

ANÁLISE PRELIMINAR DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO LIVRE NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA, RJ

Flavio Costa de Cerqueira¹; Maria da Gloria Alves¹; Zélia Maria Peixoto Chrispim¹; Felipe Fraga de Almeida¹; Lyndemberg Campelo Correia¹; Gerson Cardoso da Silva Júnior²

Resumo – O presente trabalho foi realizado no município de São João da Barra (SJB), Norte do Estado do Rio de Janeiro que se localiza na Bacia Sedimentar de Campos, e representa o maior potencial hídrico subterrâneo do Estado. Grande parte do município possui abastecimento público de água, porém, muitas residências, indústrias, comércios e agricultores da região, utilizam a água de cacimbas e pequenos poços, captando água do aquífero freático, utilizando-a de todas as formas (sanitários, limpeza, irrigação, cozinhar, beber, etc.). Este trabalho tem como objetivo a investigação preliminar da qualidade das águas do aquífero livre em SJB. A metodologia utilizada consistiu na realização de um cadastro georreferenciado de 44 poços rasos, onde foram mensurados o nível d'água e as características físicas e químicas *in situ* (pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, temperatura), que posteriormente foram analisados. Os resultados demonstraram que o pH variou de 6,5 a 9,0, a condutividade elétrica apresentou alguns valores elevados, porém nenhuma amostra foi classificada como água salgada. De uma forma geral, esta água é utilizada para todos os fins pela população, desta forma sugere-se posteriores estudos mais aprofundados sobre o tema.

Abstract – This study was conducted in the municipality of São João da Barra (SJB), Northern State of Rio de Janeiro which is located in the Sedimentary Basin Campos, and represents the largest underground water potential of the State. Much of the city has public water supply, however, many homes, industries, businesses and farmers in the region, using water from shallow wells, capturing ground water of the free aquifer, using it in all forms (toilets, cleaning, irrigation, cooking, drinking, etc.). This work aims at the preliminary investigation of water quality in the unconfined aquifer SJB. The methodology consisted in a georeferenced records of 44 shallow wells where the water level and the physical and chemical characteristics *in situ* (pH, electrical conductivity, total dissolved solids, temperature) were measured, which were subsequently analyzed. The results showed that pH ranged from 6.5 to 9.0, the electrical conductivity showed some higher values, but

¹ Laboratório de Engenharia Civil - LECIV / CCT / UENF – End.: Av. Alberto Lamego, 2000 – CEP: 28.013-602 – tel/fax: (22) 2739-7047 - email: flavioc@ifes.edu.br; mgloria@uenf.br; zeliachrispim@terra.com.br; fragafelipe@gmail.com; lcooreia@ifes.edu.br.

² Laboratório de Hidrogeologia/ Departamento de Geologia / UFRJ - End.: Av Athos da Silveira, 274-CEP:21.949-900 (21) 2598-9481 - email: gerson@acd.ufrj.br

no specimens were classified as salt water. In general, this water is used for all purposes by the population, thus it is suggested further, more detailed studies on the topic.

Palavras-Chave – Qualidade, Aquífero livre, Poços rasos.

1 - INTRODUÇÃO

A água captada de poços rasos pode apresentar uma qualidade deficiente, seja por questões naturais intrínsecas ao meio ambiente, pela influencia do material geológico, ou estar contaminada pelas diversas atividades humanas. A qualidade da água é tão importante quanto à quantidade, pois a utilização e consumo de água de baixa qualidade pode gerar diversos problemas indesejáveis, seja para saúde, agricultura e para o meio ambiente.

Devido à facilidade de acesso e baixo custo, o aquífero livre é comumente explorado pela população, que utiliza as suas águas sem qualquer critério e conhecimento. É fato que na grande maioria dos municípios brasileiros, pouco se conhece sobre a qualidade das águas dos aquíferos livres, não existindo na maioria das vezes dados disponíveis sobre esse tema.

Dentro deste contexto se encontra o município de São João da Barra, localizado na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, onde o presente estudo foi realizado. Este município situa-se na Bacia Sedimentar de Campos que representa o maior potencial hídrico subterrâneo do Estado do Rio de Janeiro.

Recentemente a população do município de SJB aumentou consideravelmente com construção a de um grande complexo portuário e industrial, que promete transformar o município num importante instrumento de contribuição principalmente para a indústria de petróleo. Além disso, Atafona e Grussaí desempenham funções de veraneio, sendo evidente o crescimento populacional em SJB, tanto na indústria como na agricultura e turismo, e conseqüentemente a demanda por água está aumentado drasticamente sem controle dos aspectos qualitativos e quantitativos dos aquíferos.

Atualmente o município de São João da Barra já utiliza a água subterrânea como uma das principais fontes de abastecimento a população. Isso pode ser evidenciado em várias localidades que possuem poços tubulares profundos, tanto em funcionamento como em fase de construção que são administrados pela CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro). Além disso, muitas residências, indústrias, comércios e agricultores da região, utilizam a água de cacimbas e pequenos poços perfurados manualmente (construídos sem nenhum tipo de proteção e preocupação) para captar a água do aquífero freático, utilizando-a de todas as formas incluindo (sanitários, limpeza, irrigação de hortas e pomares, cozinhar, beber).

Desta forma fica evidente a necessidade de se realizar estudos relacionados à hidrogeologia deste município, a fim de produzir informações que possam contribuir para gestão desses recursos de forma mais consciente e racional. Assim foi proposto este estudo, com a finalidade de avaliar de forma preliminar alguns parâmetros que podem influenciar a qualidade das águas subterrâneas.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo maior deste trabalho é realizar um estudo preliminar da qualidade das águas do aquífero livre de SJB.

A geração destas informações poderão oferecer alguns subsídios e orientação às comunidades, pesquisadores, e aos gestores governamentais no planejamento.

