

XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA/RJ

Lyndemberg Campelo Correia¹; Maria da Glória Alves¹; Zélia Maria Peixoto Chrispim¹; Flávio Costa de Cerqueira & Gerson Cardoso da Silva Júnior²

Resumo – O presente trabalho tem como área de estudo o município de São João da Barra/RJ, o qual é abrangido integralmente pelo aquífero Emborê, principal aquífero do Estado. Foram selecionados 28 poços tubulares profundos. Teve-se como objetivo a análise dos dados de vazão e vazão específica desses poços avaliando a produtividade dos poços que captam água do Emborê e, ainda, a produtividade desse aquífero. A produtividade dos poços, expressa em termos da vazão, apresentou valor médio de 52,81 m³/h, o que de uma forma geral classifica esses poços como de Produtividade Alta, considerando os intervalos de vazões estabelecidos neste estudo. A produtividade do aquífero, expressa em termos da vazão específica, apresentou valor médio de 5,43 m³/h/m, o que de uma forma geral o enquadra na classe de Produtividade Elevada, para os intervalos de vazões específicas estabelecidos neste trabalho.

Abstract – This work have as study's area the municipality of São João da Barra / RJ, which is fully covered by aquifer Emborê, the main aquifer of State. Were selected 28 deep wells. Had as objective the analysis of discharge and specific discharge of these wells evaluating the productivity of wells that capture water from Emborê, and yet, the productivity of this aquifer. The productivity of wells, expressed in terms of discharge, presented average value of 52.81 m³/h, which in general classifies these wells as High Productivity, considering the ranges of discharge set out in this study. The aquifer productivity, expressed in terms of the specific discharge, presented averaged value of 5.43 m³/h/ m, which in general falls into the High Productivity class, for specific discharge ranges set forth in this work.

Palavras-Chave – Produtividade de Poços, Vazão Específica, São João da Barra/RJ.

¹ Laboratório de Engenharia Civil - LECIV/CCT/UENF - Av. Alberto Lamego, 2000 - CEP: 28.013-602 - fone/fax: (22) 2739-7047 - e-mails: lyndemberg@gmail.com; mgalvesuenf@gmail.com; zeliachrispim@terra.com.br; flvioc@ifes.edu.br

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

1 – INTRODUÇÃO

Desde muitos anos atrás até os dias atuais a demanda por água é crescente e essa também é a tendência para o futuro, haja vista que tal demanda obedece ao crescimento populacional, industrial, agropecuário, entre outros.

Esta realidade não é diferente para o município de São João da Barra/RJ, que vem aumentando sua população consideravelmente, sobretudo, por causa da construção do grande complexo portuário e industrial, às vezes referido como Superporto do Açú, 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 deste município, 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.

De acordo com Cerqueira *et al.* (2014), o município de São João da Barra utiliza a água subterrânea como uma das principais fontes de abastecimento à 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).

Destaca-se ainda que grande parte da demanda de água do Complexo Portuário do Açú é atendida pela água subterrânea captada por vários poços tubulares profundos. Provavelmente, tem-se neste Complexo, o principal consumidor dos recursos hídricos subterrâneos no município.

Apesar de se ter na região o maior potencial hídrico subterrâneo de todo estado do Rio de Janeiro, representado, sobretudo, pelo aquífero Emborê, alguns cuidados precisam ser tomados, principalmente no que se refere à gestão dos recursos hídricos subterrâneos, o qual vem sendo explorado sem nenhum critério e/ou monitoramento.

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.

Este trabalho apresenta os resultados obtidos na análise de dados de vazão e vazão específica de poços profundos construídos no município de São João da Barra/RJ, com o objetivo de avaliar a produtividade dos poços profundos que captam água do aquífero Emborê e, ainda, a análise da produtividade desse aquífero.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A cidade de São João da Barra está localizada na região norte do estado do Rio de Janeiro, aproximadamente a 334 km da capital, Rio de Janeiro, com uma área de 455,044 km², possui uma população de 32.747 (trinta e dois mil e setecentos e quarenta e sete) habitantes (<http://www.ibge.gov.br>; 08/06/16).

A figura 1 mostra o mapa de localização do município de São João da Barra, o qual faz divisa a sul e oeste com Campos dos Goytacazes, ao norte com São Francisco do Itabapoana e a leste com o Oceano Atlântico e divide-se em seis distritos (Sede, Atafona, Grussaí, Cajueiro, Pipeiras e Barcelos).

