

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ASPECTOS HÍDRICOS DO AQUÍFERO SERRA GERAL NA CIDADE DE
CASCATEL.

EDEMAR SCHELLE

CascateL – Paraná – Brasil

Julho de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

EDEMAR SCHELLE

**ASPECTOS HÍDRICOS DO AQUÍFERO SERRA GERAL NA CIDADE DE
CASCAVEL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em recursos hídricos e saneamento ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Silvio César Sampaio.

Cascavel – Paraná – Brasil

Julho de 2009

Ficha catalográfica

Elaborada pela Biblioteca Central do Campus de Cascavel - Unioeste

S345a Schelle, Edemar
Aspectos hídricos do aquífero Serra Geral na cidade de Cascavel /
Edemar Schelle — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2009.
26 f. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Cezar Sampaio
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná.
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola,
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.
Bibliografia.

1. Água subterrânea. 2. Hidrogeologia. 3. Potabilidade. I.
Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21ed. 551.49

Bibliotecária: Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

EDEMAR SCHELLE

ASPECTOS HÍDRICOS DO AQUÍFERO SERRA GERAL NA CIDADE DE CASCAVEL

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvio César Sampaio (Orientador)
Universidade Estadual do Oeste do Parana-PR

Prof. Frederico Terra de Almeida
ICAA - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
CUS – Campus Universitário de Sinop

Prof. Dr. Márcio Antônio Vilas Boas
Universidade Estadual do Oeste do Paraná-PR

Prof. Dr. Benedito Martins Gomes.
Universidade Estadual do Oeste do Paraná-PR

BIOGRAFIA

Nascido em 05 de março de 1980, natural de Cascavel-PR, Edemar Schelle formou-se em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná no ano de 2006, atualmente atua como Diretor de Departamento de engenharia da Prefeitura Municipal de Catanduvas, onde também é Perito Judicial, nomeado pela comarca do município.

*A Deus;
Aos Meus pais;
À Minha irmã;
Aos Meus amigos.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Silvio César Sampaio, pela orientação;

Ao professor Manoel Moises Ferreira de Queiroz, pela ajuda na organização das ideias;

Ao professor Márcio Antônio Vilas Boas, pelo auxílio nas análises estatísticas;

Ao colega Marcos A. Arndt, pelo auxílio na edição dos mapas;

Ao Engenheiro Químico João Silva, pela colaboração na disponibilidade dos dados;

Ao Prefeito de Catanduvas Aldoir Bernart, pelo apoio;

Aos meus colegas de trabalho, pela colaboração no levantamento de informações;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pelo apoio e infraestrutura;

Aos meus amigos e amigas por tornarem a vida mais alegre e agradável.

RESUMO

O Aquífero Serra Geral é formado por rochas impermeáveis, originadas de derrames basálticos da Formação Serra Geral. Dessa forma, a produção de águas subterrâneas ocorre somente ao longo de falhas e fraturas das rochas e intercalação com rochas mais permeáveis. Para a análise dos aspectos hídricos quantitativos e qualitativos, utilizaram-se dados de 77 e 36 poços, respectivamente, da região de Cascavel. As conclusões obtidas para os aspectos quantitativos foram: 1 - A profundidade média de escavação dos poços foi de 90,28 m; 2 - Nas regiões com menores cotas topográficas, encontram-se as menores profundidades de nível estático e dinâmico; 3 - Poços com maiores profundidades têm menor variação do rebaixamento de nível estático/dinâmico; 4 - A vazão média encontrada foi de $7,88 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$; 5 - O custo médio de implantação de um poço é de U\$ 4.965,40. Para os parâmetros qualitativos concluiu-se que: 6 - O pH médio foi de 7,2, porém sua distribuição é espacialmente variável; 7 - A turbidez média foi 0,115 NTU, apresentando-se praticamente invariável em termos espaciais, indicando uma baixa concentração de sólidos em suspensão; 8 - A condutividade elétrica média foi de $113 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ e não apresentou variabilidade espacial; 9 - Todos os poços apresentam-se dentro dos padrões característicos de captação de água bruta para pH e turbidez, publicados no portaria 518/2004 do Ministério da Saúde

Palavras-chave: água subterrânea; hidrogeologia; potabilidade.

ABSTRACT

The Serra Geral Aquifer is composed by impermeable rocks, originated from basalt of Serra Geral composition, so the production of groundwater occurs only along faults and fractures of rocks and intersperse with more permeable rocks. Aiming at analyzing quantitative and qualitative hydric aspects, data from 77 and 36 wells were used respectively in Cascavel region. The obtained conclusions for the quantitative aspects were: 1 - The average depth of excavation of wells was 90.28 m; 2 - In regions with lower altitudes, the lowest depths of static and dynamic level were registered; 3 - the deeper wells depths less is the variation of lowering from static / dynamic level and 4 - the average flow was $7.88 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; 5 - The average cost to set a well is U.S. \$ 4965.40. For qualitative parameters, it was concluded that: 6 - The average pH was 7.2, although its distribution is spatially variable; 7 - the average turbidity was 0.115 NTU and it was almost spatially unchangeable, indicating a low concentration of solids in suspension; 8 - The average electrical conductivity was $113 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ and it did not show spatial variability, 9 - All wells are within typical standards of water captivating for pH and turbidity, published in the decree 518/2004 of Health Ministry.

Keywords: groundwater, hydrogeology, drinking water.

SUMÁRIO

	página
1	INTRODUÇÃO..... 01
2	OBJETIVO..... 02
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 03
3.1	AGUAS SUBTERRÂNEAS..... 03
3.2	OCORRÊNCIA E VOLUME DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.. 04
3.3	AQUIFEROS..... 04
3.4	SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL..... 06
3.5	HIDROGEOLOGIA..... 06
3.6	POÇOS TUBULARES PROFUNDOS..... 08
3.7	QUALIDADE DAS AGUAS SUBTERRÂNEAS..... 09
4	MATERIAIS E MÉTODOS..... 12
4.1	ÁREA DE ESTUDO..... 12
4.2	LEVANTAMENTO BIBLIOGRAFICO E COLETA DE DADOS..... 12
4.3	PARÂMETROS ANALISADOS..... 12
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 20
5.1	ASPECTOS QUANTITATIVOS..... 14
5.1.1	PROFUNDIDADE..... 14
5.1.2	NÍVEL ESTÁTICO..... 14
5.1.3	NÍVEL DINÂMICO..... 15
5.1.4	REBAIXAMENTO..... 16
5.1.5	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO..... 17
5.1.6	VAZÃO..... 18
5.2	PARAMETROS QUALITATIVOS..... 19
5.2.1	pH..... 19
5.2.2	TURBIDEZ..... 20
5.2.3	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA..... 21
6.0	CONCLUSÃO..... 23
7.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 24
8.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 25

LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1	Zonas não saturada e saturada no solo..... 04
Figura 2	Tipos de aquíferos quanto à porosidade 05
Figura 3	Representação esquemática dos principais aquíferos brasileiros..... 07
Figura 4	Ciclo da água..... 07
Figura 5	Parâmetros construtivos e operacionais de poços tubulares.. 08
Figura 6	Histograma e mapa de isolinhas para profundidade dos poços na cidade de Cascavel..... 14
Figura 7	Mapas de isolinhas para nível estático e relação entre nível estático e profundidade dos poços na cidade de Cascavel.... 15
Figura 8	Mapas de isolinhas para nível dinâmico e relação entre nível dinâmico e profundidade dos poços na cidade de Cascavel... 15
Figura 9	Rebaixamento em três intervalos de profundidade no período de 1997 a 2002 para os poços na cidade de Cascavel..... 17
Figura 10	Histograma de custos variáveis, mapa de isolinhas para custos variáveis, gráfico de profundidade e custo para os poços na cidade de Cascavel..... 18
Figura 11	Histograma das vazões específicas e totais para os poços na cidade de Cascavel..... 19
Figura 12	Mapas das isolinhas do pH para os poços na cidade de Cascavel..... 20
Figura 13	Mapas das isolinhas da Turbidez para os poços na cidade de Cascavel..... 21
Figura 14	Mapas das isolinhas da condutividade elétrica para os poços na cidade de Cascavel..... 22

LISTA DE SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
T	Transmissividade;
E	Espessura da zona saturada
K	Coeficiente de permeabilidade de campo
S	Coeficiente de armazenamento
R	Rebaixamento de nível d'água
Qesp	Vazão específica
Q	Vazão
NE	Nível estático
ND	Nível Dinâmico
P	Profundidade do poço
m ³ .s ⁻¹	Metros cúbicos por segundo
m ³ .h ⁻¹	Metros cúbicos por hora
cm.s ⁻¹	Centímetros por segundo
μS.cm ⁻¹	Microsiemens por centímetro
NTU	Unidade nefelométrica de turbidez

1 INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada. A distribuição das águas superficiais é tão variável quanto a das águas subterrâneas, visto que essas reservas se inter-relacionam no ciclo hidrológico e dependem das condições climatológicas.

As águas subterrâneas ($10.360.230 \text{ km}^3$) são aproximadamente cem vezes mais abundantes que as águas superficiais dos rios e lagos (92.168 km^3). Embora se encontrem armazenadas nos poros e fissuras milimétricas das rochas, elas ocorrem em grandes extensões e geram grandes volumes de águas subterrâneas na ordem de, aproximadamente, 23.400 km^3 , distribuídas em uma área aproximada de 134,8 milhões de km^2 , constituindo-se em importantes reservas de água doce.

O aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis que armazenam água em seus poros ou fraturas. Um aquífero pode ter extensão de poucos quilômetros quadrados a milhares de quilômetros quadrados e pode apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros (REBOUÇAS et al., 2002). Etimologicamente, aquífero significa: aqui = água; fero = transfere; ou do grego, suporte de água. A litologia do aquífero, ou seja, a sua constituição geológica (porosidade/permeabilidade intergranular ou de fissuras) é que irá determinar a velocidade da água em seu meio, a qualidade da água e sua qualidade como reservatório. A litologia é decorrente da sua origem geológica, que pode ser fluvial, lacustre, eólica, glacial e aluvial (rochas sedimentares), vulcânicas (rochas fraturadas) e metamórficas (rochas calcáreas), as quais determinam os diferentes tipos de aquíferos.

O Aquífero Serra Geral é formado por rochas impermeáveis, originadas de derrames basálticos da Formação Serra Geral. Dessa forma, a produção de águas subterrâneas ocorre somente ao longo de falhas e fraturas das rochas e intercalação com rochas mais permeáveis. Sua espessura varia desde poucos metros, aumentando para até 1000 metros. Assim sendo, suas características hidrodinâmicas ficam melhor demonstradas pelos valores de vazão específica que variam entre 0,08 e $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. A respectiva recarga para esse aquífero ocorre por precipitação pluvial sobre os solos basálticos, que vão atingir as regiões fissuradas da rocha matriz, sendo sua potencialidade diretamente ligada à densidade de faturamento, grau de alteração dos horizontes veiculares, sistema de alimentação e inter-relação com outros aquíferos, não podendo ser avaliados por parâmetros como porosidade e permeabilidade (CETESB, 1997).

A cidade de Cascavel está situada sobre o aquífero Serra Geral, com mais de 500 poços regulares perfurados, cuja utilização é predominantemente doméstica, porém existe uma parcela crescente de indústrias e propriedades rurais que estão intensificando

o uso desse aquífero. Diante desse quadro, sua demanda é crescente, visto que a exploração de água subterrânea tem se apresentado como alternativa rápida e relativamente barata de acesso a esse recurso em virtude da proliferação das empresas perfuradoras. Contudo, o risco que existe com essa prática, apesar de existirem normas de perfuração e exploração (Cetesb, 1997), é o acelerado comprometimento das águas subsuperficiais.

Essa situação acarreta inúmeros prejuízos ao próprio município e indiretamente à sua população, pois não existem fontes de informações locais sobre as características de implantação de poços tubulares profundos que possam fazer uma estimativa prévia de fatores relevantes à construção dos poços (profundidade, vazão, nível dinâmico) e fatores relacionados diretamente aos custos de operação (aspectos qualitativos de controle de captação de água bruta).

Assim, esta pesquisa teve como objetivo a identificação dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas do aquífero Serra Geral usando dados extraídos dos poços tubulares, em que tal estudo pode ser usado na tomada de decisões para o planejamento, execução e gestão dos programas que lidam com os recursos hídricos subterrâneos.

2 OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi analisar os aspectos hídricos quantitativos e qualitativos das águas do aquífero Serra Geral, no perímetro urbano da cidade de Cascavel.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Águas Subterrâneas

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida às duas forças de adesão e de gravidade, desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos.

As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada. Após a precipitação, parte das águas que atinge o solo se infiltra e percola no interior do subsolo, durante períodos de tempo extremamente variáveis, decorrentes de muitos fatores:

- porosidade do subsolo: a presença de argila no solo diminui sua permeabilidade e não permite que haja uma grande infiltração;
- cobertura vegetal: um solo coberto por vegetação é mais permeável do que um solo desmatado;
- inclinação do terreno: em declividades acentuadas, a água corre mais rapidamente, assim diminui a possibilidade de infiltração;
- tipos de chuva: chuvas intensas saturam rapidamente o solo, ao passo que chuvas finas e demoradas têm mais tempo para se infiltrarem.

Durante a infiltração, uma parcela da água sob a ação da força de adesão ou de capilaridade fica retida nas regiões mais próximas da superfície do solo, constituindo a zona não saturada. Outra parcela, sob a ação da gravidade, atinge as zonas mais profundas do subsolo e constituem a zona saturada (Figura 1).

A superfície que separa a zona saturada da zona de aeração é chamada de nível freático, ou seja, o nível corresponde ao topo da zona saturada (LIMA, 2004). Dependendo das características climatológicas da região ou do volume de precipitação e escoamento da água, esse nível pode ser permanente em grandes profundidades, ou se aproximar da superfície horizontal do terreno, originando as zonas encharcadas ou pantanosas, ou convertendo-se em mananciais (nascentes) quando se aproxima da superfície através de um corte no terreno.



Figura 1 - Zonas não saturada e saturada no subsolo

3.2 Ocorrência e Volume das Águas Subterrâneas

É bastante variável a distribuição das águas subterrâneas, sendo semelhante à das águas superficiais visto que elas se inter-relacionam no ciclo hidrológico e dependem das condições climatológicas. Entretanto, as águas subterrâneas (10.360.230 km³) são aproximadamente cem vezes mais abundantes que as águas superficiais dos rios e lagos (92.168 km³).

Embora elas se encontrem armazenadas nos poros e fissuras milimétricas das rochas, são necessárias grandes extensões para que elas ocorram e gerem grandes volumes de águas subterrâneas na ordem de, aproximadamente, 23.400 km³, distribuídas em uma área aproximada de 134,8 milhões de km², constituindo-se em importantes reservas de água doce. No Brasil, as reservas de água subterrânea são estimadas em 112.000 km³ e a contribuição multianual média à descarga dos rios é da ordem de 2.400 km³/ano. Nem todas as formações geológicas possuem características hidrodinâmicas que possibilitem a extração econômica de água subterrânea para atendimento de médias e grandes vazões pontuais. As vazões obtidas em poços no Brasil variam de 1 m³. h⁻¹ até mais de 1.000 m³.h⁻¹ (RAMOS, 2007).

3.3 Aquíferos

O aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. A litologia do aquífero, ou

seja, a sua constituição geológica (porosidade/permeabilidade intergranular ou de fissuras), a velocidade da água em seu meio, a qualidade da água e a sua qualidade como reservatório. A litologia é decorrente da sua origem geológica que pode ser: fluvial, lacustre, eólica, glacial e aluvial (rochas sedimentares), vulcânica (rochas fraturadas) ou metamórfica (rochas calcárias), cuja função é a de determinar os diferentes tipos de aquíferos (BETTU, 2004). Já em relação à porosidade, existem três tipos aquíferos: poroso, fissural e cárstico (Figura 2):

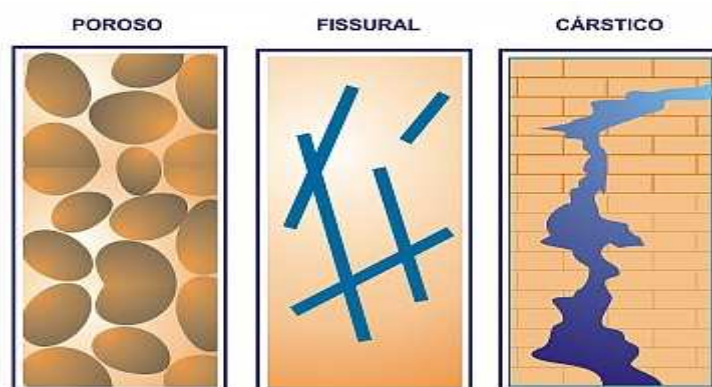


Figura 2 - Tipos de aquíferos quanto à porosidade

Aquífero poroso ou sedimentar - formado por rochas sedimentares consolidadas, materiais inconsolidados ou solos arenosos, onde a circulação da água se faz nos poros formados entre os grãos de areia, silte e argila de granulação variada. Constituem-se os mais importantes aquíferos, pelo grande volume de água que armazenam e por sua ocorrência em grandes áreas. Esses aquíferos ocorrem em bacias sedimentares e em todas as várzeas onde se acumularam sedimentos arenosos (LIMA, 2004).

O aquífero fraturado ou fissural - formado por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, duras e maciças, onde a circulação da água se faz nas fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico. Ex.: basalto, granitos, gabros, filões de quartzo, etc (BETTU, 2004).

A capacidade dessas rochas de acumularem água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação, que permitem a infiltração e o fluxo da água. Poços perfurados nessas rochas produzem vazões pequenas, contudo a possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá, tão somente, do poço interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Nesses aquíferos, a água só pode fluir onde houver fraturas, as quais, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais. São ditos, portanto, aquíferos anisotrópicos. Um caso particular de aquífero fraturado é representado

pelos derrames de rochas vulcânicas basálticas, das grandes bacias sedimentares brasileiras (LIMA, 2004).

Aquífero cárstico (Karst) - formado por rochas calcárias ou carbonáticas, onde a circulação da água se faz nas fraturas e outras discontinuidades (diáclases) que resultaram da dissolução do carbonato pela água. Essas aberturas podem atingir grandes dimensões, criando, nesse caso, verdadeiros rios subterrâneos. São aquíferos heterogêneos, descontínuos, com águas duras, com fluxo em canais. As rochas são os calcários, dolomitos e mármore (LIMA, 2004).

