

I-055 - GESTÃO DE POÇOS PROFUNDOS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA OPERADOS PELA SABESP NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Neil José Soares⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico pela Universidade de Taubaté. Especialista em Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP).

Jorge Luiz Monteiro⁽²⁾

Engenheiro Civil e Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté, Doutorando em Acústica pela Unicamp – Universidade Estadual de Campinas.

Endereço⁽¹⁾: Rua João Marcondes, 76 - Cachoeira Paulista - São Paulo - SP - CEP: 12630-000 - Brasil - Tel: (12) 3103-1378 - e-mail: neilsoares@sabesp.com.br

RESUMO

Este trabalho objetivou demonstrar que é possível melhorar o equilíbrio entre exploração e recarga do aquífero, destacando a importância da gestão dos poços profundos. O trabalho foi realizado por meio da coleta de dados referentes ao comportamento do nível dinâmico (ND), nível estático (NE) e vazão de produção (Q) dos poços profundos operados pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) no município de Caçapava (SP). Através dos dados coletados procurou-se traçar um perfil do comportamento dos poços para que fosse possível uma melhor análise dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Poços profundos, Gestão, Aquífero Taubaté.

INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas desempenham um papel fundamental no abastecimento público e privado em todo o mundo. A excelente qualidade natural aliada ao baixo custo tem justificado o crescente uso desse recurso mesmo em áreas úmidas com excedentes hídricos. No Brasil, 35% da população faz uso desse recurso para suprimento de suas necessidades de água potável.

O Estado de São Paulo é o maior usuário de águas subterrâneas no Brasil, sendo que 70% dos núcleos urbanos são abastecidos total ou parcialmente por águas oriundas de aquíferos subterrâneos, atendendo cerca de 34% da população.

O Vale do Paraíba, como região de origem eminentemente agrícola, sempre teve na captação superficial sua principal fonte de abastecimento. No entanto, com o desenvolvimento urbano, a maioria das indústrias e algumas cidades como Caçapava, Roseira e Lorena, iniciaram uma diversificação na sua forma de obtenção de mananciais de abastecimento e, atualmente, são totalmente abastecidas por águas oriundas do subsolo e com excelente potencial.

A cidade de Caçapava surgiu de dois núcleos, distantes cerca de 5 km um do outro. O mais antigo deles, que hoje constitui o bairro de Vila Velha de Caçapava, era um lugarejo que cresceu em torno da capela Nossa Senhora da Ajuda, construída em 1905 nas terras de uma fazenda pertencente a Jorge Dias Velho. Era tido como local de descanso no caminho real que ligava São Paulo a Taubaté. Em seguida, esta localidade foi elevada à Freguesia, em 18 de março de 1813, com o nome Freguesia de Cassapaba. A Caçapava de hoje, por sua vez, surgiu em 1842, ano em que foi construída uma capela dedicada a São João Batista. O povoado fundado pelo Capitão João Ramos da Silva tornou-se sede freguesia, e, a 3 de maio de 1850, foi elevado à categoria de Vila, tornando-se Município em 8 de abril de 1855. Esse período retratava a época do apogeu do café, ocorrendo, posteriormente, período de estagnação econômica. A recuperação ocorreu ainda no século XX com o cultivo do arroz e a introdução da pecuária de leite, e acelerou-se na década de 70 com a expansão das atividades industriais.

Caçapava dista 109 quilômetros da capital do estado e está a 560 metros de altitude em relação ao nível do mar.

De acordo com o último censo do IBGE, publicado em 2000, em seus 370,80 Km², a cidade abriga 66.741 habitantes com uma densidade demográfica de 187,90 hab/km².

A cidade de Caçapava está situada sobre o Aquífero Taubaté, que é constituído por sedimentos da Bacia de Taubaté, com extensão de 168 Km de comprimento e 20 Km de largura, ocupando uma área de aproximadamente 2340 Km². Caçapava encontra-se numa das regiões mais promissoras do aquífero, onde o potencial exploratório de água subterrânea gira em torno de 80 a 120 m³/h.

O serviço de Saneamento Básico no município de Caçapava é operado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) desde 01 de abril de 1975. A empresa disponibiliza, atualmente, um volume de 699.595 m³/mês de água tratada para a população desta cidade, por intermédio de 21 poços e 1 contribuição superficial, sendo que a contribuição dos poços é 82% deste total.

Todas as indústrias localizadas no município também são abastecidas por poços profundos.

No decorrer dos anos, vêm sendo observadas inúmeras dificuldades que somente com a implantação de um sistema de gestão com envolvimento da Sabesp, Prefeitura, usuários e demais órgãos públicos, poderá modificar a desafiadora situação. Entre as inúmeras dificuldades, destacam-se:

- ausência de um levantamento hidrogeológico que permita a avaliação da utilização dos poços na cidade;
- ausência de controle do tempo de utilização dos poços e se tal procedimento prejudica a recarga do lençol;
- problema de monitoramento, pois, com a exploração não gerenciada, observa-se uma perda precoce de alguns poços.