2.2 - Objetivos Específicos

Durante o presente estudo pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Elaboração de base de dados georreferenciados (poços rasos);
- Análise dos parâmetros físicos das águas do aquífero livre do município;
- Elaboração de mapas de distribuição espacial dos parâmetros físico-químicos obtidos em campo.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 - Localização

O Município de São João da Barra pertence à Microrregião de Campos dos Goytacazes e à Mesorregião Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, que fica a aproximadamente 334 Km de distância da capital do estado, possuindo 458,611 Km² de território (IBGE, 2010).

O município de faz divisa a sul e oeste com Campos dos Goytacazes, ao norte com São Francisco do Itabapoana e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 1) e divide-se em seis distritos (Sede, Atafona, Grussaí, Cajueiro, Pipeiras e Barcelos).

Mapa do Município de São João da Barra/RJ

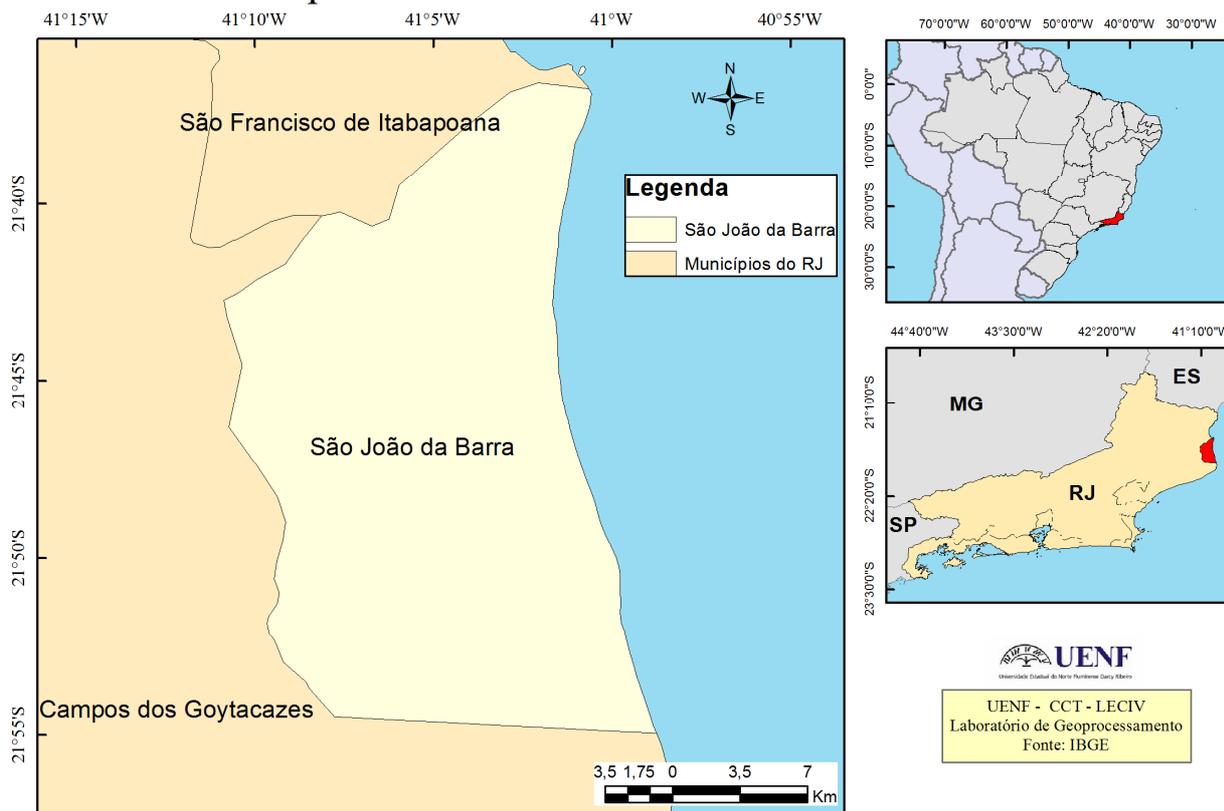


Figura 1. Localização do Município de São João da Barra.

3.2 – Clima

Segundo o EIA - Estudo de Impacto Ambiental do Distrito Industrial de São João da Barra (2011), o clima da região é tropical quente e semi-úmido (de quatro a cinco meses secos), sendo um resultado de fatores estáticos (localização geográfica e topografia) e dinâmicos (massas de ar).

Com base no Mapa Climático de Precipitação Pluviométrica Acumulada Anual (1931 – 1990) do INMET (2010), observa-se na região um total de chuvas da ordem de 1200 mm por ano, e a ocorrência de aproximadamente 130 dias de chuva por ano.

De acordo com os registros das estações meteorológicas do Aeroporto de Campos, Presidente Kennedy e MPX – Água Preta, obtidos no Estudo de Impacto Ambiental do Distrito Industrial de São João da Barra (2011), as médias mensais de temperatura apresentam um padrão sazonal, sendo maiores no verão, em torno de 27⁰ C, e menores no inverno, em torno de 21⁰ C.

3.3 - Geologia

Como pode ser observado no mapa Geológico da Figura 5, extraído do Projeto Rio (CPRM, 2001), a área do município de São João da Barra é coberta em sua totalidade por Depósitos de

idades Holocênicas. Apoiado, em parte, nos depósitos pleistocênicos e nas litologias do Grupo Barreiras, desenvolveu-se na região costeira durante o Holoceno, um complexo de ambientes deposicionais compreendendo depósitos flúviolagunares e depósitos praias marinhos e/ou lagunares.

De maneira geral, esses depósitos estão relacionados aos processos costeiros associados ao auge da última fase transgressiva do nível relativo do mar e sua posterior regressão (<5,1ka). O evento possibilitou a formação de uma nova barreira arenosa próximo à antiga planície costeira pleistocênica, assim como a ingressão marinha pelos vales preexistentes, restabelecendo boa parte dos sistemas lagunares presentes na costa que, acompanhando a posterior progradação da barreira, evoluíram para um conjunto de ambientes sedimentares (CPRM, 2001).

