

CADASTRO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DO MUNICÍPIO DE TOROPI-RS, COM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

**José Luiz Silvério da Silva¹, Isabel Camponogara²; José Antonio de Azevedo Gomes³;
Luis Carlos Frantz⁴ & Tiago Zavacki de Morais⁵**

Resumo: O cadastro dos recursos hídricos subterrâneos é de grande relevância para o planejamento e desenvolvimento de um determinado lugar, pois a água é essencial a qualquer atividade econômica. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo cadastrar os recursos hídricos subterrâneos a partir de dados oriundos de poços tubulares no município de Toropi, RS. Por isso, inicialmente realizou-se o cadastro dos poços para obter informações hidrodinâmicas e também se realizou o mapeamento geológico com uso de sistema de informação geográfica. Assim, constatou-se a presença de 34 poços tubulares. A partir deste cadastro e do mapeamento da geologia da área obteve-se informações que possibilitaram a representação cartográfica do nível freático dos aquíferos, bem como, do mapeamento hidrogeológico da área de estudo. Desse modo, pode-se destacar que o município de Toropi tem subsídio técnico para implantar o seu plano diretor ou mesmo para outorga da água subterrânea, e assim desenvolver-se de modo sustentável.

Abstract: The great relevance of the underground resources registers are the development and planning of a certain place, because the water's essentially to any economical activity. In that sense, this work had as objective register the underground resources whose data starting from tubular wells in the municipal district of Toropi in Rio grande do Sul State. Therefore, initially it took place the register of the wells to obtain hydrodynamic information and it was also made the geological mapping with use of geographical information system. Like this, it were verified the presence of 34 tubular wells. Starting from this register and of the geological mapping area its were obtained information that made possible the cartographic representation of the aquifer freatic level, as well as, of the hidrogeologic mapping of the study area. This way, it can stand out that the municipal district of Toropi has technician subsidize to implant its master plan or even for its groundwater grants, and like this to grow in a maintainable way.

Palavras - chaves: recursos hídricos subterrâneos, cadastro, mapeamento.

1 Professor Adj. Depto. Geociências/CCNE/UFSM F. 0xx55 3220 8638 E-mail: silverio@base.ufsm.br

2 Mestranda em Geografia e Mestre em Geomática/UFSM F. 0xx55 3220 8638 E-mail: isacamponogara@gmail.com

3 Mestrando em Engenharia Civil/UFSM F. 0xx55 3220 8638 E-mail: jaagomes@terra.com.br

4 Mestre em Engenharia Civil/UFSM F. 0xx55 3220 8638 E-mail: Luis.frantz@gmail.com

5 Mestre em Engenharia Civil/UFSM F. 0xx55 3220 8638 E-mail: tzmorais@hotmail.com

1. Introdução

Dentre os recursos naturais essenciais, a água apresenta um significativo destaque, uma vez que é necessária a todo tipo de vida neste planeta e sua conservação em condições ideais é fundamental. Neste sentido, faz-se necessário maior responsabilidade e maior cuidado por parte do homem com esse recurso natural.

Para que a água subterrânea possa ser utilizada para fins mais nobres como o abastecimento público, à qualidade da água é tão importante quanto a disponibilidade em quantidade suficiente para ser minerada (extraída). Entretanto, a qualidade desejada depende de sua finalidade, por exemplo, água potável; água utilizada na indústria ou água para irrigação há variação na qualidade.

Este trabalho teve como objetivo cadastrar os recursos hídricos subterrâneos em banco de dados com Sistema de Informação Geográfica – SIG, com o propósito de obter o mapeamento destes para o município de Toropi – RS, de modo que possa ser manipulado e atualizado sempre que necessário. Assim proporcionar maior agilidade através da espacialização das informações especialmente nas decisões envolvendo o planejamento visando o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental adequado do município.

2. Localização da área de estudo

O município de Toropi localiza-se na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul, com uma extensão de 202 km², apresenta uma população segundo estimativas do IBGE (2005) de 3.169 habitantes. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 54°25'14'' a 54°10'51'' de longitude oeste do Meridiano de Greenwich e 29°24'30'' a 29°32'19'' de latitude sul (Figura 1). Os municípios que fazem limite são: a leste com Quevedos, ao norte limita-se com Jarí, a oeste com Jarí, Jaguari e Mata e ao sul com São Pedro do Sul.

