

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE NOVA PALMA, ESTADO RS

Carlos Alberto Löbler¹ & José Luiz Silvério da Silva²*

Resumo—A água subterrânea é um componente muito importante da natureza e apresenta papel ambiental importante nesse ciclo, muitas vezes imperceptível. Esta pesquisa apresenta um estudo de caso da aplicação do sistema *GOD* na avaliação da vulnerabilidade do aquífero a contaminação. Foi aplicado a 36 captações de águas subterrâneas do Município de Nova Palma, situado na borda da Bacia sedimentar do Paraná, na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Ocorrem dois sistemas, um constituído pelos derrames vulcânicos formando o Sistema Aquífero Serra Geral/SASG. A água subterrânea é utilizada no abastecimento humano e usos múltiplos. Os resultados indicaram 7,79% das captações na classe de vulnerabilidade insignificante; 15,38% baixa, 30,76% média; 30,76% alta e 15,38% na extrema. Os pontos potenciais de contaminação identificados foram 7 cemitérios e 2 postos de combustíveis. Estes resultados poderão ser aplicados no uso e ocupação dos solos.

Palavras-Chave: Sistema *GOD*, Geotecnologias, SAG.

VULNERABILITY ANALYSIS OF GROUNDWATER TO POLLUTION IN THE CITY OF NOVA PALMA, RS STATE

Abstract - Groundwater is a very much important part of nature's and has important environmental role in this hydrologic/cycle, often imperceptible. This paper presents a case study of the application of the *GOD* method in the vulnerability assessment of aquifer contamination. Was applied to 36 abstraction of groundwater from the city of Palma Nova, situated on the edge of the Paraná sedimentary basin, in the central region of Rio Grande do Sul state, Brazil there occur two systems, one composed of volcanic flows forming the Serra Geral Aquifer System / SGAS. Groundwater is used for human supply and uses. The results showed 7.79% of funding in the class of vulnerability negligible; 15.38% low, 30.76% moderate, 30.76% high and 15.38% extreme vulnerability class. were identified some pollution points 7 cemeteries and 2 gas stations. This results will be used in the land use planification.

Keywords: *GOD* method, groundwater system information, GAS

INTRODUÇÃO

A interação homem natureza ocasiona modificações no meio. O homem detentor de técnicas, que se aprimoraram com o passar dos anos, busca alternativas de melhor se adaptar ao espaço. Esta adaptação pode ocasionar danos ao meio ambiente e comprometê-los para uso das gerações futuras. Os recursos hídricos, principalmente os subterrâneos requerem cuidados para não serem deteriorados pelas diferentes atividades humanas, como a agricultura por exemplo.

Atualmente o uso dos recursos hídricos está sendo muito discutido, pois este recurso é essencial para a vida na Terra. As águas subterrâneas são reservas importantes para o homem, uma vez que se pode fazer uso em qualquer momento, assim deixando de depender unicamente das águas superficiais, que estão sujeitas a alterações mais frequentes na sua qualidade natural. Estas também são fonte de abastecimento em períodos de estiagens, para rios, e outros mananciais

¹Geógrafo e Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental/ PPGEAMB/UFMS. E-mail: carloslobler@gmail.com

²Geólogo Dr. Professor do Departamento de Geociências/PPGEAMB/PPGEC/CT/CCNE. E-mail: silverioufsm@gmail.com

* Autor responsável pela submissão.

superficiais como nascentes, lagos e banhados. Considerando que a água subterrânea é uma parte essencial do ciclo hidrológico, que tem importante papel nas características da biodiversidade (CUSTODIO E SILVA JUNIOR, 2008)

As águas subterrâneas necessitam de cuidados quanto à contaminação, segundo FOSTER *et al.* (2006): “No mundo inteiro, os aquíferos estão sob perigo cada vez maior de contaminação em decorrência da urbanização, do desenvolvimento industrial, das atividades agrícolas e das empresas de mineração”. Os custos para a descontaminação de aquíferos são elevados tornando o processo inviável, portanto é muito mais sensato à preservação deste recurso natural renovável.

