

---

## PERFIL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS EM ADAMANTINA SP, BRASIL

LOURENCETTI, Josiane<sup>1</sup>  
PRATES, Marcelo Marconato<sup>1</sup>  
BURKERT, Denilson<sup>2</sup>

---

Recebido em: 2014.02.06

Aprovado em: 2015.09.08

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1445

---

**RESUMO:** A crescente utilização dos mananciais subterrâneos para o suprimento da demanda de água dos diversos usuários decorre principalmente das vantagens apresentadas por este recurso hídrico, como a filtragem natural, a diminuição nas etapas de tratamento e, a inexistência de perdas por evaporação. Um fator importante na escolha do manancial para a captação é a qualidade da água subterrânea, que de acordo com a finalidade do uso deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, visando evitar a ocorrência de doenças. O objetivo do trabalho foi verificar a qualidade da água subterrânea no município de Adamantina – SP, por meio de informações de 37 poços outorgados e cadastrados no DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica) de Presidente Prudente, que continham resultados de análises qualitativas da água, no período de 2006 a 2012. Os softwares Surfer e Excel foram utilizados na elaboração de mapas temáticos e geração de gráficos. Na verificação da qualidade da água, foram adotados os padrões de potabilidade e organolépticos estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Os resultados indicaram valores no limite do padrão de potabilidade em um poço para cromo, em seis poços para chumbo, em três poços para manganês, em dois para ferro e, para as substâncias bromato e cloreto, em apenas um poço. Foi verificada maior quantidade de fontes potenciais de contaminação do manancial subterrâneo na bacia hidrográfica do córrego Tocantins, sendo necessários estudos mais aprofundados e monitoramento de pontos específicos para identificar fontes pontuais de contaminação.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos. Aquífero Bauru. Aquífero Serra Geral. Cromo. Nitrato.

## WATER QUALITY PROFILE OF WELLS IN ADAMANTINA – SP, BRAZIL

**SUMMARY:** The increasing use of underground water sources for the supply of the water demand of the various users takes place mainly the advantages presented by this water feature, as the natural filtering, the decrease in steps of treatment and the absence of losses by evaporation. An important factor in the choice of source for abstraction is the quality of groundwater, which according to the purpose of use must meet the drinking water standards set by the Ministry of health, in order to prevent the occurrence of diseases. The objective of this work was to verify the quality of groundwater in the municipality of Adamantina-SP, through information from 37 wells granted and registered in the DAEE (Department of water and Power) of Presidente Prudente, containing qualitative analysis results of the water, in the period from 2006 to 2012. The Surfer software and Excel were used in the preparation of thematic maps and graphics generation. In verifying the quality of water potability standards were adopted and organoleptic laid down in ordinance No. 2,914/2011 the Ministry of health. The results indicated values in the default limit of drinking in a well for chrome, in six wells to lead by three wells to manganese in two for the metal and, for substances and chloride bromate in a well. Has been verified as many potential sources of contamination of underground water source in the basin of Tocantins stream, requiring deeper studies and monitoring of specific points to identify point sources of contamination.

**Keywords:** Water resources. Bauru Aquifer. Serra Geral Aquifer. Chrome. Nitrate.

---

## INTRODUÇÃO

Os recursos subterrâneos representam uma importante fonte de abastecimento, para diversos tipos de utilização da água, devido as vantagens apresentadas em relação aos recursos superficiais, quanto a

---

<sup>1</sup> Pós-graduanda FEIS/UNESP

<sup>2</sup> Pesquisador Científico APTA Regional Alta Paulista

qualidade e a garantia de oferta em períodos de estiagem (BEAR, 1979).

Segundo Albertin (2008) a distribuição desigual dos recursos hídricos em regiões distintas contribui para o problema de escassez, tanto em quantidade como em qualidade, sendo que o aumento constante da urbanização, industrialização e da atividade agrícola, intensifica esse processo.

Devido ao escasseamento dos recursos hídricos superficiais, caracterizado tanto pela diminuição do volume disponível, quanto pela degradação da qualidade da água, os mananciais subterrâneos vêm sendo utilizados de uma forma cada vez mais expressiva (TUNDISI, 2008).

No Estado de São Paulo as águas subterrâneas apresentam grande importância, pois aproximadamente 80% dos municípios são, total ou parcialmente, abastecidos por essas fontes, sendo realizado semestralmente pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) o monitoramento da qualidade da água dos poços (CETESB, 2010).

Entre os anos de 2004 e 2012 foi observado um aumento de 32,5% no número de poços monitorados, passando de 162 para 240 poços. Desse total, 30 poços estão situados nas UGRHIs (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos) 20 e 21 que representam as bacias dos rios Aguapeí e Peixe, respectivamente (CETESB, 2004 e CETESB, 2013a).

O fornecimento de água para as cidades, pertencentes às UGRHIs 20 e 21, provém fundamentalmente de fontes subterrâneas originadas principalmente dos aquíferos Serra Geral e Bauru, ambos com o comportamento de aquífero livre (CAMPOS, 2004).

De acordo com Iritani e Ezaki (2008) o aquífero Serra Geral é um aquífero fraturado, constituído por uma sequência de derrames de lava vulcânica, que originaram as rochas basálticas, tem sua maior parte recoberta pelo aquífero Bauru de origem sedimentar, e ambos ocupam a metade oeste do Estado de São Paulo (ROCHA et al., 2006).

Segundo a CETESB (2013a), no Estado de São Paulo, no período de 2010 a 2012, foram encontradas concentrações pontuais excessivas aos padrões de qualidade das águas do aquífero Bauru, para cromo e nitrato. No aquífero Serra Geral, nesse mesmo período, foram identificados valores que ultrapassam o limite permitido para nitrato, alumínio, boro e chumbo.

Em termos de qualidade de água nas UGRHI's 20 e 21 (Peixe e Aguapeí) o aquífero Bauru apresenta parâmetros em desconformidade com os padrões estabelecidos para bário, cromo, nitrato, bactérias heterotróficas e coliformes totais (CETESB, 2013a e CBH-AP, 2013).

As informações sobre a situação da qualidade e quantidade de água são fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos. Conforme a Lei 9.433/1997 esse processo deve considerar a interligação dos mananciais subterrâneos e superficiais, e os aspectos qualitativos e quantitativos, almejando a longo prazo, o uso sustentável das águas.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos, um dos cinco instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água. As informações sobre a quantidade e a qualidade dos mananciais podem ser armazenadas nos sistemas de informações, e utilizadas no gerenciamento dos recursos hídricos por instituições gestoras e fiscalizadoras.