3.4 Sistema Aquífero Serra Geral

A formação Serra Geral não se constitui de camadas aquíferas, sendo a água subterrânea proveniente de falhas e fissuras e sua potencialidade está diretamente ligada à densidade de faturamento, grau de alteração dos horizontes veiculares, sistema de alimentação e inter-relação com outros aquíferos. Assim, o mesmo não pode ser avaliado por parâmetros como porosidade e permeabilidade. O principal uso da água desse sistema é para abastecimento doméstico. Um outro aproveitamento das águas do sistema aquífero Serra Geral é através de estâncias termas, como no Estado de Santa Catarina, em Águas de Prata em São Carlos, Ilha Redonda em Palmitos, Águas de Chapecó e Quilombo, as águas atingem em média 38 °C (FREITAS et al., 2002) . As principais formações aquíferas do Brasil estão representadas na Figura 03.

3.5 Hidrogeologia

Acredita-se que a quantidade atual de água seja praticamente a mesma de há três bilhões de anos, sendo, portanto, uma disponibilidade dependente de fatores que influenciam na distribuição temporal e espacial. Tais fatores compõem o ciclo da água que se sucede infinitamente (Figura 4). Estima-se em 12.000 km³ o volume total de água "em trânsito" na atmosfera, como resultado da evaporação e da evapotranspiração (IBGE, 1998).

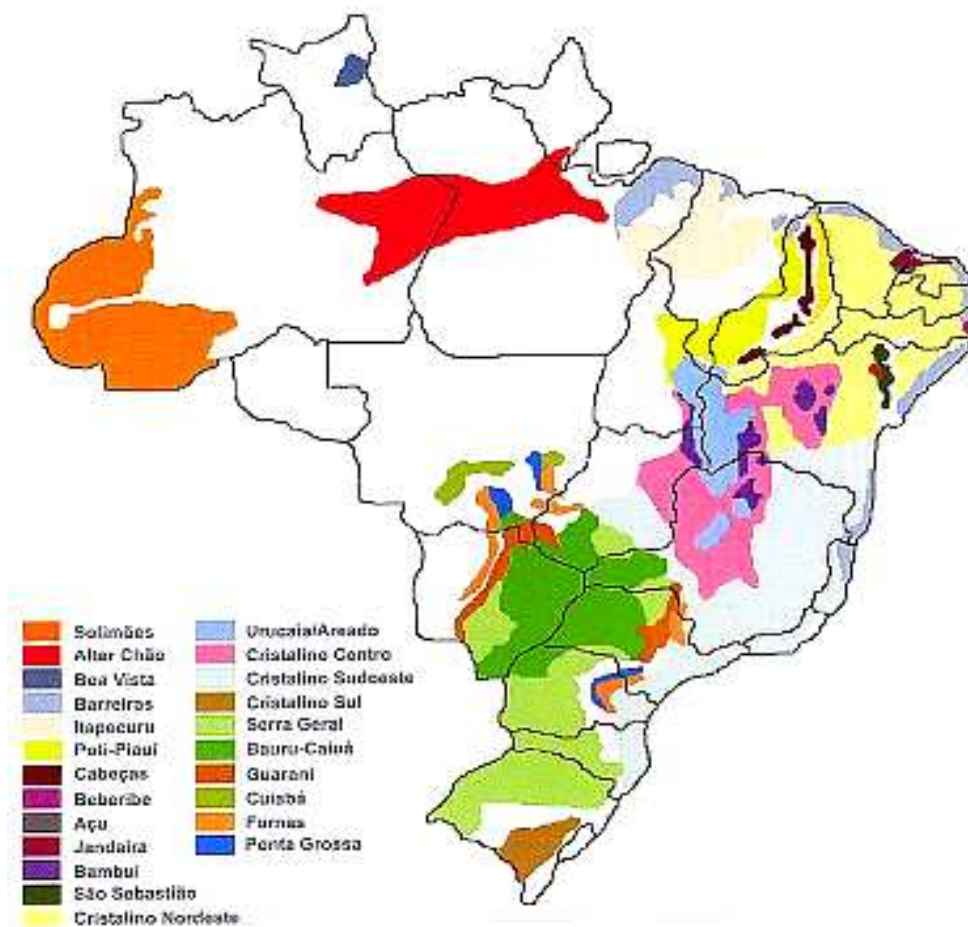


Figura 3 - Principais aquíferos brasileiros em exploração.
Fonte: Azevedo (2006).

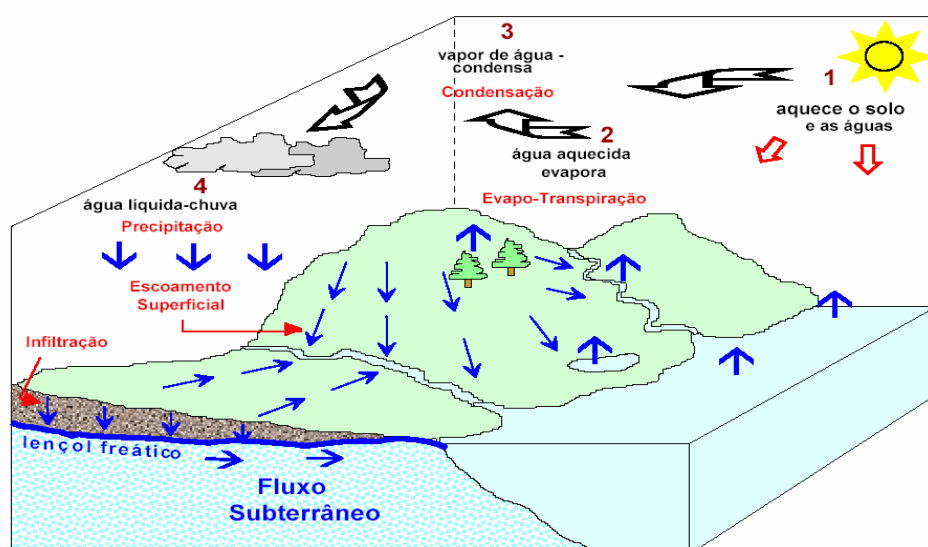


Figura 4 - Ciclo da água.
Fonte: Lima (2004).

3.6 Poços Tubulares Profundos

O poço tubular profundo é perfurado por meio de brocas até uma profundidade suficiente para fornecer determinado fluxo de água constante onde possa ser garantido seu fornecimento durante todo o ano e ocorra mínima interferência das estações do ano.

O teste de bombeamento de um poço, na maioria das vezes, é feito simplesmente para determinar o comportamento do poço em funcionamento. Outro objetivo do teste, ao qual tem sido dada grande importância, é o de fornecer dados a partir dos quais os principais fatores do desempenho dos aquíferos, como o rebaixamento e a vazão (Figura 05), que representam os aspectos quantitativos de um poço tubular profundo.

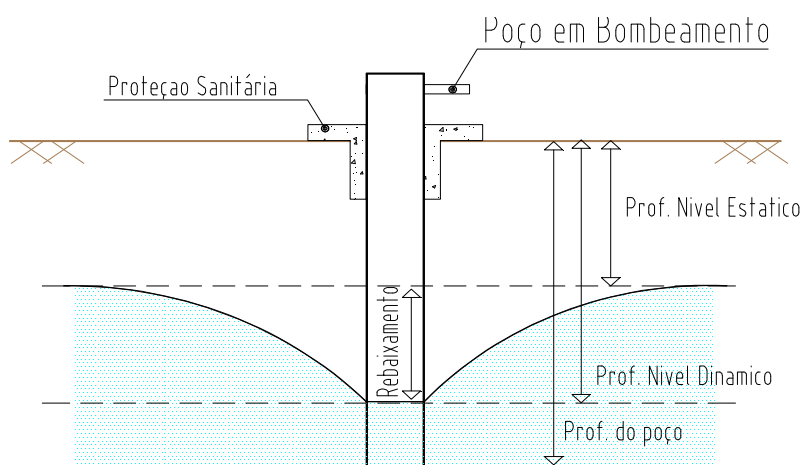


Figura 5 - Parâmetros construtivos e operacionais de poços tubulares

O teste feito com este propósito é o mais propriamente chamado teste de aquíferos. Consiste em bombear a água de um poço e observar os abaixamentos ocasionados pelo bombeamento, neste poço e em poços de observação. É importante o conhecimento do significado das principais expressões relativas aos testes de bombeamento de poços (CETESB, 1997).

Nível Estático ou Nível Hidrostático (NE): é o nível no qual a água permanece no poço, quando não está sendo extraída do aquífero, quer por bombeamento ou por fluxo livre;

Nível Dinâmico ou Nível Hidrodinâmico (ND): é o nível em que a água permanece no interior do poço, quando bombeado;

Rebaixamento: é a diferença entre o nível estático e o nível dinâmico, ou seja, quanto o nível da água rebaixou dentro do poço, durante o bombeamento.

Vazão: é o volume de água extraído do poço, na unidade de tempo, por bombeamento ou por fluxo livre.

Vazão Específica é a razão entre vazão de bombeamento (Q) e o rebaixamento (S) produzido no poço em função do bombeamento, para um tempo.

3.7 Qualidade das Águas Subterrâneas

Durante o percurso no qual a água percola entre os poros do subsolo e das rochas ocorre a depuração da mesma por uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microrganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem) que, ao agirem sobre a água, modificam suas características adquiridas anteriormente, tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano (AZEVEDO, 2006).

