

**POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO DA REGIÃO CENTRAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

Isabel Camponogara¹; José Antonio Azevedo Gomes²; José Luiz Silvério da Silva³ & Luis Carlos Frantz⁴

Resumo – Para o desenvolvimento de uma determinada região é necessário o conhecimento prévio do potencial hídrico. Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo principal identificar o potencial hidrogeológico da área de abrangência dos municípios integrantes do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável Águas da Serra (CONDESAS), localizados na Região central do Estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, elaborou-se um banco de dados em Sistema de Informação Geográfica (SIG), com cadastro de pontos hídricos subterrâneos, dados hidrodinâmicos e o mapeamento das formações geológicas. Desta forma, pode-se constatar que a região estudada por estar localizada geograficamente sobre dois importantes mananciais hídricos subterrâneos, os Sistemas Aquíferos Guarani e o Serra Geral, apresenta grande potencial hídrico, o que possibilita para esta região êxito em suas atividades econômicas. Entretanto, é necessário gerenciar o aproveitamento desses recursos hídricos subterrâneos de modo sustentável, para que ocorra realmente desenvolvimento sócio-econômico e ambiental destes municípios.

Abstract –The hydric potential previous knowledge it's necessary to the development of determines areas. In that sense, the main objective of this research is to identify the potential hydrogeologic of the area of inclusion of the CONDESAS integral municipal districts. For so much, it was elaborated a database in a Geographical Information System (GIS), with the register of underground points, hydrodynamic data and the geological formations mapping. Like this, it can be verified that the area studied by being located geographically on the two important springs, the *Guarani* and the *Serra Geral Aquifers* whose presents great hydric potential. Therefore, there is technical subsidized for the best manage to the underground hydric resources use, and so provide larger agility especially in the decisions involving socioeconomic and environmental planning in maintainable way of these municipal districts.

Palavras-Chave – Recursos, potencial, hidrogeológico.

¹ UFSM: Depto de Geociências, fone: (55) 99593153, fax: (55) 32219960 e e-mail: isacamponogara@gmail.com

² UFSM: Depto de Hidráulica, fone, (55) 99779102, fax: (55) 32219960 e e-mail: jaagomes@gmail.com

³ UFSM: Depto de Geociências, fone (55) 32208638, fax: (55) 32219960 e e-mail: silverioufsm@gmail.com

⁴ UFSM: Depto de Hidráulica, fone, 99695091 fax: (55) 32219960 e e-mail: luis.frantz@gmail.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. Porém, devido à forma não-sustentável como a humanidade conduziu a exploração, atualmente se encontra em escassez, ocasionando sérios problemas de ordem ambiental, social e econômica.

Além da escassez derivada da distribuição espacial anisotrópica dos recursos hídricos (Rebouças *et al.*, 2002), diversos fatores tais como o crescimento populacional, o processo intensivo de urbanização, a expansão da fronteira agrícola e a implantação de indústrias de grande porte, podem ser apontados como responsáveis pelo aumento na demanda de água.

Por isso, atualmente existe uma preocupação com os problemas ambientais decorrentes do modo de exploração, principalmente relacionados aos recursos hídricos, devido sua importância para a vida. O surgimento de problemas ambientais graves, com reflexos sobre o próprio homem, levou-o a compreender melhor os fenômenos naturais e entender que deve agir como parte integrante do sistema natural (Mota, 1997).

A pesquisa científica surge como uma aliada na compreensão da dinâmica natural e na solução de problemas ambientais. Nesse sentido, (Asmus, 1990) salienta que a pesquisa configura-se em uma forma valiosa de se buscar o conhecimento do meio natural face às ações antrópicas.

Diante disso, esta pesquisa, que teve como propósito, o estudo do potencial hidrogeológico de municípios integrantes do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável Águas da Serra), no Estado do Rio Grande do Sul, vem contribuir para com as demais pesquisas, haja vista que é fundamental o reconhecimento do potencial do meio natural e das deficiências para evitar determinadas ações inadequadas e estabelecer prioridades nas posteriores investigações e tomadas de decisão.

