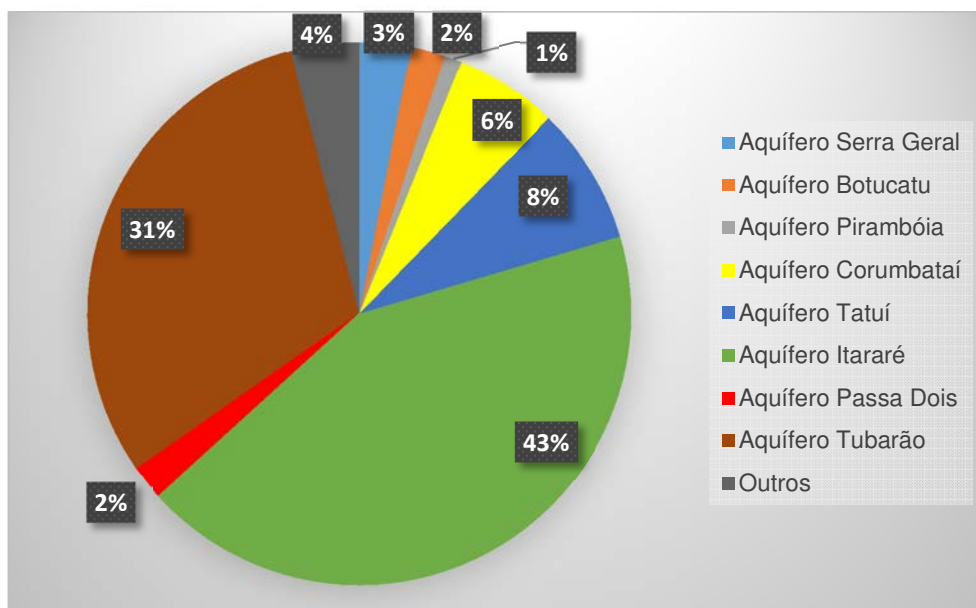
Fonte: DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

No Gráfico 3, estão representados a porcentagem de poços por área do aquífero. Nota-se uma predominância do Aquífero Itararé (43%), na qual já descrito anteriormente, apresenta uma boa qualidade para consumo humano e para outros usos. Outro aquífero com uma porcentagem considerável é o Aquífero Tubarão (31%), que de modo geral, apresenta uma baixa produtividade de água, mas considerada de boa qualidade.

A somatória das perfurações em aquíferos restantes (26%), ainda é menor se comparado com o Aquífero Itararé e o Aquífero Tubarão.



**Gráfico 3. Porcentagem de poços por aquífero no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

## **4.2. CAPTAÇÃO ANUAL POR ATIVIDADES NOS AQUÍFEROS**

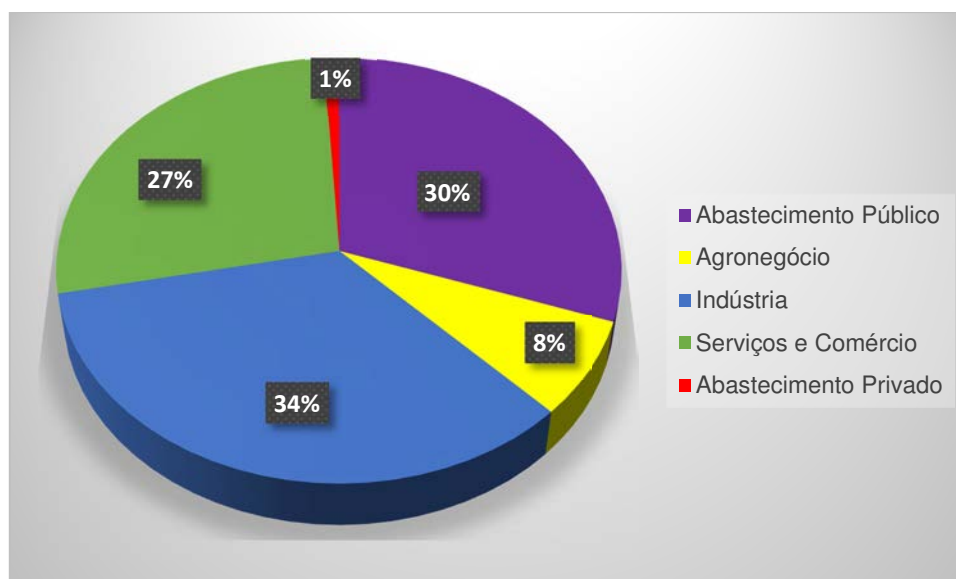
- **Aquífero Tubarão**

Nesse aquífero verifica-se a predominância da atividade industrial (34%), seguido por abastecimento público (30%) e serviços e comércio (27%), observado no Gráfico 4.

Apesar do aquífero ter uma baixa produtividade, sua água apresenta boa qualidade e é utilizada para diversas atividades. É o aquífero cuja água subterrânea é empregada para o abastecimento público no município. Mesmo tendo um consumo considerável nesse aquífero para o abastecimento público (30%), quando comparado com a captação de águas superficiais (98%), torna-se insignificante para o consumo do município.

O agronegócio e o abastecimento privado, respectivamente 8% e 1%, demonstra um baixo consumo dessas atividades nesse aquífero. Entretanto, podemos concluir que essas atividades econômicas se concentram na área urbana do município.

**Gráfico 4. Captação anual por atividades no Aquífero Tubarão no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

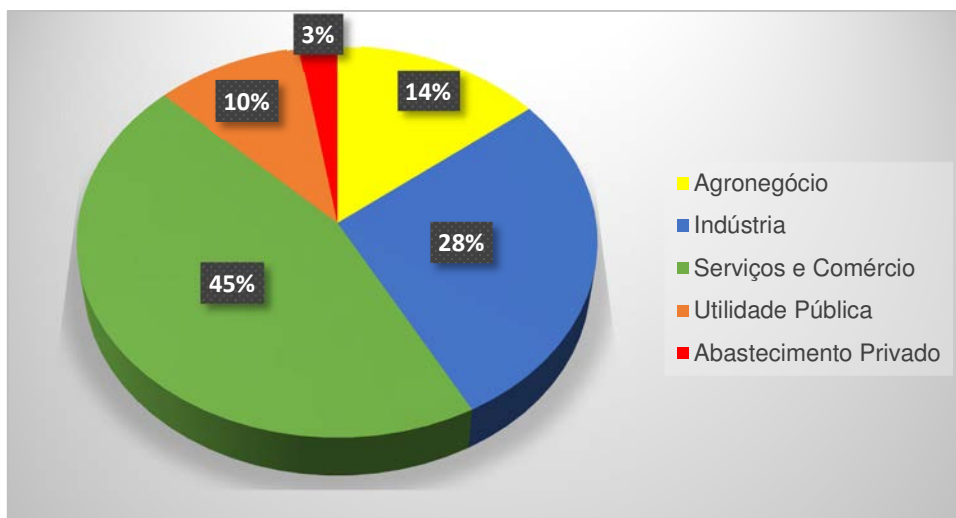
- **Aquífero Itararé**

A atividade de serviços e comércio (45%) é predominante nesse aquífero, seguido da atividade industrial (28%) e do agronegócio (14%), como demonstrado no Gráfico 5.