A área do município está situada na zona de transição do Rebordo do Planalto, entre a Depressão Central e o Planalto Meridional do Estado do Rio Grande do Sul, caracterizada por ondulações topográficas, compostas em geral por rochas residuais derivadas da desagregação das rochas do planalto, sendo este constituído por rochas de origem vulcânica de composição basáltica, em cotas altimétricas mais elevadas. Na Depressão Central ocorrem rochas sedimentares constituídas por sedimentos aluviais, depósito de Tálus e arenitos pertencentes à Formação Botucatu.

A principal atividade econômica do município se concentra no setor primário, por ser de pequenas propriedades, destaca-se na agricultura com cultivos do tabaco, milho, arroz, soja, feijão, entre outros. Também merece destaque à pecuária leiteira (Secretaria da Agricultura/Toropi). O

comércio conta apenas com lojas de vestuário, mercados e lanchonetes. Em relação à prestação de serviços, a cidade conta com uma agência bancária, um posto de combustível, uma farmácia, uma agência postal e uma pensão colonial.

Conforme a classificação climática de Köppen (Ayoade, 1986), o clima da região corresponde ao mesotérmico brando Cfa (temperado quente) apresentando como características invernos frios, com temperatura do mês mais frio entre 13°C e 15°C e média das mínimas entre 8°C e superior a 24°C, médias das máximas variando entre 28°C e 32°C e as máximas absolutas oscilando em torno dos 39°C. As temperaturas médias anuais situam-se entre 16°C e 20°C. As precipitações são regulares durante todo ano, não apresentando estação seca, com índices anuais pluviométricos anuais entre 1500mm e 1600mm.

A rede hidrográfica é composta pelos Rios Toropi e Toropi Mirim, os quais indicam respectivamente, os limites do município de Toropi com o município de Mata a oeste e o de São Pedro do Sul ao sul. Além de diversos cursos d'água secundários como é o caso dos Arroios Canoas (limitando o município de Mata a sudoeste), o Sampaio e o Curtume.

Quanto a geomorfologia, a área está situada na zona de transição do Planalto Meridional Brasileiro e Depressão Central, por isso apresenta uma relativa variação na sua altimetria. No que se refere as maiores cotas altimétricas, destaca-se o Cerro do Tigre a sudoeste do núcleo urbano com cota máxima de 368m e a área denominada de Serra de São Xavier, cujas cotas atingem 420m. No curso médio do Rio Toropi Mirim aparecem diversos morros com altitudes inferiores a 390m. As áreas de planícies aluviais encontram-se nas proximidades do Rio Toropi, são constituídas por sedimentos arenosos recentes (Quaternário), que são trazidos das superfícies topograficamente mais elevadas do Rebordo do Planalto e depositados nas áreas mais planas, nas margens dos rios e arroios.