Entre as principais fontes potenciais de poluição de aquíferos pode-se citar os cemitérios, os quais liberam o chamado necrochorume, líquido de composição química potencialmente contaminante para o subsolo em diferentes escalas. Também, os postos de combustíveis, os quais necessitam de monitoramento constante para evitar vazamentos, bem como nas lavagens de veículos automotores que utilizam distintos produtos químicos e produzem resíduos de óleos e graxas.

O meio urbano e rural do Município de Nova Palma é abastecido por águas subterrâneas. Sendo a captação, distribuição e a administração na área urbana do município de responsabilidade da CORSAN (Companhia Rio-Grandense de Saneamento). Justificando a necessidade de estudos mais aprofundados deste bem, visando uma avaliação de suas potencialidades e vulnerabilidades, Já que praticamente toda a população do município depende desta fonte subterrânea para as suas múltiplas atividades diárias.

O estudo de vulnerabilidades e levantamento de pontos potenciais de contaminação existentes no município torna-se uma importante ferramenta para o gerenciamento e gestão, no que diz respeito ao planejamento de uso e ocupação do solo. Este pode ser avaliada com uso Sistema de Informações Geográficas/SIGs. Assim sua aplicação fornece a noção se o ponto avaliado está situado em uma área de alta ou baixa vulnerabilidade. Tomando-se medidas para conter os possíveis prejuízos e/ou sugerir novas áreas para instalação de outros empreendimentos potencialmente poluidores do meio subterrâneo.

O trabalho teve como objetivo elaborar um estudo sobre as captações de águas subterrâneas do Município de Nova Palma, avaliando o grau de vulnerabilidade do aquífero à contaminação com uso do sistema *GOD* de Foster *et al.* (2006) e uso de geotecnologias já descrito em Löbler (2013).

METODOLOGIA

Coleta de dados

Para a elaboração do trabalho foram reunidos dados através de pesquisas no sítio do SIAGAS/CPRM. Na elaboração de um banco de dados referente às captações por poços, se identifica o: Número de cadastro do poço, as coordenadas em sistema UTM, a cota altimétrica do terreno (m), a formação geológica penetrada na perfuração do poço, a condição do meio aquífero (se é surgente, livre, confinado ou semi-confinado), o nível estático (m), os usos da água.

Na base de dados CPRM/SIAGAS estão cadastrados 36 poços para o Município de Nova Palma, sendo que desses apenas 13 possuem todos os parâmetros catalogados necessários para aplicar-se o sistema *GOD* Foster *et al.* (2006). Estes parâmetros são: **G**= perfil rochoso do poço, **O**= seu grau de confinamento, **D**= nível estático ou nível da água subterrânea em aquíferos confinados (ex. rochas vulcânicas da Formação Serra Geral/SASG).

Também foram coletados dados em campo em visitas aos proprietários dos poços, os quais foram sistematizados, e então usados nas avaliações espaciais usando geotecnologias. Estes dados são referentes ao nível estático, para atualizar e mesmo completar as informações. Executaram-se verificações do tipo de solo presente no local da captação. Também foram registradas imagens das

condições atuais das captações, dos pontos potenciais de contaminação, dos principais usos da água e do solo na região.

Os pontos potencialmente contaminantes foram localizados no território do município, e procedida a leitura de coordenadas com *GPS* Garmin Etrex, no sistema de coordenadas UTM, adotando-se o fuso 22, o datum horizontal SAD69, e o datum vertical Porto de Imbituba/Santa Catarina. Identificou-se e mapeou-se 2 postos de combustíveis e 7 cemitérios no meio urbano e rural do município.

Descrição do método:

Foster *et al.* (2006) caracterizam a vulnerabilidade do aquífero à contaminação, adotando os seguintes parâmetros: (G) Tipo de ocorrência da água subterrânea; (O) Classificação dos estratos acima da zona saturada do aquífero, em termos do grau de consolidação e caráter litológico; (D) Determinação da profundidade do nível freático. Após a pontuação das três etapas é feito o produto dos valores, obtendo-se a(s) classe(s) de vulnerabilidade da qual pertencem às águas. Esta vulnerabilidade pode ser classificada como: desprezível (0 a 0,1), baixa (0,1 a 0,3), média (0,3 a 0,5), alta (0,5 a 0,7) e extrema (0,7 a 1,0).