Apresenta água de boa qualidade, porém o aquífero é pouco produtivo em termos de fornecimento de água subterrânea.

Por ter maior concentração da atividade de serviços e comércio e industrial, provavelmente a maior captação está localizada na área urbana do município.

**Gráfico 5. Captação anual por atividades no Aquífero Itararé no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



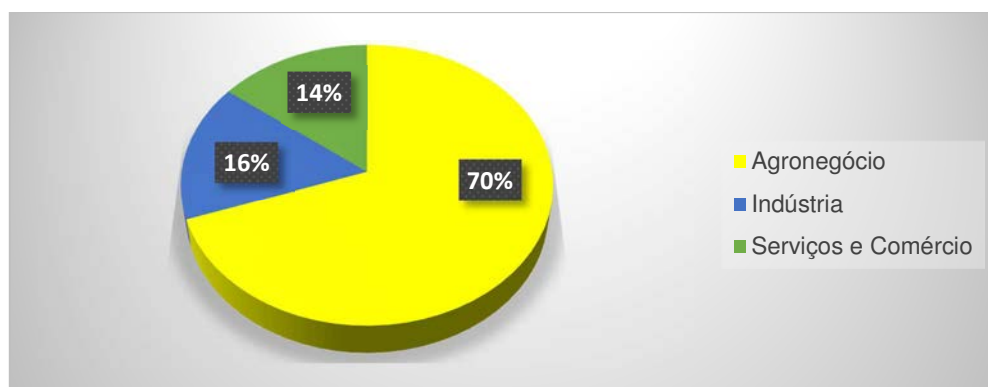
Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

- **Aquífero Tatuí**

No Aquífero Tatuí predomina a atividade do agronegócio (70%), seguido da atividade industrial (16%) e de serviços e comércio (14%), exposto no Gráfico 6. Podemos considerar nesse aquífero, no qual as atividades estão inseridas, a penetração da área urbana no perímetro rural.

Nesse aquífero, como no Aquífero Tubarão e Itararé, predomina baixa produtividade de água. Porém, a água captada apresenta uma boa qualidade para consumo humano e outras atividades.

**Gráfico 6. Captação anual por atividades no Aquífero Tatuí no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

- **Aquífero Passa Dois**

Nesse aquífero, ocorre apenas a predominância da atividade de serviços e comércio. A sua exploração ocorre dentro da área urbana do município e por causa de sua baixa produtividade na captação de água, é pouco explorada e estudada hidrogeologicamente.

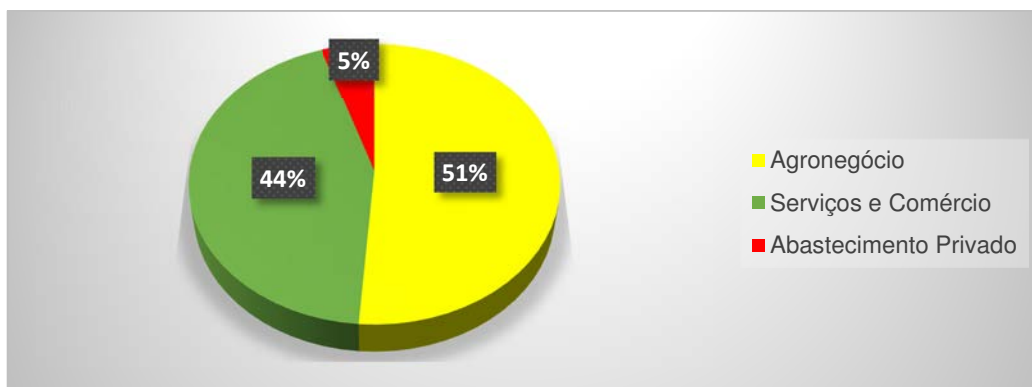
- **Aquífero Corumbataí**

Nesse aquífero predomina a atividade do agronegócio (51%), seguido pela atividade de serviços e comércio (44%) e abastecimento privado (5%), como demonstrado no Gráfico 7.

Dentre as suas características, é semelhante ao Aquífero Passa Dois, com baixa produtividade de águas subterrâneas e pouco explorada economicamente.

Sua área de captação, na grande maioria pelo agronegócio, localiza-se fora da área urbana do município.

**Gráfico 7. Captação anual por atividades no Aquífero Corumbataí no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

- **Aquífero Pirambóia**

Sua captação de água subterrânea é baixa, mas sua produtividade e a qualidade da água são consideradas de boa qualidade para o consumo. Tem propriedades

hidráulicas semelhantes ao Aquífero Guarani, assim como o Aquífero Botucatu. Nesse aquífero ocorre a predominância de apenas uma atividade de agronegócio.