O rápido crescimento populacional da cidade tem originado ocupações irregulares, desmatamento e impermeabilização do solo. Caçapava encontra-se sobre o aquífero Taubaté que se caracteriza como um aquífero de comportamento livre. Este tipo de aquífero recebe recarga da água da chuva que infiltra diretamente no solo, assim qualquer mudança que ocorra neste solo pode afetar a recarga.

A Sabesp possui projeto executivo aprovado para captação e tratamento de água superficial, água essa oriunda do Rio Paraíba do Sul, com a finalidade de buscar novas alternativas de abastecimento para a cidade de Caçapava, pois o modelo de abastecimento atual demonstra que não será suficiente para suprir a demanda futura.

Portanto, torna-se necessário conhecer e avaliar a situação atual do aquífero e sua capacidade de exploração, para que sejam tomadas decisões mais eficazes no intuito de garantir às gerações futuras o acesso à água, elemento essencial à vida.

Como já citado, o abastecimento público do município é gerenciado pela Sabesp que colaborou neste estudo fornecendo os dados e cadastros dos poços sob sua responsabilidade no município.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração deste trabalho foi focada no levantamento e coleta dos dados necessários para análise do comportamento dos poços operados pela Sabesp na cidade de Caçapava, com relação a possíveis variações do nível dinâmico (ND) e nível estático (NE) e vazão produzida (Q). Através da análise dos dados coletados, foi possível traçar um perfil de comportamento do aquífero no período e mostrar quais medidas devem ser tomadas para um melhor equilíbrio entre exploração e recarga deste aquífero.

ANÁLISE E DISCUSSÃO SOBRE OS POÇOS

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento dos poços operados pela Sabesp na cidade de Caçapava. Os gráficos, tabelas e figuras apresentadas, daqui por diante, foram montadas com base nos dados coletados e no cadastro dos poços.



Figura 1 - Alocação dos poços de Caçapava

Os dados de vazão (Q), nível dinâmico (ND) e nível estático (NE), utilizados para análise, são dados coletados mensalmente nos últimos 12 anos. Os dados de nível estático foram coletados em diferentes oportunidades quando os poços estavam em repouso.

No decorrer da análise, os poços serão identificados pela letra “P” seguida por um número, como por exemplo, P01. Apenas o P21A recebeu a letra “A” para diferenciá-lo do P21, já desativado.

Os poços da cidade de Caçapava estão sobre o Aquífero Taubaté. Estes poços estão perfurados a uma profundidade que varia entre 156 a 290 metros.

Durante a análise dos dados, foram feitas algumas observações que julgamos importantes para um possível diagnóstico de problemas que podem estar ocorrendo nos poços da cidade de Caçapava, tais observações são citadas abaixo:

Nos poços P07, P24, P30 e P32, apesar de estarem produzindo uma vazão menor, estão ocorrendo rebaixamento do ND. A causa provável para a ocorrência desse fenômeno é uma possível redução da disponibilidade de água do poço ocasionada por obstrução das seções filtrantes, ou seja, o poço pode estar sujo e as zonas produtoras de água estão obstruídas. Nestes poços também houve abaixamento do NE. Nesse caso, é necessário avaliar a necessidade de troca da bomba por outra de maior pressão e abaixar a mesma para garantir sua submersão. Na Sabesp, procura-se deixar esta submersão maior que 6 metros;

Nos poços P01, P23, P25, P26, P27, P29 e P33, a vazão está maior que a média dos últimos 12 meses, com rebaixamento do nível dinâmico. Esse fenômeno pode ocorrer nas seguintes ocasiões:

- troca da bomba por outra de maior vazão;
- vazamento na linha de recalque;
- diminuição da altura de descarga.

Nestes poços também houve abaixamento do nível estático. Isso pode estar ocorrendo devido à interferência de outros poços próximos.

Nos poços P24, P30 e P32, além dos problemas descritos acima, as bombas estão muito próximas do nível dinâmico, conforme mostrado na figura 2. Para tentar garantir a submersão das mesmas, os registros desses poços foram estrangulados.