O trabalho teve como objetivo realizar uma descrição da qualidade da água subterrânea a partir de dados contidos nos processos de outorga de captação de águas subterrâneas em poços situados em Adamantina - SP tendo como parâmetro de qualidade os padrões de potabilidade e organolépticos de acordo com a legislação em vigor.

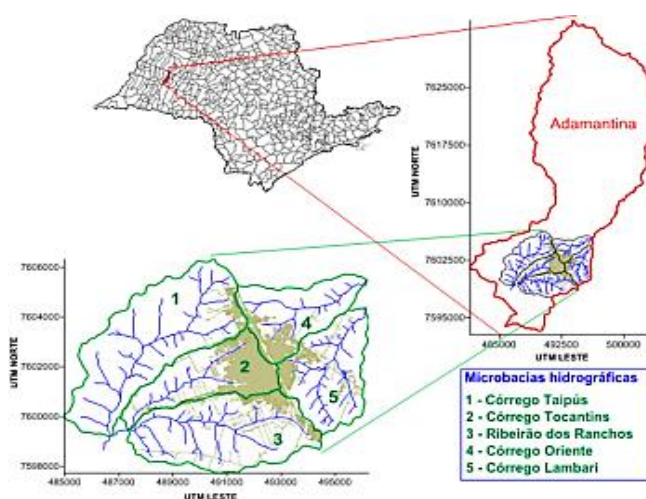
## 1 MATERIAL E MÉTODO

### 1.1 Área de estudo

O município de Adamantina – SP está situado entre as coordenadas 20°41'07'' de latitude Sul e 51°04'21'' de longitude Oeste, ocupando uma área territorial de 411,4 km<sup>2</sup>, com população de 33.797 habitantes contabilizada em 2010 (IBGE, 2013) e grau de urbanização de 94,53% (SEADE, 2013).

Inicialmente a área do município foi dividida de acordo com as áreas de suas cinco sub-bacias hidrográficas, que são: córrego Taipus, córrego Tocantins, ribeirão dos Ranchos, córrego Oriente e córrego Lambari (Figura 1). Nas sub-bacias 1, 2 e 3, o fluxo das águas segue com destino ao Rio do Peixe e, nas sub-bacias 4 e 5, com destino ao Rio Aguapeí.

**Figura 1-** Localização da área de estudo, Adamantina – SP, Brasil



### 1.2 Construção de mapas e base de dados vetoriais

A partir da partição da área do município de acordo com suas sub-bacias hidrográficas iniciou-se a construção de mapas baseados em dados vetoriais. Para isso foi utilizada imagem de satélite datada de 14/09/2011 produzida pelo software Google Earth. Utilizando-se de ferramentas do software, foram digitalizados os contornos das sub-bacias hidrográficas, da área urbana e periurbana do município de Adamantina e, as linhas dos cursos d'água principais e seus afluentes (Figura 2).

Após a digitalização, os arquivos vetoriais foram exportados em extensão compatível com o software Spring 5.1.8 (kml), no qual foram transformados em extensão reconhecível pelo Surfer 10 (dxf) e, neste último foram processados os mapas.

**Figura 2** – Arquivo vetorial digitalizado sobre imagem de satélite do Google Earth

### 1.3 Avaliação da qualidade da água

O estudo foi realizado por meio de coleta de informações de poços no município de Adamantina, as quais foram processadas nos softwares Microsoft Excel e Surfer 10, tendo como finalidade a elaboração de gráficos, tabelas e mapas temáticos para o processamento dos dados coletados.

A coleta foi realizada em outubro de 2013, por meio de consulta ao banco de dados disponível no escritório do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE) de Presidente Prudente, do qual foram extraídas informações das análises de água dos poços outorgados e em processo de outorga junto a este departamento, que correspondiam a 37 de um total de 60 poços cadastrados para o município de Adamantina.

As informações foram tabuladas e em seguida conferidas, logo após, os valores das concentrações foram analisados junto à Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a qual estabelece padrão de potabilidade da água para consumo humano.

Os poços foram classificados de acordo com as concentrações apresentadas, de modo que se selecionou os poços com a concentração acima ou nos limites do valor permitido, para os padrões de potabilidade ou destinados ao consumo humano.

Os poços selecionados foram identificados e, por meio das coordenadas UTM's foi realizada a interpolação dos valores das substâncias, sendo elaborado mapas de isovalores, com o propósito de identificar regiões críticas na qualidade da água. Além da identificação de regiões críticas, os mapas serviram para verificar a existência de possíveis fontes responsáveis pela contaminação do manancial subterrâneo.

Foi também realizada classificação dos poços em função dos volumes de água explorados e em função de seu uso, sendo considerados como, consumo humano e outros usos. Na categoria consumo humano ficaram os poços em que a informação disponibilizada pelo DAEE constava como abastecimento público, consumo humano e, uso doméstico, cujos poços localizam-se no meio rural. Na categoria outros usos foram agrupados os poços com as informações: industrial, sanitário, irrigação, dessedentação animal e, uso doméstico, os quais se localizam no meio urbano.

Tal classificação quanto ao uso, se deu em função de dois padrões de potabilidade para a água de consumo humano: substâncias que representam risco a saúde e padrão organoléptico. A Portaria nº 2.914/2011 trata desses padrões, tanto para a água obtida de forma coletiva ou individual.

Para o cálculo do volume de água explorado foram utilizadas as informações da vazão captada e do tempo de bombeamento do poço em cada uma das categorias.

A elaboração dos mapas com a identificação e localização das fontes potenciais de contaminação, isovalores das substâncias, localização dos poços e a contabilidade das áreas urbanizadas foi realizada no Software Surfer.

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Adamantina – SP o fornecimento de água para o abastecimento público e demais usuários, tanto no meio urbano como no rural, provém principalmente de fonte subterrânea, explorando somente os aquíferos Bauru e Serra Geral.

De acordo com Hirata, Suhogusoff e Fernandes (2007) a maior dependência do manancial subterrâneo para abastecimento público no Estado de São Paulo se encontra nas suas regiões Norte, Central e Ocidental. Segundo esses autores as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe estão entre as bacias com maior dependência de água subterrânea para qualquer finalidade de uso no Estado de São Paulo, representando dependência de 88% e de 61% na bacia do rio Aguapeí e na bacia do rio do Peixe, respectivamente.

De acordo com os dados coletados, o principal uso da água subterrânea no município de Adamantina, considerando o volume de água explorado, é representado pelo consumo humano com 78% do total, ou seja, 10.538 m<sup>3</sup>/d, seguido pelos demais usos com 3.068 m<sup>3</sup>/dia. Considerando a quantidade de poços, a categoria demais usos apresenta 12 perfurações a mais em relação ao consumo humano, totalizando 60% dos poços cadastrados (Figura 3).