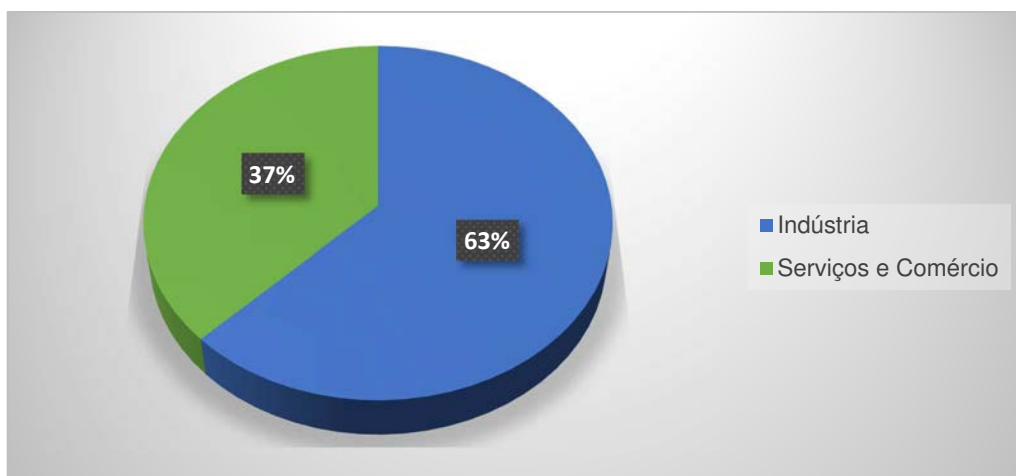
- **Aquífero Botucatu**

Verifica-se nesse aquífero a predominância essencialmente da atividade do agronegócio. Esse aquífero é semelhante ao Aquífero Piramboia e Guarani, apresenta água de boa qualidade e uma boa produtividade de águas subterrâneas. A sua captação de águas subterrâneas está localizada fora da área urbana do município, demonstrando a característica da atividade.

- **Aquífero Serra Geral**

Nesse aquífero predomina a atividade industrial (63%) sobre a atividade de serviços e comércio (37%). A captação das águas subterrâneas é obtida na área urbana do município. De uma forma geral, sua água é de boa qualidade para o consumo humano e outras atividades. Porém, a qualidade da água obtida é “desperdiçada” pelo predomínio industrial que faz uso deste recurso, conforme o Gráfico 8.

**Gráfico 8. Captação anual por atividades no Aquífero Serra Geral no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

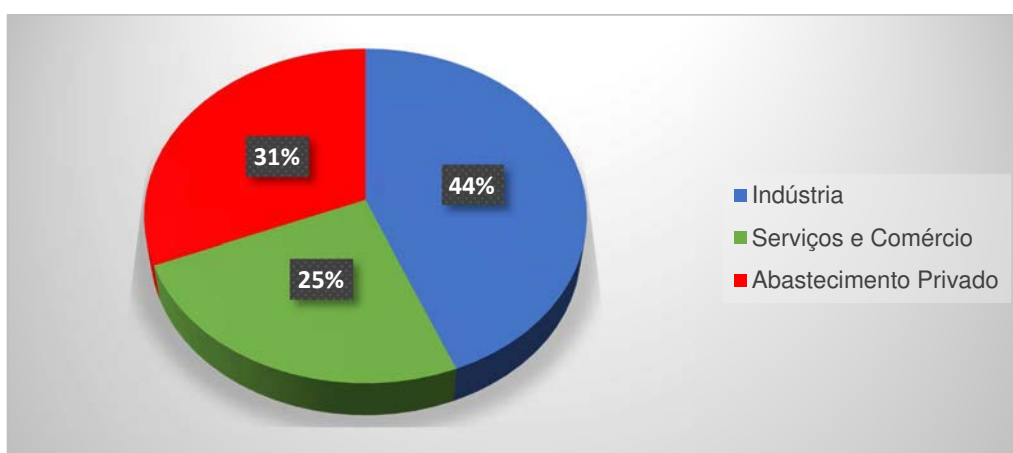
- **Outros**

Aqui foi estabelecido como outros, os aquíferos que estão classificados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica como freáticos, dificultando o entendimento para qual aquífero pertence as atividades.

Porém, nessa classificação, predomina a atividade industrial (44%), a atividade de abastecimento privado (31%) e de serviços e comércio (25%), conforme demonstra o Gráfico 9.

A sua localização, na qual é captado a água subterrânea é, na sua maioria, concentrada na área urbana do município.

**Gráfico 9. Atividades (Outros) no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



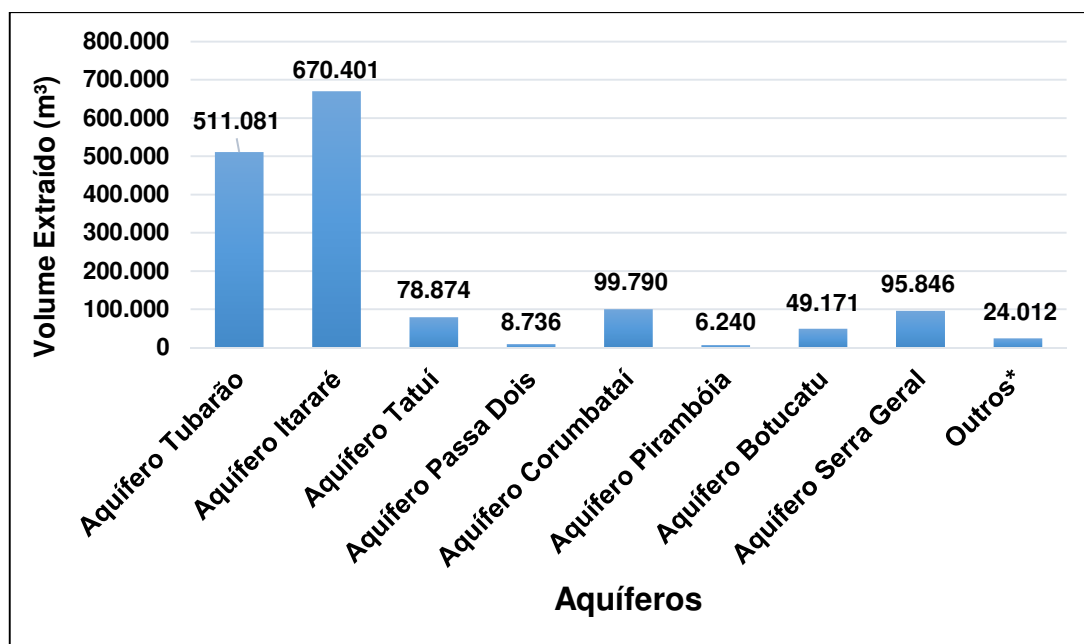
Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

### **4.3. A EXTRAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**

Neste item serão apresentados os resultados do volume total de extração de água subterrânea por aquífero no município de Piracicaba-SP.

Nota-se a predominância do Aquífero Itararé e do Aquífero Tubarão, ambos captando um total de 1.181.482 m<sup>3</sup>/ano (Gráfico 10). Apesar de encontrar na literatura a baixa produtividade desses aquíferos, entre 10 m<sup>3</sup>/h e 40 m<sup>3</sup>/h, estes são onde ocorrem as maiores captações de águas subterrâneas verificada no município.