A ilha-barreira holocênica que constitui a geologia predominante no município (Figura 5) é composta por fácies praias marinhas com recobrimento eólico. As fácies praias marinhas são constituídas por areias quartzosas esbranquiçadas, finas a médias, bem selecionadas, apresentando estratificação plano-paralela com mergulho suave em direção ao mar. O pacote eólico que a recobre é constituído por areias com características semelhantes, de granulometria mais fina e que se apresentam na forma de depósitos eólicos mantiformes, quando ocorrentes muito próximos à linha de costa, ou na forma de dunas transgressivas, quando mais interiorizadas (CPRM, 2001).

Segundo Martin et al. (1997) estes depósitos de areias marinhas holocênicas atingem vários quilômetros de largura próximos a desembocadura fluviais mais importantes, como as associadas ao rio Paraíba do Sul. Os depósitos praias lagunares, ocorrentes na região de retrobarreira, são formados pela sedimentação subaérea que margeiam os corpos aquosos costeiros. Encontram-se constituídos por sedimentos arenosos com boa maturidade textural e mineralógica, exceto quando integram margens internas adjacentes ao embasamento, quando apresentam areias arcólicas ou líticas, ricas em seixos e cascalhos. Estes depósitos encontram-se interdigitados com depósitos fluviais ou depósitos de fundo lagunar (CPRM, 2001).

Segundo Martin et al. (1997), os sistemas lagunares holocênicos ocorrem nas zonas baixas, separando terraços arenosos pleistocênicos e holocênicos ou nos cursos inferiores de grandes vales não-preenchidos por sedimentos fluviais, sendo constituídos por sedimentos sílticos e/ou areno-argilosos ricos em matéria orgânica, podendo frequentemente conter grande quantidade de conchas de moluscos de ambientes lagunares. Por ocasião da fase de submersão, que antecedeu o nível máximo de 5,1ka, o litoral foi invadido pelo mar, formando sistemas lagunares que se estabeleceram por detrás das ilhas-barreiras como nas desembocaduras do rio Paraíba do Sul ou nos cursos inferiores de rios, como nos casos de Macaé e São João. Após 5.1 ka, em consequência do abaixamento do nível relativo do mar, essas lagunas tenderam à ressecção, ao mesmo tempo em

que eram colmatadas e substituídas por áreas pantanosas. As subidas do nível marinho, que ocorreram entre 3,9 - 3,6 ka e 2,8 - 2,5ka, promoveram a reocupação parcial dessas lagoas.

3.4 – Hidrogeologia

Todo o território do município de São João da Barra localiza-se na porção emersa da Bacia Sedimentar de Campos que é composta basicamente por sedimentos continentais e marinhos de idade Terciária, que se encontram parcialmente recobertos por sedimentos quaternários. Esta região possui a maior Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro (BARRETO et al., 2001).

Segundo Capucci (2003), a presença de água subterrânea na Bacia de Campos está diretamente relacionada à sua evolução geotectônica, onde os principais lineamentos foram determinantes pela existência de falhas e basculamentos do cristalino na direção NE/SW. A reativação por falhas em direções aproximadamente perpendiculares a estes lineamentos levou ao reconhecimento de três blocos tectônicos: Altos Estruturais de São Francisco do Itabapoana (Norte), Quissamã (Sul) e, no centro, o bloco rebaixado de Campos e São João da Barra (Figura 2).

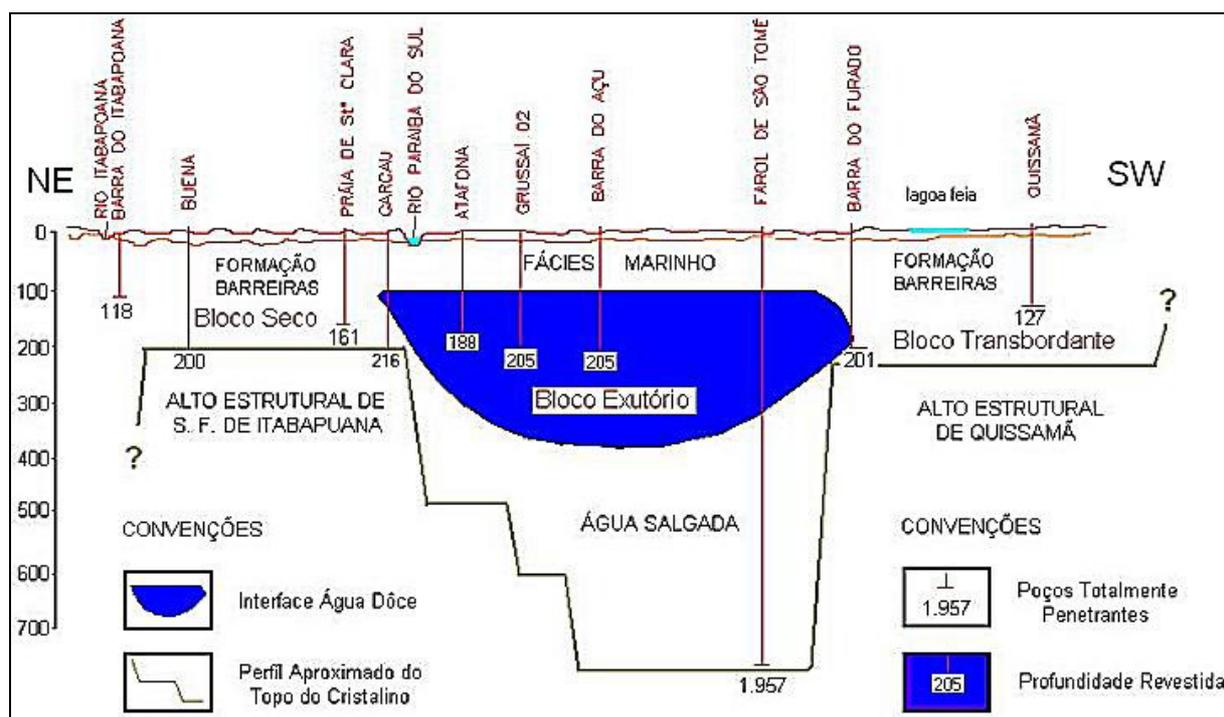


Figura 2 - Perfil Hidrogeológico da Bacia de Campos. Fonte: Capucci (2003).