Por isso, realizou-se esta pesquisa, resultado de um convênio firmado entre a Universidade Federal de Santa Maria, através do LABHIDROGEO (Laboratório de Hidrogeologia) e do CONDESAS (Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável Águas da Serra), com interveniência da FATEC (Fundação de Ciências e Tecnologia), realizada no período de julho a dezembro de 2006 e abrange uma área de 8.120,807 km², perfazendo nove municípios da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul.

O principal objetivo desta pesquisa foi identificar o potencial hidrogeológico da área de abrangência dos municípios integrantes do CONDESAS. Para tanto, elaborou-se um banco de dados em Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o cadastro dos pontos hídricos subterrâneos com

respectivos dados hidrodinâmicos e o mapeamento das formações geológicas. Desta forma, tem-se subsídio técnico para melhor gerenciar o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos, e assim proporcionar maior agilidade especialmente nas decisões envolvendo planejamento sócio-econômico e ambiental de modo sustentável destes municípios.

2. Localização da área de estudo

A área desta pesquisa localiza-se na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas $54^{\circ}29'25,40''$ a $53^{\circ}15'29,53''$ de longitude oeste e $28^{\circ}47'57,50''$ a $29^{\circ}57'10,38''$ de latitude sul, compreende um espaço físico formado por nove municípios, sendo eles: Dilermando de Aguiar, Itaara, Jarí, Júlio de Castilhos, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, Toropi, Tupanciretã e Quevedos (Figura 1).