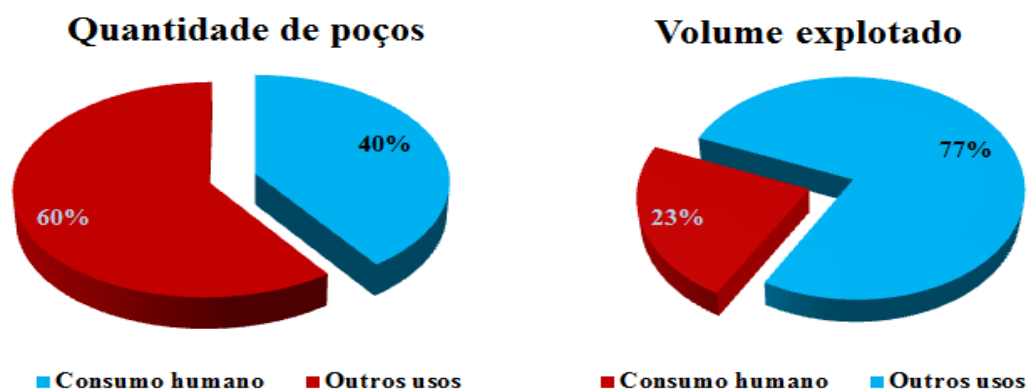
Conforme Prandi (2010) o maior usuário de água subterrânea nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe é o abastecimento público com 60%, seguido pela irrigação com 15%. O principal manancial para a captação subterrânea nessas bacias é o aquífero Bauru, com 262 poços explorando 6.090 m<sup>3</sup>/h (PRANDI et al., 1998).

Conforme CETESB (2004) o aquífero Bauru apresenta comportamento de aquífero livre e possui grande área de afloramento, fatores que proporcionam uma maior vulnerabilidade a contaminação. Em relação à formação do aquífero Bauru no município, esse aflora de modo generalizado em praticamente toda a área representado pela formação Adamantina (PAULA e SILVA et al., 2003).

De acordo com Soares et al. (1980) a formação Adamantina é descrita como um conjunto de fácies compostas por bancos de arenito portando estratificação cruzada, intercalados a bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos. Esse perfil estrutural apresenta susceptibilidade à contaminação em virtude de seu potencial de permeabilidade.

Considerando a capacidade de permeabilidade do aquífero Bauru, aponta-se como fontes locais e potenciais de contaminação: o uso de fossas negras, os vazamentos na rede coletora de esgotos, a recarga por rios contaminados, a aplicação de fertilizantes e insumos agrícolas.

Conforme o Plano de Bacia dos rios Aguapeí e Peixe (2008) Adamantina apresenta uma situação considerada média-alta em termos de vulnerabilidade das águas subterrâneas.

**Figura 3** – Usos da água subterrânea no município de Adamantina – SP, Brasil

Em comparação com a Portaria nº 2.914/2011 a qual indica os valores máximos permissíveis para substâncias que representam risco à saúde, observou-se que em 5 poços a substância cromo apresentou valores próximos do limite estabelecido pela portaria (0,04 mg/L) e 1 poço apresentou valor no limite estabelecido, ou seja, 0,05 mg/L (Tabela 1).

Em relação à substância chumbo, 6 poços apresentaram valores no limite, ou seja, a concentração máxima permitida pela portaria (0,01 mg/L) e 1 poço próximo do limite (0,009 mg/L). No caso da substância manganês, foram observados 3 poços demonstrando valores junto ao limite.

O poço com valor no limite do permitido para o cromo capta água na formação Serra Geral, que corresponde a basaltos fraturados.

**Tabela 1-** Substâncias listadas na Portaria nº 2.914/2011 encontradas em análises das águas dos poços no município de Adamantina submetidos ao processo de outorga pelo direito ao uso da água.

Substância	Concentração Máxima Permitida (mg/L)	Nº de poços		Tipo de substância	Datas das análises
		No limite	Próximo dolimite		
Bromato	0,01	1	0	Desinfectante	2007
Chumbo	0,01	6	1	Inorgânica	2011 a 2012
Cloreto	250	1	0	Organoléptica	2006 a 2012
Cromo	0,05	1	5	Inorgânica	2008 a 2012
Ferro	0,3	2	0	Organoléptica	2008 a 2012
Manganês	0,1	3	0	Organoléptica	2006 a 2012
Nitrato	10	0	3	Inorgânica	2006 a 2008

A dispersão de poluentes no basalto fraturado é mais facilitada do que nos arenitos em função da estrutura física e química desta formação, sendo que a ocorrência de cromo nos poços do aquífero Serra Geral, além da possibilidade de ocorrência natural na formação conforme a constatada por Marcolan, Bourotte e Bertolo (2008) no município de Urânia, indica duas outras possibilidades. A primeira, por contaminação do solo e posteriormente do aquífero sotoposto (Bauru) e, a partir deste atingindo o aquífero sobreposto (Serra Geral). A segunda por intrusão da substância diretamente na formação por meio de



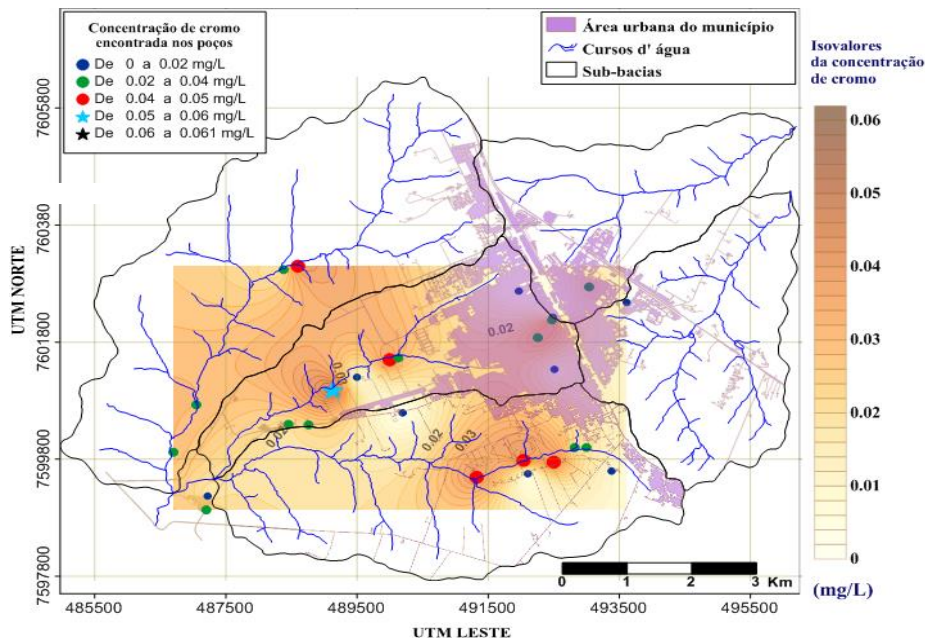
perfuração que ultrapasse o aquífero Bauru, como exemplo em poços desativados que não foram devidamente tamponados.