Ao avaliar o potencial hidrogeológico da Bacia de Campos como uma opção para o abastecimento, Caetano (2000) delimitou quatro sistemas aquíferos mais representativos na região, sendo três sedimentares e um fraturado: Aquífero Fraturado, Terciário Formação Barreiras, Terciário Formação Emboré e Quaternário Deltáico.

Estudos posteriores como o mapa de favorabilidade hidrogeológica (CPRM, 2001), Caetano (2000) e Capucci (2003), apresentam diferença na nomenclatura dos aquíferos da região, bem como subdivisões do aquífero denominado Terciário Barreiras, cujos comparativos são apresentados na Tabela 1, Neste trabalho, adotaremos a divisão sugerida em CPRM, 2001, conforme correlação de nomenclatura.

Tabela 1 – Diferentes denominações dos aquíferos que ocorrem na região.

CAETANO, 2000	CPRM, 2001
	Formação Barreiras
Terciário Formação Barreiras	São Tomé I
	São Tomé II
Terciário Formação Emboré	Emboré
Quaternário Deltáico	Flúvio Deltáico

Fonte: Capucci (2003).

Dentre os aquíferos descritos por diversos autores, ocorrem no município de São João da Barra, principalmente o Emborê, São Tomé I e São Tomé II. As principais características destes aquíferos estão relacionadas no Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001) como sendo:

- ✓ **Aquífero Emborê:** É um aquífero confinado, constituído por sedimentos não aflorantes de possível idade terciária, compostos por arenitos conchíferos variados, com feldspato; argilitos impuros e argilas orgânicas, com espessuras de até 200m, ocorrendo em uma área de aproximadamente 350m². As águas apresentam boa qualidade e comumente baixo teor de sólidos totais dissolvidos.
- ✓ **Aquífero São Tomé II:** È um aquífero confinado, totalmente coberto por sedimentos quaternários, com espessura de aproximadamente 230m, e localiza-se em toda a parte leste da porção emersa da bacia de Campos, em uma área de aproximadamente 910 km². É composto por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. As captações deste aquífero normalmente encontram-se entre 80 e 160 m de profundidades. Ocorrem águas ferruginosas com valor de sólidos totais dissolvidos entre 200 e 600 mg/l.
- ✓ **Aquífero São Tomé I:** Ocorre em uma área de aproximadamente 380 km², formando uma faixa alongada no sentido NE-SW, na parte central da porção emersa da Bacia de Campos. É constituído por sedimentos não aflorantes, de idade terciária, totalmente recobertos por sedimentos quaternários. Esse sistema é composto por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas calcíticas, sobre arenitos consolidados argilosos. É um aquífero confinado com espessura de até 160 metros, sobreposto ao embasamento cristalino. Em relação à qualidade, podem ocorre águas ferruginosas e os STD variam entre 500 e 1.800 mg/l.

4 - METODOLOGIA

4.1 - Levantamentos de dados

Para a realização desse estudo, inicialmente foi realizado levantamento de material disponível através da reunião de diversas informações em vários órgãos e entidades, entre estes a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), órgãos públicos (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE), Centro de Informações de Dados do Rio de Janeiro – CIDE, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMADS, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, Departamento de Recursos Minerais – DRM-RJ, Prefeitura Municipal de São João da Barra, empresas privadas, Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), livros, dissertações, teses e artigos de revistas e congressos, pela internet.

4.2 - Levantamento de Campo

Em cada ponto visitado obteve-se as coordenadas, e em seguida foram descritos as características gerais referentes aos poços e o entorno.

O cadastro de poços rasos foi realizado em núcleos urbanos e em áreas rurais distribuídos por todo o território do município. Em todos os poços cadastrados são registradas dados como localização geográfica, localidade, nível d'água, profundidade e observações da localidade e do entorno, além da medição em campo do pH, condutividade elétrica, temperatura e sólidos totais dissolvidos (Figura 3).



Figura 3 – Cadastramento dos poços rasos. Medição do nível d'água Medição da condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, pH e temperatura.

4.3 - Elaboração dos mapas de localização e distribuição espacial dos parâmetros físicos

Após o cadastramento os pontos visitados foram georeferenciados, e assim foi possível

confeccionar o mapa de localização dos poços estudados no município, utilizando para isso o software Surfer 8.

Para facilitar a visualização e entendimento dos dados obtidos em campo, foram confeccionados mapas de distribuição de pH, condutividade e temperatura. Estes mapas foram gerados a partir de interpolação por krigagem linear, também com auxílio do software Surfer 8.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 - Levantamento e cadastro dos Poços Rasos e Distribuição Espacial dos Dados

Os dados dos 44 poços rasos obtidos no campo foram digitados em planilha do Excel (dbf) e inseridos no ambiente GIS, para serem espacializados, com pode ser observado na Figura 4 abaixo.