Assim, a composição química da água subterrânea é o resultado combinado da composição da água que adentra o solo e da evolução química influenciada diretamente pelas litologias atravessadas, sendo que os teores de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas aumentam à medida que prosseguem no seu movimento.

As águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam seu uso mais vantajoso em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação. Elas determinam a excelente qualidade e dispensa tratamentos prévios; não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência nas variações climáticas; são passíveis de extração perto do local de uso; possuem temperatura constante; têm maior quantidade de reservas; necessitam de custos menores como fonte de água. As suas reservas e captações não ocupam área superficial e apresentam grande proteção contra agentes poluidores. O uso do recurso aumenta a reserva e melhora a qualidade; possibilita a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade. Os principais problemas ligados às águas subterrâneas estão na super exploração e a contaminação dos aquíferos.

As principais origens da contaminação estão nas atividades domésticas, industriais, agrícolas e de exploração mineral (artificiais) e intrusões salinas (naturais – induzidas). Assim, a vulnerabilidade dos aquíferos frente aos agentes poluidores depende das características das estruturas geológicas e de suas características hidrogeológicas e das condições de uso e ocupação do solo (CREPALLI, 2007).

Devido à sua maior área de exposição, os aquíferos sedimentares são mais vulneráveis à poluição, embora o processo de infiltração seja lento. Os aquíferos

Fissurados Cristalinos são mais protegidos, pois possuem exposição limitada pela cobertura do manto de intemperismo, embora zonas de falha ou fraturamento funcionam como porta de entrada dos poluentes de superfície e com tempos de trânsito relativamente reduzidos. Dentre os vários parâmetros físico-químicos existentes que avaliam os aspectos qualitativos de um poço tubular profundo podem-se destacar:

Turbidez: é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão. A turbidez também é um parâmetro que indica a qualidade estética das águas para abastecimento público, pois prejudica a ação dos agentes desinfetantes, como o cloro, pois acaba protegendo certos microrganismos da ação desses agentes. Além disso, causa mau aspecto à água, tornando-a turva (LASTÓRIA et al, 2005).

pH: é uma característica de todas as substâncias, determinado pela concentração de íons de Hidrogênio (H^+). Os valores variam de 0 a 14, sendo que valores de 0 a 7 são considerados ácidos; os valores em torno de 7 são neutros e valores acima de 7 são denominados básicos ou alcalinos. Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons H^+ e menor a concentração de íons OH^- .

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. As águas superficiais possuem pH entre 4 e 9. Às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode aumentar muito, podendo chegar a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água (CREPALLI, 2007).

Geralmente o pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita pelo método eletrométrico, utilizando-se para isso um peagâmetro digital (FREITAS et al., 2002).

Condutividade elétrica: é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Esse parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas ($pH > 9$ ou

pH < 5), os valores de condutividade são devido apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o H^+ e o OH^- (LASTORIA, 2002).

O Ministério da Saúde publicou, em 2004, a Portaria número 518 que define os valores limites de determinados parâmetros para captação de água bruta, os quais incluem turbidez, cujo limite máximo é de 5,0 NTU enquanto o pH deve estar entre 5,4 e 10,0 (BRASIL, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

Este estudo se desenvolveu na região do perímetro urbano da cidade de Cascavel, definido pela lei 4418/2006, situada no terceiro planalto do Estado, na região Oeste paranaense, com uma altitude em torno dos 760 metros e uma área total de 2.091km² (SEPLAN, 2009), cuja pluviosidade total anual é de 1800 mm a 2000 mm (IAPAR, 2006).

4.2 Levantamento Bibliográfico e Coleta de Dados Básicos

Realizou-se a seleção dos poços cadastrados que aduzem água do Aquífero Serra Geral e agrupam os poços que foram perfurados aproximadamente na mesma época e relatórios que possuíam o maior número de dados, pois, muitos poços cadastrados estavam com informações incompletas ou inconsistentes. Também foram selecionados os poços de adução da companhia de distribuição de águas de Cascavel (SANEPAR, 2009). No total, foram obtidos 77 poços referentes aos aspectos quantitativos e 36 poços referentes aos aspectos qualitativos, os quais representam densidades médias de 0,95 e 0,44 poço por quilômetro quadrado respectivamente. Os referidos dados foram adquiridos durante as perfurações dos poços no período de julho de 1997 e junho de 1998.

4.3 Parâmetros Analisados

No que tange os aspectos quantitativos, foram avaliados: a profundidade, nível estático, nível dinâmico, rebaixamento, vazão total, vazão específica e custos de perfuração.

A profundidade representa a cota máxima escavada na instalação do poço e o parâmetro que determina essa profundidade é a vazão média de utilização que busca atingir os valores requeridos pelo usuário (LASTÓRIA et al, 2005).

O nível estático representa o nível da água no poço quando não há extração do aquífero, quer por bombeamento ou por fluxo livre (RAMOS, 2007).

O nível dinâmico é o nível em que a água permanece no interior do poço, quando existe extração de água (RAMOS, 2007).

O rebaixamento é a diferença entre os níveis estático e dinâmico. Esse parâmetro representa a vulnerabilidade do poço com relação à vazão fornecida e também com as épocas de estiagem. É um parâmetro que interage com a vazão específica do poço.

A vazão total é a produção máxima que o poço extrai do aquífero no teste inicial (LIMA, 2004).

A vazão específica é a produção máxima que o poço extrai do aquífero no teste inicial dividido pelo rebaixamento (LIMA, 2004).

O custo de implantação representa o custo variável de perfuração do poço sendo uma função direta da profundidade escavada (VASCONCELLOS, 2000).

No que tange os aspectos qualitativos, foram avaliados: pH, turbidez e condutividade elétrica.

O pH é a medida do equilíbrio entre as cargas de hidroxilas (OH^-) e dos íons de hidrogênio (H^+), sendo definido como o logaritmo negativo da concentração molar de hidrogênio em uma solução (ANDRADE, 2006).

A turbidez é definida pela medida da dispersão e absorção da luz incidente no material em suspensão. Não é uma medida da concentração dos sólidos suspensos do grau de sedimentação das águas, visto que mede apenas a quantidade de luz que é dispersa pelas partículas em suspensão. A medida da intensidade de luz dispersa em uma solução é definida na química como “nefelometria”, sendo os resultados nefelométricos medidos como unidade de turbidez nefelométrica (*Nephelemetric Turbidity Unit*, NTU) (CREPALLI, 2007).

A condutividade elétrica é uma forma indireta de estimar a concentração de íons presentes na solução (cátions e ânions) (CREPALLI, 2007).

Os dados dos aspectos qualitativos foram comparados aos parâmetros dispostos pela portaria do Ministério da Saúde, onde estão definidos padrões de qualidade para a captação de água bruta (BRASIL, 2004).

Na avaliação dos dados, realizou-se uma análise exploratória inicial a fim de serem construídos mapas de isolinhas na região estudada e análises de regressões ressaltando-se que todas as equações determinadas obtiveram respectivos parâmetros avaliados pelo teste ‘t’ ao nível de 5 %.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Aspectos Quantitativos

5.1.1 Profundidade

Observa-se na análise exploratória dos dados que a perfuração média foi de 90,28 metros de profundidade (Figura 6A), sendo esse valor o parâmetro físico coletado na data da perfuração dos poços. O mapa de isolinhas é apresentado na Figura 6B.

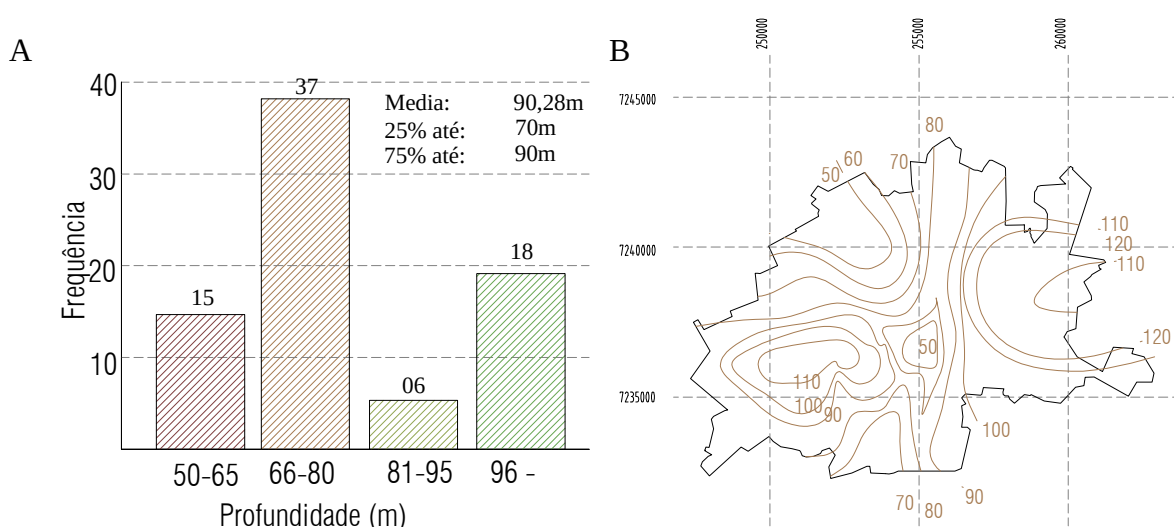


Figura 6 - Histograma e mapa de isolinhas para profundidade dos poços na cidade de Cascavel

Pela análise do gráfico, constata-se que 25 % dos dados analisados têm valor máximo de 70 metros; 75 % têm valor máximo de 90 metros e, que, a maioria dos poços possuem de 66 a 80 metros.