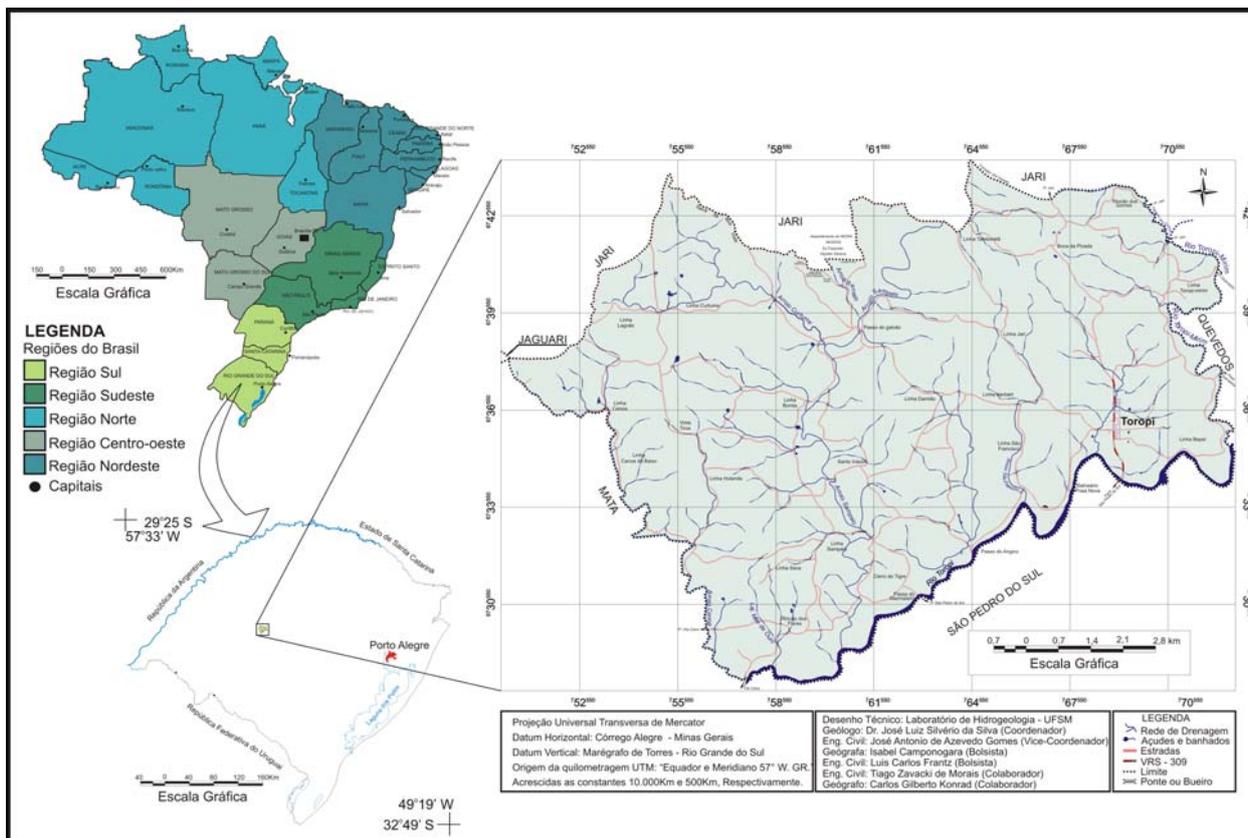


Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Toropi no Estado do RS.

3. Metodologia

A Metodologia consiste em duas etapas: na primeira, realizou-se o cadastro dos poços e nascentes existentes no município, a partir do *site* da CPRM/SIAGAS⁶ e em pesquisa de campo. A segunda etapa consiste na elaboração dos mapas temáticos, tais como: mapa geológico, hidrogeológico e de níveis estáticos dos aquíferos, obtendo-se a quantificação destas informações, por meio do programa computacional SPRING 4.2 e SURFER 8.

Os materiais utilizados como base para o trabalho, foram as seguintes cartas topográficas: Mata, Folha SH.21-X-D-VI-1, MI – 2964/1; São Pedro do Sul, Folha SH.21-X-D-VI-2, MI – 2964/2; Quevedos, Folha SH.21-X-D-III-4, MI – 2947/4; Vinte Tiros, Folha SH.21-X-D-III-3, MI – 2947/3, ambas em escala 1:50.000, utilizadas como base para a edificação dos mapas, sendo expedidas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército Brasileiro no ano 1975.

6 Disponível no site: (<http://siagas.cprm.gov.br>)

4. Apresentação dos Resultados

4.1. Cadastro de Poços

No município de Toropi identificou-se um total de 35 poços tubulares com diâmetro superior a 4 polegadas, destes 25 são pertencentes à prefeitura municipal, três particulares, 5 de associações hídricas e os demais de escolas. Foram obtidos registros de qualidade físico-química de 4 poços tubulares perfurados pela CORSAN/PAP/Programa de Açudes e Poços da SOPS/RS, sendo que neste registro a maioria dos poços apresentou parâmetros (odor, pH, cor, turbidez, alcalinidade total e fenolftaleína, bicarbonatos, carbonatos, dureza, fluoretos, cloretos, ferro, manganês, cálcio, magnésio, sódio, potássio, sulfatos, nitratos, matéria orgânica, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica oxigênio dissolvido) de acordo com a legislação vigente, com exceção de 3. Destes um apresentou o índice de turbidez de 7,9 UNT, valor acima do permitido; outro com o índice de fluoreto de 1,0 mg/l e outro com ferro de 0,5 mg/L que está acima das normas.

4.2. Mapeamento da Geologia

A geologia da área é formada em maior parte por basaltos da Formação Serra Geral e em menor número por arenitos da Formação Botucatu, localizada a sudoeste da sede central nas proximidades do Rio Toropi. Os Depósitos Quaternários (nas margens do Rio Toropi) provenientes de acumulação sedimentar ocorrem nas calhas dos rios e, são constituídos por areias, cascalhos, siltes e argilas (RADAMBRASIL, 1986). No arroio Sampaio, próximo do Cerro do Tigre, verificou-se o transporte de areia, proveniente dos depósitos de arenito pertencente à Formação Botucatu encontrada a montante deste. Encontraram-se nas áreas de baixa altimetria, próximo às encostas de cerros depósitos de Tálus.