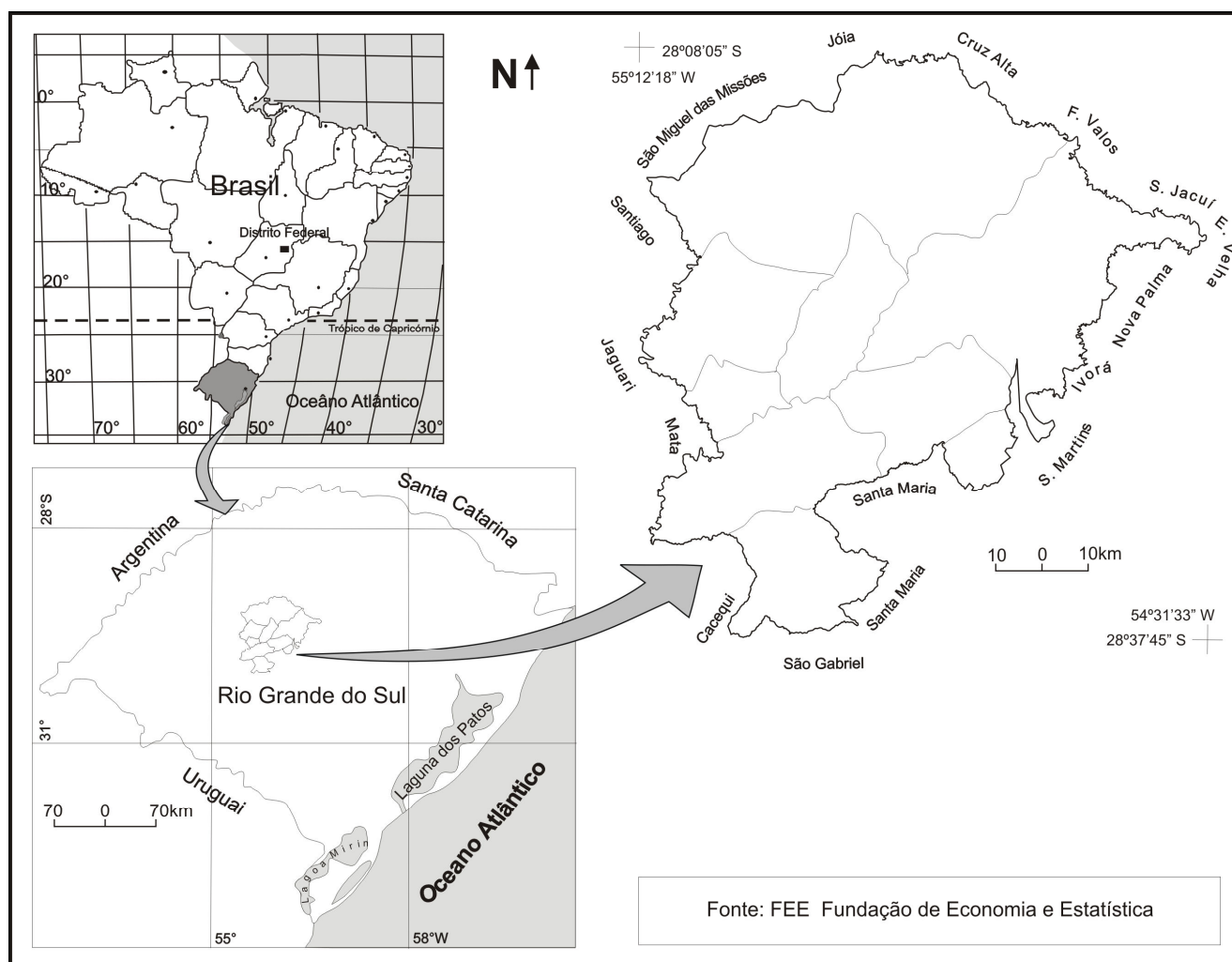


Figura 1 – Localização da área de abrangência dos municípios que formam o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável Águas da Serra (CONDESAS).

3. METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida a partir da necessidade de identificar o potencial hidrogeológico na área de estudo. Desta forma, na Figura 2 apresentam-se sintetizado e descrito detalhadamente em forma de organograma, os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa.

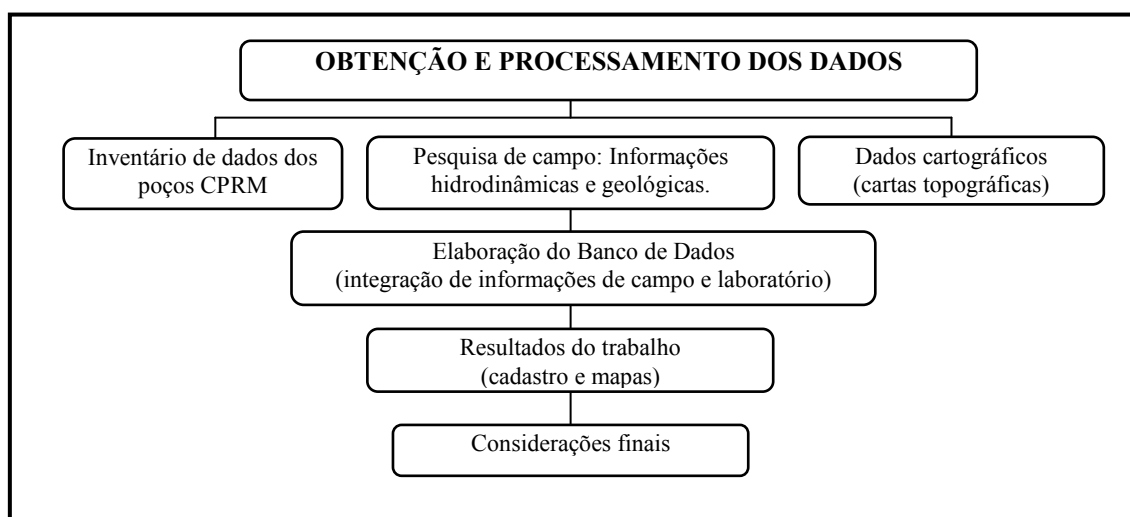


Figura 2 - Fluxograma das etapas de execução da pesquisa

A execução desta pesquisa ocorreu entre os meses de julho a dezembro de 2006, sendo que para atingir os objetivos propostos, inicialmente realizou-se seleção de materiais cartográficos para elaborar o banco de dados no programa computacional SPRING. Nesta etapa, fez-se o mapa político-administrativo da área total de abrangência do consórcio e também para cada município. Realizou-se o cadastramento dos poços, utilizando-se das informações disponibilizadas na página eletrônica <http://www.cprm.gov.br/bases/siagas>; cadastro de usuários de poços subterrâneos SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas).