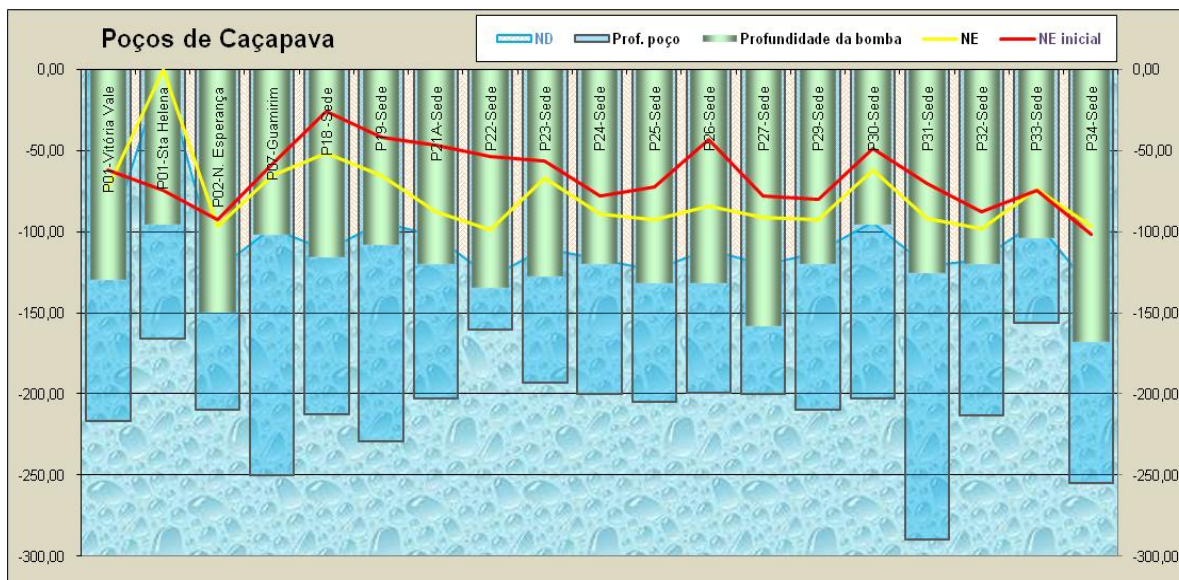


Figura 2 - Perfil atual dos poços de Caçapava

Com relação às bombas, no período analisado, em sua maioria, foram substituídas devido a problemas elétricos ou mecânicos, consequência de desgaste natural.

Foi observado, também, que algumas bombas apresentaram queima ocasionada pela não atuação das proteções de sucção. Estas proteções atuam quando os sensores acusam que a água dentro do poço atingiu o nível da bomba, ou seja, o nível dinâmico chega próximo à sucção da bomba.

Em outros casos, as bombas foram substituídas não devido à queima, mas sim pela necessidade de aumento de potência. O aumento da potência das bombas em alguns poços se deu pela necessidade de uma maior pressão de bombeamento, pois as profundidades de instalação das bombas tiveram que ser aumentadas para garantir a submersão das mesmas. Houve também a troca de bombas por outras de maior potência em virtude da necessidade de vazões maiores.

As vazões dos poços estudados variam de 7 a 128m³/h, conforme figura 3, perfazendo um total bombeada de 1077,17 m³/h, com um regime médio de operação de 17 h/dia.

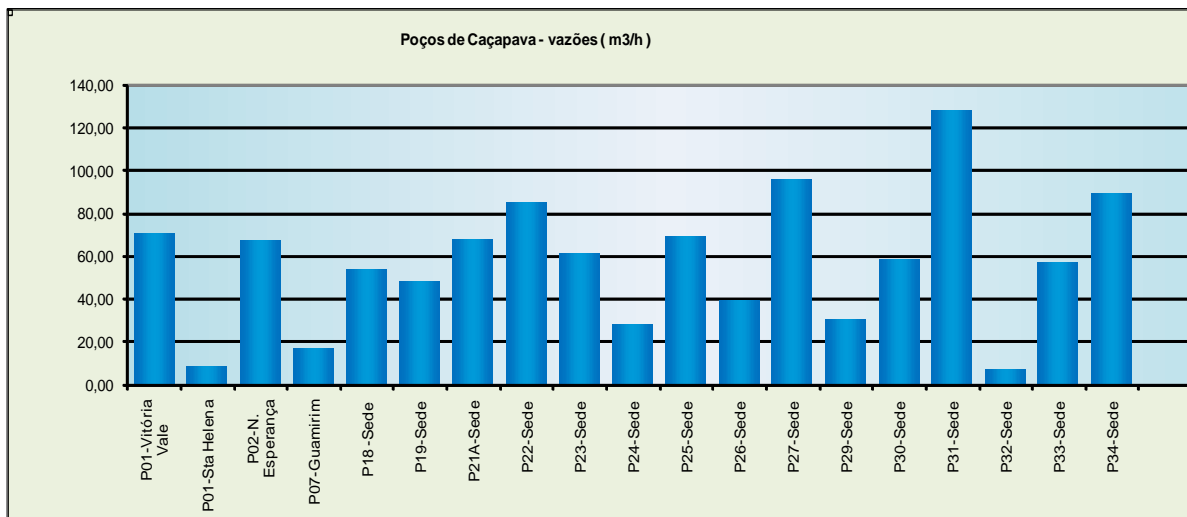


Figura 3 - Vazão atual dos poços de Caçapava

Nos poços P18, P19, P21A, P22 e P31, será feita uma análise mais detalhada:

O poço P18 apresenta problemas de rebaixamento do ND apesar da Q estar menor. Provavelmente, possa ter ocorrido redução da disponibilidade de água do poço ocasionada por obstrução das seções filtrantes, ou seja, o poço pode estar sujo e as zonas produtoras de água estão obstruídas.