Gráfico 10. Volume de extração (m<sup>3</sup>) anual de águas subterrâneas por aquífero no município de Piracicaba-SP no ano de 2014



Fonte: DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

\*Sem classificação no DAEE quanto ao Aquífero.

Os demais aquíferos analisados como Tatuí, Passa Dois, Corumbataí, Pirambóia, Botucatu, Serra Geral e Outros, somados captam 362.669 m<sup>3</sup>/ano, e estão abaixo da captação dos aquíferos Tubarão e Itararé.

Dentre os aquíferos que exploram as águas subterrâneas, consideradas como intermediárias, estão o Aquífero Tatuí, Corumbataí, Serra Geral, Botucatu e Outros.

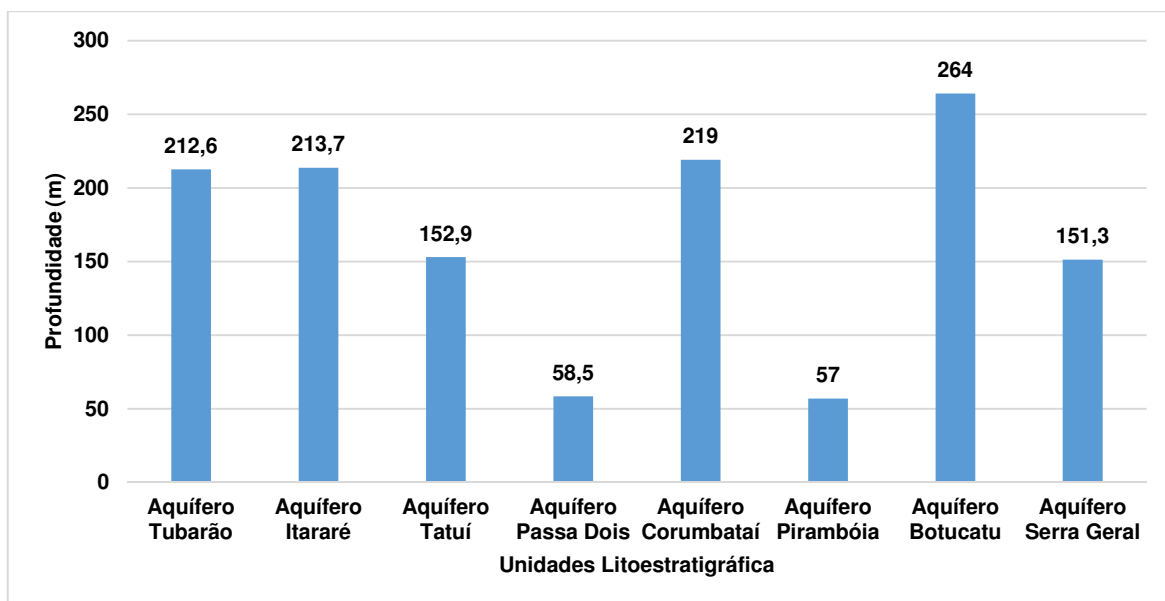
Dentre os aquíferos de baixa produtividade no município de Piracicaba-SP, estão os Aquíferos Pirambóia e Passa Dois, com uma captação considerada baixa. Como verificado em literaturas, esses aquíferos são muito pouco aproveitados para o uso de atividades, pois sua produtividade de fornecimento de água subterrânea é pouca.

#### 4.4. PROFUNDIDADE MÉDIA DOS AQUÍFEROS

Como forma de analisar o nível médio de profundidade dos poços de captação subterrâneo, baseado em dados fornecidos pelo DAEE, se observa no Gráfico 11, que o Aquífero Botucatu é a unidade de captação de águas subterrâneas de maior profundidade no município. O Aquífero Tubarão, o Aquífero Itararé e Aquífero

Corumbataí estão praticamente na mesma faixa de profundidade, na média, em torno de 200m, para captar as águas subterrâneas. Isso demonstra a profundidade para se chegar ao lençol d'água subterrâneo desses aquíferos e onde ficam armazenados.

**Gráfico 11. Média da profundidade dos poços subterrâneos no município de Piracicaba-SP no ano de 2014**



Fonte DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

O Aquífero Tatuí e o Aquífero Serra Geral, estão na média, na faixa de 150 m de profundidade, ou seja, comparado com os já citados aquíferos acima, fazem parte da “zona intermediária” para capturar as águas subterrâneas.

O Aquífero Passa Dois e o Aquífero Piramboia estão, na média, na faixa de 50m de profundidade. Esses dois aquíferos fazem parte do mesmo grupo litoestratigráfico e, apesar da baixa profundidade, não são atraentes para investimentos para aumentar a profundidade, pois são formações que apresentam baixa produtividade de fornecimento de águas subterrâneas.

#### **4.5. LEGISLAÇÃO E TRIBUTAÇÃO PELO USO DA ÁGUA**

Como compreensão, será trabalhado neste capítulo a questão da legislação e tributação pelo pagamento da água. A legislação de água foi estabelecida a partir da Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de



Recursos Hídricos, também conhecido como a Lei das Águas. Nessa lei, foi instituído que a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Sua gestão é descentralizada e estabeleceu diretrizes para a criação da Agência Nacional de Águas – ANA.

A partir dessa Lei, nos leva a fazer uma reflexão sobre a água como bem comum (como direito humano) e como bem econômico. Segundo Ferreira (2011),

O acesso universal da água é um direito humano, fundamental de todos; o abastecimento humano é o mais importante dos usos das águas como tal e deve ser considerado pelos sistemas de gestão dos recursos hídricos; e, o abastecimento de água às populações deve ser objeto de uma gestão pública dentro do quadro mais amplo da gestão do saneamento ambiental (FERREIRA, 2011, p. 67).

Corroborando com Ferreira (2011), Barbosa (2008) reforça a água como um direito fundamental ao ser humano, na qual

A perspectiva da água vista como “direito fundamental” contribuirá para o alcance do princípio da igualdade material, uma vez que esse recurso natural é essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos, inclusive dos humanos. O princípio ou fundamento, “dotado de valor econômico”, é também contributivo, pois induzirá os usuários à utilização racional da água, mas esse princípio, não deve servir de justificativa para se repassar custos econômicos de forma dissimulada para as populações mais pobres (BARBOSA, 2008).