Para a elaboração do mapeamento utilizou-se das cartas citadas, sobre as quais foram digitalizadas as informações obtidas nos trabalhos de campo (identificação da geologia). No Quadro 1 apresentam-se as formações geológicas identificadas no município de Toropi com suas respectivas características texturais.

Quadro 1 - Formações geológicas e respectivas características texturais

Formação	Características Texturais	Aquífero
Aluviões	Sedimentos cenozóicos inconsolidados, areias, silte, cascalhos e matéria orgânica, maciço.	Poroso
Depósito de Tálus	Constituintes matacões, seixos, grânulos emersos em matriz areia argilosa, maciça.	Poroso
Formação Serra Geral	Derrames de rochas vulcânicas, basaltos e granófiros, maciços vesiculares e amidalóides ou amigdalóides.	Cristalino/Fissural
Formação Botucatu	Arenitos médios a finos com estratificação de alto ângulo, porosidade e permeabilidade alta.	Poroso

Nas Figuras 2 e 3 pode-se visualizar os aspectos referentes das formações geológicas de maior abrangência e a representação cartográfica.

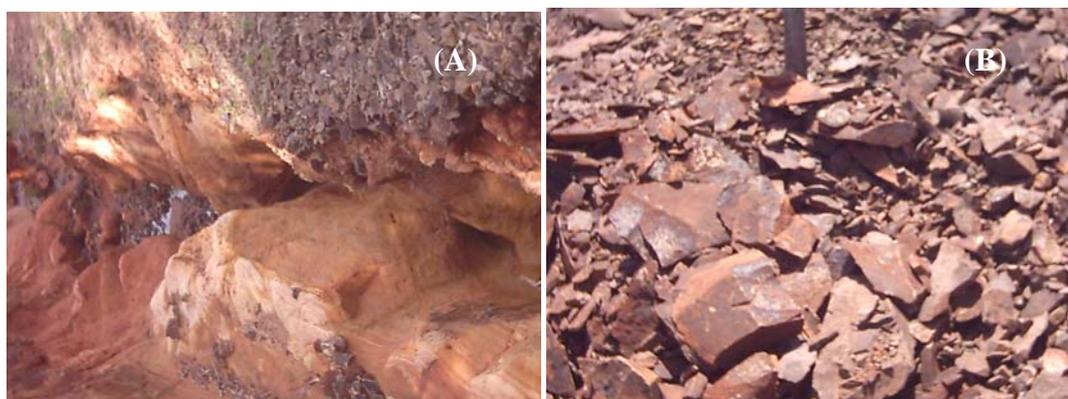


Figura 2 - Aspectos da Formação Botucatu (A) e Formação Serra Geral (B)

Estas rochas servem como reservatórios para a acumulação de águas subterrâneas formando aquíferos⁷.

A Figura 2A ilustra aspectos da Formação Botucatu que forma um aquífero do tipo poroso, enquanto a Figura 2B ilustra aspectos de um aquífero cristalino/fissural constituído pelos derrames vulcânicos da Formação Serra Geral.

⁷ Aquíferos – Resolução nº 15 do CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através de seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos.