O uso do sistema *GOD* é mostrado na figura 1 a qual descreve passo a passo os procedimentos utilizados explanando as etapas que o compõem, é adaptado as condições brasileiras.

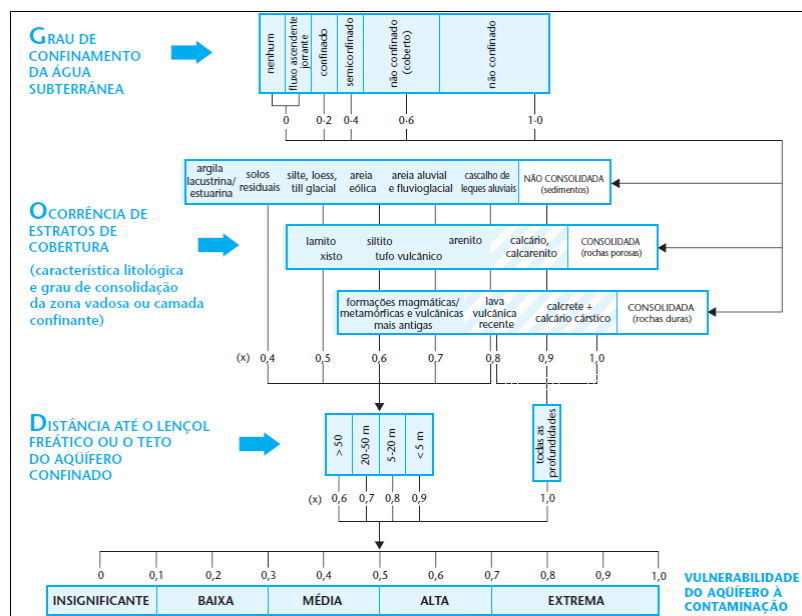


Figura 1 – Sistema *GOD* de avaliação da vulnerabilidade do aquífero à contaminação. Fonte: Foster *et al.* (2006).

Espacialização dos dados

Com base nos dados coletados na *Internet* – SIAGAS/CPRM (2012) e complementados em campo, foi realizado o tratamento deles com uso de SIGs. A delimitação da área do estudo foi feita com uso do ArcGIS 10, com base na malha digital do IBGE (2005). Para a interpolação de dados foi usado o programa Surfer8 e método krigagem, o qual melhor representou a realidade espacial dos pontos distribuídos em vários pontos da área avaliada. Segundo Landin *et al.* (2002) interpolar é prever (estimar) o valor da variável sob estudo, em um ponto amostrado. O Surfer é um pacote de programas gráficos que pode ser utilizado para o cálculo e a confecção de mapas de variáveis a partir de dados regularmente distribuídos. É uma importante ferramenta que utiliza algoritmos

matemáticos para gerar suas curvas, otimizando o trabalho do usuário. Sendo possível sobrepor mapas com diferentes planos de informações.

O mapa de espacialização do sistema *GOD* e os pontos potenciais de contaminação foi preparado através do programa Sufer8 e após isso, foi feito o *Overlay* (ferramenta do programa Surfer que permite cruzar mapas dentro de uma mesma projeção cartográfica) com a malha digital do Município de Nova Palma e também com sua área urbana.

Para a construção do mapa de tendência de direção de fluxo das águas subterrâneas, foi usado como base as cotas altimétricas obtidas na *boca* dos poços cadastrados, extraído das bases de dados CPRM/SIAGAS. Com uso do programa Surfer 8 espacializou-se a Superfície Potenciométrica (avaliada entre a cota da *boca* do poço e o nível da água, quando da perfuração do poço), indicando a tendência de fluxo das águas subterrâneas. Em seguida se delimitou a área com base na malha digital do IBGE (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Constatou-se que no Município de Nova Palma os principais usos da água subterrânea são para o abastecimento urbano, doméstico e para o uso na indústria. Já as águas superficiais possuem uso ainda na irrigação, principalmente na produção de arroz e na produção na energia elétrica com destaque para a Usina Hidroelétrica de Dona Francisca, e ainda para o lazer.