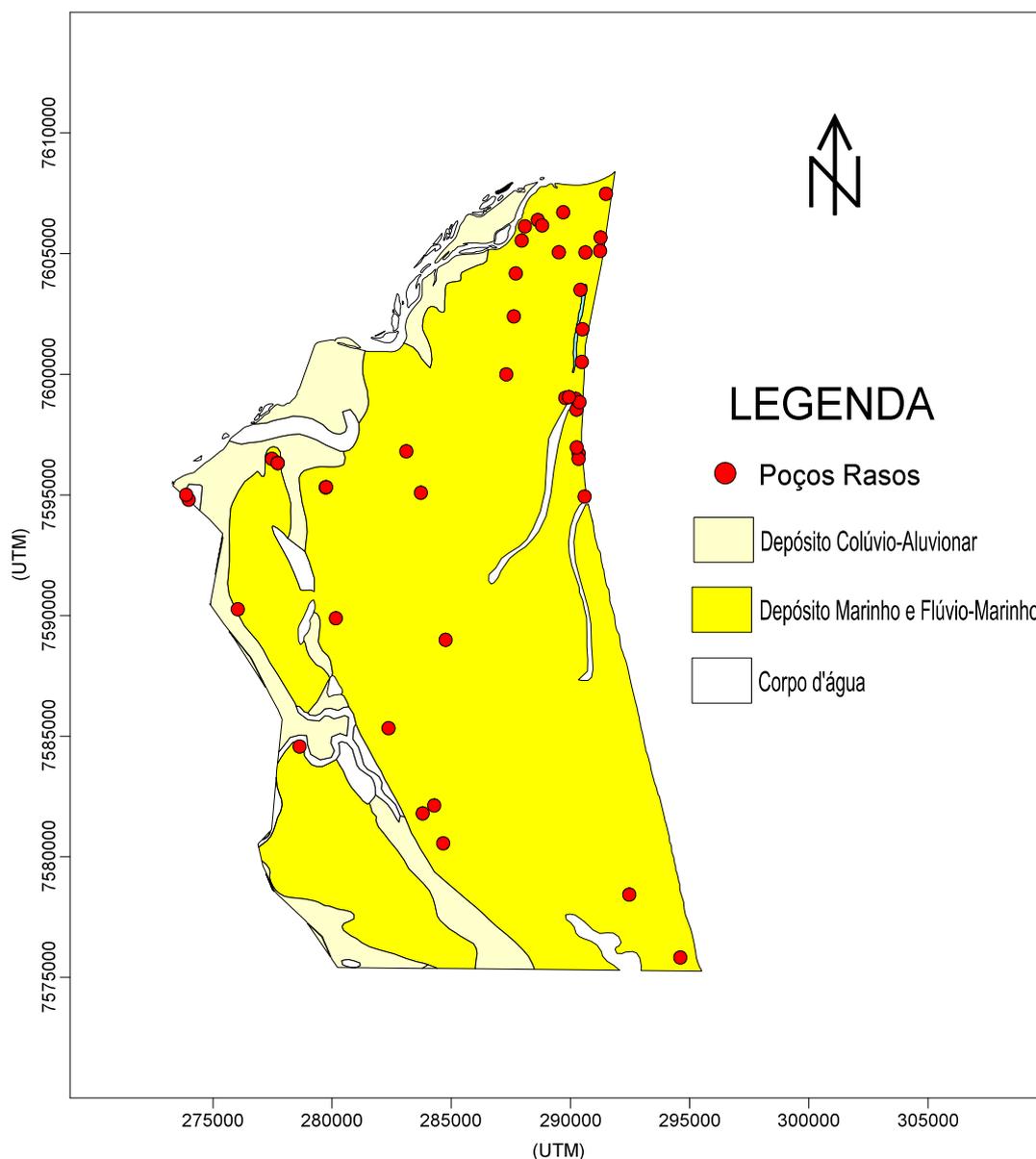


Figura 4 – Mapa Geológico do município de São João da Barra com a localização dos poços rasos.

5.2 - Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os sólidos totais dissolvidos (STD) representam a concentração de todo o material dissolvido na água, podendo ser ou não volátil. Esses teores indicam uma relação direta com a composição mineralógica da rocha-reservatório e com o tempo de percolação/residência das águas subterrâneas no interior do sistema aquífero.

Na área de estudo, foram obtidos os valores de STD para 42 poços, apresentam uma média de 267 mg/L de STD, variando entre o mínimo de 41 mg/L no poço P-35 (localidade de Caetá) e o máximo de 669 mg/L no poço P-04 (Próximo a Lagoa de Grussaí). Todas as amostras estão de acordo com os padrões aceitos pela Portaria nº 518/04, que estabelece o Valor Máximo Permitido (VMP) para STD de 1.000 mg/L para água potável.

Alguns dos maiores valores de STD identificados nos poços P-3 (465 mg/L), P-4 (669 mg/L) e P-5 (411 mg/L) e P-26 (408 mg/l), estão associados, sobretudo, a influencia da Lagoas de Grussaí e Iquipari que exercem influencia na recarga do aquífero livre.

Lançando no Software QualiGraf 9 (Mobus 2009) os valores de condutividade elétrica de 44 poços rasos, que automaticamente são convertidos para valores de STD, foi possível classificar essas águas de acordo com o grau de salinidade (Gráfico 1). Observa-se que do total de 44 amostras, 33 (75%) foram classificadas como água doce e 11 amostras (25%) como água salobra. Nenhuma amostra analisada foi classificada com água salgada.

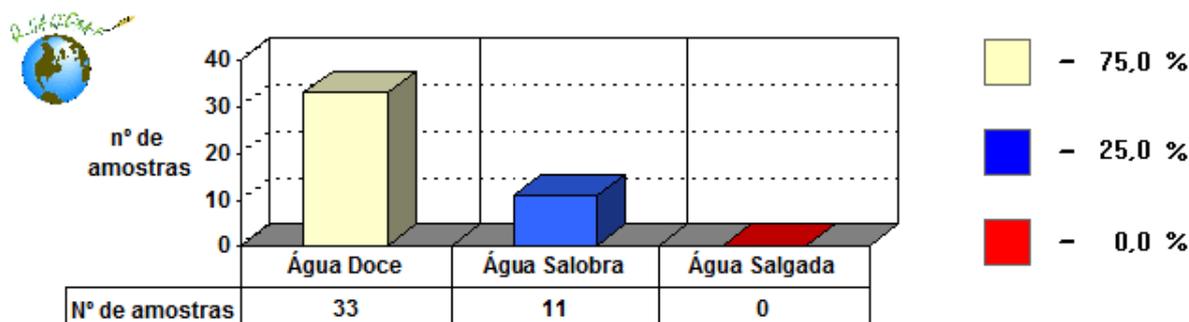


Gráfico 1 – Classificação da água com base no STD das amostras.

5.3 – Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica (CE) é uma grandeza diretamente proporcional à concentração iônica na água, permitindo avaliar, de forma rápida e global, o seu grau de mineralização. Este fato resulta da relação existente entre o teor em sais minerais dissolvidos na água e a resistência que ela oferece à passagem da corrente elétrica.

A condutividade fornece informações sobre as condições do sistema aquífero, desde a disponibilidade de nutrientes minerais e orgânicos, até a existência de possíveis fontes poluidoras.