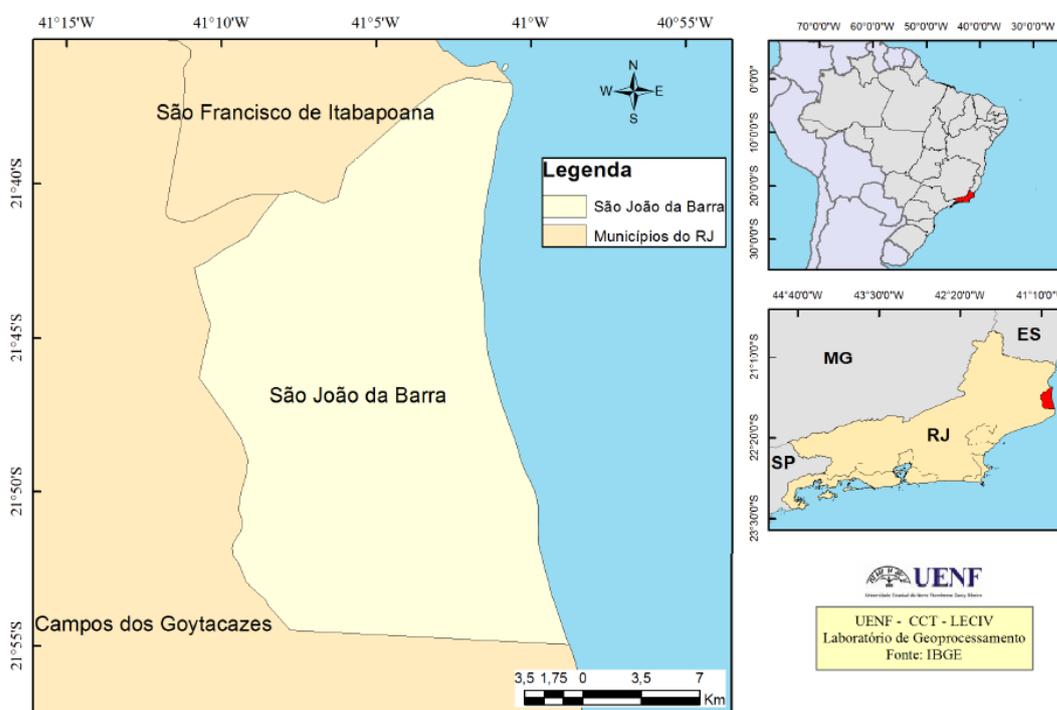


Figura 1. Localização do município de São João da Barra.

3 - METODOLOGIA

Visando atingir os objetivos descritos anteriormente, o trabalho foi desenvolvido cumprindo-se etapas previamente estabelecidas, quais sejam: Levantamento bibliográfico, reconhecimento de campo, levantamento e cadastramento de poços tubulares profundos e a análise e avaliação dos dados de vazão e vazão específica, a partir de tratamento estatístico descritivo e da espacialização desses dados na área de estudo através da aplicação de interpolação pelo método do inverso do quadrado da distância inserido no *software* QGIS, utilizado na geração dos mapas temáticos.

4 – TRABALHOS ANTERIORES

4.1 – Geologia

De acordo com CPRM (2001) *apud* CERQUEIRA *et al.* (2014), 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 *apud* CERQUEIRA *et al.*, 2014)

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 arcossianas ou líticas, ricas em seixos e cascalhos. Estes depósitos encontram-se interdigitados com depósitos fluviais ou depósitos de fundo lagunar.

Ainda de acordo com 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 arenoargilosos 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 trás 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 - 2,5 ka, promoveram a reocupação parcial dessas lagunas.

4.2 – Hidrogeologia

São João da Barra é o único município do estado do Rio de Janeiro constituído geologicamente por rochas sedimentares (Capucci, 2003), possuindo toda sua área localizada 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.

Segundo Barreto *et al.* (2001), esta região possui a maior favorabilidade hidrogeológica do estado do Rio de Janeiro e de acordo com Capucci (2003), São João da Barra apresenta grande vocação hidrogeológica, podendo ser abastecido integralmente por água subterrânea.

Existem vários estudos e trabalhos publicados sobre os aquíferos e o potencial hídrico subterrâneo da região, como Caetano (2000), Barreto *et al.*, (2001), Capucci (2003), Martins (2015), e outros, e apesar disto, ainda persistem dúvidas quanto à divisão dos aquíferos. Segundo Martins (2015), os autores tem consenso quanto ao papel da tectônica na compartimentação dos aquíferos e as diferenças estão, entre outras razões, na falta de consenso quanto a correlação estratigráfica dos aquíferos. A tabela 1 mostra a correspondência entre as divisões adotadas para os aquíferos sedimentares da Bacia Sedimentar de Campos, segundo diferentes autores. Neste trabalho, adotaremos a divisão sugerida por Martins (2015), conforme correlação de nomenclatura.

Tabela 1. Correspondência entre as divisões adotadas para os aquíferos sedimentares da Bacia Sedimentar de Campos, segundo diferentes autores (modificado de Martins, 2015).

AQUÍFEROS (CAETANO, 2000)	AQUÍFEROS (BARRETO <i>et al.</i>, 2001)	AQUÍFEROS (CAPUCCI, 2003)	AQUÍFEROS (MARTINS, 2015)
Terciário/Formação Barreiras	Barreiras	F. Barreiras Primitiva	Barreiras
	São Tomé I São Tomé II	F. Barreiras Recente	Emborê (F_{Emb} & F_{ST})*
Terciário/Formação Emborê	Emborê (?)	Emborê	
Quaternário Deltáico	Fluviodeltaico	Aluviões de Campos	Fluviodeltaico

* F_{Emb} : Fácies Emborê / F_{ST} : Fácies São Tomé

Dentre os aquíferos descritos por diversos autores, e seguindo a divisão apresentada por Martins (2015), em São João da Barra ocorre o aquífero Emborê, recoberto por completa a área deste município.

