

# Qualidade da Água Subterrânea na Região do Médio Vale do Itajaí - SC

## Groundwater Quality in the Region of Médio Vale do Itajaí – SC

Jackson Gabriel Motta<sup>a\*</sup>; Almíria Beckhauser<sup>b</sup>; Guilherme Freitag<sup>c</sup>; Marcia Regina Pelisser<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Grupo Uniasselvi/Fameblu, Curso de Biomedicina, SC, Brasil

<sup>b</sup>Laboratório Beckhauser & Barros, SC, Brasil

<sup>c</sup>Freitag Laboratórios Ltda, SC, Brasil

\*E-mail: jacko\_motta@yahoo.com.br

Recebido: 13 de junho de 2014; Aceito: 02 de setembro de 2014

### Resumo

A água é um bem inestimável, necessária para a manutenção da vida, para os processos industriais e irrigação agrícola. A água superficial potável está cada vez mais escassa, tornando mais comum o uso de águas subterrâneas. A água subterrânea geralmente é potável por natureza, porém, devido a modificações de origem antrópica, essa propriedade pode ser alterada. O objetivo deste estudo foi verificar a qualidade da água subterrânea na região do Médio Vale do Itajaí - SC. Para isso, foram utilizados os resultados de 51 laudos de exames físico-químicos e microbiológicos feitos por laboratórios de análise ambiental, localizados nas cidades de Timbó e Blumenau. Os resultados mostraram que 25 amostras (49,01%) tiveram algum dos parâmetros alterados. Separando por parâmetro, 12 (25,53%) amostras estavam contaminadas por coliformes totais e 4 (8,51%) por coliformes termotolerantes / *E. coli*. Na análise de pH, 7 amostras (19,44%) apresentaram valores abaixo do recomendado pela legislação e 6 (16,66%) amostras resultaram em valores de turbidez acima do máximo permitido. Apenas 1 (5,26%) amostra apresentou-se alterada na análise de odor e 5 (16,66%) estavam desconformes em relação a cor. Outras alterações encontradas foram níveis de ferro e amônia acima do permitido em 3 amostras. Diante das alterações encontradas, é recomendável que antes do consumo de água subterrânea, sua potabilidade seja certificada através de análises laboratoriais.

**Palavras-chave:** Água Subterrânea. Análise da Água. Poluentes da Água.

### Abstract

*Water is a inestimable commodity, necessary for the maintenance of life, industrial processes and agricultural irrigation. Drinking surface water is increasingly scarce, making the use of groundwater more common. Although groundwater is generally potable by nature, this property can be altered by anthropogenic changes. The aim of this study was to verify the groundwater quality in the region of Médio Vale do Itajaí – SC. For this purpose, the results of 51 reports of physicochemical and microbiological tests performed by environmental testing laboratories located in the cities of Blumenau and Timbó were studied. The results showed that 25 samples (49,01%) presented changes in the parameters evaluated. With respect to each parameter, 12 (25.53%) samples were contaminated by total coliforms and 4 (8.51%) by thermotolerant coliforms / *E. coli*. For pH, 7 samples (19.44%) were with values below the recommended by legislation and 6 (16.66%) presented turbidity values above the maximum allowed by law. Only 1 (5.26%) sample had altered odor, while 5 (16.66%) were nonconforming for the color attributes. Iron and ammonia levels were also above the permitted in 3 samples. Given the results, it is recommended that the potability of groundwater be certified by laboratory analysis before the consumption.*

**Keywords:** Groundwater. Water Analysis. Water Pollutants.

### 1 Introdução

A água ocupa aproximadamente 75% da superfície da Terra e é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, integrando aproximadamente 2/3 do corpo humano. Constitui-se também no solvente universal da maioria das substâncias<sup>1</sup>.

Nos oceanos estão 97% da massa total de água do planeta. A água doce representa somente 3% dos recursos hídricos da Terra, embora sua importância seja, de longe, muito maior que sua contribuição quantitativa<sup>2</sup>. Desse percentual, 68,7% encontra-se indisponível por estar em geleiras, 30,1% encontra-se em reservatórios subterrâneos e uma ínfima parcela está na superfície na forma de rios e lagos<sup>3</sup>.

A preocupação com a disponibilidade de água potável é

uma realidade devido ao crescimento constante da população, aumentando diretamente o consumo de água e a demanda na produção agrícola e industrial. Esses dois setores, aliados ao suprimento de água para o consumo humano direto, são os usos mais importantes da água na superfície terrestre<sup>3</sup>.

Com o aumento da produção industrial, são gerados mais resíduos potencialmente poluidores. Na agricultura, a produção de alimentos para uma população em constante crescimento consome grande quantidade de água, além do uso de agroquímicos que podem poluir lençóis freáticos. Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade deteriora-se cada vez mais rápido<sup>4</sup>.

Segundo Hirata *et al.*<sup>3</sup>, além de representar 97% da água

doce líquida no planeta Terra (grande quantidade de água doce encontra-se na forma sólida em geleiras, portanto rios e lagos representam uma pequena quantidade da água doce líquida), a água subterrânea possui um papel fundamental no abastecimento público e privado das cidades e das áreas agrícolas. A tendência é que cada vez mais pessoas beneficiem-se desse manancial, devido à sua fácil obtenção, excelente qualidade natural e maior estabilidade frente às mudanças climáticas. O valor econômico da água subterrânea é grande e seu uso agrícola na irrigação de propriedades tem aumentado, permitindo a regularização do suprimento de água em épocas de estiagem. Em centros urbanos, a água subterrânea é uma fonte de água com menores custos, sendo obtida pela população por meio de poços privados.

Libânio<sup>1</sup> cita que a opção por captação de água subterrânea apresenta algumas vantagens como a boa qualidade da água bruta, que é consequência da percolação através dos interstícios granulares do solo, permitindo, salvo algumas exceções, sua potabilidade. Sendo assim, a água subterrânea torna-se opção preferencial de consumo de pequenas comunidades, podendo ser captada em grande magnitude, utilizando-se poços profundos.