A grande variação na profundidade deve-se à geologia das rochas basálticas, que constituem aquíferos do tipo fraturado, onde o armazenamento de água acontece ao longo das juntas e fraturas. As fraturas geralmente são individualizadas podendo ter, em um curto perímetro, e consequentemente várias profundidades distintas (LASTORIA et al, 2005).

5.1.2 Nível estático

Observou-se um valor médio de 40,68 metros e desvio padrão de 24,12 metros para o nível estático, sendo esses parâmetros dependentes das variações climáticas sazonais da região do aquífero serra geral.

A distribuição das isolinhas das cotas de nível estático apresentou-se de forma assimétrica. Contudo, notou-se (Figura 6A) a ocorrência de profundidades menores de nível estático nas regiões próximas aos rios e alagados. No entanto, tal característica não está diretamente ligada ao fato da superfície não possuir água e sim ao fato de que, nessa região de vale, as cotas topográficas são mais baixas, aproximando o perfil do solo com a rocha, consequentemente com o aquífero (BETTU, 2005).

A correlação entre os dados de profundidade e o nível estático pode ser observada na Figura 7B em que se evidencia uma relação linear positiva e significativa ao nível de 5 %, concordando com Lima (2004) e Bettu (2005).

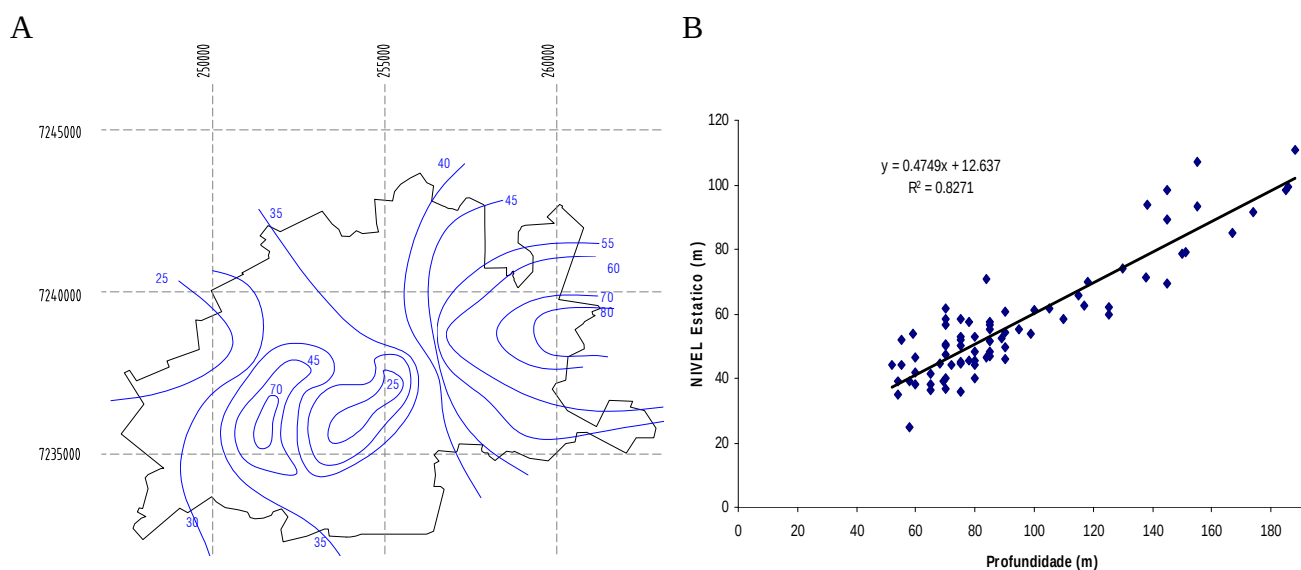


Figura 7 - Mapas de isolinhas para nível estático e relação entre nível estático e profundidade dos poços na cidade de Cascavel

5.1.3 Nível dinâmico

Encontrou-se um valor médio de 71,81 metros de profundidade e desvio padrão 26,18 metros para profundidade de nível dinâmico. A distribuição espacial das isolinhas de nível dinâmico segue o padrão do nível estático (Figura 8A).

A correlação entre os dados de profundidade e nível dinâmico pode ser observada na Figura 8B, evidenciando uma relação positiva significativa ao nível de 5%. Nota-se que tal comportamento assemelha-se ao nível estático devido à relação intrínseca entre ambos (Figura 2).

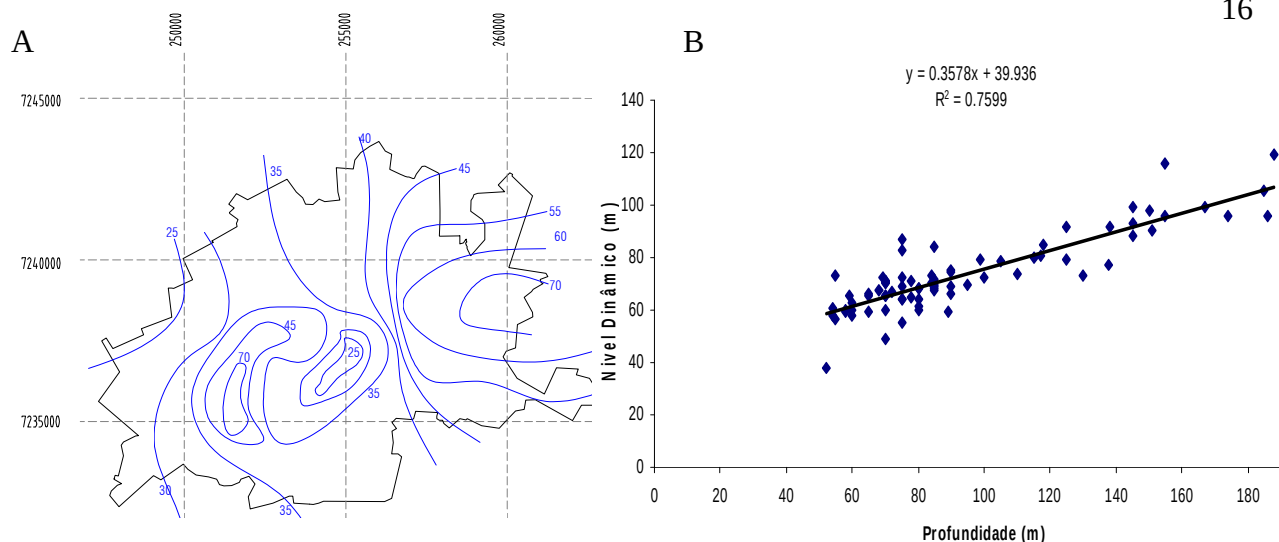


Figura 8 - Mapa isolinhas para o nível dinâmico e a relação entre profundidade e nível dinâmico para os poços na cidade de Cascavel

5.1.4 Rebaixamento

A média de rebaixamento observada no período foi de 16,34 metros e o desvio padrão de 11,96 metros. Houve, portanto, uma variação desse parâmetro no decorrer dos anos observados, conforme Figura 9, onde estão representadas as distribuições temporais relativas aos rebaixamentos separados em intervalos de profundidades.

Em profundidades menores a 85 metros, obteve-se um rebaixamento médio de 17,89 metros, enquanto o coeficiente de variação foi de 69,87 %. Na profundidade compreendida entre 85 e 115 metros, o rebaixamento médio foi de 16,12 metros e coeficiente de variação de 54,52 %. Nas profundidades acima de 115 metros, observaram-se os menores valores de rebaixamento, com média foi de 15,02 metros e coeficiente de variação 40,60 %.

Observa-se ainda na Figura 4 uma relação inversa entre o rebaixamento e a profundidade do poço, ou seja, poços com maior profundidade possuem tendência a terem menores interferências sazonais do que as precipitações, possuindo, portanto, maior potencial de uso.

Percebe-se também que a distribuição do rebaixamento é variável no tempo sendo mais acentuado em 1999 e 2002. Tal fato deve-se, possivelmente, à estiagem ocorrida nos respectivos anos. Concordando com Ramos (2007), quando observou que os valores dos níveis estático e dinâmico são influenciados pela distribuição de precipitações acumuladas, menos intensas em poços mais profundos.

Bolfe (2005) concluiu que as oscilações e amplitudes medidas estão relacionadas diretamente com o regime pluviométrico medido no pluviograma e essas oscilações são

mais notórias nas regiões de recarga do aquífero. Assim, conclui-se que a região de Cascavel situa-se em uma região de recarga do aquífero Serra Geral.