De acordo com Martins (2015), o aquífero Emborê é confinado, abrange uma área de 1590 km², ocorre na formação homônima (Membro São Tomé), constituída por arenitos e cascalhos mal selecionados, disseminados em matriz argilosa vermelha, com características que indicam sua deposição em ambiente continental, encoberta por sedimentos continentais e marinhos, holocênicos e pleistocênicos litorâneos e ocorre na parte mais oriental e litorânea da bacia. As captações deste aquífero normalmente se encontram entre 110 a 300 m de profundidades e água de boa qualidade do Membro São Tomé.

Martins (2015) apresenta duas fácies para o aquífero Emborê, baseado em dados obtidos durante sua pesquisa e conforme as diferentes características estudadas em termos sedimentológicos e, principalmente, hidrogeoquímicos: a Fácies Emborê (F_{Emb}), que ocorre predominantemente na região do Cabo de São Tomé, e a Fácies São Tomé (F_{ST}), localizada ao sul e ao norte da área delimitada para o aquífero, em porções dos municípios de São Francisco do Itabapoana, São João da Barra, Campos dos Goytacazes e Quissamã.

Quanto aos parâmetros dos aquíferos, tem-se que a transmissividade média da área de domínio da F_{Emb} é de cerca de 260 m²/dia, para um coeficiente de armazenamento médio da ordem 10⁻⁴. Já a área de domínio da F_{ST} tem uma transmissividade estimada um pouco menor, da ordem de 150 m²/dia, com o mesmo coeficiente de armazenamento médio. Em ambas as fácies a capacidade específica dos poços produtores varia em torno de 2 a 3 m³/h/m, sendo um pouco maior na F_{Emb} (Martins, 2015).

5 – POÇOS CADASTRADOS

Os poços tubulares profundos selecionados para este trabalho consistem da junção de vários dados, levantados e cadastrados por diversos pesquisadores em trabalhos anteriores realizados na área de estudo, como Caetano, 2000; Barreto *et al.* 2001; Capucci, 2003; Martins, 2015 entre outros. Dados obtidos nas universidades, UENF e UFRJ, bem como em órgãos e instituições públicas, como CPRM, IBGE, INEA, ANA, entre outros.

Inicialmente, obteve-se uma planilha com dados de 188 poços tubulares profundos para toda a Baixada Campista, porém, após um trabalho de consistência dos dados, foram descartados os poços que não situavam-se no município de São João da Barra. Descartou-se também os poços que se apresentavam, por exemplo, com nomes diferentes nos diversos cadastros, mas que se tratavam

do mesmo poço e, também, os poços que não apresentavam dados suficientes para a realização deste trabalho.

Chegou-se então a uma planilha com 28 poços profundos construídos na área de estudo. No entanto, 05 desses poços não apresentam dados de vazão específica e, portanto, as análises de vazão foram feitas para 28 poços e as análises de vazão específica com 23 poços.

A figura 2 apresenta um mapa com a distribuição espacial dos poços selecionados na área de estudo.