A ocorrência natural do elemento cromo em concentrações acima do permitido é rara, sendo assim, as áreas mais vulneráveis a contaminação por essa substância correspondem ao entorno de regiões ocupadas por indústrias de metal, tratamento de madeira, curtumes, mineração de cromo e processos de beneficiamento do metal (ALMODOVAR; PACHECO, 1995).

Na Figura 4 é demonstrado mapa de isovalores da concentração de cromo na região estudada, onde pode ser percebido que os poços com maiores valores da substância encontram-se fora da área urbanizada e próximos às calhas dos cursos d'água. Nesta figura pode-se observar uma região da bacia do córrego Tocantins, onde a concentração de cromo na água subterrânea apresenta níveis que podem representar riscos à saúde, tendo em vista que existe um poço, em processo de outorga e destinado ao abastecimento público, cujo resultado da análise para o parâmetro apresentou valor no limite do permitido pela Portaria nº 2.914/2011, ou seja, no valor de 0,05 mg/L.

Pode também ser observado na área de estudo, outros cinco poços em que a concentração de cromo se apresenta próximo ao limite estabelecido, ou seja, com valores de 0,04 mg/L. Embora estejam dentro do padrão permitido, as concentrações da substância nestes poços está muito próximo do limite, o que não deixa de ser preocupante visto que a água é utilizada para o consumo humano. Consequentemente, se ocorrer futuras adições de cromo no local, possivelmente os níveis se elevarão tornando as fontes impróprias para o consumo.

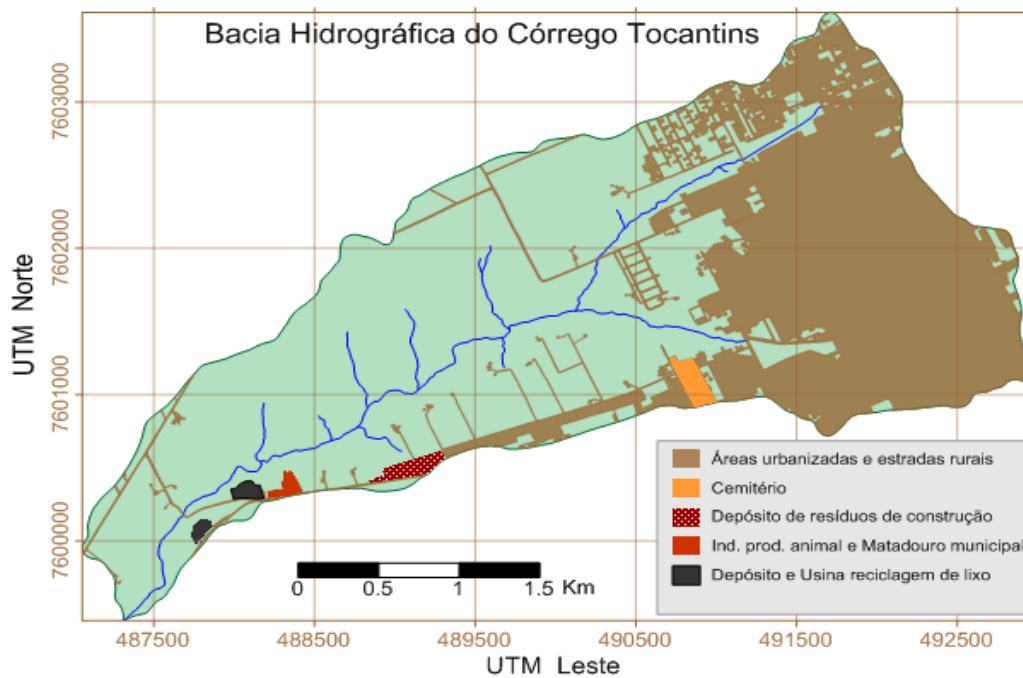
**Figura 4** – Isovalores da concentração de cromo em poços no município de Adamantina, com ilustração da distribuição dos poços utilizados na interpolação.



Em estudo realizado por Montero e Peixoto (2013) sobre a vulnerabilidade para a contaminação de aquíferos nas regiões do alto rio Aguapeí e alto rio do Peixe foi observado que a os locais que apresentam classificação considerada como extrema estão restritos às planícies fluviais dos dois recursos hídricos, fato que se assemelha aos dados observados nesse trabalho.

Na Figura 5 é apresentado mapa ilustrando a microbacia do córrego Tocantins, com a localização de fontes potenciais diversas de contaminação do manancial subterrâneo. Das cinco bacias onde está inserida a área urbana de Adamantina, esta apresenta maior percentagem de área urbanizada, como também possui maior quantidade de áreas potenciais de contaminação da água subterrânea.

**Figura 5** – Microbacia hidrográfica do córrego Tocantins (Adamantina – SP, Brasil), com ilustração das potenciais fontes de contaminação do manancial subterrâneo.



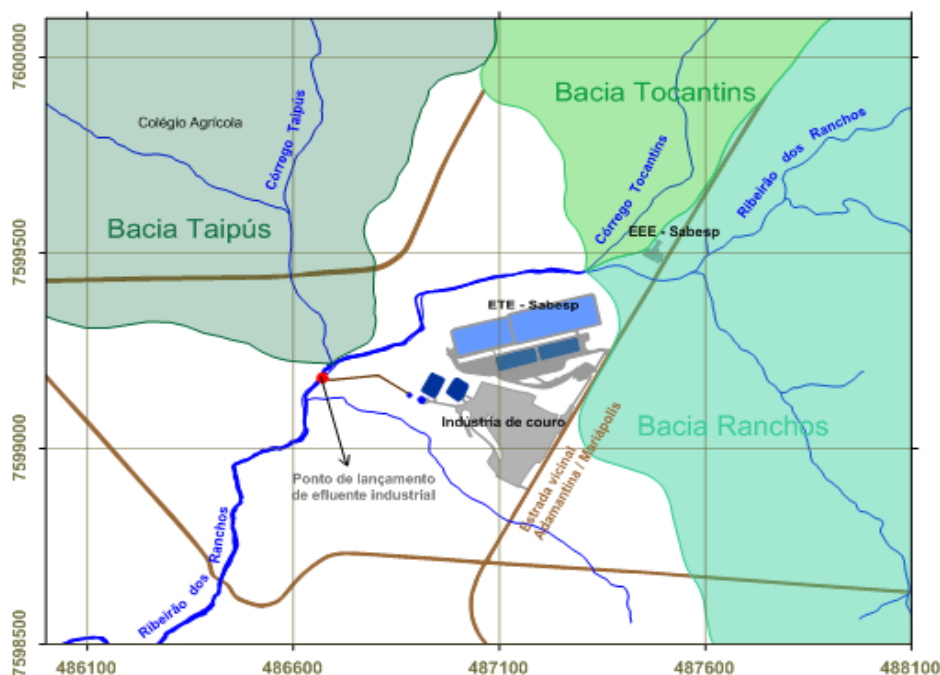
De acordo com Gonçalves (2008) diversas atividades contribuem para a contaminação do meio ambiente e do manancial subterrâneo por cromo, dentre as atividades são ilustradas algumas na Figura 5, como indústria de produção animal, matadouro, depósito de resíduos de construção e de resíduos sólidos. Assim, torna-se necessário um estudo mais aprofundado, com pontos estratégicos de monitoramento da qualidade do solo e da água a fim de identificar possíveis fontes pontuais de contaminação, para que possam ser tomadas medidas de controle e mitigação.