O poço apresenta uma alta concentração de Ferro e Manganês na água. A ocorrência desses produtos na água provoca incrustação férrica por via química, devido à presença de oxigênio liberado na água. Esse fenômeno pode se potencializar, conforme descrito em Steussloff e Schöer (2003), quando se explora vazões capazes de fazer com que o ND do poço atinja os filtros, permitindo a admissão de oxigênio nesse local.

Pode ser observado, na figura 4, que houve uma queda do NE, provavelmente devido à interferência de poços vizinhos, visto que no ano de 2000 entrou em operação o poço P01 Vitória Vale e o P31.

Foi necessário restringir o registro de recalque do poço para garantir a submersão da bomba.

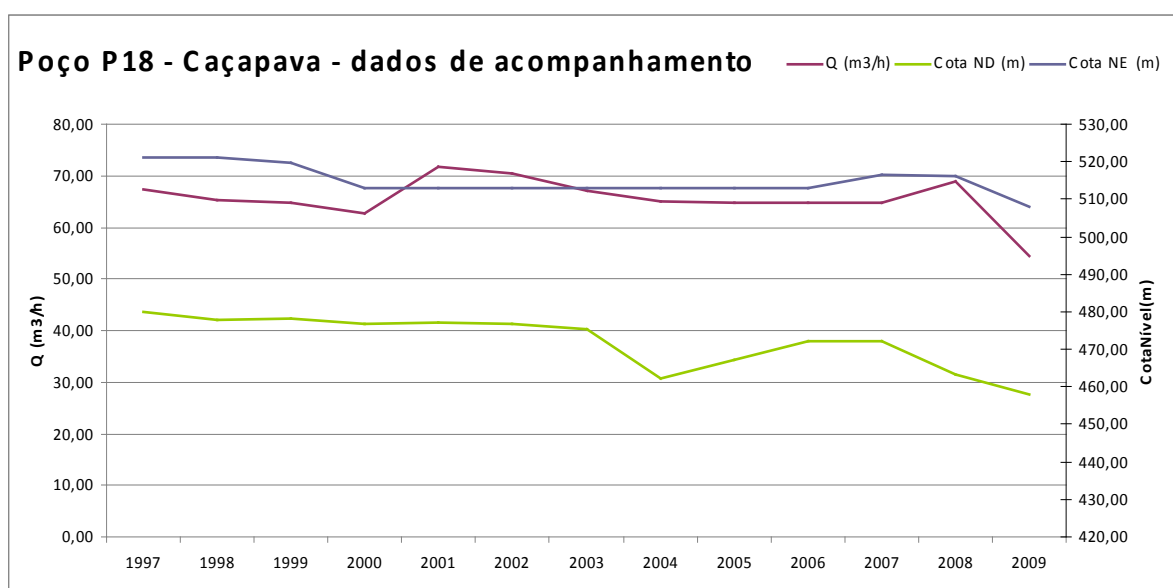


Figura 4 - Poço P18 - Caçapava - dados de acompanhamento

O poço P19 apresenta uma alta concentração de Ferro e Manganês na água, a ocorrência desses produtos na água provoca incrustação férrica por via química.

Pode ser observado, também na figura 5, que houve uma queda do NE, provavelmente devido à interferência de poços vizinhos.

Houve uma queda acentuada na vazão no período de 2003 a 2005, pois uma bomba caiu no poço e outra foi instalada por cima. A vazão voltou a subir, em 2006, após a retirada da bomba que caiu e a limpeza do poço.

Em 2007, foram feitos trabalhos de limpeza do poço, aumentando-se a vazão e, consequentemente, houve nova queda acentuada do ND. Em 2008, com a diminuição da vazão produzida, o ND volta a se recuperar.