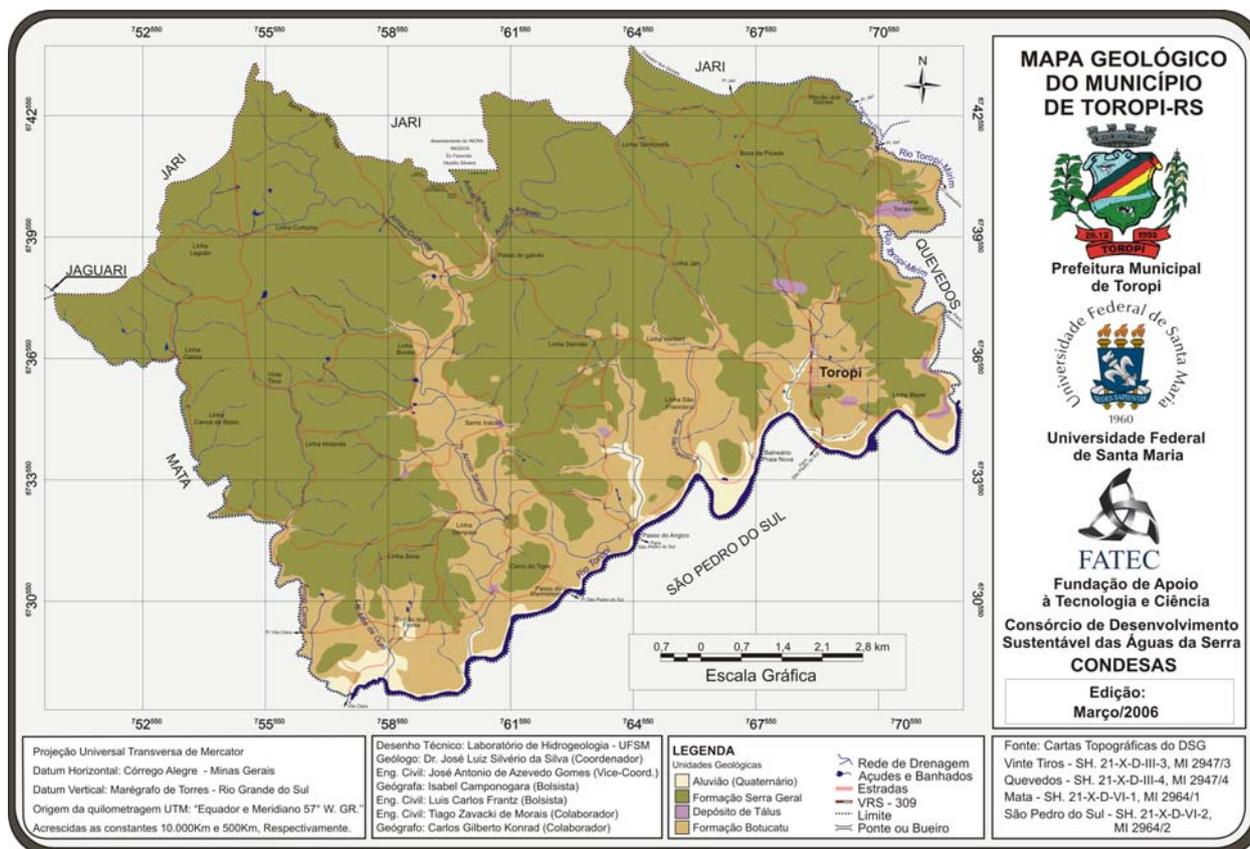


Figura 3 - Mapa Geológico do Município de Toropi-RS.

No Quadro 2 apresenta-se as áreas de ocorrência de cada formação geológica mapeada no município de Toropi. Nota-se que as rochas vulcânicas pertencentes à Formação Serra Geral, que formam o aquífero cristalino/fissural ocupa a maior área, representando a unidade que produz a maior quantidade de águas subterrâneas no município de Toropi em virtude da quantidade de perfurações realizadas. Esta mesma formação quando as fraturas não estão interligadas pode apresentar-se sem água como exemplos localizados na Boca da Picada.

Quadro 2 - Quantificação das Áreas Geológicas

Formação	Área (km ²)
Aluvião	5.66
Formação Serra Geral	151.16
Depósito de Tálus	1.01
Formação Botucatu	44.25
Total	202.08

Para a elaboração do mapa geológico foram executadas diversas viagens de campo com avaliações das litologias, seus contatos e afloramentos rochosos eram marcados no mapa com auxílio do GPS e posteriormente plotados no mapa temático. Também foram obtidas informações

sobre as litologias encontradas nos testemunhos das sondagens de poços realizadas pela CORSAN/PROGRAMA DE AÇUDES E POÇOS/PAP/SOPS em Porto Alegre. Conseguiu-se localizar os fragmentos de calha nos seguintes poços tubulares 1) 5151/SIE1 (II074) Santo Inácio CPRM 4300007855 (II074); 2) 3871/BKS 1Z CPRM 4300007853 (II053); 3913/BKP2 CPRM 4300007833 (II051) e 3992/TAM 1 CPRM 4300007837 (II056). Estes fragmentos de calha foram identificados petrograficamente pelo coordenador do Projeto Geólogo José Luiz Silvério da Silva. Estas descrições petrográficas não estão disponíveis na CORSAN/PAP/SOPS. As descrições foram realizadas no dia 29 de novembro de 2005 e estão descritas como segue:

4.3. Mapa Hidrogeológico

A Figura 4 ilustra o mapa hidrogeológico gerado a partir das informações dos poços tubulares com vazões conhecidas a partir do cadastro dos poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas do Brasil/SIAGAS/CPRM. As informações seguem a seguinte ordem: 1 = Profundidade (m), 2 = Nível Estático (m), 3 = Nível Dinâmico (m), 4 = Vazão (m^3/h), 5 = Condutividade elétrica ($\mu S/cm$), 6 = STD (mg/L).