Em contraposição a essa linha de pesquisa, alguns autores classificam a água como um bem econômico, devido a degradação que os recursos hídricos vêm sendo afligida nas últimas décadas. Segundo Barros e Amin (2007),

[...] face aos problemas causados aos recursos hídricos, por essa forma de abordagem, a cada dia torna-se mais evidente a necessidade de entender a água como um bem econômico, cuja gestão deverá orientar-se por princípios de eficiência econômica, satisfazendo a procura sob uma ótica de sustentabilidade (BARROS; AMIN, 2007, p. 94).

Ainda sobre os autores (BARROS; AMIN, 2007),

[...] entender a água como bem econômico significa lhe estabelecer valor econômico de modo que passe a apresentar preço de mercado, que atenda aos princípios do poluidor-pagador e de disposição para pagar, que correspondem ao mesmo que fazer uma opção entre benefícios presentes e custos futuros (BARROS; AMIN, 2007, p. 95).

A mudança de paradigma como a água sendo dotada de valor econômico, foi constituída a partir da Lei das Águas, pois os tributos de cobrança pelo uso da água sempre foram estabelecidos através dos serviços prestados, como o tratamento de água e esgotamento sanitário, além da distribuição, operados por empresas municipais, estaduais e privadas.

Como uma forma de fortalecimento das empresas municipais de abastecimento público, originou-se a ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO – ASSEMAE, uma organização não governamental (ONG), criada em 1984, que atua entre diversas instâncias do Governo Federal, buscando o fortalecimento e o desenvolvimento da capacidade administrativa, técnica e financeira dos serviços municipais de saneamento responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana (ASSEMAE, 2015). Dentre seus objetivos principais, a associação busca a universalização do saneamento básico a toda a população e melhorias quanto a gestão pública das águas.

Além disso, a ASSEMAE, em dezembro de 2015, posicionou-se contrária a todas as formas de privatizações (concessões, PPP's, etc.), destacando o protagonismo dos municípios como a alternativa mais adequada para garantir a universalização dos serviços de saneamento (ASSEMAE, 2015).

Em contrapartida, a COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP, uma empresa de economia mista e de capital aberto, tem demonstrado que está indo para uma linha de privatização, provocando conflitos para atender alguns setores que utilizam da água em detrimento de outros.

Dentro dessa premissa mercadológica, Matter; Tagnin; Prata (2014), consideram

O saneamento da região submetida à escassez é promovido principalmente pela SABESP, uma empresa de economia mista controlada pelo governo de São Paulo, que tem 51% das ações. A partir de 2002, suas ações passaram a ser negociadas na Bovespa e, em seguida, na Bolsa de Nova York. Em 2008, a Sabesp passou a se dedicar também a outros serviços, como os de águas pluviais, limpeza urbana, resíduos sólidos, além daqueles ligados à energia, em outras regiões do país e exterior. A descaracterização de sua função pública prosseguiu com a criação da Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP), quando pôde assumir

participação e controle de capital com outras empresas, formando subsidiárias, nacionais ou internacionais (MATTER; TAGNIN; PRATA, 2014).

Nessa perspectiva, demonstra o interesse da empresa em aumentar os campos de atuação em vários segmentos e, concomitantemente, aumentar os lucros. Ainda segundo os autores,

A lucratividade da Sabesp é obtida com o fornecimento de água e a prestação de serviços de esgotos, o que a impele a vender quantidades cada vez maiores de água, cobrando tarifas vantajosas, mesmo dos serviços de esgotamento, que não são prestados para boa parte dos usuários. [...] Esse conjunto de procedimentos expressa uma política privatizante, que se opõe à consideração da água como um bem público e recurso vital para a população. Essa é a bandeira de luta internacional dos movimentos sociais que querem assegurar a universalização do acesso à água (MATTER; TAGNIN; PRATA, 2014).

Dentre o processo de privatização da água e a luta de movimentos sociais pela sua reestatização, podemos citar entre outros conflitos na cidade de Cochabamba, na Bolívia. Em abril de 2000, trabalhadores e camponeses, revoltados com o aumento abusivo das tarifas de fornecimento de água, entraram em conflito com a empresa norte-americana Bechtel, que assumira em 1999 o serviço de água e esgoto na região.

Após uma semana de iniciado a luta pela água, na qual a empresa subira entre 150% a 180% os serviços prestados, o governo cancelou o contrato de concessão com a Bechtel. Com a vitória da manifestação popular, o serviço de água e esgoto baixou ao mesmo patamar de antes da privatização. Outra vitória do movimento social, foi a revogação da lei que conferia respaldo a privatização dos serviços de água no país a empresas privadas (FIORI; GONÇALVES, 2003).

Nesse contexto, a importância dessa manifestação social foi para conter o avanço dessa visão mercadológica de empresas privadas sobre os recursos hídricos no país boliviano e, fazendo um paralelo com a tendência na qual segue a SABESP, percebe-se o aumento das tarifas e a falta de gestão e planejamento presenciado na crise hídrica, notadamente sentido no triênio 2012-2014.

Nesse período de crise hídrica verificado no estado de São Paulo, vários bairros da Região Metropolitana de São Paulo – principalmente os localizados nas regiões

periféricas – e várias cidades no interior do estado, sofreram racionamentos diários de água.

De acordo com as Deliberações da Agência Reguladora de Saneamento e Energia Elétrica do estado de São Paulo (ARSESP) - 560 e 561, de 04 de maio de 2015, foi autorizado a aplicação do índice de reajuste cumulativo de 7,7875% sobre as tarifas vigentes referente ao ano de 2014, demonstrando que a diminuição do fornecimento de serviços de água e esgoto, devido as baixas vazões dos mananciais, não alterou a arrecadação da empresa SABESP, compensando a baixa do fornecimento de serviços de abastecimento público com o aumento das tarifas (COSTA, H. S., 2014).

Isso nos leva a fazer uma reflexão de que, até o momento, a discussão até aqui tratada é da premissa de pagamentos por serviços de água e esgotamento para o abastecimento público, que com a Lei Federal 9.433 – Lei das Águas – ocorre uma mudança de concepção sobre os recursos hídricos, através da Outorga do Uso da Água.

