

AVALIAÇÃO INTEGRADA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA NA BACIA DO RIO PIRAPÓ

Josete de Fátima de Sá^{1} & Neiva Cristina Ribeiro² & Luciano Rodrigues Penido³ & Vitor Alécio Gorzoni⁴ & Kátia Cristina Nakandakare⁵*

Resumo – Este artigo propõe a análise das disponibilidades hídricas subterrâneas em conjunto com o comportamento hídrico das bacias hidrográficas, no contexto do abastecimento da área urbana de Maringá-PR, incluindo uma análise das precipitações no período de 2001 a 2015, para o qual há disponibilidade de registros de níveis e vazões. Foram considerados diferentes aspectos como Hidrogeologia, variabilidade da Precipitação e comparação dos registros de vazões do Rio Pirapó e de bombeamento de poços nos aquíferos Serra Geral Norte e Caiuá. O cruzamento destas informações visa orientar a operação de bombeamento das captações de água para abastecimento público.

Palavras-Chave - Bacia hidrográfica, Unidades Aquíferas, Gestão Integrada.

INTEGRATED EVALUATION OF THE WATER AVAILABILITY SUPERFICIAL AND UNDERGROUND IN THE PIRAPÓ RIVER

Abstract – This article proposes the analysis of the availability of underground water resources in conjunction with the water behavior of the river basins, without supply context of the urban area of Maringá-PR, including an analysis of rainfall in the period from 2001 to 2015, for which records are available of levels and flows. Hydrogeology, Precipitation variability and comparison of leakage records of the Pirapó River and well pumping in the Serra Geral Norte and Caiuá aquifers were considered different. The crossing of this information aims to guide the pumping operation of the water capitalizations for public supply.

Keywords - Watershed, Aquifer units, Water resources management.

INTRODUÇÃO

Planejada pela empresa Companhia de Melhoramentos do Norte do Paraná (Cia Norte), em 1947, Maringá foi elevada à categoria de município em 14 de fevereiro de 1951, desmembrando-se de Mandaguari. Com traçado urbanístico inicialmente planejado e modernista, seguindo o princípio de Cidade Jardim, vivenciou crescimento acelerado desde então. A principal fonte de abastecimento de água é o rio Pirapó, cuja captação corresponde a 91,5% da água distribuída, sendo os 8,5% restantes oriundos de sete poços profundos, sendo três na Bacia do Pirapó e quatro na Bacia do Rio Ivaí. Seu território encontra-se no interflúvio dos rios Pirapó e Ivaí, o que dificulta o aproveitamento das nascentes locais, ao mesmo tempo em que está distante de rios volumosos. Com relação à

^{1*} Companhia de Saneamento do Paraná, josetefs@sanepar.com.br

² Companhia de Saneamento do Paraná, neivacr@sanepar.com.br

³ Companhia de Saneamento do Paraná, lucianorp@sanepar.com.br

⁴ Companhia de Saneamento do Paraná, vitorag@sanepar.com.br

⁵ Companhia de Saneamento do Paraná, katiacn@sanepar.com.br

geologia, tanto o município de Maringá como a Bacia do Rio Pirapó, são abrangidos pelas formações geológicas do Caiuá e Serra Geral Norte, com predomínio deste aquífero.

Este trabalho propõe a análise das disponibilidades hídricas subterrâneas em conjunto com o comportamento hídrico dos Rios Pirapó e Ivaí, uma análise das precipitações no período de 2001 a 2015, período para o qual há disponibilidade de registros de níveis e vazões do Rio Pirapó. As informações históricas e os dados utilizados no diagnóstico do Sistema Produtor foram extraídos do Relatório elaborado pela empresa projetista Cobrape, do "Plano Diretor de Recursos Hídricos para a Região Norte do Estado do Paraná - Volume II - SAA Maringá e Paiçandu - PR" (Contrato nº20446/2014).

DESCRIÇÃO DO SISTEMA PRODUTOR DE ÁGUA DE MARINGÁ

Captação Superficial do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Maringá

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Maringá foi inaugurado em 31 de março de 1960 já no Rio Pirapó, a jusante do local atual, com barragem de elevação de nível e tomada de água na margem esquerda do Rio Pirapó logo após a foz do Ribeirão Sarandi. O sistema contava ainda com uma Estação elevatória de água bruta (EEB-0) de três bombas, situada na margem esquerda do rio. O sistema continha ainda uma adutora de água bruta em aço com 12.530 m de extensão, além da Estação de Tratamento de Água (ETA) com capacidade total de 350,0 L/s.