Desse modo, elaborou-se um novo banco de dados cadastral, constando as seguintes informações: o código do poço, local e município, situação do poço, proprietário, latitude e longitude (no Sistema de Coordenadas Geográficas e Sistema Universal Transversa de Mercator-UTM), altitude do local, profundidade, uso, nível estático, nível dinâmico, vazão, tipo de poço (T= tubular, E= escavado, N= nascente), ano de construção, formação geológica, litologia e tipo de aquífero.

Na etapa seguinte, realizou-se a pesquisa de campo, onde efetivou-se o cadastro de demais poços e fontes existentes na área, para complementar o cadastro obtido na internet. Para o trabalho de campo, a equipe técnica recebeu auxílio logístico para deslocamento até as propriedades que

possuem poços ou fontes por parte das prefeituras dos municípios que formam o CONDESAS. Em campo, fez-se a medição do nível estático dos poços, com medidor freatímetro ou jacirí. Também realizou-se o registro de imagens (fotos) e a aquisição de coordenadas geográficas e UTM. As imagens (fotos) com a finalidade de caracterizar o tipo de poço e as coordenadas para o georreferenciamento dos poços e fontes, junto ao banco de dados, elaborado no programa SPRING. As coordenadas dos poços foram obtidas com GPS *GARMIN 12 XLX*, utilizando-se as coordenadas planas do sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), com opção do *Datum SAD 69*.

Na última etapa, realizou-se a conclusão do mapeamento das formações geológicas de superfície, a edição final dos mapas e as considerações mais relevantes obtidas na pesquisa.

3.2. Procedimentos Técnicos e Operacionais

3.2.1. Elaboração do banco de dados e espacialização dos poços e fontes

O procedimento para a elaboração do banco de dados inicia-se com a criação de um banco de dados no programa SPRING 4.2, que é um sistema de informação geográfica desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) neste banco de dados realizou-se o georreferenciamento (registro) das cartas topográficas que cobrem todos os municípios do CONDESAS. A partir desta etapa, realizou-se o processo de digitalização das informações que contemplam o mapa base, como limite político-administrativo dos municípios, rede hidrográfica e viária. Os poços e fontes cadastrados foram inseridos junto ao banco de dados no *Spring* e espacializados sobre o mapa político-administrativo.

3.2.2. Mapeamento Geológico de Superfície

O mapa geológico de superfície foi elaborado com base na geologia da área, averiguada em pesquisa de campo e posteriormente com auxílio de imagem de satélite. Assim, demarcou-se a extensão das distintas unidades geológicas sobre as cartas topográficas, observando as coordenadas geográficas de cada área de ocorrência, as cotas altimétricas do terreno e também as características verificadas em vários pontos percorridos na área de estudo.

Posteriormente, em laboratório, transferiram-se as cartas topográficas para meio digital, juntando esta informação ao banco de dados já criado no programa *Spring*, e iniciou-se o processo de digitalização dos distintos planos de informação e pode-se comparar com os resultados obtidos da imagem de satélite, no caso as do CBERS-2, até obter o mapa geológico da área. Com o

reconhecimento das distintas formações geológicas pode-se caracterizar e identificar o potencial a hidrogeológico da área pesquisada..

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1. Hidrogeologia da área

Na Região Central do Rio Grande do Sul existem basicamente dois grandes reservatórios de água subterrânea: o Sistema Aquífero Guarani (também denominado de Botucatu) e o Sistema Aquífero Serra Geral.

O Sistema Aquífero Serra Geral, constituído por litologias originadas dos derrames basálticos da Bacia do Paraná, confina as litologias intergranulares do Sistema Aquífero Guarani em sua maior área de ocorrência. As rochas basálticas apresentam um padrão de fraturamento relacionado com a evolução das sucessivas reativações de falhamentos originados no pré-cambriano. Esta estruturação tectônica reflete-se também no Sistema Aquífero Guarani, mostrando uma subdivisão em pelo menos quatro grandes compartimentos que apresentam arcabouços hidroestratigráficos diferenciados.