Estatísticas relacionadas ao uso de águas subterrâneas são raras. Estima-se que essas águas representem 50% do suprimento atual de água potável, abastecendo 1,5 bilhão de pessoas, 40% do consumo de água de indústrias e 20% da água utilizada na agricultura<sup>3</sup>. No Brasil, a água subterrânea supre 35% da população. No estado de São Paulo, cerca de 70% dos municípios são abastecidos parcial ou exclusivamente por água subterrânea<sup>3</sup>.

Para Libânio<sup>1</sup>, as vantagens do abastecimento por águas subterrâneas (redução do custo da adução e melhor qualidade) somam-se a sua menor vulnerabilidade à poluição. Apesar disso, a renovação do aquífero é lenta e, em caso de poluição, a deterioração da água pode continuar se manifestando por anos após cessar a fonte de contaminação.

As águas subterrâneas são captadas geralmente por poços tubulares, popularmente conhecidos como poços artesianos que, devem ser bem projetados e construídos para que não ofereçam risco de contaminação à água e, conseqüentemente à saúde da população. Hirata *et al.*<sup>3</sup> alertam que a exploração excessiva, a retirada da água não respeitando as características do aquífero e sua capacidade de recarga pode exauri-lo, causar abatimento no nível do terreno e prejudicar a qualidade da água. A contaminação das águas subterrâneas está relacionada a atividades na superfície que lançam substâncias que degradam as águas no lençol freático ou mesmo à má construção de captações subterrâneas que permitem o ingresso de contaminantes no poço, na fonte ou no aquífero.

A ingestão ou o simples contato com água contaminada pode trazer prejuízos à saúde. Doenças de veiculação hídrica são problema de saúde pública. No Brasil, diversas pequenas comunidades são abastecidas por poços rasos que captam água em aquíferos freáticos bastante susceptíveis à contaminação<sup>1</sup>. Na maioria dos casos, isso ocorre em função da inexistência

de redes coletoras de esgoto, resultando no emprego de fossas negras ou devido à escavação e revestimento inadequados dos poços.

Segundo as normas brasileiras, as águas, para serem consideradas potáveis, devem seguir os padrões microbiológicos, de substâncias químicas que representem riscos à saúde, de radioatividade e organolépticos, incluindo cor, odor e sabor<sup>3</sup>. A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde<sup>5</sup> dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A Resolução 396/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)<sup>6</sup> dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

Hirata *et al.*<sup>3</sup> relatam que a qualidade das águas subterrâneas depende de fatores internos próprios do aquífero e externos, geralmente associados à degradação de origem antrópica. Como fator interno, pode-se citar a dinâmica em que a água percola as rochas, onde a reatividade dos minerais e o tempo de trânsito definem a composição química da água. Os fatores externos são o excesso de fertilizantes na agricultura, deposição inadequada de lixo, vazamento de esgoto ou de tanques subterrâneos, entre outros.

As fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas são, em geral, diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com micro-organismos patogênicos<sup>4</sup>.

A contaminação microbiológica é um dos principais e mais frequentes indicadores de poluição da água. A Fundação Nacional de Saúde - FUNASA<sup>7</sup> relata que a água potável não deve conter micro-organismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem ao grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante do grupo é a *Escherichia coli*.

Hirata *et al.*<sup>3</sup> descrevem que a contaminação natural das águas subterrâneas, embora não comum, pode ocorrer em locais onde a matriz mineral apresenta determinada substância em abundância, que satura a água, tornando-a não potável. Neste caso, os contaminantes são ferro, manganês e flúor e, em concentrações menores, arsênio, cromo, cádmio, níquel, zinco e cobre. Um dos principais contaminantes dos aquíferos é o nitrato, um contaminante de origem antrópica, pois as fontes mais comuns desse composto são fossas, vazamentos de esgoto e aplicação incorreta de fertilizantes nitrogenados. Outros compostos potencialmente poluidores são alguns hidrocarbonetos provenientes de vazamentos em tanques de combustíveis.

Como toda fonte, a água subterrânea deve ser explorada de modo sustentável, pois está sujeita à contaminação e ao esgotamento. Também deve ter sua potabilidade aferida para não oferecer risco à saúde da população. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água subterrânea na região do Médio Vale do Itajaí - SC, verificando sua

potabilidade e possíveis contaminações.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Obtenção dos dados

Os dados das análises das águas subterrâneas são provenientes de exames já realizados por laboratórios de análise ambiental localizados nos municípios de Timbó e Blumenau. Foram utilizados resultados de laudos de poços residenciais e de empresas de 8 municípios da região, no período de março de 2010 a setembro de 2013.

### 2.2 Métodos analíticos

Os parâmetros pesquisados, assim como os métodos analíticos utilizados pelos laboratórios e os padrões aceitos pela resolução n° 396/2008 do CONAMA e pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde estão descritos na Tabela 1. A pesquisa foi focada em 13 parâmetros, sendo que o critério de escolha foi a maior representatividade entre as análises realizadas e o comprometimento que o parâmetro pode causar sobre a potabilidade da amostra, sendo que as alterações foram encontradas nestes 13 parâmetros.