Na área urbana do município quem administra os poços tubulares é a CORSAN. Conforme se observa na figuras 2 os poços seguem padrões de construção e segurança, ABNT/NBR 12.242/2006 e ABNT/NBR 12.244/2006. Estes poços também se encontram de acordo com as normas de outorga contidas no Decreto Estadual nº 42.047/2002, contém tubo lateral, são dotados de hidrômetro, apresentam selo sanitário, possuem a sua área cercada, essa impede o acesso de pessoas sem autorização, e de animais os quais possam causar algum dano ou alteração à captação.



Figura 2: Imagem do poço 4300007677/SIAGAS/CPRM, localizado na área urbana do município de Nova Palma. Fonte: trabalho de campo realizado em Janeiro de 2013.

O Município de Nova Palma apresenta em seu território os cinco níveis de vulnerabilidade segundo o sistema *GOD*, sendo que a maior parte deles situa-se em área de baixa e média vulnerabilidade (Löbler, 2013). As áreas de maior vulnerabilidade geralmente se encontram próximo aos maiores rios que drenam a bacia do município (Bacia G50/Alto Jacuí, SEMA 2004), que são o Rio Soturno e o Rio Jacuí. Geralmente as planícies aluviais destes cursos de água apresentam nível da água próximo da superfície do terreno.

Após serem elaboradas as notas no sistema *GOD* para as captações de água subterrânea, conforme apresentado na tabela 1, constatou-se que 7,69% dos poços estão na classe de

vulnerabilidade insignificante e cerca de 15,38% estão em vulnerabilidade baixa. Já 30,76% estão em vulnerabilidade média. Ainda 30,76% estão em vulnerabilidade alta. E finalizando na classe de vulnerabilidade extrema foram consideradas 15,38% das captações no território do município. Portanto as classes predominantes foram à média e a alta sugerindo-se atenção dos órgãos gestores em relação ao uso e a ocupação dos solos como caso venha a ser implantado um Distrito Industrial ou outros empreendimentos potencialmente contaminantes.

Tabela 1 - 13 poços selecionados para o Sistema *GOD*. *IV Índice de Vulnerabilidade. m=metros.
Fonte: Organizado a partir CPRM/SIAGAS (2012)

Nº Cadastro CPRM	Nível Estático(m)	Uso Água (Abastecimento)	<i>GOD</i>	IV*	Porcentagem (%)
4300007696	80,00	Doméstico	0,07	Insignificante	7,69
4300002707	5,50	Urbano	0,29	Baixo	15,38
4300007703	20,00	Doméstico	0,29	Baixo	
4300002705	2,29	Urbano	0,32	Médio	30,76
4300007678	1,39	Múltiplo	0,38	Médio	
4300007715	20,00	Doméstico	0,34	Médio	
4300002706	1,39	Urbano	0,38	Médio	
4300002703	1,33	Urbano	0,54	Alto	30,76
4300007675	1,33	Múltiplo	0,63	Alto	
4300007679	5,50	Urbano	0,64	Alto	
4300007677	1,89	Urbano	0,63	Alto	
4300007676	0,90	Múltiplo	0,81	Extremo	15,38
4300002704	0,90	Urbano	0,72	Extremo	

Observando-se o cartograma na figura 3, resultante do tratamento de dados no programa Surfer8, observou-se que existem duas áreas de alta vulnerabilidade a oeste e a leste, com uma faixa extensa que vai de sul a norte apresentando uma vulnerabilidade baixa e insignificante.

As principais fontes pontuais poluidoras encontradas no município foram: 7 cemitérios de diferentes dimensões e 2 postos de combustíveis, como se pode ver na tabela 2.

Tabela 2 – Localização de pontos potenciais de contaminação identificados. Fonte: trabalho de campo realizado em Dezembro de 2012.