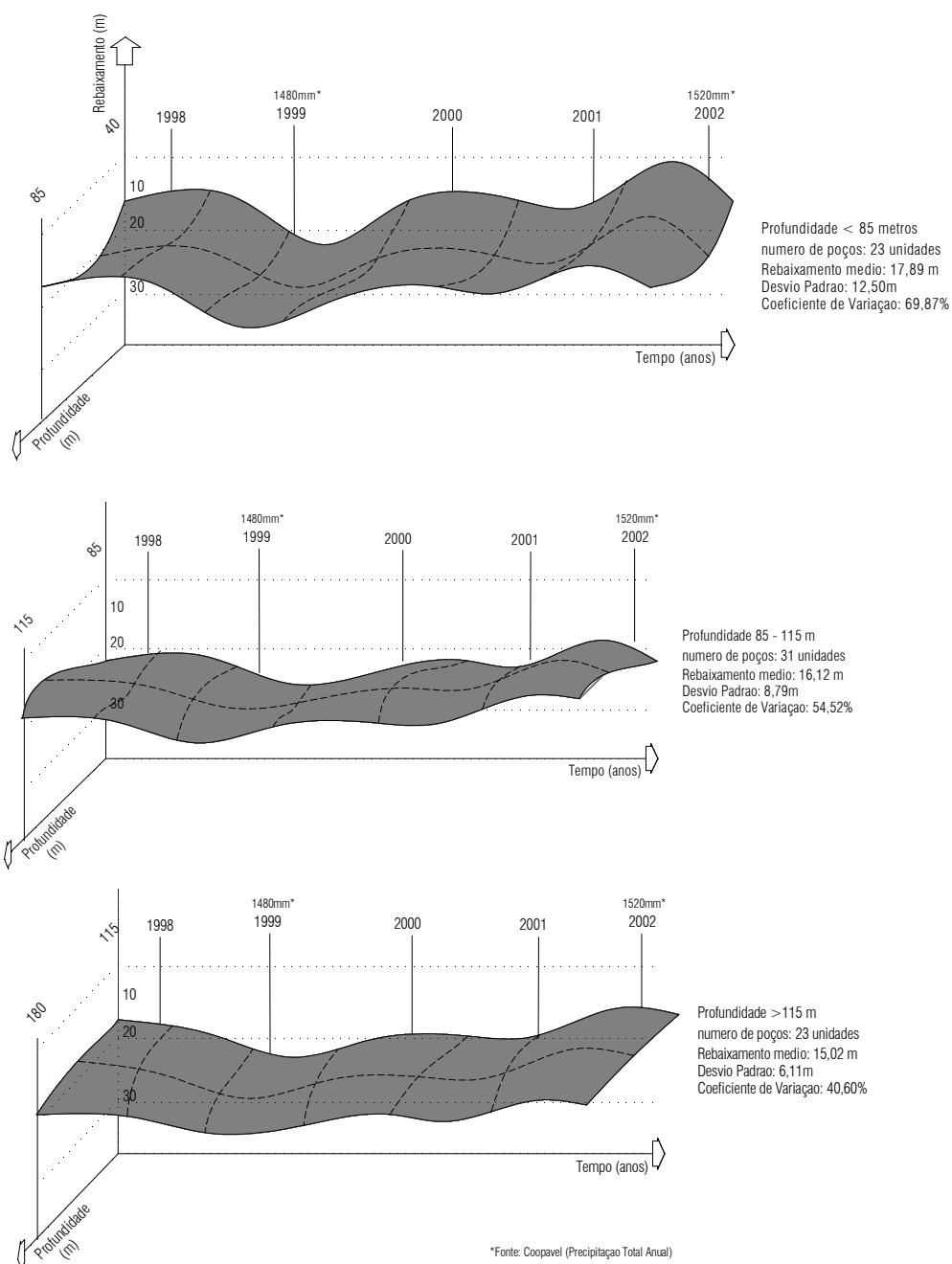


Figura 9 - Rebaixamento em três intervalos de profundidade no período de 1997 a 2002 para os poços na cidade de Cascavel

5.1.5 Custo de implantação

O valor médio de custo de implantação para parcelas variáveis foi de U\$4.965,40, e desvio padrão de U\$ 1.836,00. Portanto, sua distribuição por intervalos de valores está

caracterizada na Figura 10A e a distribuição espacial explícita na Figura 10B. O referido mapa propicia que o usuário faça uma estimativa de custo de implantação de poço usando apenas a coordenada georreferenciada do local.

Na Figura 10C, é possível avaliar a relação linear de dependência do custo com a profundidade (VASCONCELLOS, 2000). O coeficiente linear representa um poço de profundidade zero e também é o valor médio das parcelas fixas (Pf) do custo de implantação. Não foi realizada análise de regressão, pois é um comportamento ajustado teoricamente, ou seja, o coeficiente de determinação será igual a 1.

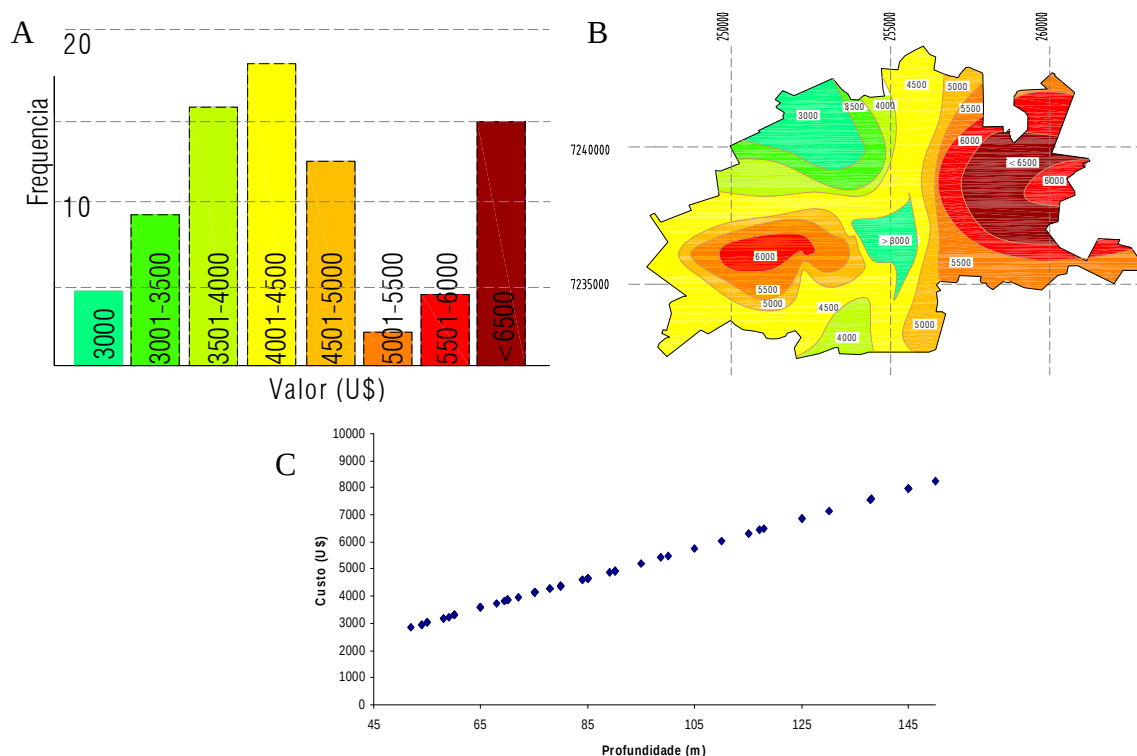


Figura 10 - Histograma de custos variáveis, mapa de isolinhas para custos variáveis e gráfico de profundidade e custo para os poços na cidade de Cascavel

5.1.6 Vazão

Os valores médios encontrados foram de $7,88 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e $0,72 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ para a vazão e a vazão específica, respectivamente (Figura 11A e 11B). Dos 77 poços analisados, 36% possuem a vazão igual ou inferior a $4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, e 50% dos poços chegam à vazão de até $9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (Figura 11B). A maior vazão encontrada foi de $24,75 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, próxima à região do lago municipal de Cascavel. Cabe salientar que, segundo Lima (2004) e Veríssimo (2005), os poços não possuem uma correlação de vazão com a profundidade perfurada, pois a formação rochosa da área em estudo caracteriza formações de aquífero

do tipo fraturado, então, a vazão característica é dada em função das fissuras existentes no basalto, bem como sua geometria e permeabilidade.

Segundo Bagolini (1971), as descontinuidades horizontais das fissuras, responsáveis pelo armazenamento de água, definem a característica heterogênea na formação Serra Geral e isso originou-se em função da solidificação diferencial do magma. Verifica-se ainda que o valor máximo para a vazão específica foi de $5,02 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}$, porém a maioria dos poços (45,4 %) encontra-se com vazões específicas próximas a $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Também para o aquífero Serra Geral, dados semelhantes foram encontrados por Lima (2004), cujos valores médios ficaram próximos a $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}$.

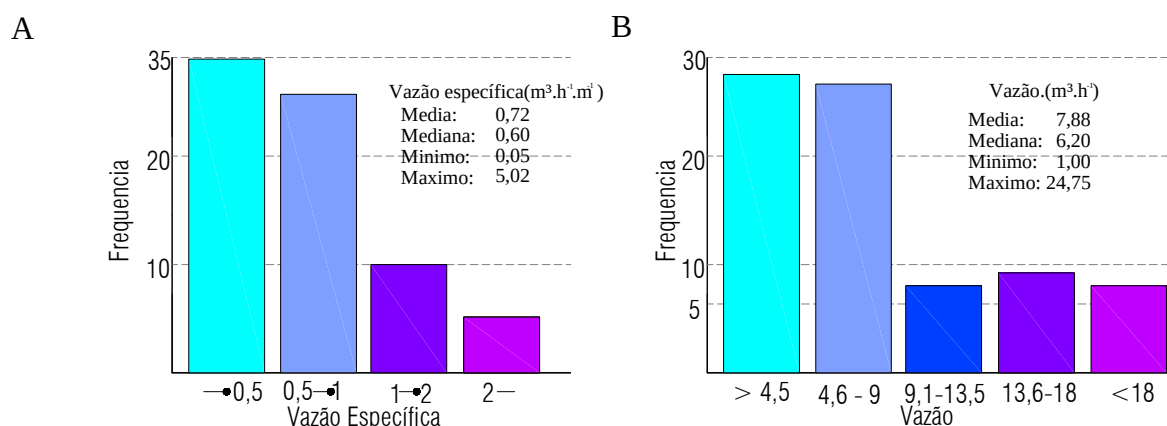


Figura 11 - Histogramas das vazões específicas e totais para os poços na cidade de Cascavel

5.2 Aspectos Qualitativos

5.2.1 pH

Os valores de pH variaram entre 6,5 e 9,3, os quais indicam que as águas subterrâneas do local avaliado possuem a tendência de serem mais básicas ou de pH neutro. As tendências observadas estão representadas na Figura 12, por meios de isolinhas. As médias ficaram em torno de 7,2, ou seja, próximas ao neutro. Salienta-se que todos os poços avaliados possuem padrão de potabilidade dentro dos valores estabelecidos pelo Ministério da Saúde no Portaria 518/2004.