**Tabela 1:** Parâmetros, metodologia e valores de referência.

Parâmetro	Método Analítico	Resolução n° 396/08 CONAMA	Portaria 2914/11 MS
Contagem de Coliformes termotolerantes / <i>E. Coli</i>	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 9222 A, 9222 B e 9222 D	Ausência	Ausência
Contagem de Coliformes Totais	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 9222 A, 9222 B e 9222 D	Ausência	Ausência
Cor aparente	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 2120 C	-	15 uH <sup>1</sup> (incolor)
Dureza Total	MAPA <sup>9</sup> Port. N°1, de 07/10/81	-	500 mg/L
Nitrato	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 4500 NO B /	Inferior a 10.000 µg/L	10 mg/L
Nitrito	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 4500 NO B	Inferior a 1.000 µg/L	1 mg/L
Odor	MAPA <sup>9</sup> Port. N°1, de 07/10/81	-	6 <sup>2</sup> (inodora)
pH	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 4500-H	-	6,0 a 9,5
Sabor	MAPA <sup>9</sup> Port. N°1, de 07/10/81	-	6 <sup>2</sup> (insípida)
Turbidez	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 2130 B	-	5 uT <sup>3</sup>
Cloretos	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 4500 Cl B	Inferior a 250.000 µg/L	250 mg/L
Ferro	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 3111 B	Inferior a 300 µg/L	0,3 mg/L
Amônia	SMEWW 22° edition Method <sup>8</sup> 4500 NH3 F	-	1,5 mg/L

Notas: <sup>1</sup>Unidade Hazen (mg Pt-Co/L); <sup>2</sup>Intensidade; <sup>3</sup>Unidade de turbidez.

## 3 Resultados e Discussão

Foram analisados 51 laudos de exames que já haviam sido realizados por laboratórios de análise ambiental, correspondendo ao total de 82 parâmetros e 558 exames para aferir a qualidade da água subterrânea de oito cidades da região do Médio Vale.

Apesar do total de 82 parâmetros, a pesquisa foi focada em 13 deles (Tabela 1). As alterações que comprometem a potabilidade da água foram encontradas nesses parâmetros

em foco. Vinte e cinco amostras (49,01%) tiveram algum dos parâmetros alterados.

O Quadro 1 mostra os resultados das análises dos 13 parâmetros, assim como a data da coleta e o município. Dos 51 laudos, apenas 48 estão representados no Quadro 1 e posteriormente nas Figuras 2 a 6, pois três laudos, apesar de analisados, não continham nenhum dos parâmetros definidos na pesquisa e não estavam em desacordo com a legislação.

**Quadro 1:** Resultados Físicos, Químicos e Microbiológicos por data e Município pesquisado

Continua ...

Mês / Ano	Município	Col. Totais <sup>1</sup>	Col. Term. / <i>E. coli</i> <sup>1</sup>	pH	Turbidez <sup>2</sup>	Dureza <sup>3</sup>	Nitrito <sup>3</sup>	Nitrato <sup>3</sup>	Sabor	Odor	Cor <sup>2</sup>	Cloretos <sup>3</sup>	Ferro <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>3</sup>
1 03/10	Bened. Novo	Aus.	Aus.	6,24	0,14	8,82	0,009	<0,1	Insípida	Inodora	<5	3,89	<0,02	0,11
2 03/10	Rodeio	Aus.	Aus.	6,64	1,72	23,52	0,014	-	Insípida	-	-	-	-	-
3 04/10	Rodeio	Aus.	Aus.	6,72	1,09	46,66	0,011	-	Insípida	-	-	-	-	-
4 05/10	Timbó	1x10 <sup>2</sup>	1x10 <sup>0</sup>	6,89	0,42	107,8	<0,001	-	Insípida	-	-	-	-	-
5 06/10	Indaial	Aus.	Aus.	5,47	0,19	31,36	0,007	<0,1	Insípida	Inodora	<5	10,49	-	<0,01
6 06/10	Timbó	Aus.	Aus.	7,12	1,37	13,72	0,006	0,1	Insípida	Inodora	9	3,99	-	0,08