De acordo com Silva; Monteiro (2004), a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos trata-se:

de um ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (usuário da água) o uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nas condições expressas no respectivo ato. [...] Esse instrumento tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a este recurso, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídrica (SILVA; MONTEIRO, 2004).

De fato, com a Outorga de Uso de Recurso Hídrico, ocorre uma mudança conceitual da água. A água se torna uma mercadoria e pagaremos pela água que utilizamos. Sabemos que a discussão sobre esse assunto é ampla, deixando para um outro momento essa problemática.

Dentro desta pesquisa, fora analisado os ramos de atividades que fazem uso das águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP, e a seguir quanto que cada atividade é tributada dentro da metodologia que adotamos. Reforçando que as tributações das águas superficiais existem, mas não serão analisadas.

Como base para se calcular a tributação das atividades, utilizou-se a captação (65%) e o uso consuntivo (35%) da estimativa anual, em m<sup>3</sup>, de exploração de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP, como observa-se na Tabela 3.

**Tabela 3. Estimativa total de captação e uso consuntivo anual de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (m<sup>3</sup>)**

<b>Atividades</b>	<b>Captação (65%)</b>	<b>Uso Consuntivo (35%)</b>
Abastecimento Público	100.588,80	54.163,20
Agronegócio	191.638,20	103.189,80
Indústria	288.754,70	155.483,30
Serviços e Comércio	329.590,30	177.471,70
Utilidade Pública	70.574,40	38.001,60
Abastecimento Privado	22.551,10	12.142,90
<b>Total</b>	<b>1.003.697,50</b>	<b>540.452,50</b>

Fonte: DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

Analisando a Tabela 4, observa-se uma lógica inversa comparado com algumas literaturas. O maior consumidor e pagador na captação de águas subterrâneas é o setor de serviços e comércio, considerando que, o setor de agronegócio e indústria são as atividades que menos consomem recursos hídricos no município, que conseqüentemente, pagam menos pela captação desse recurso. Apesar que, somados, juntos pagam quase o dobro que o setor de serviços e comércio.

**Tabela 4. Estimativa de arrecadação anual pela captação de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (R\$)**

<b>Atividades</b>	<b>Tarifa m<sup>3</sup>/ano</b>
Abastecimento Público	1.186,95
Agronegócio	2.261,33
Indústria	3.407,30
Serviços e Comércio	3.889,17
Utilidade Pública	832,78
Abastecimento Privado	266,10
<b>Total</b>	<b>11.843,63</b>

Fonte: DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

Na tabela acima, foram analisadas a captação de águas subterrâneas e a tributação pelo uso desse recurso natural. Não foi considerado o uso consuntivo da água, que segundo Carvalho; Silva, (2006),

[...] é quando, durante o uso, é retirada uma determinada quantidade de água dos mananciais e depois de utilizada, uma quantidade menor e/ou com qualidade inferior é devolvida, ou seja, parte da água retirada é consumida durante seu uso ou possui alterações nos parâmetros de qualidade (CARVALHO; SILVA, 2006).

Desse modo, a Tabela 5 demonstra, hipoteticamente, a perda e/ou retorno da água com baixa qualidade, na qual utilizamos como parâmetro 35% referente ao consumo que a atividade exerceu sobre a captação da água subterrânea.

**Tabela 5. Estimativa de arrecadação pelo uso consuntivo de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (R\$)**

<b>Atividades</b>	<b>Tarifa m<sup>3</sup>/ano</b>
Abastecimento Público	1.272,84
Agronegócio	2.424,95
Indústria	3.653,86
Serviços e Comércio	4.170,58
Utilidade Pública	893,04
Abastecimento Privado	285,36
<b>Total</b>	<b>12.700,63</b>

Fonte: DAEE, (2014). Organizado pelo autor.

Novamente, observa-se o setor de Serviços e Comércio se destacando quanto ao pagamento sobre o uso consuntivo de águas subterrâneas em comparação aos outros ramos de atividades. Para obtermos uma melhor exatidão de quanto cada ramo de atividade paga pelo uso do recurso hídrico subterrâneo, e quanto gera de arrecadação ao município, a Tabela 6 demonstra a arrecadação da captação e do uso consuntivo de cada atividade que faz uso das águas subterrâneas.

**Tabela 6. Estimativa de arrecadação total por consumo anual de águas subterrâneas no município de Piracicaba-SP no ano de 2014 (R\$)**

<b>Atividades</b>	<b>Tarifa m<sup>3</sup>/ano</b>
Abastecimento Público	2.459,79
Agronegócio	4.686,28
Indústria	7.061,16
Serviços e Comércio	8.059,79
Utilidade Pública	1.725,82
Abastecimento Privado	551,66
<b>Total</b>	<b>24.544,50</b>

Fonte: DAEE, 2014. Organizado pelo autor.

Com os dados da Tabela acima, conseguimos obter o valor total arrecadado pelo município de Piracicaba-SP das atividades econômicas que fizeram uso das águas subterrâneas no ano de 2014, sendo R\$ 11.843,62 para água captadas no valor de R\$ 0,00118/m<sup>3</sup> e R\$ 12.700,62 para águas consumidas no valor de 0,0235/m<sup>3</sup>, perfazendo um total de arrecadação de R\$ 24.544,50.

Através desses recursos arrecadados pela cobrança, o Comitê PCJ – Piracicaba, Capivari e Jundiaí, investem em diversas aplicabilidades, como saneamento, planejamento, saúde ambiental, conservação e proteção dos recursos naturais, monitoramento hidrológico, uso e conservação da água, educação ambiental, entre outros.

Segundo Demajorovic; Caruso; Jacobi (2015) analisou,

[...] como a cobrança da água está contribuindo para modificar o comportamento dos usuários industriais na região das bacias hidrográficas do PCJ.

Isto decorre da constatação de diversos autores de que, ao se atribuir valor econômico à água, esse mecanismo de mercado se torna um forte indutor da mudança de comportamento dos usuários hídricos (DEMAJOROVIC; CARUSO; JACOBI, 2015, p. 1208).

Através do estudo desses autores, concluíram que a região das bacias hidrográficas do PCJ não alterou a mudança de comportamento dos usuários, que estes, consideram a cobrança de valores muito irrisórios para empresas de médio e grande porte (DEMAJOROVIC; CARUSO; JACOBI, 2015, p. 1208-1209). Portanto, é necessário fazer um trabalho de conscientização dos usuários domésticos, de serviços, industriais e do agronegócio, com o intuito de estimular as melhorias da gestão dos recursos hídricos, e aprimorar as viabilidades para garantir a sustentabilidade hídrica para a região da bacia hidrográfica e o município de Piracicaba-SP.