Como uma das potenciais fontes de contaminação por cromo tem-se a indústria de couro, que gera grande quantidade de resíduos, tanto na forma líquida como na forma sólida. Esses resíduos devem ser tratados antes do descarte ou armazenados em locais próprios, protegidos da ação de intempéries.

Na Figura 6 é demonstrado mapa detalhando a localização de uma indústria de processamento de couro no município de Adamantina. Percebe-se que a empresa está instalada próximo ao Ribeirão dos Ranchos, abaixo do ponto exutório da bacia do córrego Tocantins.



**Figura 6** – Caracterização de região onde se encontra instalada indústria de couro (fonte potencial de contaminação de cromo) em Adamantina – SP, Brasil.



No local existem dois poços captando água do aquífero Bauru, os quais apresentaram concentrações de cromo de 0,018 e 0,026 mg/L, abaixo dos valores encontrados em poços distantes da empresa.

Aspectos ambientais, como a origem química das rochas, podem ser os geradores dessas concentrações de cromo no local, no entanto, embora esses valores sejam inferiores aos demais, não pode ser descartada a hipótese da indústria de couro ser uma futura fonte de contaminação do meio ambiente, considerando-se a quantidade de resíduos líquidos lançados no Ribeirão dos Ranchos (Figura 6) e a capacidade de depuração do manancial com o passar dos anos.

Outra possibilidade de contaminação de cromo por resíduos gerados por essa indústria é o fato de que lodos resultantes do processamento do couro têm sido lançados em terras de propriedades rurais na região de Adamantina. Oliveira et al. (2006), constataram cromo em resíduos líquidos e sólidos descartados por essa indústria. Os mesmos autores indicam que o lodo gerado pela indústria era utilizado por agricultores da região. Porém, as análises realizadas pelos autores foram qualitativas, não sendo precisada em que quantidade a substância era introduzida no solo, nem mesmo descrito o estado de oxidação do cromo encontrado.

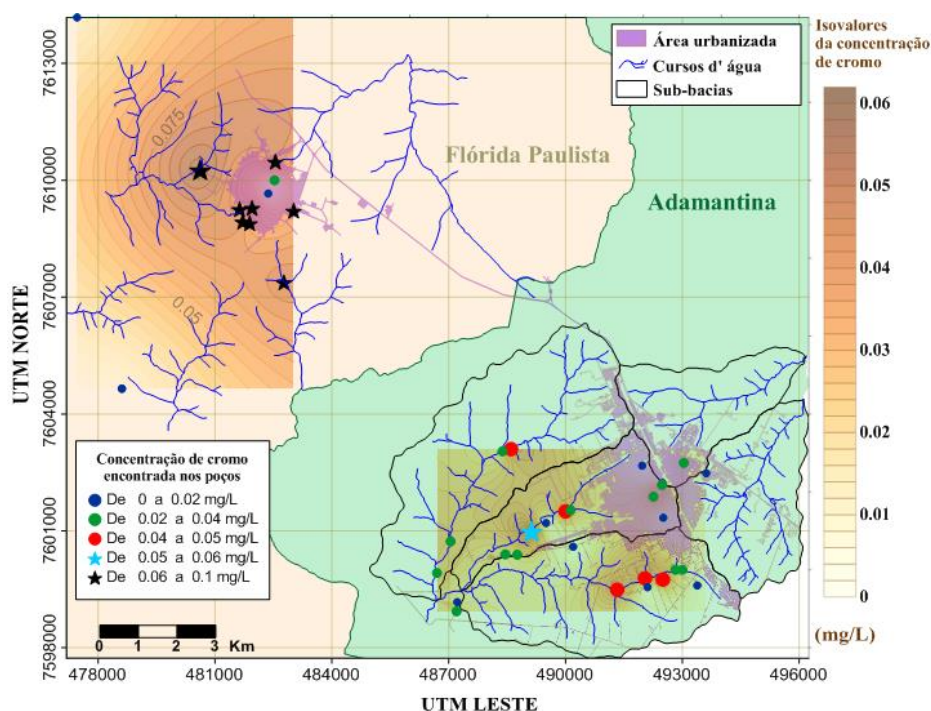
Em estudo realizado na cidade de Kanpur na Índia, Apteet al. (2005) encontraram quantidades consideráveis de cromo hexavalente na lama e amostras de solo em local onde lodo de curtume foi despejado, sendo também encontrado Cr (VI) em depressões de terras próximas, que foi transportado por escoamento superficial. Portanto este tipo de disposição final de lodo de curtume sem prévio tratamento contribui potencialmente com a introdução de cromo no ambiente, em primeiro momento no solo e posteriormente no manancial subterrâneo, dependendo das condições de oxiredução e pH na água e no material geológico do aquífero (CHOPPALA, BOLAN, PARK; 2013).

Segundo os valores encontrados nas análises das águas dos poços, o cromo é a substância com maior potencial de alteração da qualidade da água do manancial subterrâneo na região, visto que este

apresentou valores acima do permitido ou próximo do limite em quantidade significativa de poços e em diferentes formações aquíferas.

Na Figura 7 é demonstrada região de Flórida Paulista, município vizinho de Adamantina, em que as concentrações de cromo apresentaram valores acima dos padrões de potabilidade. Os poços instalados neste local estão em processo de outorga, cuja água tem como finalidade o abastecimento público.

**Figura 7** – Isovalores da concentração de cromo em poços nos municípios de Adamantina e Flórida Paulista – SP, Brasil, com ilustração da distribuição dos poços utilizados na interpolação.