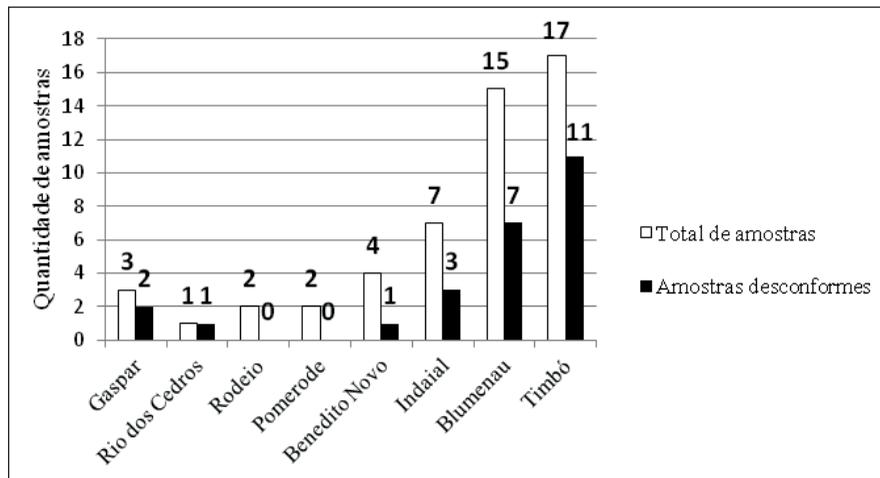
	Mês / Ano	Município	Col. Totais <sup>1</sup>	Col. Term. / E. coli <sup>1</sup>	pH	Turbidez <sup>2</sup>	Dureza <sup>3</sup>	Nitrito <sup>3</sup>	Nitrato <sup>3</sup>	Sabor	Odor	Cor*	Cloretos <sup>3</sup>	Ferro <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>3</sup>
7	06/10	Timbó	Aus.	Aus.	5,15	26	68,6	0,112	0,3	Insípida	Lodo	137	26,49	-	6,5
8	06/10	Indaial	Aus.	Aus.	7,03	0,47	10,78	0,011	<0,1	Insípida	Inodora	<5	3,49	-	0,11
9	09/10	Blumenau	Aus.	Aus.	6,53	0,67	-	-	-	-	-	6	-	-	-
10	10/10	Pomerode	-	-	6,35	0,63	16	-	<0,1	-	-	<5	8,9	<0,06	-
11	10/10	Timbó	Aus.	Aus.	6,53	0,43	28,6	-	-	Insípida	Inodora	<5	26,4	<0,02	-
12	10/10	Blumenau	Aus.	Aus.	7,28	0,36	-	-	-	-	-	<5	-	-	-
13	01/11	Timbó	1x10 <sup>3</sup>	4x10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	04/11	Indaial	Aus.	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
15	09/11	Bened. Novo	Aus.	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	10/11	Timbó	Aus.	Aus.	8,34	6,5	21,6	<0,002	-	Insípida	-	-	-	0,89	-
17	06/12	Blumenau	Aus.	Aus.	7,15	1,6	20,83	-	-	Insípida	Inodora	8,6	20,18	0,76	0,2
18	06/12	Timbó	78	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	06/12	Blumenau	Aus.	Aus.	6,85	0,21	52	0,009	2,6	-	-	0,5	8,17	0,03	<0,1
20	07/12	Timbó	Aus.	Aus.	-	4,43	120,47	<0,002	0,1	-	Inodora	32	4,89	0,13	<0,01
21	07/12	Timbó	93	93	5,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	08/12	Gaspar	Aus.	Aus.	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	08/12	Pomerode	Aus.	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	08/12	Blumenau	Aus.	Aus.	6,89	1,71	21,62	-	-	Insípida	Inodora	4,7	13,1	0,09	<0,1
25	08/12	Timbó	Aus.	Aus.	7,48	1,31	-	-	-	-	-	8	-	<0,006	-
26	09/12	Gaspar	Aus.	Aus.	6,4	782	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	11/12	Timbó	Aus.	Aus.	5,72	-	-	-	-	-	-	2	11,07	0,212	-
28	11/12	Timbó	Aus.	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	11/12	Bened. Novo	Aus.	Aus.	6,32	0,67	65,16	0,003	1	Insípida	Inodora	3	-	<0,006	<0,01
30	12/12	Blumenau	12	Aus.	6,32	0,48	7,92	-	2,9	-	-	0,6	14,21	-	-
31	12/12	Indaial	Aus.	Aus.	-	0,16	31,42	0,003	-	Insípida	-	-	-	-	-
32	12/12	R. dos Cedros	1x10 <sup>1</sup>	Aus.	-	0,31	40,94	0,003	-	Insípida	-	-	-	-	-
33	01/13	Timbó	Aus.	Aus.	5,63	17,2	40	-	2,8	Insípida	Inodora	11,5	-	0,06	18,4
34	01/13	Timbó	Aus.	Aus.	5,24	1,24	28	-	2,8	Insípida	Inodora	3,1	-	0,09	10,76
35	01/13	Blumenau	2400	Aus.	6,12	0,67	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-
36	02/13	Blumenau	12	Aus.	7,39	0,91	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-
37	04/13	Gaspar	140	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	04/13	Indaial	Aus.	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	05/13	Blumenau	Aus.	Aus.	6,85	7,1	15	<0,02	2,5	Insípida	Inodora	20	<14,9	-	<0,16
40	05/13	Blumenau	Aus.	Aus.	6,55	0,23	144,44	-	0,44	Insípida	Inodora	0,3	-	0,02	<0,01
41	07/13	Timbó	1,3x10 <sup>2</sup>	Aus.	6,78	<1,3	32	<0,02	2,7	Insípida	Inodora	4	<14,9	-	<0,16
42	07/13	Indaial	Aus.	Aus.	5,71	2,2	8,9	<0,02	4,6	Insípida	-	13	<14,9	-	<0,16
43	07/13	Blumenau	Aus.	Aus.	6,1	1,7	31,2	<0,02	-	Insípida	-	-	-	-	-
44	08/13	Bened. Novo	Aus.	Aus.	6,65	<1,3	24,3	<0,02	<1,1	Insípida	Inodora	33	<14,9	0,08	<0,16
45	08/13	Blumenau	Aus.	Aus.	7,24	5,6	271,5	<0,02	2,9	Insípida	Inodora	57	17	0,409	0,57
46	09/13	Timbó	Aus.	Aus.	6,18	<1,3	34,9	0,028	7,4	Insípida	Inodora	<4	<14,9	-	<0,16
47	09/13	Indaial	240	Aus.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	09/13	Blumenau	49	Aus.	7,17	0,2	120,74	-	2	Insípida	Inodora	1,1	-	<0,02	<0,1

Notas: <sup>1</sup> UFC ou NMP/100 ml (metodologia diferente entre as análises); <sup>2</sup> uT; <sup>3</sup> mg/L; \* uH; - Parâmetro não analisado na amostra

Ao avaliarem-se as amostras distribuídas por cidade ao longo do tempo, não se nota um padrão que justifique as alterações, como período do ano mais chuvoso ou mais seco, sugerindo que as contaminações são pontuais e não causadas e/ou influenciadas por fenômenos climáticos. Talvez se mais amostras fossem obtidas com maior periodicidade alguma

relação pudesse ser estabelecida.

Entre as cidades com número de amostras mais representativo, Timbó apresentou a maioria das águas desconformes. O número de amostras distribuídas por município, assim como as amostras alteradas, podem ser visualizados no gráfico da Figura 1.



**Figura 1:** Número de amostras de água subterrânea de municípios da região do Médio Vale do Itajaí - SC e número de amostras alteradas

O número de análises dos parâmetros pesquisados relacionados com o número de resultados desconformes segundo os valores máximos permitidos pelas legislações está descrito na Tabela 2.