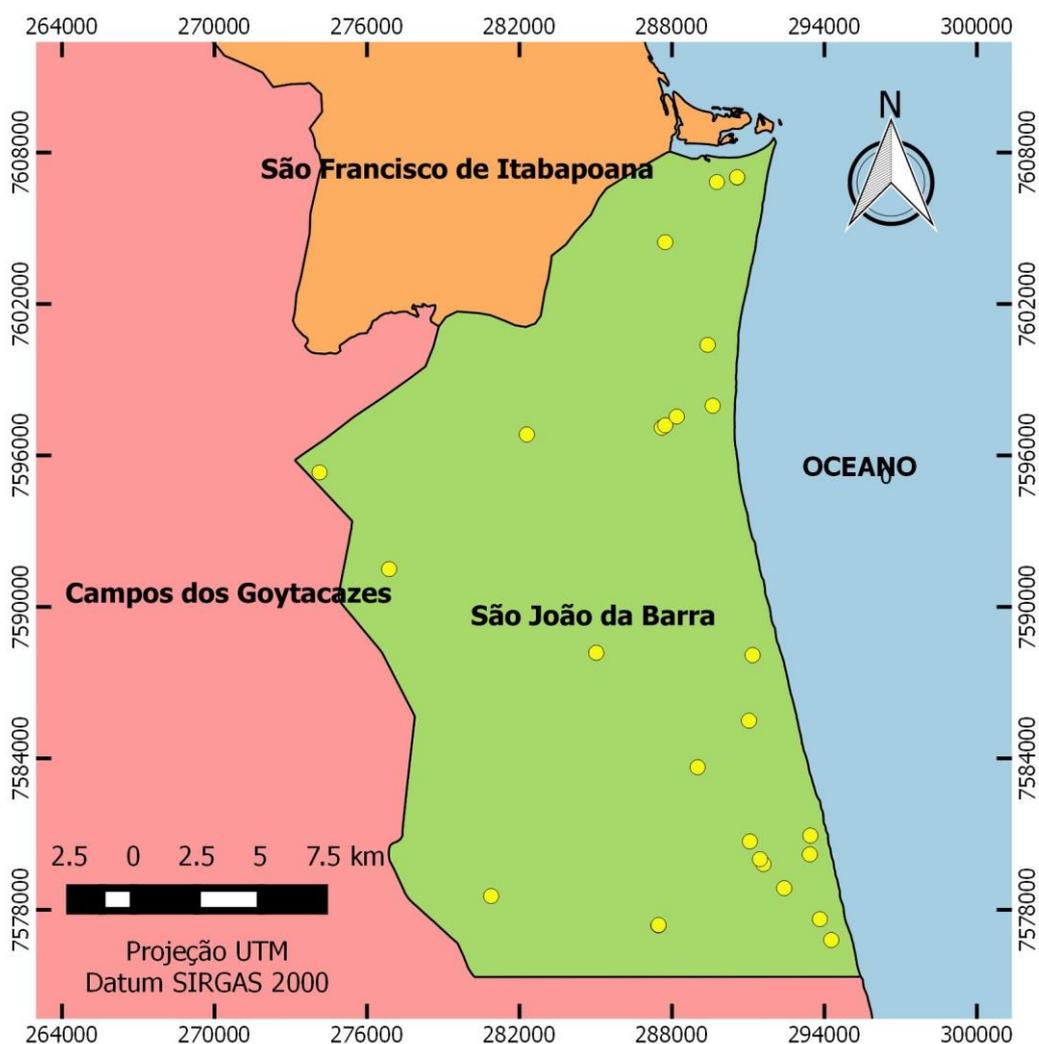


Figura 2. Distribuição espacial dos poços selecionados no município de São João da Barra.

6 – PRODUTIVIDADE DOS POÇOS NO AQUIFERO EMBORÊ

A análise da produtividade dos poços tubulares profundos bem como do aquífero Emborê foi realizada a partir de dados de vazões (m^3/h) de 28 poços e dados de vazões específicas ($m^3/h/m$) de 23 poços, respectivamente.

6.1 – Produtividade dos poços profundos perfurados em São João da Barra

Os dados de vazões dos 28 poços apresentam valor mínimo de 10 m³/h e valor máximo de 102 m³/h. A vazão média é de 52,81 m³/h, tendo-se um desvio padrão de 26,39 m³/h. Capucci (2003) apresenta a ocorrência de vazão da ordem de 260 m³/h, observada no poço de Boa Vista 3, o qual capta água também do aquífero Emborê, no entanto, tal poço situa-se no município de Campos dos Goytacazes, estando portanto, fora da área de estudo deste trabalho.

Para a avaliação da produtividade (média) dos poços tubulares catalogados, expressa em termos de intervalos de vazão, estabeleceram-se neste trabalho as seguintes classes de produtividades:

Vazões > 100 m³/h – Poços com Produtividade Muito Alta

Vazões entre 50 m³/h e 100 m³/h – Poços com Produtividade Alta

Vazões entre 20 m³/h e 50 m³/h – Poços com Produtividade Média

Vazões entre 10 m³/h e 20 m³/h – Poços com Produtividade Baixa

Vazões < 10 m³/h – Poços com Produtividade Muito Baixa

O gráfico 1 mostra a frequência das vazões nos poços tubulares profundos construídos em São João da Barra. Os intervalos de vazões escolhidos para o histograma apresentado no gráfico 1 segue ao que foi apresentado por Barreto *et al.* (2001), no momento em que se estudou a favorabilidade hidrogeológica do estado do Rio de Janeiro, isto é, $0 < Q < 5$; $5 < Q < 10$; $10 < Q < 20$; $20 < Q < 50$; $50 < Q < 100$ e $Q > 100$, sendo Q a vazão em m³/h.

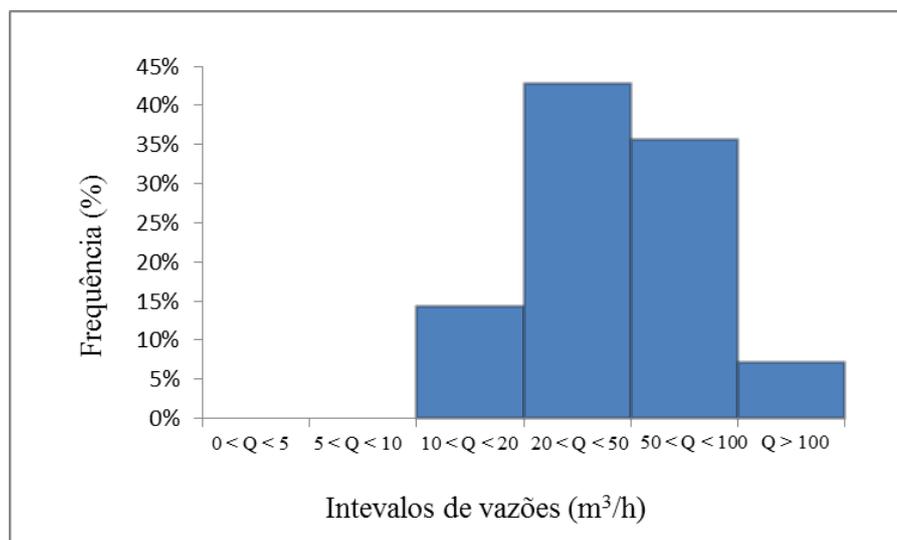


Gráfico 1. Frequência das vazões nos poços tubulares profundos construídos em São João da Barra.