## 5. CONCLUSÃO

Ao longo desse trabalho vimos que historicamente Piracicaba sempre esteve ligado ao setor agrícola, que contribuiu para o desenvolvimento do setor industrial e o setor de serviços e comércio. Nesse sentido, como paradigma para compreender o trabalho, além desses setores, buscou-se dividir por atividades econômicas tais como: (1) abastecimento público, (2) agronegócio, (3) indústria, (4) serviços e comércio, (5) abastecimento privado e (6) utilidade pública, para quantificar como essas atividades fazem uso das águas subterrâneas e obtermos resultados significativos.

Os resultados apresentados através dos dados obtidos junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), demonstram a predominância da atividade de serviços e comércio (34%) sobre a atividade industrial (29%) e de agronegócio (20%), perfazendo 83% da captação total de águas subterrâneas, enquanto abastecimento público (6%), utilidade pública (4%) e abastecimento privado (7%) juntos, captam 17% das águas subterrâneas no município de Piracicaba referente ao ano de 2014.

Entretanto, o que se verificou nesta pesquisa é a utilização das águas subterrâneas, consideradas de melhor qualidade, para uso na sua grande maioria, para as atividades econômicas do município. Demonstrando que o processo de desenvolvimento econômico de Piracicaba, dentre eles os setores de serviços e comércio, industrial e de agronegócio, ocorre uma predominância destes na exploração das águas subterrâneas. Como consequência, essas atividades exercem uma pressão maior sobre a demanda hídrica subterrânea que os setores de abastecimento para a população. O que não justifica, nesse caso, a redução por parte do consumo doméstico, sobretudo sobre a água subterrânea.

Além disso, quantificou o quanto de tributação os setores econômicos pagam pela exploração de águas subterrâneas, demonstrando o baixo custo por m<sup>3</sup> pelo uso desse recurso natural. Através dessa tributação e por meio da outorga, o Comitê PCJ investe em melhorias como saneamento, proteção de mananciais, entre outros. Também vale ressaltar, a importância da fiscalização para que as ações e iniciativas do Comitê sejam realizadas.

Portanto, devemos avaliar que houve avanços verificados com a implantação da cobrança e sua regularização, ao mesmo tempo que a averiguação da necessidade de ações governamentais mais contundentes sobre o tema gestão das águas



subterrâneas contribuirá para que se possa ter como principal objetivo a sustentabilidade e a otimização dos recursos hídricos.

## 6. REFERÊNCIAS

ARAB, P. B.; PERINOTTO, J. A. J.; ASSINE, M. L. **Grupo Itararé (P – C da Bacia do Paraná) nas regiões de Limeira e Piracicaba-SP:** Contribuição ao estudo das litofácies. *Geociências*, Unesp, v. 28, n. 4, São Paulo, 2009. P. 501-521.

ASSEMAE. **Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento.** Disponível em: <>. Acesso em: 12-12-2015.

ASSINE, M. L.; ZACHARIAS, A. A.; PERINOTTO, J. A. J. **Paleocorrentes, Paleogeografia e Seqüências deposicionais da Formação Tatuí, Centro-Leste do estado de São Paulo.** *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 33, 2003.

BARCELLOS, T. M.; MAMMARELLA, R. **O Significado dos Condomínios Fechados no Processo de Segregação Espacial nas Metrôpoles.** Secretaria do Planejamento e Gestão. Porto Alegre, 2007.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. **Água:** um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 4, n. 1, p. 75-108. Taubaté, 2008.

BARBOSA, E. M. **Água doce:** direito fundamental da pessoa humana. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XI, n. 58, out 2008. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=3172](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3172)>.

Acesso em 12-12-2015.

BENEDITO, C.; SOUZA, J. G. **Análise do Uso da Terra, dos Impostos (ITR) e da Concentração da Terra no município de Piracicaba (SP): O Setor Sucroenergético e a Homogeneização da paisagem.** *Revista Agrária*, São Paulo, nº 13, pp. 62-79, 2010.

BILAC, M. B.; TERCI, E. T. **Piracicaba:** de centro policultor a centro canavieiro (1930-1950). Piracicaba, 2001.

BRAGA, et. al. A reforma institucional do setor de recursos hídricos. In: REBOUÇAS, et. al. (org.) **Águas Doces no Brasil:** Capital Ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 15-09-2015a.

\_\_\_\_\_. **Agência Nacional de Águas.** Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=6#>>. Acesso em: 15-09-2015b.

\_\_\_\_\_. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Pib\\_Municipios/2012/base/base\\_1999\\_2012\\_xlsx.zip](ftp://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2012/base/base_1999_2012_xlsx.zip)>. Acesso em: 15-09-2015c.

\_\_\_\_\_. **LEI FEDERAL nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 1997. Legislação Federal.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Apostila de hidrologia.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. 18 p.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.** ESALQ, USP. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 15-09-2015.

COSTA, H. S. **Crise Hídrica? A Sabesp vai muito bem, obrigado!** Portal Ecodebate, 17 de dezembro de 2014. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2014/12/17/crise-hidrica-a-sabesp-vai-muito-bem-obrigado-artigo-de-heitor-scalambrini-costa/>>. Acesso em: 16-12-2015.

DEMAJOROVIC, J.; CARUSO, C.; JACOBI, P. R. **Cobrança do uso da água e comportamento dos usuários industriais na bacia hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá.** Revista Adm. Pública, Rio de Janeiro, 2015; p. 1193-1214.

EMERIQUE, L. P. **Dos Engenhos de Açúcar à Indústria Automobilística: O desenvolvimento e as transformações da indústria no município de Piracicaba – SP.** Tese em Geografia Humana, USP/São Paulo, 2014.

EMERIQUE, L. P.; BERNARDINETTI, N. A Gênese Industrial do Município de Piracicaba – SP. **Anais XVI Encontro Nacional de Geógrafos.** Porto Alegre, 2010.

FERREIRA, L. **Do acesso à água e do seu reconhecimento como direito humano.** Revista de Direito Público, Londrina, v. 6, n. 1, p. 55-69, jan/abr. 2011.