**Tabela 2:** Análises físico-químicas e microbiológicas

Parâmetro	Número de Análises	Resultados desconformes	%
Contagem / NMP de Coliformes Totais	47	12	25,53 %
Contagem / NMP de Coliformes Termotolerantes / <i>E. Coli</i>	47	4	8,51 %
pH	36	7	19,44 %
Turbidez	36	6	16,66 %
Dureza Total	30	0	-
Nitrito	21	0	-
Nitrato	20	0	-
Sabor	26	0	-
Odor	19	1	5,26 %
Cor	30	5	16,66 %
Cloretos	19	0	-
Ferro	17	3	17,64 %
Amônia	20	3	15 %

Na análise microbiológica, 12 (25,53%) de 47 amostras apresentaram contaminação por coliformes totais e em 4 delas (8,51%) havia presença de coliformes termotolerantes

e/ou *E. coli*. A presença de bactérias do grupo coliforme na água indica provável contaminação por fezes. Silva e Araújo<sup>10</sup> encontraram grande quantidade de amostras contaminadas por coliformes em estudo da qualidade da água de manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana - BA, onde 90,8% de 109 amostras foram positivas para coliformes totais, e 65,8% das 79 amostras mostraram-se positivas para coliformes termotolerantes.

Colvara *et al.*<sup>11</sup>, ao avaliarem a contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul encontraram todas as 20 amostras analisadas contaminadas por bactérias do grupo coliforme e 14 amostras (70%), contaminadas por coliformes termotolerantes. Esse resultado é relevante, pois a má qualidade da água tem sido diretamente associada às doenças de veiculação hídrica.

Estudo relata que nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças de veiculação hídrica como por exemplo, febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil, relacionadas à água de consumo humano<sup>4</sup>.

Apesar de todo avanço nas mais diversas áreas do conhecimento, ainda hoje se encontram no Brasil lugares sem saneamento básico, onde a população é abastecida por água contaminada, seja superficial ou subterrânea, sob constante risco de contrair doenças de veiculação hídrica.

O pH abaixo do valor mínimo previsto na legislação foi

encontrado em 7 (19,44%) das 36 amostras que tiveram este parâmetro analisado (Figura 2). Os valores alterados ficaram entre 5,06 e 5,72 sendo, portanto, ácidos, condição que pode prejudicar as instalações hidráulicas. Segundo Braga *et al.*<sup>12</sup> muitas substâncias decorrentes da atividade humana despejadas no meio aquático podem alterar significativamente o valor do pH, como as deposições provenientes da poluição atmosférica, como por exemplo o gás carbônico que, ao dissolver-se na água, forma o ácido carbônico, provocando a redução do pH. Derísio,

citado por Silva e Araújo<sup>10</sup> relata que as maiores alterações no pH são provocadas por despejos de origem industrial.

Mirlean *et al.*<sup>13</sup>, ao avaliarem o impacto industrial na composição química das águas subterrâneas, com enfoque no consumo humano em Rio Grande – RS, encontraram águas demasiadamente ácidas (com valores abaixo do permitido pela legislação) em 70% das perfurações, provavelmente devido aos depósitos de carvão ao ar livre. As análises de pH estão representadas no gráfico da Figura 2.

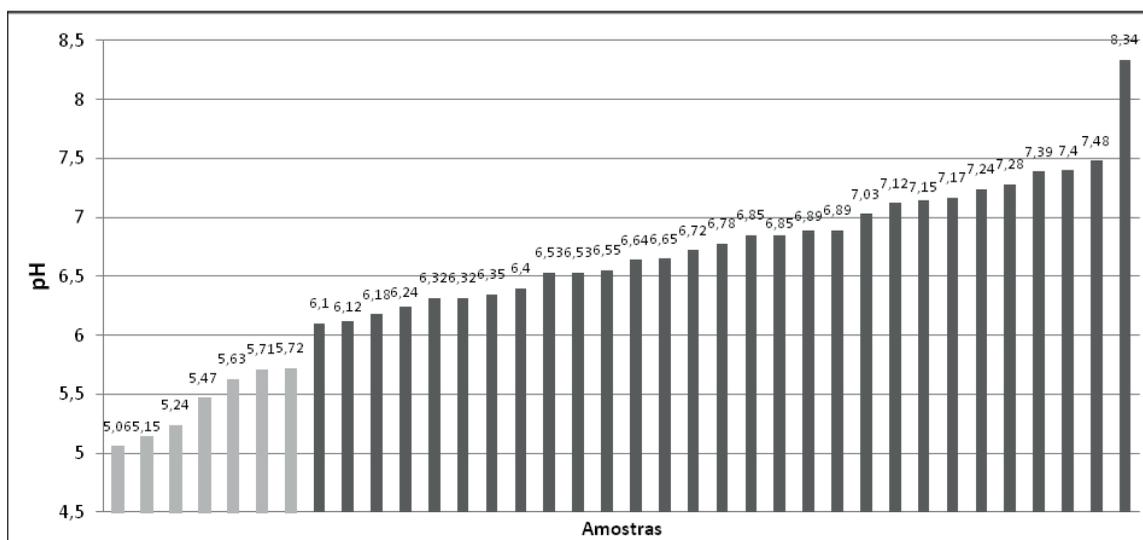


Figura 2: Amostras de água subterrânea da região do Médio Vale do Itajaí – SC que tiveram o pH analisado.

Trinta e seis amostras tiveram a turbidez analisada e em 6 delas (16,66%) o resultado ficou acima do valor máximo permitido pela legislação, sendo que em uma amostra apresentou valor muito acima do limite da normalidade (782 uT). A turbidez é decorrente da presença de materiais em suspensão na água.

Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão do solo ou de despejos domésticos e industriais<sup>7</sup>. O gráfico da Figura 3 demonstra os resultados das análises de turbidez.