A importância hidrogeológica relativa ficou subdividida em três classes de vazões (m^3/h):

Grande: cor vermelha no mapa, vazões superiores a $10 m^3/h$ ou $> 10.000 l/h$. Poços II 062 e II 080. Aquíferos Basalto/Arenito intertrápico e Basalto fraturado.

Média a pequena: cor azul no mapa, vazões entre 5 a $10 m^3/h$. Poços II 041, II 064, II 065, II 066, II 067, II 068, II 077 e II 081. Aquíferos em Basalto fraturado e Arenito Botucatu (Sistema Aquífero Guarani/SAG).

Pequena a muito pequena: cor cinza no mapa, vazões entre seco (zero) até menor do que $5 m^3/h$. Os poços II 043, II 044, II 052, II 053, II 056, II 057, II 058, II 059, II 061, II 063, II 069, II 070, II 071, II 072, II 073, II 074, II 075, II 076 e II 078. E os poços secos: II 051, II 055, II 060 e II 079.

Aquíferos em Arenito (Aluvião), Arenito Botucatu (Sistema Aquífero Guarani/SAG), Arenito/Basalto e Basalto/Arenito. Informa-se que dos quatro poços secos, três estão localizados na Boca da Picada e um na Boa Vista todos em derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, localizados nas maiores altitudes do município. Sugere-se que perfurações futuras procurem atingir as camadas de arenitos interderrames.