Na região o aquífero Bauru é o manancial explorado pelos poços destinados ao abastecimento público, sendo que os basaltos da formação Serra Geral no local podem ser encontrados em profundidades superiores a 200 metros.

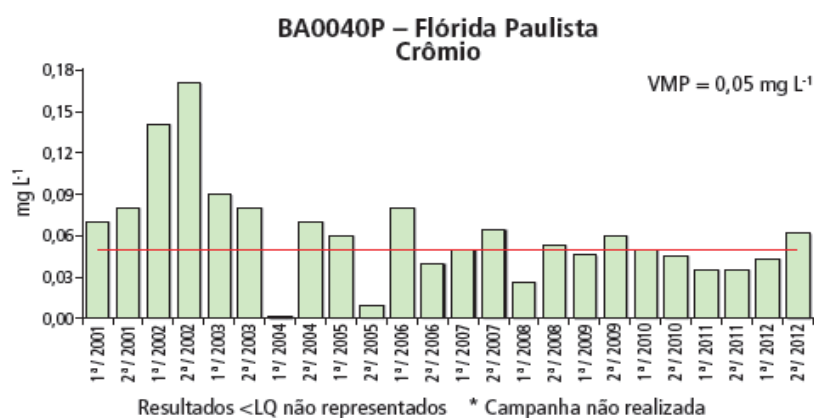
Diferente do que ocorre em Adamantina, em que os isovalores das concentrações de cromo são descritos na área rural do município, em Flórida Paulista os maiores valores são percebidos no entorno da área urbanizada.

Assim, não há informações que possibilitem correlacionar de forma mais precisas atividades desenvolvidas com a ocorrência de cromo nas diferentes áreas dos municípios, visto que substância é encontrada acima do limite em regiões e formações distintas, podendo ocorrer a partir de origem antrópica e/ou natural.

Conforme análise de qualidade da água realizada pela CETESB (2013a) no poço de observação BA0040P situado no município de Flórida Paulista há registros de concentrações acima do limite máximo permitido para cromo desde 2001 (Figura 8). As concentrações têm reduzido ao longo do tempo, no entanto, os valores ainda são superiores ao indicado na legislação.

Como não há registro de instalação e funcionamento de indústria de couro no município de Flórida Paulista, supõe-se que esta ocorrência seja natural.

**Figura 8** – Registro histórico das concentrações de cromo em Flórida Paulista – SP, Brasil.



Fonte: CETESB (2013a)

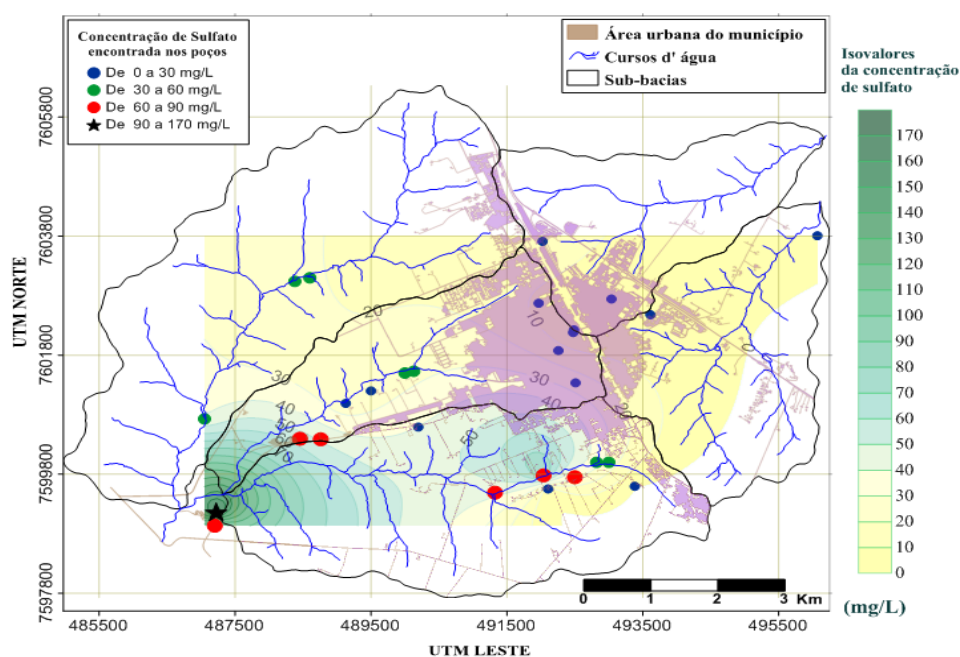
Outra substância que tem apresentado valores no limite dos padrões de potabilidade nos poços em municípios de Adamantina é o nitrato, sendo que no município a concentração da substância na água dos poços apresentou valores abaixo do limite.

As maiores concentrações de nitrato são percebidas na área urbanizada do município, as quais foram observadas nas águas analisadas de três poços, os quais correspondem a localização de postos de combustível, sendo dois poços comuns do tipo cacimba e um poço tubular, porém pouco profundo (Figura 9).

Nas demais áreas da região os valores ficaram abaixo da concentração máxima permitida segundo a Portaria nº 2.914/201.

O nitrato é uma substância que tem trazido atenção em municípios do oeste paulista que utilizam o aquífero Bauru para o abastecimento, como no caso dos municípios de Presidente Prudente (GODOY et al. 2006) e de Bauru (GIAFFERIS; OLIVEIRA, 2006).

**Figura 9** – Isovalores da concentração de nitrato em poços no município de Adamantina – SP, Brasil, com ilustração da distribuição dos poços utilizados na interpolação.



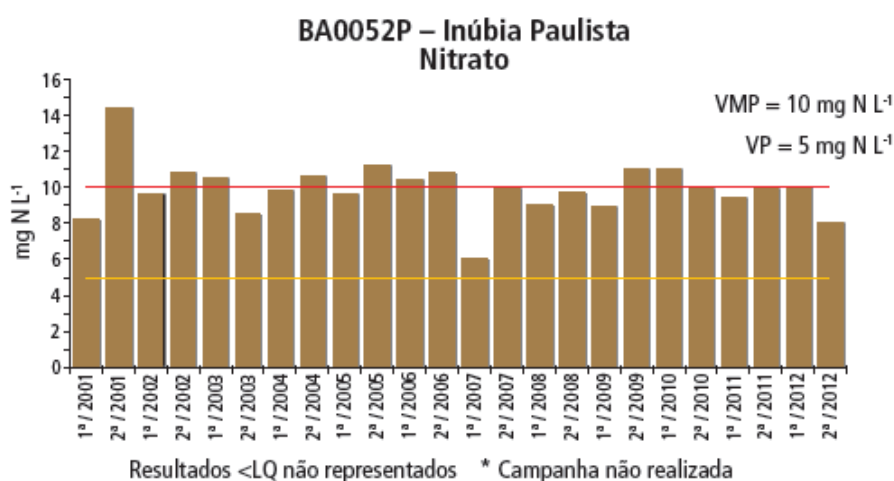
De acordo com Varnier et al. (2010) a concentração de nitrato no aquífero Bauru em Marília/SP apresentou grande correlação com o adensamento urbano e a profundidade dos poços, permitindo identificar as possíveis fontes de contaminação como sendo fossas sépticas, fossas negras e vazamentos na rede coletora de esgoto. As elevadas concentrações de nitrato foram obtidas nos poços abaixo de 150m, porventura pela baixa conectividade hidráulica entre as unidades hidroestratigráficas Marília e Adamantina.