Segundo Mendes e Oliveira (2004) os sais existentes na água possuem origens diversas, podendo resultar de processos de lixiviação do solo, de carbonatos, bicarbonatos, cloretos, nitratos e outros solúveis, ou podem provir de efluentes e resíduos agrícolas e/ou industriais, que contaminam essas águas.

Observa-se que a condutividade elétrica analisada situa-se na média de 535 $\mu\text{S}/\text{cm}$, variando entre o mínimo de 84 $\mu\text{S}/\text{cm}$ P-35 e o máximo de 1.338 $\mu\text{S}/\text{cm}$ P-4. Os maiores valores de CE estão relacionados a recarga deste aquífero. Não se pode descartar ainda a influência da contaminação antrópica, principalmente através do aporte de efluentes domésticos lançados em fossas negras, situadas nas proximidades de alguns poços.

A legislação brasileira não determina um valor máximo permitido para a CE. Contudo, a literatura técnica recomenda que a condutividade de uma boa água potável seja inferior a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (LOGAN, 1965; MENDES & OLIVEIRA, 2004). Valores superiores podem trazer sabor desagradável à água, afetando sua capacidade de uso para consumo. Foram identificados 11 poços com valores acima de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A Figura 5 mostra a distribuição da CE na área. Observa-se que os maiores valores estão localizados na porção nordeste do município, na localidade de Grussaí, onde fica evidenciada a influência das lagoas na qualidade das águas do aquífero livre.

5.4 – Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH de uma água representa a medida de sua acidez ou de sua alcalinidade, traduzida pela concentração hidrogeniônica. A maioria das águas subterrâneas, em seu estado natural, possuem pH entre 5,5 e 8,5.

Na área de estudo, as medidas de pH mostram uma variação entre valores máximos situados em torno de 9,0 (P-44 e P-45) e valores mínimos em torno de 6,5 (P-21). O valor médio perante a análise de todos os pontos é de 7,9. Desta forma, todos os valores de pH encontram-se dentro dos limites estabelecido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (6,00-9,00).

A Figura 6 mostra a distribuição dos isovalores de pH medidos em campo. Observa-se que os maiores valores de pH encontram-se na porção nordeste próximo a Grussaí, e também na porção Oeste da área, no limite com o município de Campos dos Goytacazes. Já os menores valores de pH estão distribuídos na porção central da área.

5.5 – Temperatura

Na área de estudo, as medidas de temperatura mostram uma variação entre valores máximos situados em torno de 30°C (P-45), e valores mínimos em torno de $23,7^{\circ}\text{C}$ (P-23). O valor médio perante a análise de todos os pontos é de $26,3^{\circ}\text{C}$.

A Figura 7 mostra a distribuição dos valores de temperatura no município. Observa-se que as maiores temperaturas localizam-se na porção sudoeste da área, no limite com município de São João da Barra.

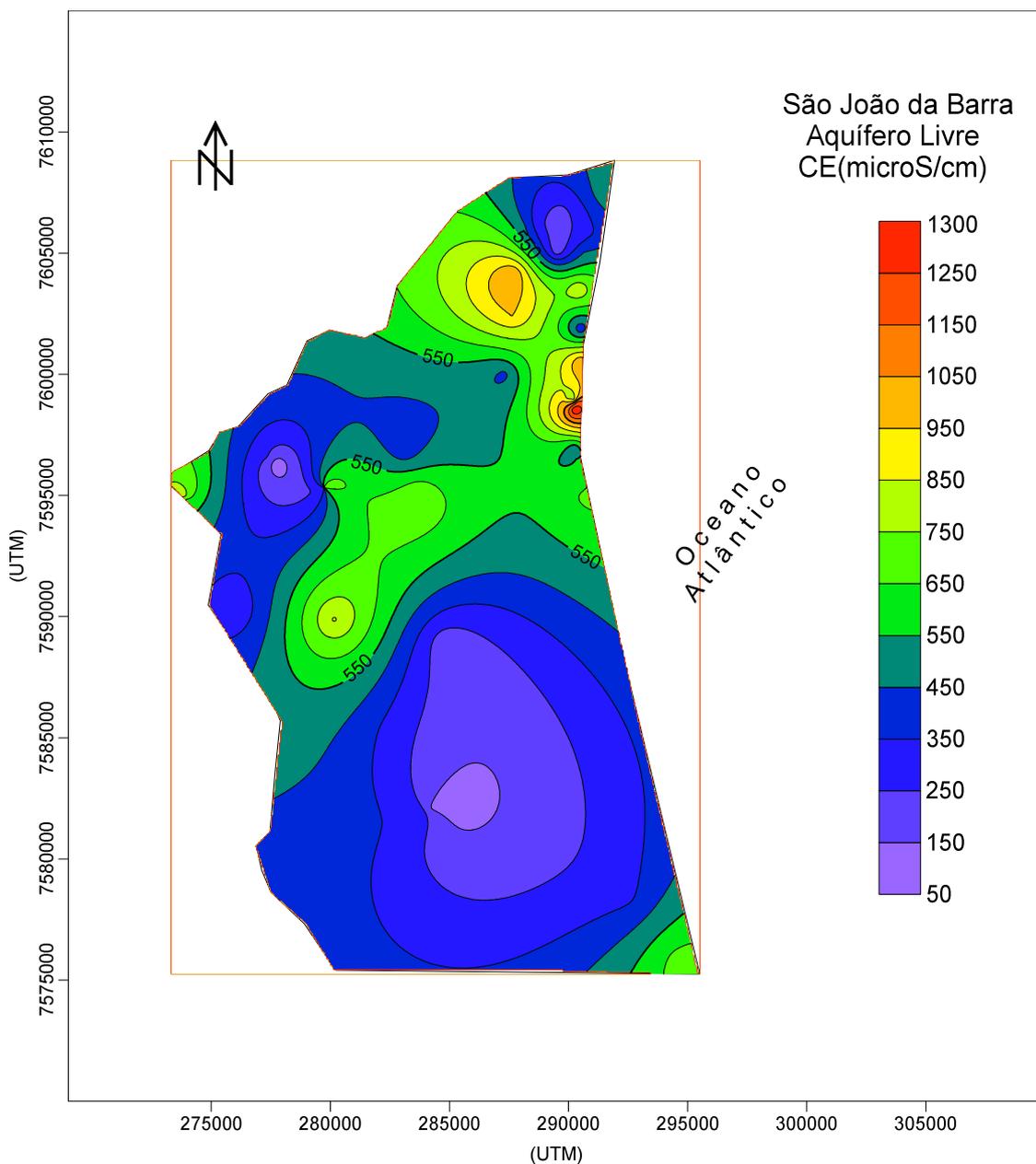


Figura 5 – Distribuição dos valores de CE no município de São João da Barra.