O Sistema Aquífero Guarani no Estado do Rio Grande do Sul apresenta grande complexidade estratigráfica, em relação a outros estados brasileiros e mesmo com a sua ocorrência nos países limítrofes. É um aquífero do tipo poroso, com grande capacidade de armazenamento de água, por isso é considerado pela maioria dos pesquisadores como o maior manancial subterrâneo.

Em escala regional, as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, constituem-se na camada confinante do Aquífero Botucatu, bem como o substrato rochoso aonde se acumulam as águas provindas da cobertura sedimentar ou simplesmente, onde as águas pluviais que incidem diretamente sobre a Formação.

Ao contrário dos sistemas aquíferos sedimentares, os quais possuem uma certa homogeneidade física, o Sistema Serra Geral, pelas suas características litológicas, constitui-se em um meio hidrogeológico heterogêneo ou anisotrópico. Dessa forma, o modo de ocorrência da água subterrânea fica restrito às zonas de discontinuidades das rochas, sendo a vazão obtida em cada poço tubular, relacionada ao número e a condição de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações.

Constatou-se com a pesquisa realizada, a presença de seis formações geológicas, as mesmas foram mapeadas com base em informações já existentes, oriundas de mapeamentos, e com as atuais

pesquisas realizadas em campo, além do auxílio da imagem do satélite CBERS-2. As formações geológicas mapeadas encontram-se no Quadro 1 com suas respectivas características:

Quadro 1 – Formações litológicas e suas respectivas características

Formação	Litologia
Aluviões	Sedimentos atuais e sub-atuais depositados em planícies de inundação e barras: Areias, argilas e cascalhos fluviais.
Formação Serra Geral	Riolitos e riolacitos com disjunção tabular. Basaltos e andesitos toleíticos. Intertraps de arenitos. Lavas basálticas, diques e siltes de diabásio associados.
Formação Tupanciretã	Conglomerados com seixos de basalto e arenitos com intercalações de argilas
Formação Caturrita	Constituída por arenitos finos a conglomeráticos, quartzosos, com cores de esbranquiçada a ocre. Internamente, as estruturas mais características são as estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, superpostas na forma de ciclos granodecrescentes sucessivos.
Formação Rosário do Sul	Formada em Paleoambiente flúvio-eólico é constituída por arenitos com um grau de argilosidade variável, que lhe confere características de aquitardo, mas localmente pode apresentar aquíferos contínuos e vazões de poços tubulares variáveis.
Formação Arenito Botucatu	Arenitos médios a finos, com estratificação cruzada e de grande porte.

Na Figura 3 pode-se visualizar as formações geológicas mapeadas nos municípios que fazem parte do CONDESAS, como também a espacialização dos pontos d'água cadastrados.