Ao longo das quase seis décadas operantes, o Sistema Pirapó recebeu duas intervenções, sendo a primeira na década de 90, em decorrência da crescente poluição do Ribeirão Sarandi, a qual acarretara no comprometimento da qualidade da água no local de tomada. Por este motivo, a Sanepar deslocou o local da captação em 146 metros a montante da afluência das águas do Ribeirão Sarandi, desta vez na margem direita do Rio Pirapó. Dessa forma, juntamente com a nova tomada de água foi construída a estação elevatória EEB-1 de recalque para a Elevatória existente (EEB-0). A segunda ampliação, mais recente, ocorreu em 2013 para melhor atender a demanda da cidade de Maringá em crescimento. Nesta ocasião, o dispositivo sedimentador foi desativado por motivos de baixo desempenho, enquanto a EEB-0 passou a bombear diretamente para o poço de sucção da EEB-1. Assim, a Captação atual tem a característica peculiar de possuir 2 sistemas elevatórios: o primeiro construído em 1960 (EEB-1) e o segundo conjunto elevatório (EEB-0) construído em 1993.

Poços em Operação SAA Maringá

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) da sede municipal de Maringá é composto pela captação superficial do Rio Pirapó e por 07 Poços em operação, sendo 03 poços localizados na Bacia do Pirapó e 04 poços na Bacia do Alto Ivaí. Os valores de vazão, regime de operação e volumes dos poços, outorgados e de exploração, são apresentados na Tabela 1.

Referente aos poços, o volume outorgado para exploração é de 12.062 m³/dia e dos poços perfurados para uso futuro, mas ainda sem exploração, de 10.500 m³/dia, com volume total de 22.562 m³/dia. Trabalhando com horizonte de segurança de 80%, em relação a esta vazão tem-se que a vazão de exploração é de 18.049,6 m³/dia (208,90 L/s), agregada a capacidade de abastecimento.

Vale assinalar a existência de outros 02 poços utilizados somente para limpeza e manutenção de estações de tratamento de esgotos, ETE Norte (Bacia do Pirapó) e ETE Sul (Bacia do Alto Ivaí), que operam eventualmente e não são utilizados para o consumo humano. Sua exploração média é muito inferior aos demais poços, com volumes de 13,69 m³/dia e 30,03 m³/dia, respectivamente.

Atualmente, não há mananciais disponíveis na parte norte do município, pois ali as nascentes do Ribeirão da Morangueira e do Córrego Mandacaru, afluente do Ribeirão Maringá, ambos afluentes do Rio Pirapó, já se encontram em adiantado avanço da urbanização, motivo pelo qual são os corpos receptores das ETEs Alvorada e Mandacaru, respectivamente. O Ribeirão Sarandi, que aflui ao Rio Pirapó logo após a captação do SAA, também tem sua qualidade da água muito comprometida por abrigar parcialmente as áreas urbanas de Marialva e Sarandi.

De igual forma, na bacia do Rio Ivaí, na região sul do município de Maringá, o Ribeirão Pinguim tem suas nascentes em área urbanizada e recebe os efluentes da ETE Sul, inviabilizando o aproveitamento como manancial. O mesmo se dá com o Ribeirão Bandeirantes do Sul, afluente do Rio Paçandu, recebe a drenagem urbana e dos efluentes da ETE do município de Paçandu.

O Rio Aquidabã nasce próximo à região sudoeste urbanizada de Marialva, é um afluente do Ribeirão Marialva, o qual é afluente do Rio Ivaí. Este rio nasce na área urbana de Marialva, exigindo a implantação da ETE Aquidabã, tornando-se o corpo receptor do efluente tratado desta ETE. O Rio Água Dereque nasce próximo à região sul urbanizada de Mandaguaçu, o que compromete sua qualidade. Este é um afluente do Ribeirão Bandeirantes do Sul, que por sua vez é afluente do Rio Ivaí. Também este não possui vazão suficiente para o atendimento da demanda do sistema. As nascentes do Ribeirão Marialva encontram-se próximo à região sudoeste urbanizada de Marialva, este é afluente do Rio Ivaí. A distância à área urbana e a qualidade comprometida por água de drenagens, descartam também este ribeirão. Também o Rio Paçandu não apresenta vazão suficiente em qualquer arranjo que se proponha. Descartados os rios Aquidabã, Dereque, Paçandu e o Ribeirão Marialva, resta apenas o Rio Ivaí e o Rio Pirapó, onde já se dá a captação, mas que ainda pode ser necessária uma ampliação.

Assim, foram avaliadas as vazões específicas de estiagem, ou seja, vazão que permanece no rio 95% do tempo ($q_{95\%}$), das nascentes próximas a Região de Maringá (Cobrape, 2016). Ressalta-se que para a vazão disponível considera-se 50% da $Q_{95\%}$, ou seja, a metade da $Q_{95\%}$.