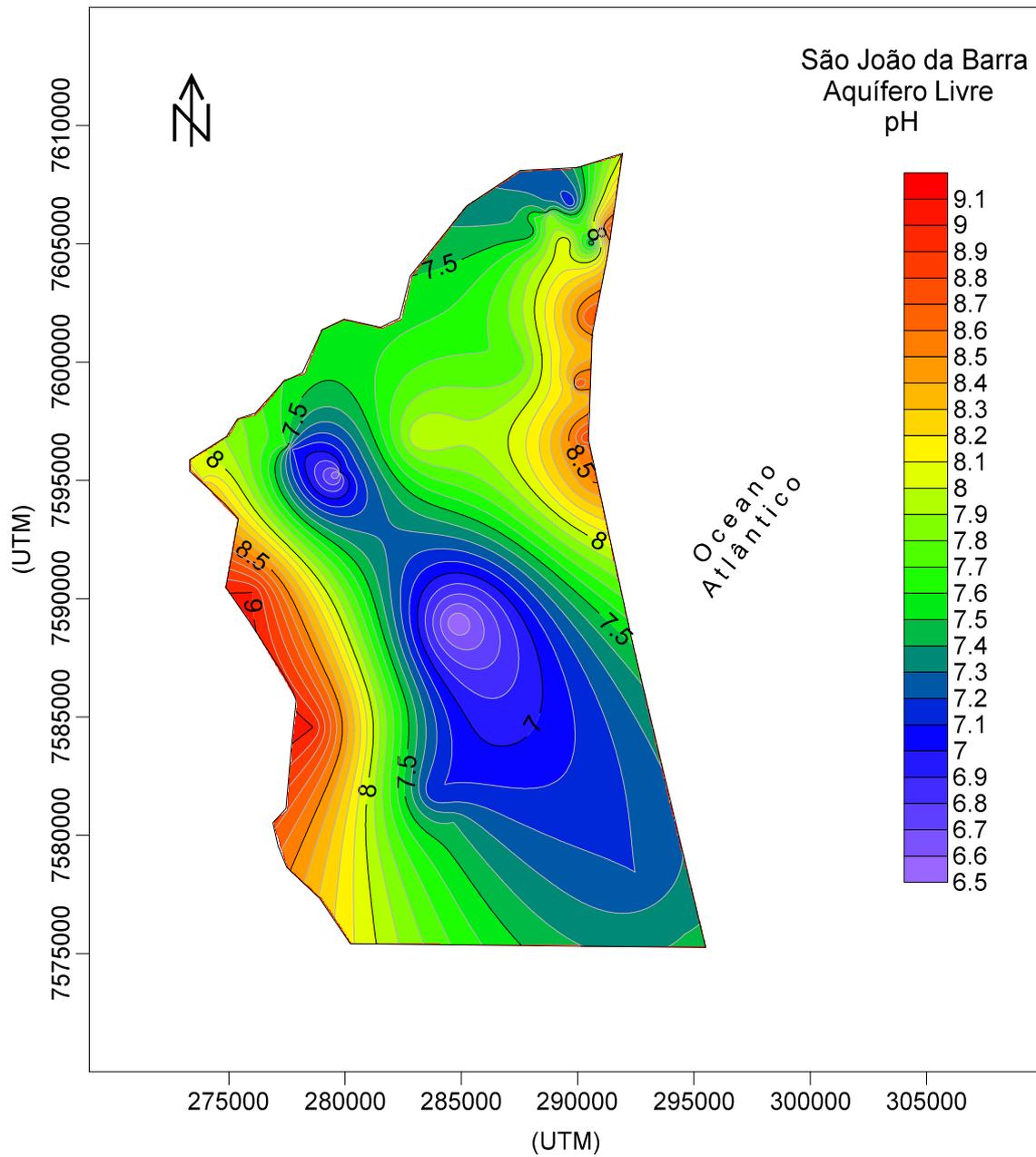


Figura 6 – Distribuição dos valores de pH no município de São João da Barra.