Foram encontrados três poços na área urbana de Adamantina em que as concentrações de nitrato alcançaram valores de 9,8 mg/L, porém em função da ausência de fontes pontuais poluidoras na região onde se encontram os poços, pode se atribuir os valores à possíveis vazamentos da rede coletora de esgoto.

Além das principais fontes de contaminação por nitrato citadas por Varnier et. al. (2010) têm-se ainda a aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados e, a influência de rios contaminados na zona de captação de poços, como potenciais responsáveis pela introdução da substância na água subterrânea (CETESB, 2013b).

Nos municípios vizinhos, Flórida Paulista e Mariápolis, podem ser identificadas concentrações superiores ao valor de prevenção (VP) de 5mg/L para nitrato, que correspondem ao valor acima do qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea. Desde 2004 há ocorrências de valores acima ao VP em Flórida Paulista e, no município de Mariápolis, há registros a partir de 2010 (CETESB, 2013a). Em Inúbia Paulista, outro município próximo de Adamantina, a concentração de nitrato ultrapassa o valor máximo permitido (VPM) de 10mg/L desde 2001(Figura 10).

**Figura 10** – Registro histórico das concentrações de nitrato em Inúbia Paulista – SP, Brasil.



Fonte: CETESB (2013a)

As concentrações de mercúrio encontradas apesar de estarem acima dos padrões para o consumo humano, não representam tanto risco se comparado ao cromo, contudo não dispensam atenção.

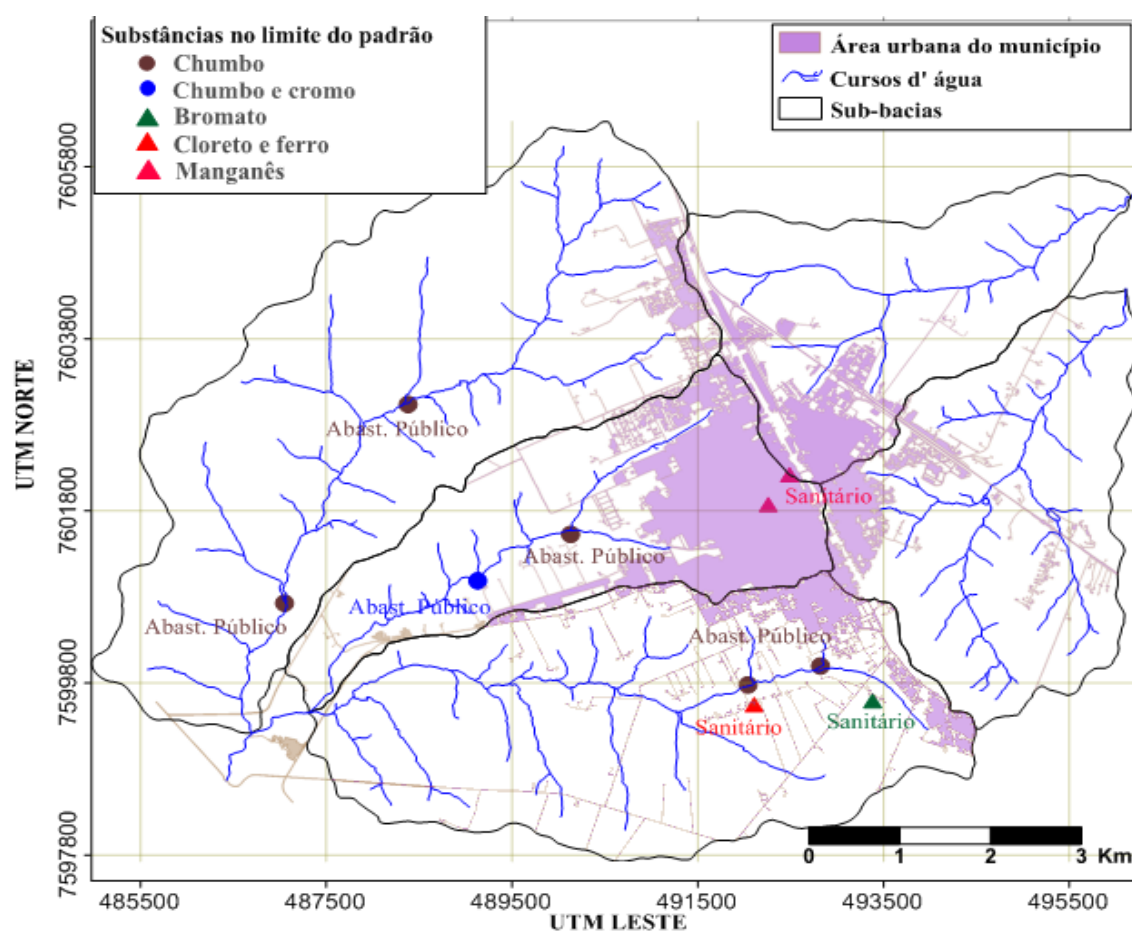
Segundo CETESB (2013b) a ocorrência de chumbo acima dos padrões de qualidade se dá esporadicamente no Estado de São Paulo, contudo os poços que apresentam a substância na concentração limite devem ser monitorados. Visto que os 6 poços se destinam a atender a demanda de abastecimento público, estando a outorga de direito do uso da água em processo de análise.

Desta forma, devido à possibilidade da ocorrência de fonte pontual de contaminação por chumbo nas proximidades do poço, se torna necessária a investigação e identificação e, a partir disso, tomar as medidas de controle e/ou mitigação necessárias.

As demais substâncias para as quais as concentrações ficaram no limite dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 foram encontradas em análises de água que, segundo informações nas outorgas, apenas 1 poço no limite para ferro e 2 para manganês se destinam ao consumo humano, os demais são de uso sanitário. No entanto, deve ser considerado o fato de que em propriedades rurais no município de Adamantina, a fonte de abastecimento de água para a subsistência das pessoas é o manancial subterrâneo.