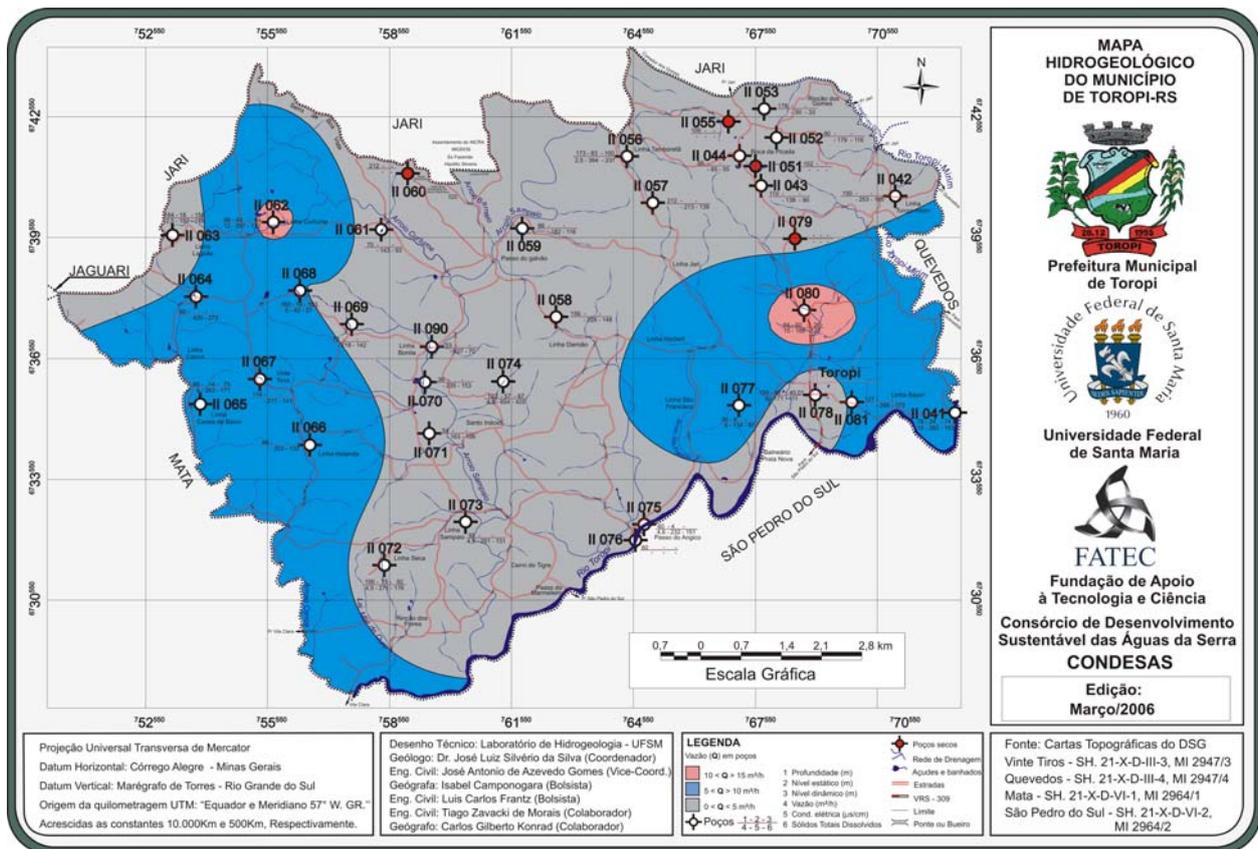


Figura 4 - Mapa de Hidrogeológico do Município de Toropi-RS

4.4. Mapa dos níveis estáticos dos aquíferos

O mapa da variação do nível estático foi gerado utilizando-se as informações provenientes do cadastramento dos poços. As informações foram espacializadas com o programa *Surfer 8*, com o interpolador *krigagem*, em forma de cartogramas, da seguinte forma: O cartograma gerado, com a variação do nível estático dos poços, foi exportado e no programa *Corel Draw* realizou-se a sobreposição com o mapa base, executado no programa *Spring 4.2*.

O mapa da variação dos níveis estáticos dos poços possibilitou identificar os locais onde o nível freático está mais próximo da superfície e, portanto mais susceptível frente a fontes potenciais contaminação. Também se podem verificar os locais em que o lençol freático encontra-se em maiores profundidades, por isso mais protegido e menos susceptível a contaminação. Deve-se lembrar que as culturas de tabaco, soja e arroz irrigado utilizam agroquímicos para sua produção o que poderá afetar a qualidade das águas superficiais e/ou subterrâneas. A Figura 5 ilustra a variação dos níveis estáticos dos poços cadastrados até março de 2006 no município de Toropi, indicando níveis mais rasos nas planícies aluviais associadas ao Rio Toropi e no setor sudoeste as margens do Arroio Canoa. Em contrapartida, no setor norte do município, denominada por Linha Tamboretã, os níveis encontram-se mais profundos.