Conforme já mencionado, não ocorrem poços com vazões inferiores a 10 m³/h na área de estudo. Observa-se que 14% dos poços possuem vazões entre 10 e 20 m³/h (produtividade baixa), 43% dos poços possuem vazões entre 20 e 50 m³/h (produtividade média), 36% dos poços possuem vazões entre 50 e 100 m³/h (produtividade alta) e 7% dos poços apresentam produtividade muito alta, ou seja, vazões maiores que 100 m³/h.

A relação Vazão e Profundidade dos poços é mostrada no gráfico 2. A correlação linear é fraca (R = 0,49), correspondendo a 49%, sendo este fato uma possível explicação para a heterogeneidade dos dados de vazão na área de estudo.

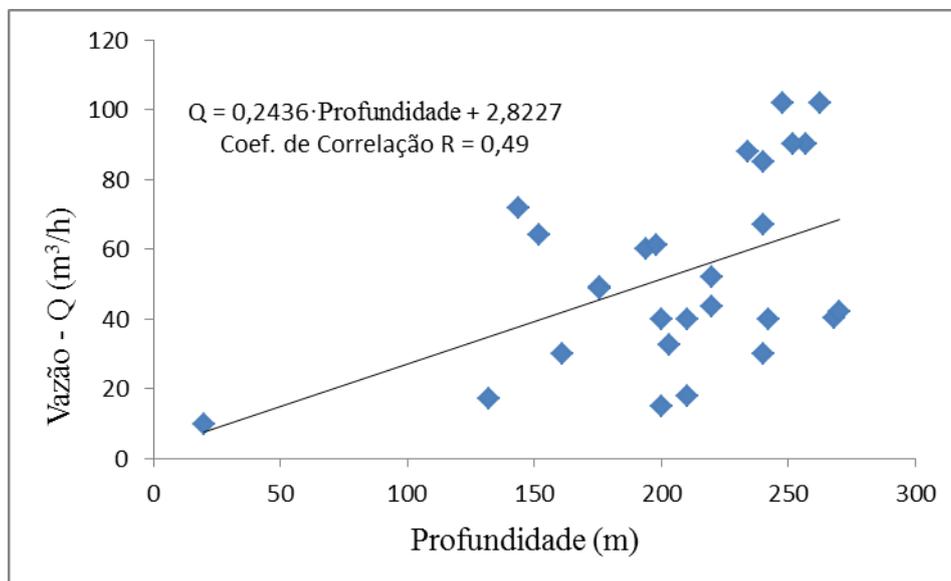


Gráfico 2. Relação Vazão *versus* Profundidade dos poços.

Com o intuito de observar o comportamento espacial da vazão dos poços construídos no município de São João da Barra, foi confeccionado um mapa de distribuição espacial (isolinhas) dos valores de vazão contidos nos 28 poços catalogados (Figura 3).