O local destacado no mapa representa a área onde foram encontrados os valores mais ácidos de pH. Segundo Silva (2001), isso poderia ser devido à recarga local por água de chuvas com essa característica, possivelmente, essa não é a causa da acidez, pois chuvas na região Sul não apresentam essa característica conforme estudos de Veiga (2003).

Valin (2006) afirma ainda que existe influência, no caso das rochas basálticas, em função da sua mineralogia, logo, as águas podem ter variação de pH. Lastoria (2002) fez coletas de amostras que apresentaram pH na faixa de 5,5 e 8,8 para as águas do aquífero Serra Geral no estado do Mato Grosso do Sul. Observando assim, que a variação do pH na área em estudo é bastante acentuada e tem como base o fato de que a variação do comportamento do pH descreve uma escala do tipo exponencial.

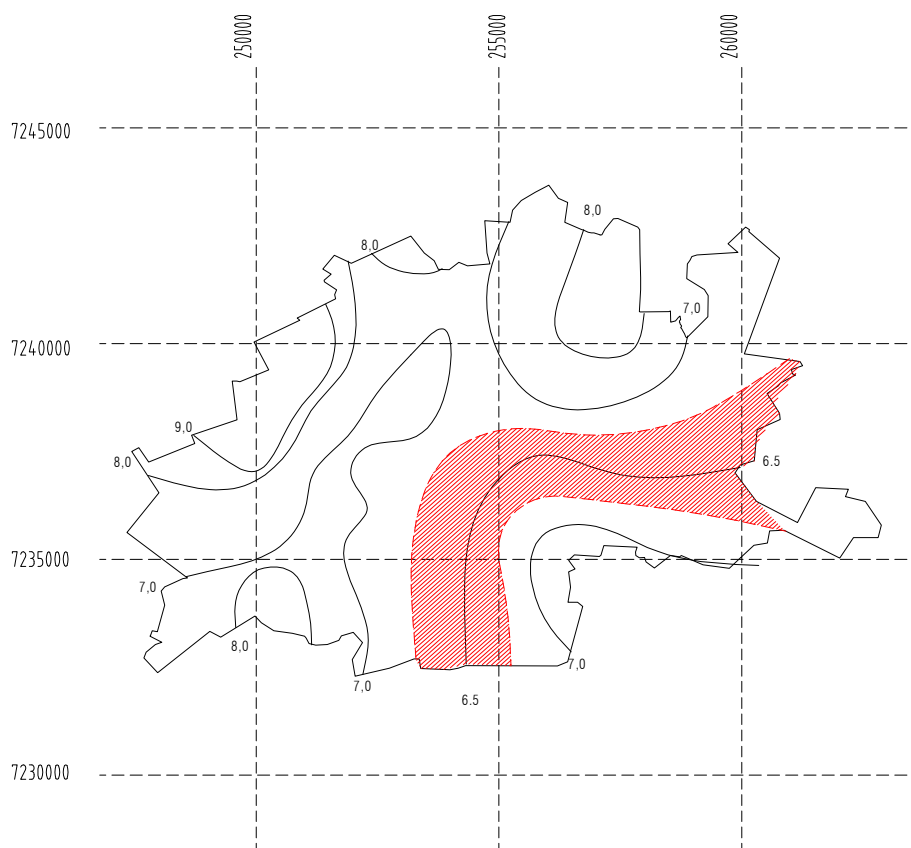


Figura 12 - Mapas das isolinhas do pH para os poços da cidade de Cascavel

5.2.2 Turbidez

Encontrou-se turbidez média de 0,115 NTU e desvio padrão de 0,03 NTU nos poços analisados. A distribuição espacial desse parâmetro é apresentada na Figura 13.

O valor máximo encontrado foi de 0,15 e o valor mínimo de 0,04 NTU. Contudo, em nenhuma amostra foi detectado valor superior ao estabelecido pelo Ministério da Saúde (portaria 518/2004) onde seus valores de referência são de 5,0 NTU.

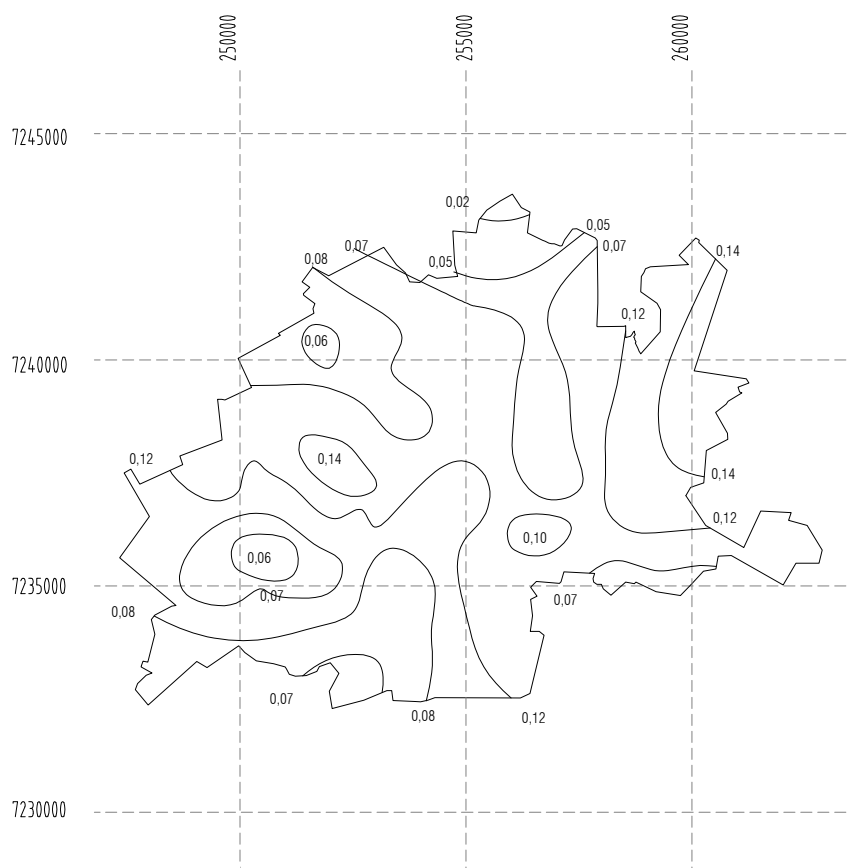


Figura 13 - Mapas de isolinhas da distribuição da turbidez para os poços na cidade de Cascavel

5.2.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica média encontrada nos poços tubulares avaliados foi de $113 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, com desvio padrão de $5,38 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (Figura 14). Os limites máximos e mínimos de condutividade elétrica observados foram, respectivamente, 100,2 e $131,0 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. Neste parâmetro físico-químico, o Ministério da Saúde (Brasil, 2004) não estabelece valores limites a serem observados no que tange à captação de água bruta. Segundo Lastoria (2006), as águas contidas no basalto, da formação Serra Geral, apresentam baixa mineralização que induz diretamente a uma baixa condutividade elétrica.

Machado et al (2006) encontraram um padrão de tendência positiva na correlação entre o teor médio de argila e os valores de condutividade elétrica. Assim, os resultados permitem concluir que, possivelmente, a região de recarga do aquífero na cidade de Cascavel encontra-se alocada em cota próxima à superfície, pois os baixos valores de Condutividade Elétrica indicam que a água de recarga teve pouco contato direto com a

argila do solo, cujo teor médio na região em estudo é de 60 % a 70 % (TAVARES et al, 2008).

Observa-se portanto, que, a variação do parâmetro é de $30,8 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. E o fato de haver uma baixa variação de condutividade elétrica é devido ao aquífero estar acomodado em cota constante em todo o perímetro urbano do município. Lastoria (2002), em seus estudos, afirma que a variação da condutividade elétrica está relacionada às diferentes profundidades do aquífero. Observando as Figuras 7 e 9, percebe-se a concordância das regiões de máximos e mínimos, respectivamente quanto aos parâmetros de pH e condutividade elétrica. Tal fato foi observado também nos estudos de Oyama et al (2008) em que afirmam existir uma relação direta entre o pH e a Condutividade Elétrica, pelas características do conteúdo iônico das águas. Apesar de Azevedo (2006) afirmar que as águas com melhores índices de qualidades são aquelas encontradas em grandes profundidades e, conseqüentemente, mais apropriadas para o consumo humano. Assim, neste trabalho, verificou-se que essa relação não é direta, visto que o aquífero em Cascavel é equipotencial e as profundidades são variáveis em função da topografia do terreno do Município.