Ponto Contaminante	Localidade	Coordenadas UTM N (m)	Coordenadas UTM E (m)
Cemitério	Caemborá	6738542	276431
Cemitério	Pinhalzinho	6737684	270632
Cemitério	Vila Cruz	6737016	266834
Cemitério	Novo Paraíso	6742640	264678
Cemitério	Sede (área urbana)	6736963	259900
Cemitério	Linha Base	6743693	261617
Cemitério	Comércio	6745707	266941
Posto de combustível	Sede (área urbana)	6737515	260669
Posto de combustível	Sede (área urbana)	6736885	259922

Com base nos dados coletados, pesquisados e tabelados foi possível elaborar um cartograma de pontos potenciais de contaminação localizados dentro do Município de Nova Palma. Como se observa na figura 3, a maioria dos poços estão localizados em áreas de alta e média vulnerabilidade. Levando-se em conta que a maioria das fontes potenciais de poluição tais como (postos de combustíveis, cemitérios, despejos de esgotos) estão concentrados na área urbana, deve-se ter um

acompanhamento e monitoramento frequente para proteger as captações e não se ter danos irreversíveis ao recurso subterrâneo. Uma vez que este é muito importante no abastecimento doméstico e urbano do Município de Nova Palma. Deve-se salientar que as captações da CORSAN estão em profundidades variando entre 52 a 77 m captando águas do SAG, estão bem cimentadas, mas sempre representam algum risco de alteração de sua qualidade natural, figuras 2. Enquanto que próximo aos cursos de água como o Rio Jacuí a vulnerabilidade à contaminação variou entre média e baixa, já no Rio Soturno ocorrem as classes de vulnerabilidade alta a média. Nessas planícies aluviais se cultiva arroz irrigado.

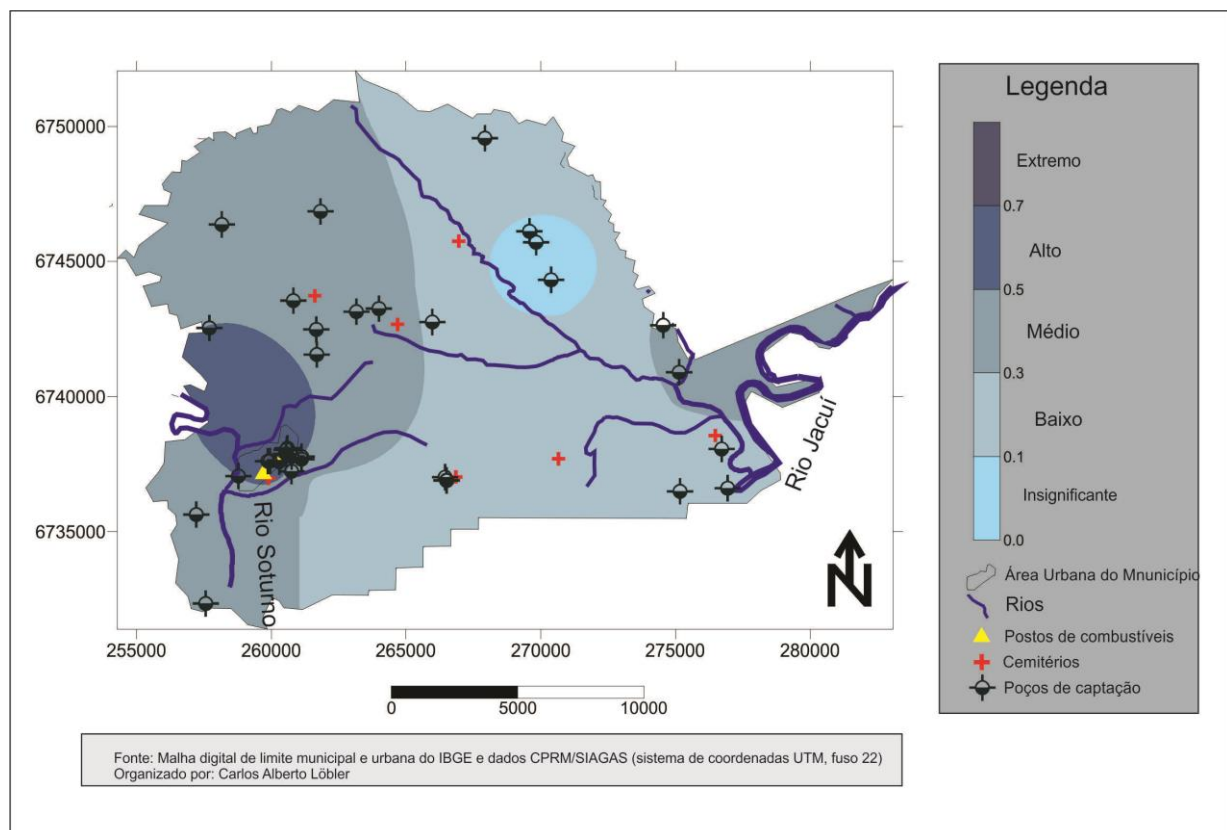


Figura 3 – Cartograma com a localização dos pontos potenciais de contaminação, poços de abastecimento, rios e vulnerabilidade GOD. Fonte Löbler (2013).