FIORI, M.; GONÇALVES, J. A. Exportação pode gerar 2º “Guerra da Água”. Disponível em: <[www.cartamaior.com.br/detalheImprimir.cfm?conteudo\\_id=466&flag\\_destaque\\_longo\\_curto=L](http://www.cartamaior.com.br/detalheImprimir.cfm?conteudo_id=466&flag_destaque_longo_curto=L)>. Acesso em 12-12-2015.

GALLO, Z.; MARTINS, L. A. de T. Qualidade do Crescimento Econômico: Uma reflexão sobre o caso de Piracicaba. In: TERCI, E. (org.). **O Desenvolvimento de Piracicaba: Histórias e Perspectivas**. Piracicaba: Editora Unimep, 2001.

HIRATA, R. C. A.; ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. **Água subterrânea: reserva estratégica ou emergencial**. In: BICUDO, Tundisi, Scheuenstuhl (orgs.). Águas do Brasil: análises estratégicas. Cap. IX, 2010, p. 149-161.

IPCC. **MUDANÇA DO CLIMA 2007: a base das ciências físicas**. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto relatório de Avaliação do painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Genebra: OMM, 2007.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do estado de São Paulo**. Instituto Geológico. SMA, São Paulo, 2012.

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas**. Estudos Avançados, vol. 22, no 63: São Paulo, 2008.

\_\_\_\_\_. **O Futuro Clima no Brasil**. Revista USP, n. 103, p. 25-32, São Paulo: 2014

MARENGO, J. A. et al. **Caracterização do clima no Século XX e Cenários do Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos de Clima do IPCC**. Brasília: MMA, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2007b.

MARIN, F.; NASSIF, D. S. P. **Mudanças Climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 17, n.2, pp. 232-239, Campina Grande, 2013.

MATTER, D.; TAGNIN, R.; PRATA, J. **A crise é maior do que a chuva**. Disponível em: < <http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=1638>>. Acesso em: 12-12-2015.

MIGUEZ, J. D. G. O Protocolo de Quioto no âmbito da atual negociação do regime internacional sobre mudança do clima. In: MOTTA, R. S. et al. **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011.

OBREGON, G., MARENGO, J. A. **Caracterização do clima do Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e temperaturas médias e extremos**. Brasília, MMA: 2007.

OLIVA, A.; KIANG, C. H. Caracterização hidroquímica de águas subterrâneas no município de Rio Claro-SP. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, L. A.; CAMPOS, J. E. G. **Comportamento estrutural do Sistema Aquífero Guarani no estado de Goiás, Brasil**. Revista Brasileira de Geociências. Vol. 42, p. 128-141, 2012.

OLIVEIRA, R.D. F.; ALVES, J. W. S. **Mudanças Climáticas Globais no estado de São Paulo**. São Paulo: SMA, 2012.

**Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PMBC**: Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Org. AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. COPPE, UFRJ, 464 pp, Rio de Janeiro: 2014.

PIZZOLATTI, I. J. **Visão e conceito de agribusiness**. SEBRAE, 2004. Disponível em: <<http://bis.sebrae.com.br/bis/resultadoBusca.zhtml?q=lves+Jos%C3%A9+Pizzolatti>>. Acesso em 12-12-2015.

PUPIM, F. N. **Aspectos fisiográficos do município de Rio Claro – SP**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, IGCE, Rio Claro, 2010.

RAMOS, P. História Econômica de Piracicaba (1765 – 1930): as particularidades do complexo canavieiro paulista. In: TERCI, E. (org.) **O Desenvolvimento de Piracicaba: Histórias e Perspectivas**. Piracicaba: Editora Unimep, 2001.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, et. al. (org.) **Águas Doces, no Brasil**: Capital Ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

\_\_\_\_\_. **Água no Brasil**: abundância, desperdício e escassez. BAHIA ANÁLISE & DADOS, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, Salvador, 2003.

ROCHA, G. et. al. Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo. **XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo, 2006.

SAMPAIO, S. S. **Geografia Industrial de Piracicaba: Um exemplo de interação indústria-agricultura**. Série Teses e Monografias, nº 21, São Paulo, 1976.

SANTOS, A. F. et. al. **Climatic diagnostics of the drought over Southeastern Brazil during summer 2014 and impacts over the water supply in the Cantareira reservoir**. The Climate Symposium, 2014.

SCARLATTO, F. C. **População e Urbanização Brasileira**. In: ROSS, J. L. S. (org.) Geografia do Brasil. 4º ed., São Paulo: Edusp, 2003.

SAAD, A. R.; SANTOS, P. R.; CAMPOS, A.C. R. **Evolução Tecto-Sedimentar do Grupo Tubarão (Neopaleozóico), na Margem Nordeste da Bacia do Paraná**. Anual Academia Brasileira de Ciência. São Paulo, 1979.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 50.667**, de 30 de março de 2006. Regulamento da Outorga de Direitos de uso dos Recursos. São Paulo, 2006. Legislação Estadual

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 61.430**, de 17 de agosto de 2015. Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

\_\_\_\_\_. ARSESP, **Deliberação 560**, de 04 de maio de 2015. Aprova a Nota Técnica Final nº RTS/004/2015 – Ajuste Tarifário da Sabesp para 2015.

\_\_\_\_\_. ARSESP, **Deliberação 561**, de 04 de maio de 2015. Autoriza o valor da Tarifa Média Máxima (P1) = R\$ 3,20416/m<sup>3</sup>, resultando no índice de reposicionamento tarifário de 6,9154%, aplicável sobre as tarifas autorizadas nesta data pela Deliberação ARSESP nº 560/2015.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 7.663**, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo, 1991. Legislação Estadual

\_\_\_\_\_. **Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo**: escala 1:1.000.000. DAEE, IG, IPT, CPRM. São Paulo, 2005.

\_\_\_\_\_. **Portaria DAEE nº 2.292**, de 03 de agosto de 2012. Estabelece a outorga como instrumento da Política Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo, 2012.

SILVA, L. M. C.; MONTEIRO, R. A. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens, In: Machado, C. J. S. **Gestão de Águas Doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

TOMINAGA, L. K. **Geologia da folha de São João da Boa Vista**. Revista IG, São Paulo, 1981.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2. Ed., 2005.

VIDAL, A. C.; ROSTIROLLA, S. P.; KIANG, C. H. **Análise de favorabilidade para a exploração de água subterrânea na região do Médio Tietê, estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências, 2005.