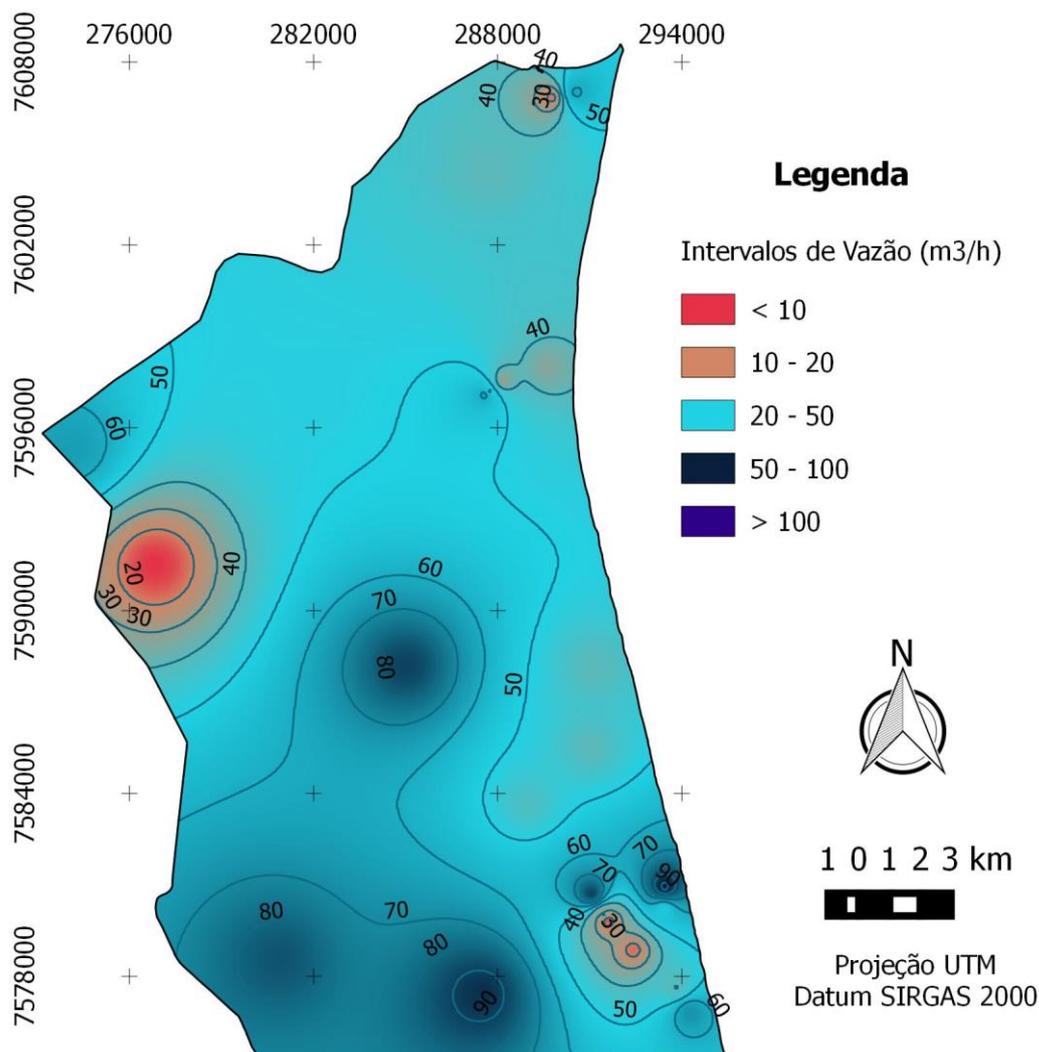


Figura 3. Distribuição da Vazão no município de São João da Barra.

6.2 – Produtividade do Aquífero Emborê no Município de São João da Barra

A produtividade do aquífero, expressa em termos da vazão específica, que estabelece a relação entre a vazão (m^3/h) e o rebaixamento (m) foram agrupadas em classes de produtividade da seguinte forma:

Vazões Específicas $> 12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ – Produtividade Muito Elevada

Vazões Específicas entre $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ – Produtividade Elevada

Vazões Específicas entre $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ – Produtividade Moderada

Vazões Específicas $< 0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ – Produtividade Fraca

Os dados de vazões específicas dos 23 poços apresentam valor mínimo de $0,24 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e valor máximo de $18,67 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. A vazão específica média é de $5,43 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, com desvio padrão de $5,60 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

O gráfico 3 mostra a frequência das vazões específicas nos poços tubulares profundos construídos em São João da Barra. Os intervalos de vazões escolhidos para o histograma apresentado no gráfico 3 segue ao que foi apresentado por Capucci (1988), no momento em que estudou a potencialidade das águas subterrâneas do estado do Rio de Janeiro, isto é, $q < 0,5$; $0,5 < q < 3$; $3 < q < 12$; e $q > 12$, sendo q a vazão específica em $m^3/h/m$.

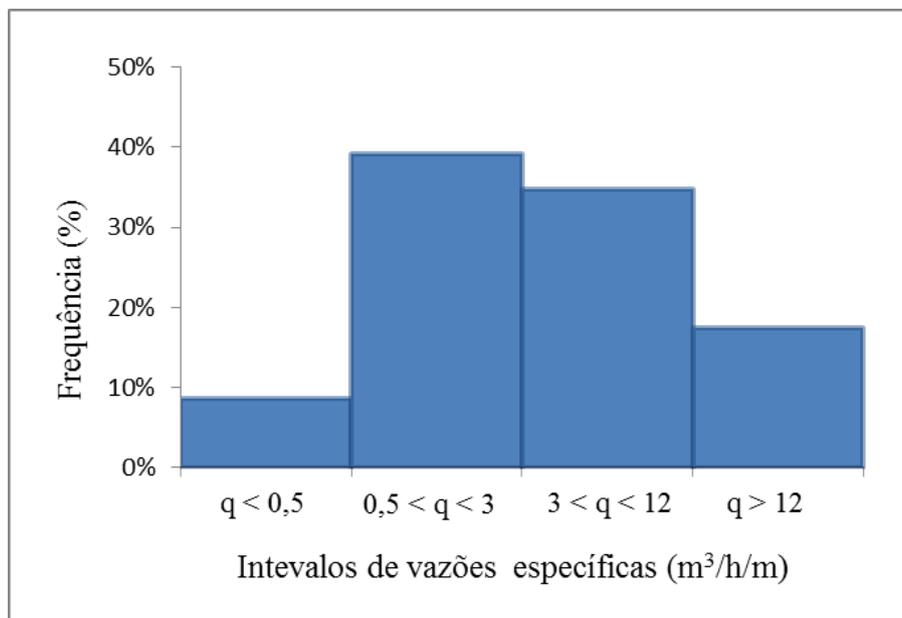


Gráfico 3. Frequência das vazões específicas nos poços tubulares construídos em São João da Barra.