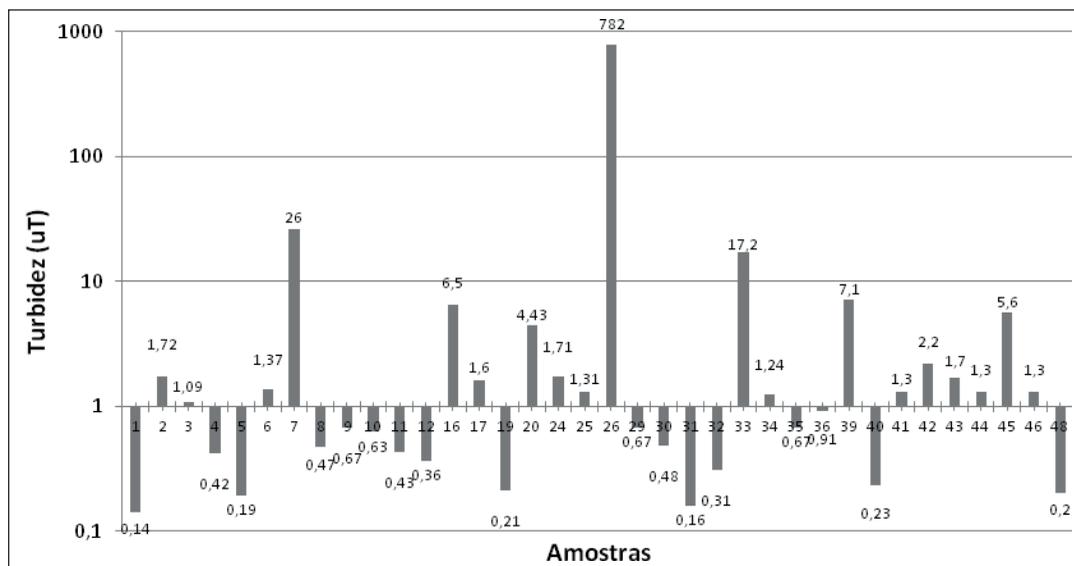


Figura 3: Amostras de água subterrânea da região do Médio Vale do Itajaí – SC que tiveram a turbidez analisada.

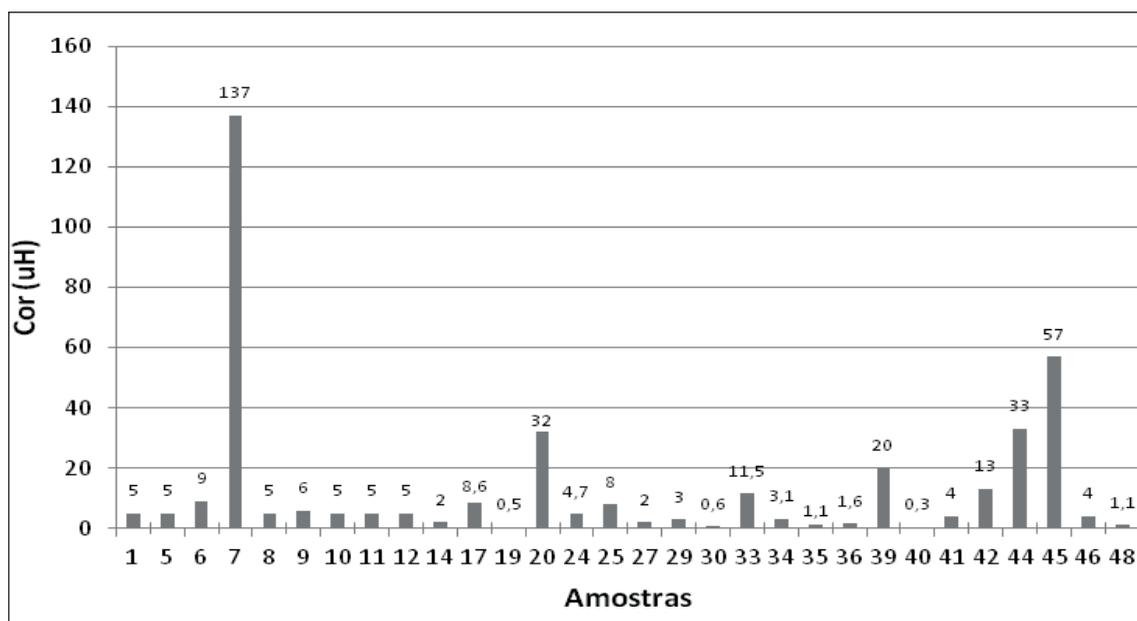
A dureza, característica conferida à água pela presença de sais de metais alcalino-terrosos (cálcio e magnésio) e alguns metais em menor intensidade<sup>12</sup>, não teve valores acima do permitido nas amostras deste estudo. Abdalla *et al.*<sup>14</sup>, avaliando a dureza e as concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário – MA, também concluíram que as águas subterrâneas locais estão de acordo com as normas da legislação.

Agostinho *et al.*<sup>15</sup>, ao avaliarem a qualidade das águas subterrâneas da Bacia do Piancó – PB e descreveram que as águas subterrâneas eram predominantemente ricas em minerais carbonatados que lhes confere dureza, sendo proibido seu uso para fins potáveis caso não seja realizado um tratamento de abrandamento.

Nenhuma das amostras que tiveram nitrato e nitrito mostrou valores acima do máximo permitido. Freitas *et al.*<sup>4</sup> encontraram 30,4% das 46 amostras de água subterrânea analisadas no Parque Fluminense – RJ com valores de nitrato acima do permitido, resultados que, segundo os autores, representam um risco para a saúde da população local,

uma vez que o consumo de água contendo concentrações de nitrato acima do máximo permitido pela legislação leva ao aparecimento da metemoglobinemia, especialmente em crianças, e à formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas.

Quanto às características organolépticas, o sabor não estava alterado em nenhuma das análises. Odor de lodo foi descrito em uma das 19 amostras que tiveram esse parâmetro analisado, representando 5,26% das análises. Braga *et al.*<sup>12</sup> relatam que o sabor e o odor estão associados a poluentes industriais ou a substâncias indesejáveis como a matéria orgânica em decomposição. Águas com sabor o odor acentuados são rejeitadas para consumo humano. A cor e a turbidez elevadas podem prejudicar o aspecto estético da água e também causar manchas em roupas e aparelhos sanitários. A cor pode tornar o líquido inadequado para uso em indústrias de produção de bebidas e alimentos ou ainda indústrias têxteis. A cor estava alterada em 5 (16,66%) das 30 análises realizadas conforme apresentado no gráfico da Figura 4.