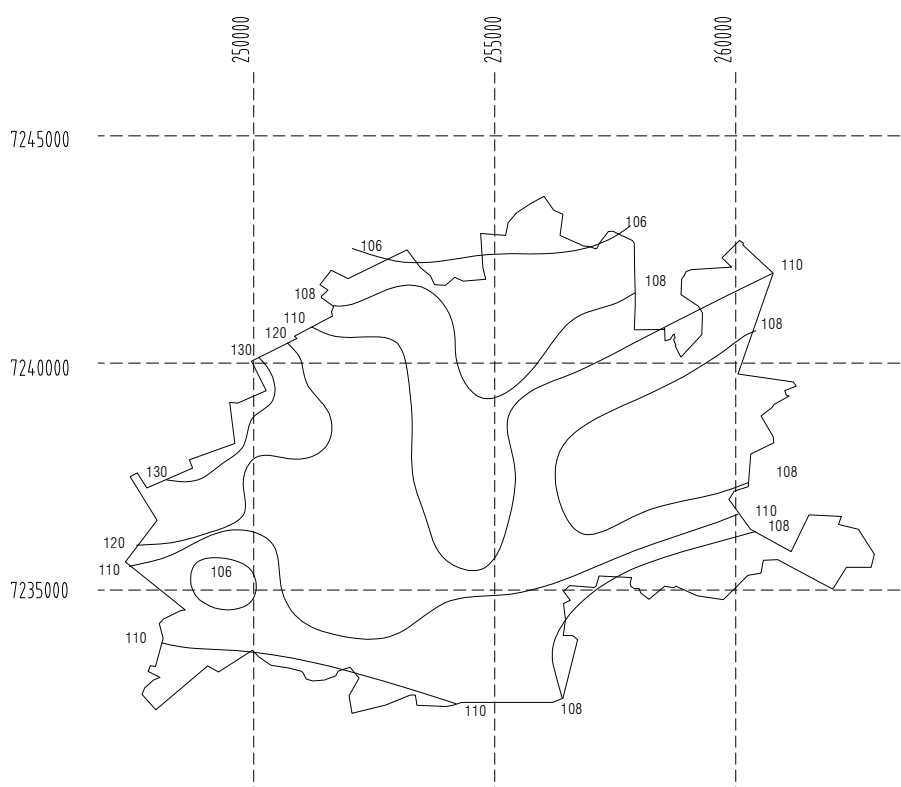


Figura 14 - Mapa de isolinhas da distribuição da condutividade elétrica para os poços na cidade de Cascavel

6 CONCLUSÃO

- 1- A profundidade média de perfuração de poços tubulares profundos foi de 90,28 m, em que cerca de 52 % estão entre 66 a 80 m;
- 2- As menores profundidades de perfuração, nível estático e nível dinâmico encontram-se nas áreas com menores cotas topográficas;
- 3- Poços com mais profundidade de perfuração possuem menor variação do rebaixamento em função da sazonalidade hídrica;
- 4- A vazão média dos poços foi de $7,88\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, porém, cerca de 55 % dos poços possuem vazão na faixa de 0 a $9\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 5- A vazão específica média foi de $0,72\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, contudo, cerca de 64 % encontram-se na faixa de 0 a $1\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$;
- 6- O custo médio de implantação de um poço é de U\$ 4.965,40, sendo que 70 % dos poços não ultrapassaram a faixa de U\$ 5.000,00;
- 7- O pH médio foi de 7,2, porém, sua distribuição é espacialmente variável (6,5 a 9,3), além disto, 69 % dos poços possuem pH acima de 7,0;
- 8- A turbidez média de 0,115 NTU apresenta-se praticamente invariável espacialmente, indicando uma baixa concentração de sólidos em suspensão;
- 9- A condutividade elétrica média foi de $113 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ e também não apresentou variabilidade espacial, indicando a acomodação do aquífero em uma cota equipotencial;
- 10- Todos os poços apresentam-se dentro dos padrões característicos de captação de água bruta para pH e turbidez, publicados no portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao aquífero Serra Geral, localizado na região do perímetro urbano da cidade de Cascavel/PR, observa-se um quadro bastante positivo em função dos parâmetros de qualidade das águas dos poços analisados, onde todos eles encontraram-se enquadrados na portaria do Ministério da Saúde. Contudo, os dados analisados foram exclusivamente em relação aos meses mais quentes e chuvosos do ano. Quanto à malha de poços analisados, nota-se a falta de critérios técnicos das empresas perfuradoras nos dados básicos de construção, bombeamento, perfil geológico, os quais dificultaram o estudo realizado.

Como contribuições, o autor sugere as seguintes ações para complementar o trabalho de análise do aquífero Serra Geral:

- 1- A Coleta de dados de qualidade, distribuídos anualmente em todas as estações do ano;
- 2- A ampliação do banco de dados de poços, a fim de se obter uma distribuição espacial mais homogênea e sem espaços vazios;
- 3- Comparação dos dados encontrados com procedimentos Geoestatísticos;
- 4- Ampliação da área de estudo para todo o perímetro do Município.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade J. A. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-árido Piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p.873-880, 05 jan. 2006.

Azevedo, R. P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 3, p.13-17, 17 maio 2006.

Bagolini, B.; Osservazioni geologiche e geomorfologiche sugli espandimenti basalti del bacino dell'alto Paraná nel Brasile Meridionale. **Museo Tridentino de Science Naturali**. Trento, Itália, p69-119, 1971.

Bettu, D.; Fonsceca, F. J.; Modelos da superfície potenciometrica do sistema aquífero Caiua no noroeste do estado do Paraná. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 19, n. 02, p.55-66, 02 jun. 2005.

Brasil, **Ministério da Saúde**. Portaria 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e da outras providências.

Bolfe, E. L.; Geoestatística aplicada ao monitoramento de aquífero freático num perfil de solo de baixada litorânea do Nordeste. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Sete Lagoas. ABAS, 2005. CD-ROM.

Brasil, Cetesb. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. NT 07- Análise físico-química de águas. **Normatização Técnicas Saneamento Ambiental**, São Paulo, 1997.

Celligoi A., **Hidrogeologia da Formação Caiua no estado do Paraná**. São Paulo. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 95p.

Crepalli, M. S. **Qualidade da água do rio Cascavel**. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola - Área de concentração em Engenharia de Recursos Hídrico e Meio

Ambiente) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2007. 77 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Redes Urbanas Regionais**. Brasília: Unicamp. 2000.

IAPAR - Fundação Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Curitiba (PR), 2006. 49 p.

Lastoria, G.; Sinelli, O.; Kiang, C.H.; Hutcheon, I.; Paranhos, C.P; Gastamens D. Hidrogeologia da formação Serra Geral no estado de Mato Grosso do Sul. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 20, n. 01, p.139-150, 17 jul. 2006.

Lastoria, G.; Sinelli, O.; Chang, H.K. Relação entre a produção de Poços Tubulares e os Lineamentos nos Basaltos da formação Serra Geral em Mato Grosso do Sul. **In: X SIMPOSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS**, 2005. Curitiba, SBG. Boletim de Resumos Expandidos p. 258-260, 2005.

Lastoria, G. **Hidrogeologia da formação Serra Geral no estado de Mato Grosso do Sul**. Rio Claro, 2002, 133p Tese (Doutoramento em Geociências e Meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE- UNESP- Rio Claro, 2002.

Machado, P. O. A; Bernardi, A. C. C.; Valencia, L. I. O.; Molin, J.P.; Gimenez, L. M.; Silva, C. A.; Andrade, A. G.; Meirelles, M. S. P. Mapeamento da condutividade elétrica e relação com a argila de Latossolo sob plantio direto. **Pesq. Agrop. Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p - 1023-1031, jun 2006.

Oyama, C; Castro, A. P.; ROCHA, P. C. Correlacionamento das variáveis limnológicas amostradas nos canais da planície fluvial do rio Paraná. **In: IV FORUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA**, 2008, Tupã-SP. Anais do IV Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2008.

Ramos, S. O.; Araújo, H.A.; Bastos, L. R. Variação temporal do nível freático do aquífero cárstico de Irecê - Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 37, n. 4, p.227-233, 02 dez. 2007.

Silva, M. L. Características das águas subterrâneas numa faixa norte-sul na cidade de Manaus - AM. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 02, p.67-70, 12 abr. 2001.

Tavares, M. H. F.; Feliciano, J. J. S.; Vaz, M. C. P. Análise Comparativa de Métodos para determinação da curva de retenção de água em solos – **Irriga**, Botucatu, v. 13 n. 4 p. 517-524, outubro-dezembro, 2008.

Valim, P. N. Avaliação físico-química e bacteriológica da água de poços no município de Pirapora - Minas Gerais. **Sanare: Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v. 24, n. 24, p.13-17, 22 jan. 2006.

Vasconcellos, M. A. S. **Economia: Mico e Macro**. São Paulo: Atlas, 2000.

Veiga, M. P.; Martins, S. S.; Tormena, C. A.; Silva, O. H.; Influência da mata ciliar sobre a qualidade da água do Ribeirão Aurora, no Município de Astorga, Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, Umuarama-PR, v. 6, n. 2, p. 51-54, 2003.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento. Plano Diretor de Cascavel – Paraná. disponível em <<http://www.cascavel.pr.gov.br/seplan/planodiretor.html>> acesso em maio de 2009.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)