Observa-se que a maioria dos valores de vazões específicas enquadra o aquífero Emborê com Produtividade Moderada (39%), Produtividade Elevada (35%) e Produtividade Muito Elevada (17%), o que representa 91% dos dados. Em uma pequena minoria (9%) constatou-se valores de vazão específica menor que $0,5 m^3/h/m$.

O valor obtido para a vazão específica média ($5,43 m^3/h/m$) enquadra o aquífero Emborê, de uma forma geral, na classe de Produtividade Elevada. Este resultado é corroborado por Martins *et al.* (2006) quando apresenta o estudo da potencialidade média dos aquíferos do estado do Rio de Janeiro, a partir da compilação de vários trabalhos, como Capucci (1988), Barreto *et al.* (2001), Capucci (2003) e Bettini (2004). De acordo com Martins *et al.* (2006) o aquífero Emborê apresenta vazões específicas (médias) entre 3 a $12 m^3/h/m$.

Relacionando a Vazão Específica com a Profundidade dos poços obtém-se como resultado uma correlação linear é muito fraca ($R = 0,15$), correspondendo a 15%, o que possivelmente explica a heterogeneidade dos dados de vazão específica (Gráfico 4).

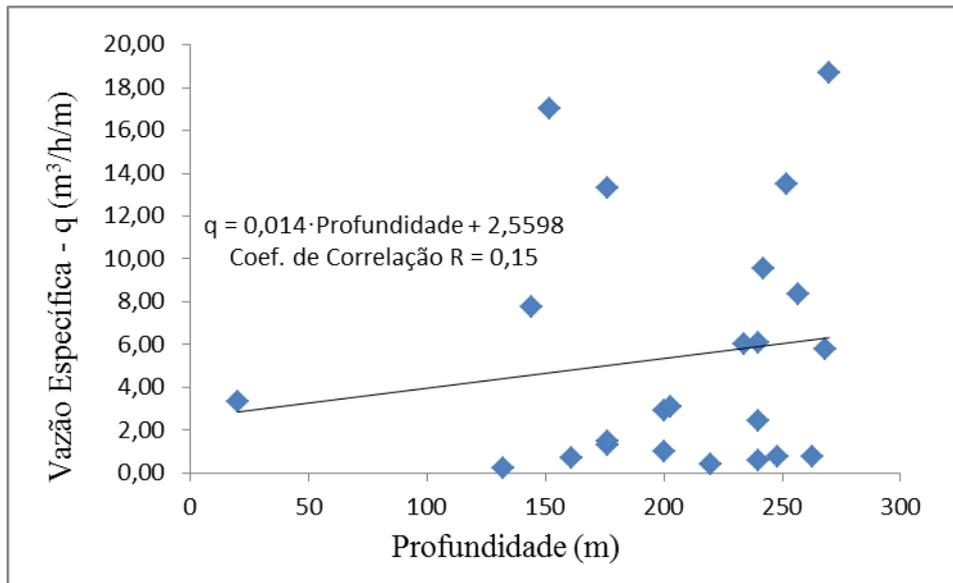


Gráfico 4. Relação Vazão Específica versus Profundidade dos poços

O comportamento espacial da vazão específica na área de estudo é apresentado na figura 4, através do mapa de distribuição espacial (isolinhas) dos valores de vazão específica contidos nos 23 poços selecionados.