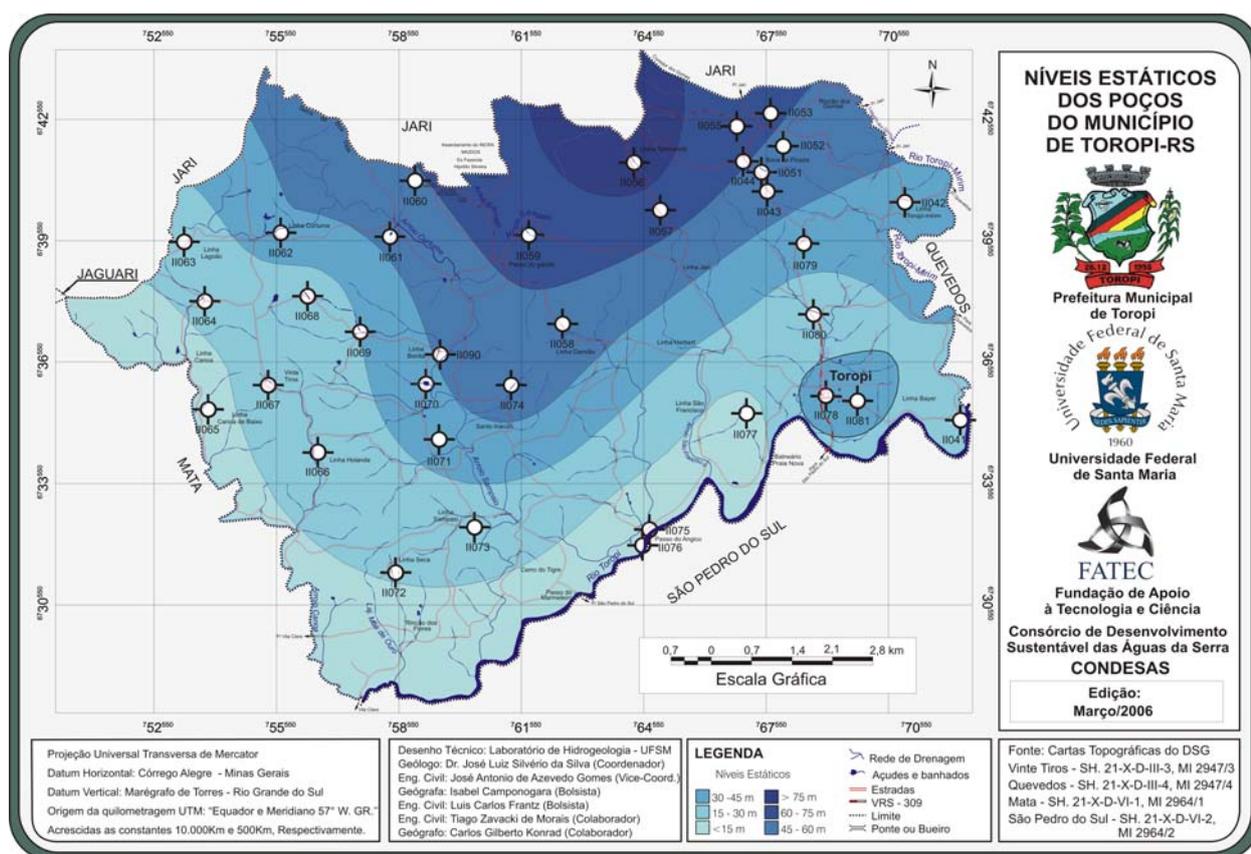


Figura 5 - Mapa do nível estático dos poços do município de Toropi-RS

4.5. Considerações Finais

A elaboração do banco de dados possibilitou espacializar em Sistema de Informações Geográficas diversas informações, as quais foram registradas em mapas temáticos. Este banco de dados gerado no Programa *SPRING 4.2* do INPE é um programa livre, o qual possibilitará aos técnicos da Prefeitura Municipal de Toropi a utilização de informações.

Os mapas gerados são uma ferramenta potente para o planejamento bem como a justificativa de obtenção de futuros financiamentos Federais, Estaduais em Projetos de interesse do município que visem o crescimento econômico e sócio-ambiental sustentável.

O cadastro dos poços tubulares servirá como subsídios para a obtenção da Outorga de uso das águas subterrâneas junto ao Departamento de Recursos Hídricos/DRH da SEMA em Porto Alegre.

Ainda como sugestão sugere-se que sejam encaminhados junto ao Departamento de Recursos Hídricos da SEMA/RS a solicitação de Regularização e Outorga de uso das águas subterrâneas, o que já está sendo exigido pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul de acordo com o Decreto nº 2.047/2002. As informações espacializadas no mapa hidrogeológico em Sistema de Informações Geográficas servirão para a escolha do local de futuras perfurações de poços.

Os dados físico-químicos georreferenciados servirão a Secretaria Municipal de Saúde e Vigilância Sanitária a cadastrar-se no Programa Sistema de Informações de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano SISAGUA/Ministério da Saúde, buscando assim novos investimentos em saúde pública e na manutenção da qualidade das águas subterrâneas que abastecem todo o Município.

Todos estes produtos representados por mapas temáticos poderão capacitar o município de Toropi no enquadramento estadual visando à expedição de licenças ambientais.

Salienta-se que o *SPRING 4.2* é um *software* nacional de domínio público e livre que se mostrou eficiente no tratamento dos dados, o que permitiu atingir os objetivos propostos, mantendo uma boa qualidade do resultado.

5. Referências Bibliográficas

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Em: Diário Oficial da União. Brasília-DF, 2005.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Secretaria de planejamento da presidência da república. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 1ª edição. Rio de Janeiro, 1980.

GUERRA, S. M. S. **Cartografia geológico-geotécnica de áreas costeiras: o exemplo de Suape-PE**. 1998.187f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Carta Topográfica de Quevedos. Folha SH.21-X-D-III-4, MI – 2947/4: DSG (Ministério de Exército). Escala 1: 50.000.

Carta Topográfica de São Pedro do Sul. Folha SH.21-X-D-VI-2, MI – 2964/2: DSG (Ministério do Exército). Escala 1: 50.000.

Carta Topográfica de Vinte Tiros. Folha SH.21-X-D-III-3, MI – 2947/3: DSG (Ministério de Exército). Escala 1: 50.000.

Carta Topográfica de Mata. Folha SH.21-X-D-VI-1, MI – 2964/1: DSG (Ministério do Exército). Escala 1: 50.000.