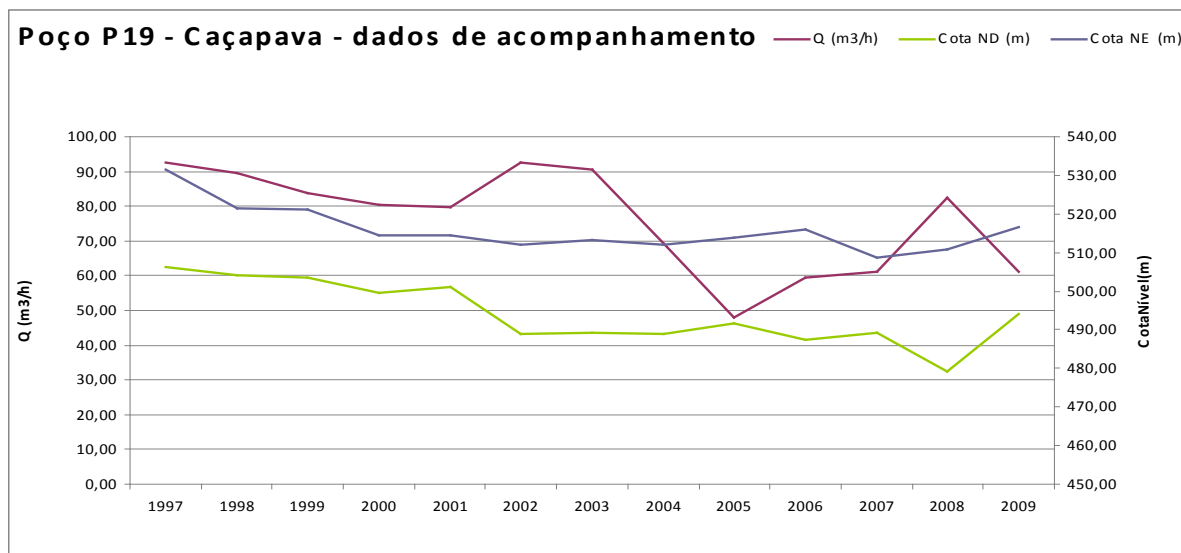


Figura 5 - Poço P19 - Caçapava - dados de acompanhamento

O poço P21A apresenta queda do NE, provavelmente, devido à interferência de poços vizinhos. Conforme mostrado na figura 6, em 2002, foi necessária a redução da Q, pois caiu uma bomba no poço e outra teve que ser instalada em cima da mesma. Com a diminuição da Q, houve recuperação do ND.

Com a retirada da bomba, em 2003, aumentou-se novamente a vazão com nova queda do ND.

Em 2007, foram executados serviços de limpeza do poço P21A com a finalidade de recuperação do mesmo. Os dados anteriores à limpeza do poço eram: Q= 122,90 m³/h, NE= de 47,10 metros e ND de 63,23 metros. Após a limpeza os dados passaram a ser: Q= 150 m³/h, NE= 84,57 metros e ND= 97,41 metros. Atualmente, o poço opera na seguinte situação: Q= 67,71 m³/h, NE= 87,60 metros e ND= 103 metros.

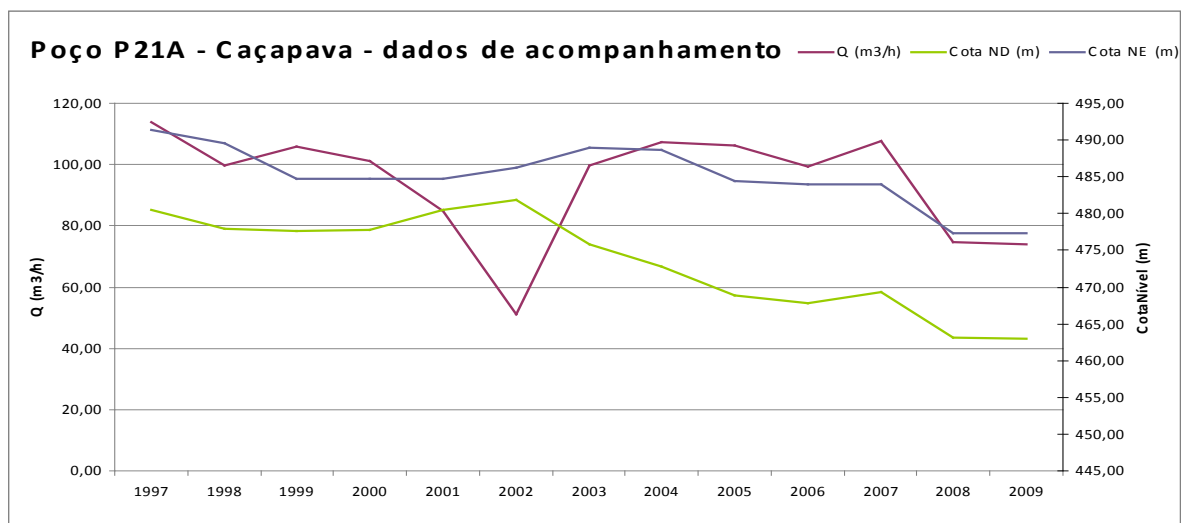


Figura 6 - Poço P21A - Caçapava - dados de acompanhamento

Esse poço apresenta problemas de rebaixamento do ND apesar da Q estar menor conforme mostrado na figura 7. Provavelmente, possa ter ocorrido redução da disponibilidade de água do poço ocasionada por obstrução das seções filtrantes, ou seja, o poço pode estar sujo e as zonas produtoras de água estão obstruídas.

A partir de 2005, houve aumento da Q e consequente queda do ND.

Atualmente, o poço opera com o registro de recalque restringido, para garantir a submersão da bomba.