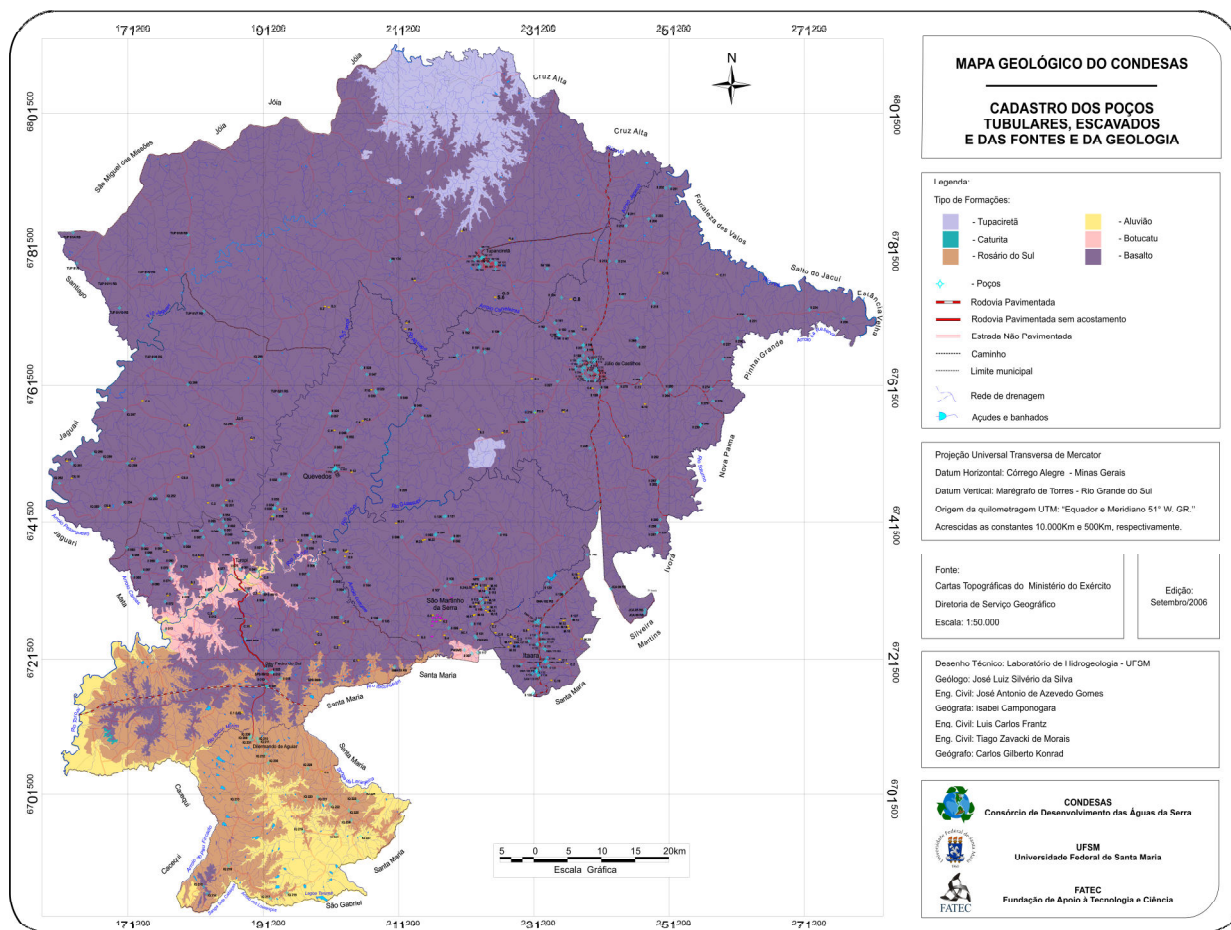


Figura 3 - Mapa das Formações Geológicas e espacialização de pontos d'água.

A litologia da região é variável sendo a maior em extensão aquela formada por rochas recentes, o basalto pertencente á Formação Serra Geral no caso do norte de São Pedro do Sul, São Martinho da Serra e Toropi e na totalidade de Jarí, Quevedos e Itaraa. No caso do município de Tupaciretã encontra-se na porção norte a Formação Tupaciretã que nada mais é do que rochas mais antigas formadas por areias.

Na parte sul de Dilermando de Aguiar e na porção oeste de São Pedro do Sul ocorrem Formações de Aluvião assim como nas margens do Rio Toropi. A Formação Rosário do Sul, a mais antiga é a que ocorre na maioria da superfície de Dilermando de Aguiar e na parte sul e oeste de São Pedro do Sul.

A Formação Botucatu se encontra aflorante nas proximidades do rio Toropi, limite entre municípios de São Pedro do Sul e Toropi e ao sul do município de São Martinho da Serra. A mesma Formação também aparece de forma intertrápica em pequena porção da extensão territorial do município de Toropi.

4.2. Inventário de pontos d'água

Durante o inventário dos pontos d'água já existente e com levantamento de campo, a equipe de pesquisa cadastrou 372 pontos d'água, incluindo captações de fontes, poços escavados e poços tubulares, conforme a seguinte distribuição (Quadro 2):

Quadro 2 – Cadastro de pontos d'água em cada município do CONDESAS, com respectiva área de abrangência.