Analisando-se o cartograma de tendência de direção de fluxo subterrâneo (através da superfície potenciométrica) apresentado na figura 4, observa-se que os vetores (setas no cartograma) indicam a direção da água subterrânea em direção aos principais cursos de água (Rio Jacuí e Rio Soturno) fazendo com que se deduza que tenha uma contribuição do aquífero para a perenização dos rios em períodos de estiagem. Este tipo de contribuição chama-se curso efluente o aquífero cede água para o rio (Feitosa *et al.* 2008)

Observa-se que se a água subterrânea assuma principalmente dois sentidos. Um de sentido sul e sudeste em direção à calha do Rio Jacuí, e outro de sentido oeste em direção a calha do Rio Soturno. Estimando-se assim que as captações de água subterrâneas localizadas próximas às calhas dos rios apresentem menor probabilidade de ficar sem água, em períodos menos chuvosos (estiagens) devido à resposta aquífera ser suficiente para sua manutenção.

Também se deve levar em conta que à tendência de direção de fluxo ser indicativo do movimento subterrâneo de água, de um ponto com extrema ou alta vulnerabilidade para outros

locais, podendo aumentar as áreas com riscos de contaminação, pois também deve-se considerar o movimento lateral, que também é fonte de recarga de aquíferos (Custódio e Silva Junior, 2008).