O NE apresenta queda, provavelmente devido à interferência de poços vizinhos.

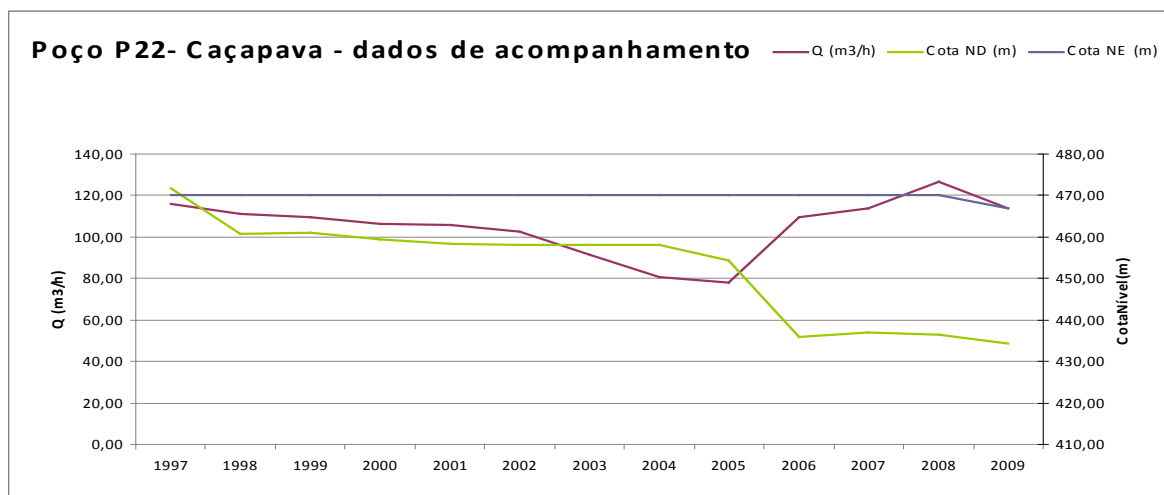


Figura 7 - Poço P22 - Caçapava - dados de acompanhamento

O poço apresenta problemas de rebaixamento do ND apesar da Q estar menor. Provavelmente, possa ter ocorrido redução da disponibilidade de água do poço ocasionada por obstrução das seções filtrantes, ou seja, o poço pode estar sujo e as zonas produtoras de água estão obstruídas. Apresenta, também, uma alta concentração de Ferro e Manganês na água, a ocorrência desses produtos na água provoca incrustação ferrúcia por via química.

Observa-se, no gráfico acima, uma queda no NE. Esta queda, provavelmente, é devido à interferência de outros poços, pois nesse período entrou em operação o P34.

A oscilação da vazão, vista na figura 8, pode ser resultante de ações aplicadas com o objetivo de minimizar a queda do ND. Hoje, esse poço está operando com o registro estrangulado para garantir a submersão da bomba.