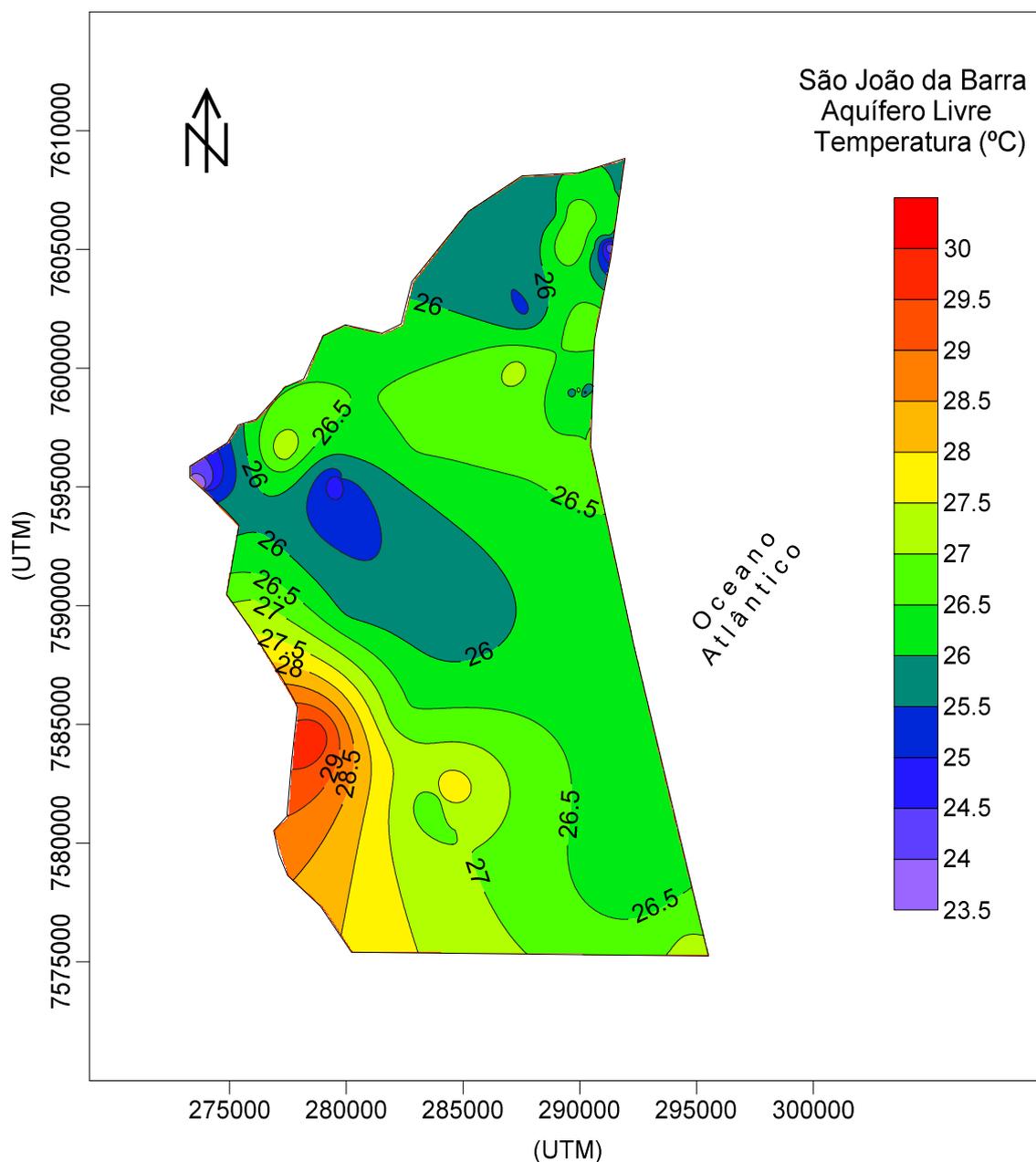


Figura 7 – Distribuição dos valores de temperatura no município de São João da Barra.

6 - CONCLUSÃO

A água é um patrimônio da humanidade e deve ser conservada para as gerações futuras. A Bacia de Campos possui a maior reserva hídrica do Estado e mesmo assim a Região Norte Fluminense sofre no que se refere a disponibilidade de água, quer seja em função da pluviometria (com períodos de seca) ou pela inadequada utilização dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos.

Dos 44 poços analisados, apenas 4 apresentam valores de condutividade acima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que 3 destes poços localizam-se próximo as lagoa de Grussaí, o que comprova a

influencia da lagoa na qualidade das águas do aquífero livre. Das 44 amostras, 11 foram classificadas como água salobra e o restante classificado como água doce, não havendo nenhuma amostra classificada como água salgada. Mesmo o município estando localizada em região litorânea, percebe-se que o aquífero livre sofre pouca influência das altas salinidades da água do mar.

Finalmente, recomenda-se a realização de pesquisas mais aprofundadas sobre a qualidade do aquífero livre neste município, uma vez que este apresenta alta vulnerabilidade natural de contaminação, pois além das altas permeabilidades das areias que cobrem a maior parte do território, foi possível verificar a pequena profundidade do nível freático, o que aumenta o risco de contaminação.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO A. B. C., MONSORES A. L. M., LEAL A. S., PIMENTEL J. 2001. *Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro. Texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília: CPRM, CD-ROM.

BRASIL. 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.

CAETANO, L.C. *Água Subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes (RJ-BRASIL): Uma opção para o abastecimento*. 2000. 163 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAPUCCI, E. *Água Subterrânea na Baixada Campista. Anais do I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste*, 2003. Petrópolis, RJ. ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.

CEDAE – Companhia Estadual de Água e Esgoto. Relatório Anual/ Informações aos Usuários/ São João da Barra, 2008. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/div/RelatoriosQualidadeAgua/saojoaodabarra>. Acessado em: 20 de novembro de 2013.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*. São Paulo, 2001.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2001. Ministério das Minas e Energia / Secretaria de Minas e Metalurgia. *Projeto Rio de Janeiro*, CD-ROM. Brasília.

EIA - Estudo de Impacto Ambiental do Distrito Industrial de São João da Barra, 2011. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/downloads/eia%20rima/EIA%20-%20DISJB/>, Acessado em: 19/11/2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Rio de Janeiro, 2006.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Mapa Climático de Precipitação Pluviométrica Acumulada Anual (1931 – 1990)*, 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima>, acessado em: 19/11/2013.

LOGAN, J., 1965. *Interpretação de Análises Químicas da Água*. US. Agency for International Development. Recife.

MANASSÉS, F., *Caracterização Hidroquímica da Água Subterrânea da Formação Serra Geral na Região Sudoeste do Estado do Paraná*. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: http://www.dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/.../1/Dissertacao_Fabio_Manasses.pdf. Acessado em 12 de Dezembro de 2013.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M. 1997. *Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, CPRM-FAPESP, 104 p.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. *Qualidade da água para consumo humano*. Lisboa-Porto-Coimbra: Lidel, 2004.

MÖBÜS, G. - QUALIGRAF. *Programa para Análise da Qualidade de água*, 2009. FUNCEME. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/software/qualigraf>. Acessado em: 28 de novembro de 2013.

SURFER 8, User's Guide/ Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers, Golden Software, Inc. 639p.

Wikipédia – A enciclopédia livre, <http://www.wikipédia.gov>. Acessado em 12 de novembro de 2013.