Foi avaliada a disponibilidade hídrica em vários pontos ao longo do Rio Ivaí para disponibilizar a vazão de 1.833 L/s, chegando à alternativa ótima, o caminho mais curto até o rio que capta água antes da foz do Ribeirão Marialva. Esta solução requer uma adutora de 41,1 km, a vencer um desnível de 285m, tornando-se onerosa em termos de energia consumida. Deve-se considerar também que o Rio Ivaí tem características particulares que dificultam a tomada de água direta, é um rio cuja calha é espaiada com uma largura muito grande e com uma oscilação do nível grande, assim fica inviabilizada como proposta para captação.

A área de drenagem da captação do Rio Pirapó abrange 8 municípios nos seus interflúvios: Apucarana, Arapongas, Cambira, Jandaia do Sul, Mandaguari, Marialva, Sabáudia e Astorga, observado que as captações de Mandaguari e de Apucarana estão contidas na bacia de captação de Maringá. A disponibilidade hídrica do Rio Pirapó foi avaliada a partir da estação fluviométrica ETA-Maringá que dispõe de 14 anos de registros históricos. A vazão de estiagem obtida $q_{95\%}$ de 4,5 L/s.km² e, uma vez que a área de drenagem é de 1.093,2 km², tem-se $Q_{95\%}$ de 2.459,7 L/s. Contudo, a outorga emitida pelo Instituto das Águas do Paraná válida até maio/2024, descontados os usuários a montante, disponibiliza apenas 1.440 L/s.

Análise das Vazões do Rio Pirapó - Estação fluviométrica estudada

O Rio Pirapó desemboca no Rio Paranapanema e tem uma área de drenagem de 5.090km². A área de drenagem da captação de Maringá é de 1.093,2 km², correspondente a 21,5% da área total do Rio Pirapó. Existe uma estação fluviométrica oficial do Instituto das Águas do Paraná, instalada neste rio, à montante da captação da Sanepar cerca de 460m de distância, a qual não sofre interferências da estrutura de captação. A estação fluviométrica 64541000 – Arapongas instalada no Rio Pirapó, situa-se, portanto, dentro da área de drenagem da captação. A vazão de estiagem (q_{95%}) de 4,5 L/s.km² para a área de 1078 km², resultará em vazão na seção de medição de 4.851 L/s ou 1,35 m³/s. Foram analisados os registros médios diários do período de 2001 a 2015 e as vazões mínimas observadas foram 2,62 m³/s (6a12/out/2001), 3,26 m³/s (30/jul/02) e 3,47 m³/s (set/out/2003, ago/set/2005 e ago/set/2006) como pode ser visto no Gráfico 1. Observa-se que para um período de 14 anos a vazão mais baixa registrada foi 2,62 m³/s, não chegando a q_{95%} que é 1,35m³/s. Infelizmente, a série histórica de 14 anos é insuficiente para uma análise mais consistente. Obtidas as vazões mínimas, o próximo passo é confrontar com as precipitações nos períodos de estiagem.

Análise das Precipitações Regionais

A análise hidrológica aqui apresentada baseia-se em dados de registros pluviométricos diários no período de 2001 a 2015, distribuídos na região de Maringá, dentro e próximo da bacia do Rio Pirapó. Foi possível levantar registros de precipitações diárias de 6 estações pluviométricas fornecidos pelo Instituto das Águas do Paraná. Destas, foram escolhidas somente 2 para este estudo. Uma próxima à seção de captação do Rio Pirapó e a outra na cabeceira da bacia. As estações pluviométricas 02351013 - Maringá, situada na área urbana de Maringá, nas nascentes do Córrego Mandacaru, afluente do Ribeirão Maringá, o qual desemboca no rio Pirapó à jusante da captação Sanepar; e 02351048 - Arapongas, situada nas proximidades da área urbana de Arapongas e das nascentes da Água do Campinho e Ribeirão Três Ilhas, ambos afluentes do Rio Pirapó, nas nascentes deste rio, acima da captação Sanepar, e é talvez a mais importante para o presente estudo. Os períodos identificados foram confrontados com as vazões mínimas observadas, chegando ao período de maio/junho/julho de 2006. Esta análise pode ser vista no Gráfico 1 e resumida na Tabela 2. Um outro aspecto a ser considerado é que os efeitos estiagem no inverno de 2006 foi potencializado por já ter sido severo no ano anterior.