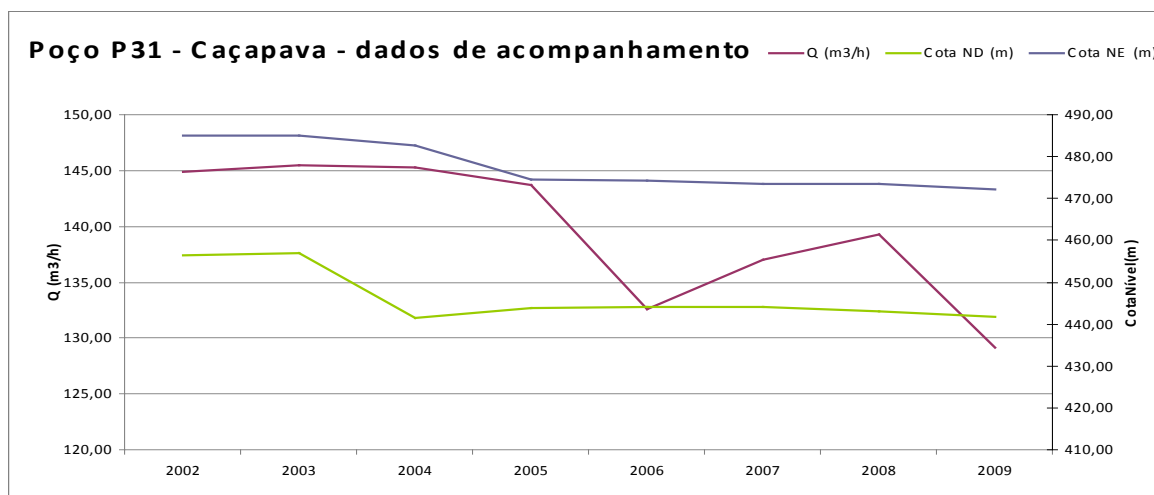


Figura 8 - Poço P31 - Caçapava - dados de acompanhamento

MEDIÇÃO DOS POÇOS DE CAÇAPAVA

Poço	Local	Data da medição	Vazão atual (m3/h)	Vazão projeto (m3/h)	ND atual (m)	ND inicial (m)	NE atual (m)	NE inicial (m)	Pressão (mca)	Bomba instalada (cv)	Prof. Bomba (m)	Submergência Bomba (m)	Prof. Poço (m)	OBS.
P01	Vitória Vale	11-mai-10	70,49	100,00	106,00	98,00	73,00	62,00	70,00	75	130,00	24,00	216,60	
P01	Sta Helena	02-jan-10	8,01	28,28				74,40	60,00	15	96,00		166,00	
P02	N. Esperança	16-nov-09	67,01	60,00	123,50	93,00	97,00	93,00	5,00	50	150,00	26,50	210,00	
P07	Guamirim	25-ago-09	16,28	20,00	98,00	86,00	65,50	58,75	68,00	20	102,00	4,00	250,00	
P18	Sede	29-dez-09	53,49	100,00	112,00	72,40	52,00	25,66	81,00	60	116,00	4,00	212,63	Registro estrangulado.
P19	Sede	05-jan-10	47,85	120,00	94,40	71,42	65,30	41,90	20,00	55	108,00	13,60	229,00	
P21A	Sede	16-nov-09	67,71	200,00	103,00	63,23	87,60	47,10	11,70	85	120,00	17,00	203,00	
P22	Sede	05-jan-10	84,98	120,00	128,60	82,05	98,60	53,80	17,60	85	135,00	6,40	160,52	Registro estrangulado.
P23	Sede	29-dez-09	60,89	80,00	110,50	73,05	67,00	56,35	7,50	50	128,00	17,50	193,20	
P24	Sede	29-dez-09	27,88	80,00	117,50	91,12	89,30	78,00	47,00	45	120,00	2,50	200,00	Registro estrangulado.
P25	Sede	29-dez-09	68,94	80,00	124,00	92,00	93,00	72,19	22,50	60	132,00	8,00	204,80	
P26	Sede	29-dez-09	39,05	40,00	111,00	101,00	84,50	43,00	17,00	30	132,00	21,00	199,50	
P27	Sede	05-jan-10	95,62	80,00	121,00	91,52	91,50	78,00	5,30	50	158,00	37,00	200,00	
P29	Sede	02-jan-10	29,85	35,00	113,00	109,00	93,00	79,90	5,70	27	120,00	7,00	210,00	
P30	Sede	05-jan-10	58,10	80,00	94,50	83,00	62,20	49,15	61,50	65	96,00	1,50	202,50	Registro estrangulado.
P31	Sede	06-jan-10	128,17	160,00	121,50	98,07	92,00	70,72	73,00	150	126,00	4,50	290,00	Registro estrangulado.
P32	Sede	03-jan-10	7,14	60,00	117,60	104,00	98,50	87,70	30,50	45	120,00	2,40	213,00	Registro estrangulado.
P33	Sede	03-jan-10	56,57	80,00	94,00	94,00	74,00	74,80	38,30	50	104,00	10,00	156,00	
P34	Sede	06-jan-10	89,14	80,00	140,00	135,00	101,74	96,50	14,50	75	168,00	28,00	255,00	

Figura 9 - Medição dos poços de Caçapava

A figura 9 é um resumo dos dados coletados que foram analisados durante o trabalho. Observa-se que o P01 Santa Helena não possui dados de ND nem NE e, conseqüentemente, não há o dado de submersão da bomba, pois o tubo de medição de níveis está obstruído.

Em março de 2010, entrou em operação a contribuição de 18% de água oriunda de manancial superficial, uma vazão média de 125.928 m³/mês. Porém, esta contribuição foi incluída temporariamente à produção da cidade, no intuito de minimizar os problemas de abastecimento. Com esta ação, foi possível a diminuição das horas de operação dos poços que ora era em média 23,50 h/dia para em média 17 h/dia.

CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi possível traçar um perfil do comportamento dos poços da cidade de Caçapava (SP) nos últimos 12 anos. Foi possível perceber que, apesar da cidade encontrar-se numa das regiões mais promissoras do aquífero com relação ao potencial exploratório da água subterrânea, está sendo necessário aumentar cada vez mais a profundidade de exploração dos poços.

Os poços estão formando uma barreira no aquífero. Possivelmente, devido à proximidade dos mesmos, estão sofrendo interferência em relação ao cone de rebaixamento. O ideal seria a aplicação de um estudo voltado ao remanejamento de alguns poços, no intuito de aumentar a largura e o comprimento da elipse, ou seja, aumentar a área de exploração. De certo modo, com esta ação, haveria a possibilidade de aumento na quantidade de poços, pois, nos dias de hoje, ocasionalmente, qualquer poço que seja perfurado poderia causar interferência nos demais.