**Figura 4:** Amostras de água subterrânea da região do Médio Vale do Itajaí – SC que tiveram a cor analisada.

Linhares *et al.*<sup>16</sup> analisaram a água subterrânea de 10 poços do município de Brejo do Cruz – PB a fim de verificar contaminações e concluíram que a cor estava alterada em todos os poços, sendo que em 2 deles a cor não foi determinada devido à elevada turbidez. Das 19 amostras que tiveram cloretos analisados, nenhuma apresentou valores acima do máximo permitido. O cloreto é um dos principais ânions inorgânicos presentes na água e sua concentração é maior em águas residuais do que em água bruta, pois o cloreto de sódio é um sal comumente usado na dieta humana e passa inalterado

através do sistema digestivo<sup>2</sup>. Os níveis de ferro estavam acima do valor máximo permitido em 3 das 17 amostras que tiveram esse parâmetro analisado, representando 17,64% de inconformidade. Oda *et al.*<sup>17</sup> avaliaram os resultados de análise de ferro em águas de 289 poços da região entre Indaiatuba e Capivari (SP), e constataram que, em 30 casos, o limite de potabilidade foi ultrapassado. Os autores relataram que a ocorrência do ferro em concentrações elevadas pode estar relacionada às características das formações geológicas da região ou a problemas construtivos do poço (Figura 5).

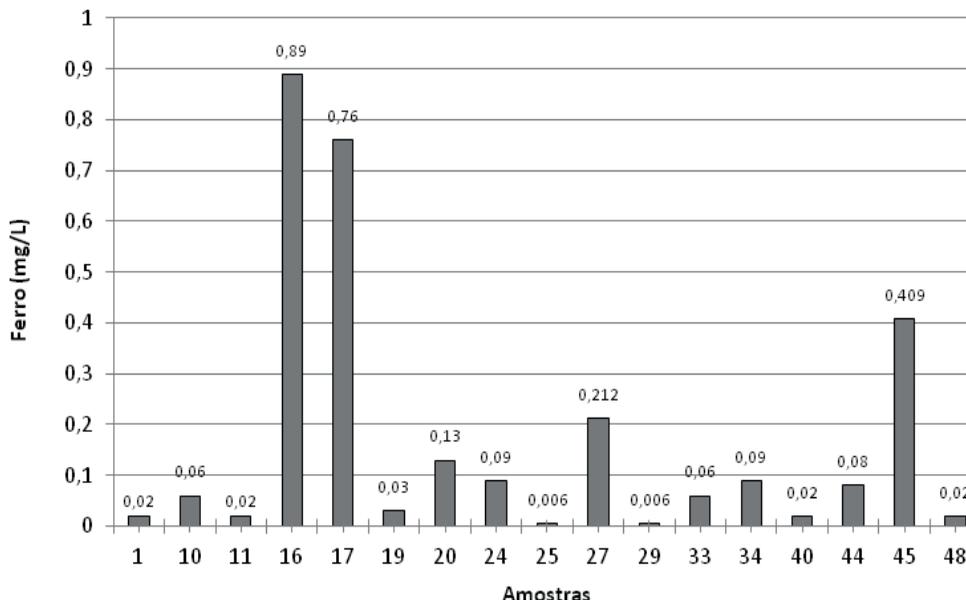


Figura 5: Amostras de água subterrânea da região do Médio Vale do Itajaí – SC que tiveram os níveis de ferro analisados.

Segundo Parron *et al.*<sup>2</sup>, as concentrações de ferro normalmente encontradas na água não apresentam inconveniente à saúde na maioria dos casos. Porém, valores acima do descrito na legislação conferem coloração amarelada a água e causam sabor amargo e adstringente. Em uma amostra com elevação na concentração de ferro, também houve aumento na turbidez e alteração na cor. Na outra amostra houve aumento na turbidez.

Cabe ressaltar que apesar da necessidade de ferro no organismo, níveis muito elevados desse elemento podem levar a distúrbios gastrointestinais ou a doenças em seu armazenamento, como a hemocromatose. Segundo Oda

*et al.*<sup>17</sup> citando a Organização Mundial de Saúde – OMS, a hemocromatose é uma condição em que os mecanismos de regulação de ferro não funcionam eficazmente, levando a danos nos tecidos devido ao acúmulo de ferro. Esta condição raramente se desenvolve a partir de simples sobrecarga dietética. O dano tecidual ocorre, entretanto, em associação com a ingestão excessiva de ferro em bebidas alcoólicas em alguns casos de alcoolismo, e devido ao consumo prolongado de alimentos ácidos cozidos em utensílios de cozinha feitos de ferro. Níveis de amônia foram analisados em 20 amostras, sendo que em 3 (15%) o valor estava acima do permitido, conforme demonstra o gráfico da Figura 6.