Portanto, se ressalta a importância da verificação da real utilização da água dos poços em que os resultados das análises apresentaram valores no limite dos padrões de potabilidade, conforme pontos de captação na zona rural ilustrados na Figura 11, localizados entre as sub-bacias estudadas, destinados ao uso sanitário.

**Figura 11** – Localização dos poços que apresentaram concentrações de bromato, cloreto, ferro, manganês e chumbo, no limite do padrão de potabilidade.



Todas as substâncias que apresentaram resultados no limite dos padrões de potabilidade estão listadas na Tabela 2, com a localização geográfica dos pontos de captação e o uso destinado ou pretendido para a água, e devem ser monitoradas com frequência, visto que podem apresentar aumento na concentração e se tornarem impróprias ao consumo.

**Tabela 2-** Substâncias listadas na a Portaria nº 2.914/2011 encontradas no limite do padrão de potabilidade

Coordenadas UTM		Uso da água	Substância	Concentração limite (mg/L)
E-W	N-S			
493382	7599597	sanitário	bromato	0,01
487050	7600730	público	chumbo	0,01
490130	7601530	público	chumbo	0,01
488380	7603040	público	chumbo	0,01
492040	7599780	público	chumbo	0,01
492820	7600000	público	chumbo	0,01
489130	7600990	público	chumbo	0,01
489130	7600990	público	cromo	0,05
492106	7599552	sanitário	cloreto	250
492106	7599552	sanitário	ferro	0,3
496760	7622540	público	ferro	0,3
496760	7622540	público	manganês	0,1
492258	7601877	sanitário	manganês	0,1
492487	7602225	sanitário	manganês	0,1

Os valores no limite encontrados para bromato, cloreto, ferro, manganês e chumbo, em locais distintos, indicam a possibilidade de contaminação pontual dessas substâncias, que também contribuem para a degradação da qualidade da água subterrânea.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que a água subterrânea no município de Adamantina tem como seu principal uso o consumo humano, sendo captada dos aquíferos Bauru e Serra Geral.

Foi constatada concentração de cromo no limite dos valores permitidos pelo padrão de potabilidade estabelecido na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde na água de um poço, ainda em processo de outorga, cuja água tem destino ao abastecimento público.

Assim a outorga do direito de uso da água, um dos cinco instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), pode ser uma importante ferramenta no monitoramento da qualidade da água, tendo em vista que para sua obtenção são necessárias análises para constatação de substâncias que apresentam risco a saúde.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, L. L. **Técnica de gerenciamento da qualidade hídrica superficial baseada na otimização multiobjetivo**. 2008, 191 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos.



ALMODOVAR, M. L. N.; PACHECO, A. Anomalia de cromo nas águas subterrâneas de Urânia no noroeste do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Geológico da USP**, , p.1-12, 1995. (Sér. Cient., n.26).

[APTE](#), A.D.et al. Oxidation of Cr (III) in tannery sludge to Cr (VI): field observations and theoretical assessment. **Journal of Hazardous Materials**, n.1, v.121, p.215-222, 2005.

BEAR, J. **Hydraulics of groundwater**. New York: McGraw-Hill, 1979. 573 p.

BRASIL. Lei no. 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de gerenciamento de recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 470, 1997.

CAMPOS, H. C. N. S. Água subterrânea na Bacia do Paraná. **Geosul**, v. 19, n. 37, p. 47-65, 2004.

CBH-AP. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2012**. Marília, 109 p., 2013.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2001-2003**. São Paulo: CETESB, 2004, 106 p.

CETESB - Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2007-2009**. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente/CETESB, 2010.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo 2010-2012**. São Paulo: CETESB, 2013a, 222 p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo. **Alteração de qualidade da água e avaliação de tendências**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/agua\\_sub/arquivos/Alteracao.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/agua_sub/arquivos/Alteracao.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2013b.

CHOPPALA, G.; BOLAN, N.; PARK, J. H. Chromium contamination and Its Risk Management in Complex Environmental Settings. **Advances in Agronomy**, n.1, v.120, p.129-172, 2013.

GIAFFERIS, G.P.; OLIVEIRA, E.L. **Investigação da qualidade das águas subterrâneas do município de Bauru**. (2006). XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas (2006). Disponível em <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23047>. Acesso em 24/02/2014.

GODOY, M.C.T. F. et al. Contaminação das águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente – SP. **XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Disponível em <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23419>>. Acesso em 25/02/2014.

GONÇALVES, M. F. **Variação temporal e espacial da presença dos metais pesados Cd, Cr, Ni, Pb, Zn na bacia do Rio Barigui e identificação de suas fontes potenciais**. 2008, 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; FERNANDES, A. Groundwater resources in the State of São Paulo (Brasil): the application of indicators. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, n.79, v.1, p.141-152, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)>. Acesso em 23 nov. 2013.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2008. 104 p.

MARCOLAN, L.; BOUROTTE, C.; BERTOLO, R. Estratificação das concentrações de cromo hexavalente nas águas subterrâneas do Aquífero Adamantina, Município de Urânia, SP, Brasil. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Natal. **Anais...** Natal: ABAS, 2008. 20 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011** - Dispõe sobre Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.

MONTERO, R.C.; PEIXOTO, A.S.P. Vulnerabilidade e perigo de contaminação dos aquíferos no alto Aguapeí e alto Peixe, SP. **Ciência & Engenharia**, v.22, n.1, p. 115 – 124,2013.

OLIVEIRA, D. et al. Análise qualitativa do cromo no lodo de curtume em Adamantina, São Paulo, Brasil e os impactos no meio ambiente. **Revista Omnia Saúde**, n.2, v.3, p.9-13, 2006.

PAULA E SILVA, F. et al. Perfis de referência do grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 22, N. Especial, p. 21-32, 2003.

PRANDI, E. C. et al. Águas subterrâneas: fonte de abastecimento para a área do comitê dos rios Aguapeí e Peixe. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAS, 1998.8 p.

PRANDI, E. C. **Gestão integrada das águas do Sistema Aquífero Bauru nas Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe/SP**. 2010. 192 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ROCHA, G. et al. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14. São Paulo. **Resumos...** São Paulo: ABAS, 2006. Disponível em <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23049/15173>, Acessado em 24 nov. 2014.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Disponível em <<http://www.seade.gov.br/>>. Acessado em 23 nov. 2013.

SOARES, P.C. et al. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

VARNIER, C. et al. Nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, área urbana do município de Marília (SP). **Revista do Instituto Geológico**, n.31, v.2, p.1-21, 2010.

VARNIER, C. et al. Contaminação das águas subterrâneas por nitrato e a expansão urbana em Presidente Prudente (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14 e ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 14, 2010. **Anais...** Disponível em <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23176>> Acessado em 24 fev. 2014.