Atualmente, os dados de vazão, pressão de recalque e níveis são coletados mensalmente, dificultando uma análise mais precisa do comportamento dos poços e até mesmo do aquífero. A SABESP está implantando um sistema de monitoramento a distância nos poços de Caçapava. Este sistema proporcionará a coleta de dados de nível, vazão, corrente, tensão e temperatura do motor da bomba. O sistema coleta os dados a cada minuto, acumula-os e envia-os por meio de diversas formas de comunicação (rádio, celular, telefone etc) a um centro de controle operacional.

O ideal seria que, além da implantação do sistema de monitoramento, houvesse pessoas analisando os dados diariamente, propondo melhorias e detectando possíveis anomalias nos poços. Poder-se-ia, assim, proporcionar a diminuição dos custos de paralisação do abastecimento, redução do consumo de energia

elétrica, maior vida útil dos equipamentos e diminuição da necessidade de novas perfurações devido a um melhor controle operacional.

Devido à presença de ferro e manganês em alguns poços, o ideal é que estes não parem para que não haja incrustação dos filtros, porém, é necessário que os poços descansem pelo menos 4 horas por dia. Nesse caso, a vazão de produção desses poços deveria ser reduzida para compensar o tempo de produção do poço.

É importante lembrar que Caçapava encontra-se sobre uma das mais promissoras regiões do aquífero Taubaté e mesmo assim encontra-se com problemas na produção de água subterrânea. O aquífero Taubaté, por ter comportamento livre e ser aflorante, é recarregado pela água da chuva que infiltra diretamente no solo, e qualquer mudança neste solo, pode afetar esta recarga. Devido ao rápido crescimento populacional, ocupação desordenada do solo, desmatamento e consequentemente o aumento da impermeabilização do solo, está ocorrendo a diminuição da capacidade de recarga do aquífero.

Vale ressaltar que um poço produtivo é um patrimônio de valor incalculável. Mantê-lo limpo, com equipamentos bem cuidados é a única forma de preservar sua capacidade produtiva. A limpeza de um poço tubular profundo deve privilegiar a preservação de sua vida útil. A combinação de um tratamento químico, ações mecânicas e metodologias adequadas são eficientes para a limpeza da maioria dos poços. A escolha da melhor combinação é orientada pelos seguintes fatores: a composição química da água, o tipo e estado de conservação do poço e sua importância estratégica para o abastecimento local.

Portanto, sugiro um estudo mais aprofundado quanto ao comportamento atual do aquífero, sua capacidade de exploração e até quanto a recarga do aquífero está prejudicada devido às atividades antrópicas. É relevante que esse estudo abranja a questão da alocação atual dos poços, verificando se alguma mudança no layout atual surtirá alguma melhora significativa. Dessa forma, com ações bem planejadas, será possível concluir se o potencial do aquífero será suficiente para suprir a demanda atual e futura ou se será necessário optar pela captação e tratamento de água superficial oriunda do Rio Paraíba do Sul. Associando teoria e prática, valendo-se de aspectos legais e de conscientização permanente à população, haverá destaque para condições adequadas de saúde e de sustentabilidade no planeta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 08 Mai. 2010.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da Qualidade das águas Subterrâneas no Brasil. Brasília: ANA, 2005. 74 p.
3. BRASIL. Constituição (1998). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
4. BRASIL. Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: < <http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 08 Mai. 2010.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 Mai. 2010.
6. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 22, de 24 de maio de 2002. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 Mai. 2010.
7. BRASIL. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf>. Acesso em: 08 Mai. 2010.
8. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Mapa de águas subterrâneas do estado de São Paulo Escala 1:1.000.000. São Paulo: CERHI, 2005. 119 p.
9. GIAMPÁ, CARLOS EDUARDO QUAGLIA; GONÇALES, VALTER GALDIANO. Águas subterrâneas e Poços Tubulares Profundos. São Paulo: Signus, 2006. 501 p.
10. IRITANI, MARA AKIE; EZAKI, SIBELE. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo : Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008. 104 p.

11. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAÇAPAVA. História da cidade. Disponível em: <<http://www.cacapava.sp.gov.br>>. Acesso em: 19 Dez. 2009.
12. ROCHA, GERÔNIMO ALBUQUERQUE; JORBA, ANTONIO FERRER. Manual de Operação e Manutenção de Poços. 3. ed. São Paulo: FEHIDRO, 2007. 96 p.
13. SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 32.955, de 07 de fevereiro de 1991. Regulamenta a Lei nº 6.134, de 02 de julho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de água subterrâneas do Estado de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 Mai. 2010.
14. STEUSSLOFF, SVEN; SCHRÖER, RAINER. Poços Tubulares: Manutenção, Reabilitação, e Operação Otimizada. São Paulo: GTZ/BWI/Pigadi, 2003. 32 p.
15. TINOCO, MÁRIO PERO. Águas Subterrâneas. São José dos Campos: KMR Editora LTDA, 2006. 216 p.