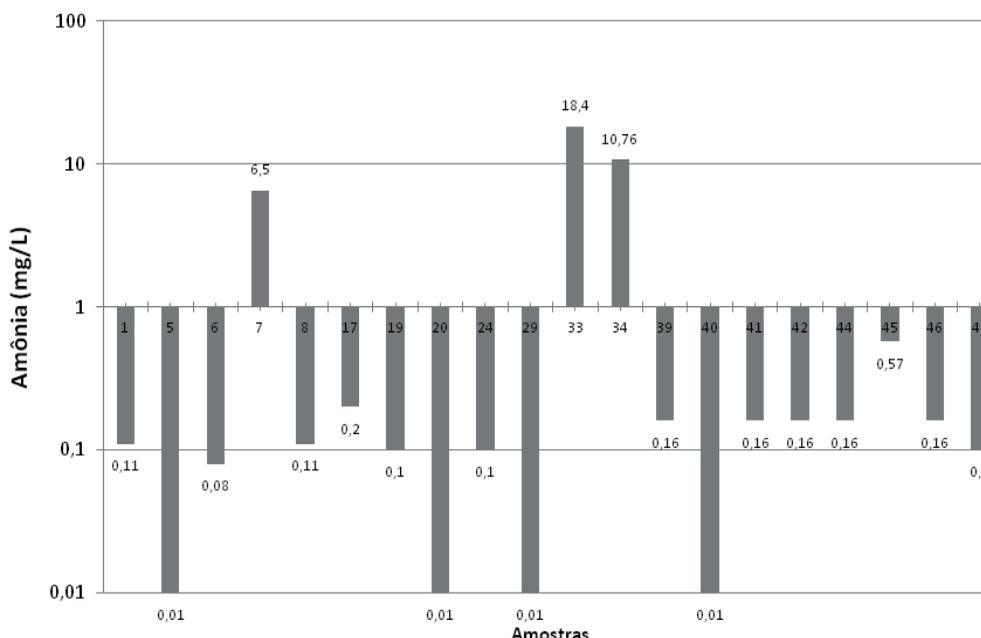


Figura 6: Amostras de água subterrânea da região do Médio Vale do Itajaí – SC que tiveram os níveis de amônia analisados.

Estudo aponta que a ocorrência de concentrações elevadas de amônia pode ser resultante de poluição próxima, bem como da redução de nitrato por bactérias. Como o nitrogênio amoniacal é um dos primeiros passos de decomposição da matéria orgânica, sua presença indica contaminação recente e pode estar relacionada à construção precária de poços e à falta de proteção do aquífero<sup>10</sup>. Os níveis de amônia elevados podem ser consequência da decomposição da matéria orgânica, pois, na amostra 7, não houve presença de coliformes, mas foi a amostra com odor de lodo e também com cor, pH e turbidez alterados. As outras duas amostras desconformes (33 e 34), que foram coletadas em poços próximos, no mesmo dia, tiveram alteração no pH e a amostra 33 apresentou turbidez elevada, sem presença de coliformes para ambas as amostras. Embora Zoby<sup>18</sup>, em um panorama sobre a qualidade das águas subterrâneas no Brasil, tenha apontado diversas restrições, o autor conclui que, de forma geral, as águas subterrâneas no país são de boa qualidade, com propriedades físico-químicas e bacteriológicas adequadas a diversos usos, incluindo o consumo humano.

#### 4 Conclusão

No presente estudo, o maior impacto na qualidade da água foi a contaminação por coliformes. Outro aspecto a ser destacado são as alterações no pH, turbidez, odor e cor, que dão indícios de que a água não está dentro de suas características normais, podendo ou não trazer prejuízos à saúde. Por último, houve a detecção de ferro em concentração elevada e a detecção de amônia em três amostras, resultado mais preocupante, por ser um composto nitrogenado potencialmente prejudicial.

Totalizando a análise de todos os parâmetros, 49,01% das amostras apresentaram alterações. Diante do encontrado, é recomendável que, antes do consumo de água de poços, sua potabilidade seja certificada através de análises laboratoriais. Mesmo as amostras próprias para consumo humano não foram testadas em todos os parâmetros estabelecidos pelas portarias, podendo estar alteradas em uma análise mais aprofundada.

#### Referências

1. Libânio M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. São Paulo: Átomo; 2010.
2. Parron LM, Muniz DHF, Pereira CM. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química da água. Paraná: Embrapa Florestas; 2011.
3. Hirata R, Lima JBV, Hirata H. A água como recurso. In: Teixeira W. Decifrando a terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.449-85.
4. Freitas MB, Brilhante OM, Almeida LM. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad Saúde Pública 2001;17(3):651-60.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
6. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
7. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2006.
8. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: American Public Health Association; 2012.
9. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. Portaria nº 1, de 07 de Outubro de 1981. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
10. Silva RCA, Araújo TM. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Ciênc Saúde Coletiva 2003;8(4):1019-28.
11. Colvara JG, Lima AS, Silva WP. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. Braz J Food Technol 2009;2:11-4.
12. Braga B, Hespanhol I, Conejo JGL. Introdução a engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Prentice Hall; 2002.
13. Mirlean N, Machado MI, Osinaldi GM, Demoliner A, Baisch P. O impacto na composição química das águas subterrâneas com enfoque no consumo humano em Rio Grande – RS. Quim Nova 2005;28(5):788-91.
14. Abdalla KVP, Cavalcante PRS, Costa Neto JP, Barbieri R, Mesquita Neto MC. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário – MA. In: Anais do 16º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Luís. 2010. São Paulo: ABAS; 2010.
15. Agostinho LL, Cavalcanti B, Nascimento L. Qualidade das águas subterrâneas da Bacia do Piancó para uso municipal e de irrigação. In: Anais do 15º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal. 2008. São Paulo, ABAS; 2008.
16. Linhares FM, Costa JRS, Santos JYG, Cunha TB, Rabelo VHC. Contaminação das águas subterrâneas no município de Brejo do Cruz – PB. In: Anais do 16º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Luís. 2010. São Paulo: ABAS; 2010.
17. Oda GH, Iritani MA, Silva CV, Ezaki S, Stradioto MR, Ferroni FR. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas da região entre Indaiatuba e Capivari (SP), porção sul da UGRHI 5 – Resultados preliminares. In: Anais do 16º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Luís. 2010. São Paulo: ABAS; 2010.
18. Zoby JLG. Panorama da Qualidade das águas subterrâneas no Brasil. In: Anais do 15º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal. 2008. São Paulo: ABAS; 2008.