Município	Poços (tubulares e escavados)	Captações de Fontes	Área (Km²)
Dilermando de Aguiar	24		596,837167
Itaara	33		187,186882
Jarí	19		857,808598
Júlio de Castilhos	109		1816,852251
São Martinho da Serra	36	2	667,253162
São Pedro do Sul	45		887,484890
Toropi	35		203,880510
Tupanciretã	42		2360,406724
Quevedos	29		543,097213
Total	372	2	8120,807

A profundidade máxima verificada entre os poços tubulares foi de 290 metros, localizado em aquífero confinado, Formação Serra Geral, no município de Jarí. Por outro lado, as fontes ou nascentes, encontram-se em aquífero livre, da Formação Botucatu, no município de São Martinho da Serra.

A maioria dos poços apresentaram considerável vazão, incluído aqueles perfurados no Sistema Aquífero Serra Geral há exemplo do que ocorre no Sistema aquífero Guarani, que apresentaram excelente vazão. Também verificou-se algumas exceções de poços que praticamente não apresentaram vazão, localizados nos municípios de Quevedos, Toropi e Itaara. Praticamente o aproveitamento das águas subterrâneas é para uso humano, animal e lazer. Na Figura 3 apresenta-se a espacialização dos pontos d'água cadastrados nesta pesquisa.

É importante e recomendável antes de realizar qualquer perfuração fazer um estudo prévio hidrogeológico da viabilidade de captação de água subterrânea, pois assim se pode evitar poços secos ou com pouca vazão, podendo-se substituir e aproveitar outras modalidades de captações eventualmente disponíveis, como a de fontes ou nascentes, cujos os custos são muito inferiores. Por outro lado, com o propósito de oferecer subsídio para que o dinheiro público e privado seja bem aplicado na atividade de construção de poços tubulares, e que as águas subterrâneas sejam captadas e utilizadas de maneira racional.

Portanto, referente ao potencial hidrogeológico da área de pesquisa pode-se destacar que a maior parte das formações geológicas apresentam grande capacidade de armazenamento de água, tanto no Aquífero Serra Geral como Aquífero Guarani, exceto em algumas áreas como a exemplo no setor norte do município de Toropi, no centro-sul do município de Quevedos e na parte leste do município de Jarí.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do cadastro dos pontos d'água (poços e fontes) assim como a elaboração do mapeamento geológico, ocorre devido a estes serem utilizados para identificar o potencial hidrogeológico da área de estudo e para a sustentabilidade das águas subterrâneas. O mapeamento geológico está atrelada à implementação também de programas de extração mineral que visam desenvolvimento econômico e social dos respectivos municípios.

Com o mapeamento geológico, têm-se subsídios para a locação apropriada para futuros empreendimentos, além da elaboração de projetos junto a órgãos governamentais estaduais (SEMA e FEPAN) e federais (DNPM e ANA) entre outros.

O conhecimento do potencial hidrogeológico proporcionará uma melhor previsão das capacidades produtivas dos poços nos variados ambientes geológicos, bem como os melhores locais para futuras perfurações.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, I. M. *et al.* **Aquífero gigante do mercosul no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai:** mapas hidrológicos das formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacuarembó. Curitiba: 1995.

ASMUS, H. E. **Uma Visão Crítica da Metodologia para Levantamento Ambiental costeiro no Brasil.** In: *Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente*, Londrina, 1991.

- ASSAD, E. D. & SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1993.
- BORGHETTI, N. R. B; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. **Aqüífero Guarani**. A verdadeira integração dos países do Mercosul: Curitiba. 2004. 214p.
- COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS – CPRM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: agosto e setembro de 2006.
- MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
- REBOUÇAS, A. C. **Águas Doces no Brasil, capital ecológico**. Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados da USP. 2002.
- SILVERIO DA SILVA, J. L. *et al.* **Caracterização de áreas de recarga e descarga do Sistema Aqüífero Guarani em Santana/Rivera e Quaraí/Artigas e estudo da vulnerabilidade natural em Quaraí/Artigas**. UFSM/UDeLaR. Santa Maria, 2005. 200p.