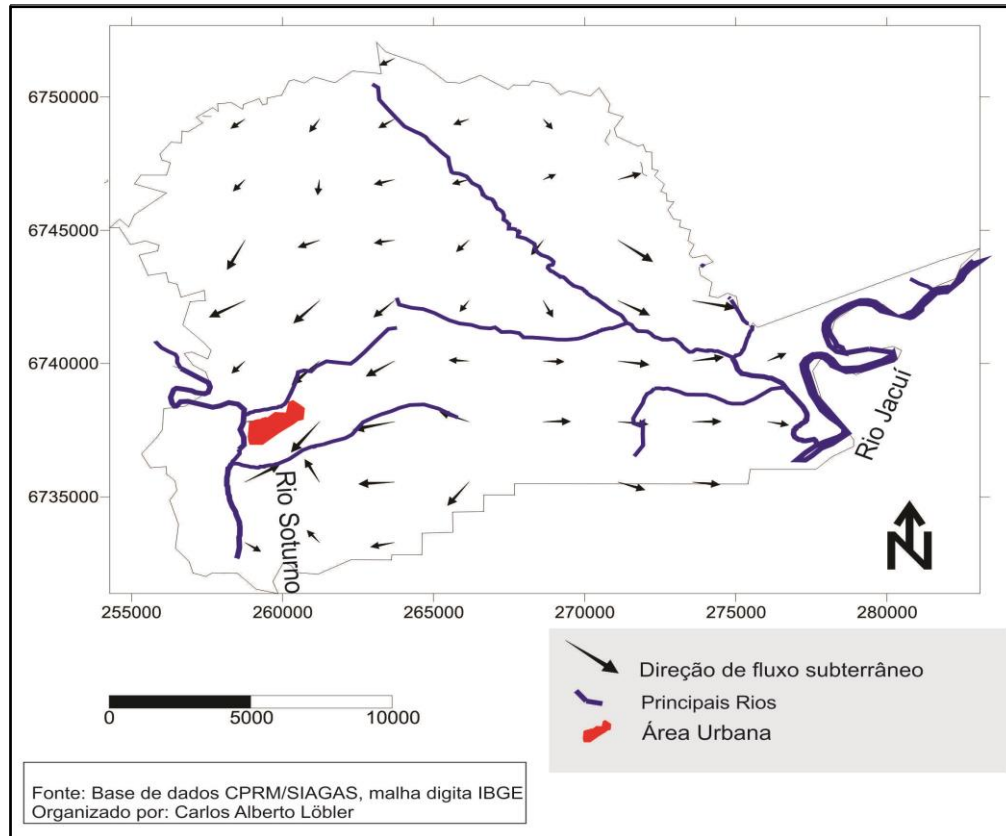


Figura 4 - Tendências na direção do fluxo das águas subterrâneas no Município de Nova Palma e seus principais rios, Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí (G50), SEMA (2004). Fonte Löbler (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o intuito de contribuir com a ampliação dos conhecimentos relativos às captações de água subterrânea, bem como subsidiar a sua preservação ambiental e seu gerenciamento da (ZA) do SAG e no SASG. A base econômica do Município de Nova Palma é à agricultura uma atividade de grande potencial contaminante e que pode afetar a qualidade natural dos aquíferos.

Este município possui em seu território, conforme o sistema *GOD*, áreas classificadas como de insignificante até extrema vulnerabilidade. Com isso, sugere-se que qualquer licenciamento de atividade potencialmente contaminante deva ser acompanhado de um estudo dos impactos nos recursos hídricos subterrâneos e de suas cargas.

Assim pode-se concluir que o município estudado necessita de um constante monitoramento ambiental quanto às captações de águas subterrâneas. Uma vez que seu abastecimento depende da água subsuperficial para diversos usos, este ganha valor e deve ser fruto de estudos visando sua preservação da qualidade e da quantidade.

Sugere-se um programa eficiente de proteção dos aquíferos, criação de uma legislação Municipal sobre as captações e controle das atividades humanas, planejando e ordenando a ocupação e o uso dos solos. Atualização do cadastro de poços (por meio de banco de dados) e pontos potenciais de contaminação a fim de proteção do meio aquífero.

A gestão dos recursos hídricos há de ser necessariamente descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, art. 1º, VI, da Lei 9.433/97. O

objeto a ser gerenciado é o bem ambiental “água”, que é bem difuso, de interesse público, de uso comum do povo e que pertence a uma universalidade de bens que juntos compõem o ambiente. Portanto deve-se chamar a população (usuários) em geral para opinar quando o assunto for à água, pois segundo a lei a sua gestão deve contar com a participação dos maiores interessados nos recursos hídricos em geral.

AGRADECIMENTOS

CNPq pela Bolsa de Iniciação Científica/PIBIC/UFSM e a CORSAN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil/ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. Disponível em <http://www.abnt.org.br/m3.asp?cod_pagina=1179> acesso em 28 Janeiro de 2013.

Brasil/FUNASA – Fundação Nacional da Saúde, Ministério da Saúde. Controle e Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. Brasil, (2011).

Brasil/MMA/CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente - licenciamento ambiental de cemitérios. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>> acesso em 3 de abril de 2012.

Brasil/MMA/CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente - controle da poluição em postos de combustíveis - resolução 368/2006. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>> Acesso em 3 de abril de 2012.

Brasil/MMA – Ministério do Meio Ambiente /Conselho Nacional de Recursos Hídricos: Conjunto de leis e normas. Disponível em <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/gt-aguas/docs_legislacao/resolucao_15.pdf> acesso em 18 de janeiro de 2012.

CPRM/SIAGAS – Serviço Geológico do Brasil – Sistema de Águas Subterrâneas, cadastro de poços tubulares do município de Nova Palma. Disponível em <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>> acesso em 20 Jun. 2012.

Custodio, E.; Silva Junior, G. C. da. (2008). Conceptos básicos sobre o papel ambiental das águas subterrâneas e os efeitos da sua exploração. Boletín Geológico y Minero, v. 119, p. 93-106.

Foster, S.; Hirata, R.; Gomes, D.; D’Elia, M.; Paris, M. (2006). Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo. Servemar.

Löbler C. A. (2013). Análise da vulnerabilidade das águas subterrâneas no Município de Nova Palma, RS.. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria.

Rio Grande do Sul/SEMA – Secretaria do Meio Ambiente (2004). Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul. Mapa.