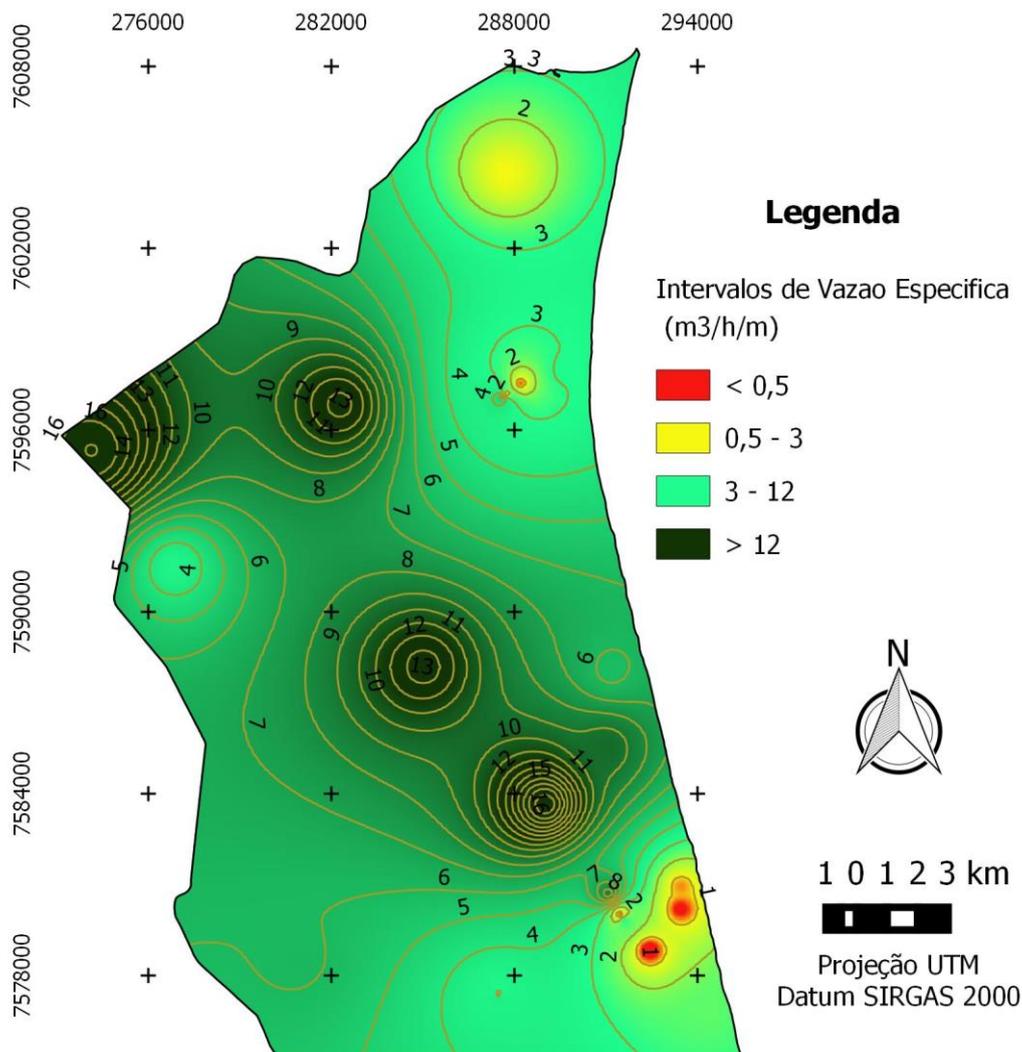


Figura 4. Distribuição da Vazão Específica no município de São João da Barra.

7 – CONCLUSÃO

Os aspectos hidrogeológicos estudados e trabalhados nesta pesquisa possibilitou um acréscimo na compreensão das águas subterrâneas no município de São João da Barra, sobretudo, no que diz respeito à produtividade dos poços tubulares profundos, bem como a produtividade do aquífero Emborê.

A produtividade dos poços, expressa em termos da vazão, apresentou valor médio de 52,81 m³/h, o que de uma forma geral classifica os poços profundos de São João da Barra como poços de Produtividade Alta, considerando os intervalos de vazões estabelecidos neste estudo.

A produtividade do aquífero, expressa em termos da vazão específica, apresentou valor médio de 5,43 m³/h/m, o que de uma forma geral o enquadra na classe de Produtividade Elevada, para os intervalos de vazões específicas estabelecidos neste trabalho.

A análise da relação entre os dados de vazão e profundidade dos poços, bem como da vazão específica e a profundidade dos poços, apesar de se comportarem por uma relação diretamente

proporcional, apresentam baixos coeficientes de correlação, $R = 0,49$ e $R = 0,15$, respectivamente. Sendo isto uma possível explicação para a heterogeneidade dos dados de vazão e vazão específica.

Observa-se ainda, que alguns poços profundos apesar de possuírem vazões elevadas, apresentam vazões específicas baixas. Este fato mostra a necessidade de um maior conhecimento das águas subterrâneas da região visando ampliar o subsídio à gestão desses recursos hídricos, o qual vem sendo explorado sem nenhum critério e/ou monitoramento.

Recomenda-se, portanto, a realização de mais pesquisas sobre os aspectos quantitativos, bem como qualitativos dos recursos hídricos subterrâneos no município de São João da Barra.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, A. B. C., Monsores, A. L. M., Leal, A. de S. e Pimentel, J. – Projeto Rio de Janeiro - CPRM Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. CPRM: Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ 2001.

BETTINI, C. Modelagem estratigráfica de reservatórios terrígenos: aplicação à avaliação do potencial hídrico da bacia de Resende (RJ). UFRJ, CPRM. Rio de Janeiro, RJ. 2004.

CAETANO, L. C.. Água subterrânea para o Município de Campos do Goytacazes : uma opção para o abastecimento. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP. 2000.

CAPUCCI, E. B. - Água Subterrânea na Baixada Campista. Anais do I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. ABAS. Petrópolis, RJ. 2003.

CAPUCCI, E.B. - Províncias Hidrogeológicas e Mapa de Potencialidades Médias de Água Subterrânea no Estado do Rio de Janeiro. CEDAE. Rio de Janeiro, RJ. 1988.

CERQUEIRA, F. C., Alves, M. G., Chrispim, Z. M. P., Almeida, F. F., Correia, L. C. e Júnior, G. C. S. Análise Preliminar da Qualidade das Águas do Aquífero Livre no Município de São João da Barra, RJ. XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. ABAS. Belo Horizonte, MG. 2014.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. <http://www.ibge.gov.br>

MARTIN, L., Suguio, K., Dominguez, J.M.L. e Flexor, J.M. Geologia do quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte, CPRM-FAPESP, 104 p. 1997.