ANÁLISE DAS VAZÕES SUBTERRÂNEAS

A região de estudo localiza-se na porção Norte do Estado do Paraná e as características geomorfológicas desta região pertencem à Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, e Unidade Morfoescultural Terceiro Planalto Paranaense (MINEROPAR, 2006). Apresenta relevo de baixa dissecação e as formas predominantes são os topos alongados e aplainados, de vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

Formação Serra Geral Norte

A Formação Serra Geral compreende as rochas basálticas originárias da sequência de derrames de lavas basálticas que ocorrem no Terceiro Planalto Paranaense, subdividida em Unidade Serra Geral Norte (64.000 km²) e Serra Geral Sul (38.000 km²). Abrange parte da porção Norte e Centro-Oeste do Estado do Paraná, e corresponde à área das bacias hidrográficas dos rios Ivaí, Itararé, Piquiri, Paraná 3, Pirapó, Tibagi, Cinzas e Paranapanema 1, 2 e 3. De acordo com o Banco de Dados Hidrogeológicos do ÁGUASPARANÁ, os poços mais produtivos estão relacionados com a Unidade Serra Geral Norte, caracterizada pelos derrames mais básicos, que determinam espessuras de solo

maiores, variando de 10 a 50 metros. A Unidade Sul é caracterizada por rochas de composição ácida, apresentando espessura média de solo muito pequena - 0 a 10 metros - e vazões menores.

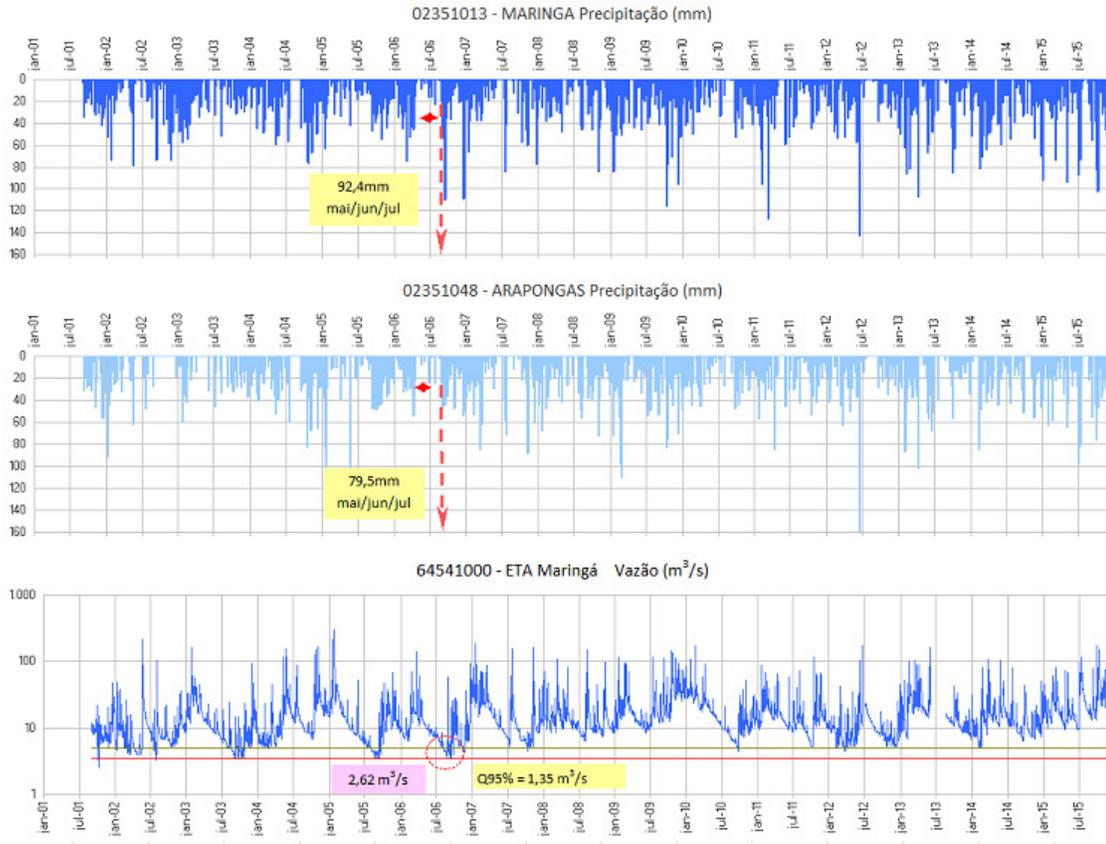


Gráfico 1 - Precipitações nas 2 estações pluviométricas selecionadas na Bacia do Pirapó e a estação fluviométrica desta Bacia, no período de jan/2001 a dez/2015. Em destaque o período de setembro/2006, quando ocorreu a maior estiagem do período.

Tabela 1 - Registros de mínimas: vazão da Estação Fluviométrica existente e alturas de precipitação das Estações Pluviométricas selecionadas para o estudo.

Código/ Nome	Período	
Estações Pluviométricas	Precipitação Mínima Trimestral	Altura (mm)
02351013 / Maringá	maio-junho-julho/2006	92,4
02351048 / Arapongas	maio-junho-julho/2006	79,5
Estação Fluviométrica		Vazão (m³/s)
64541000 / ETA-Maringá	25 e 26/agosto/2006 12 a 15/setembro/2006	3,47

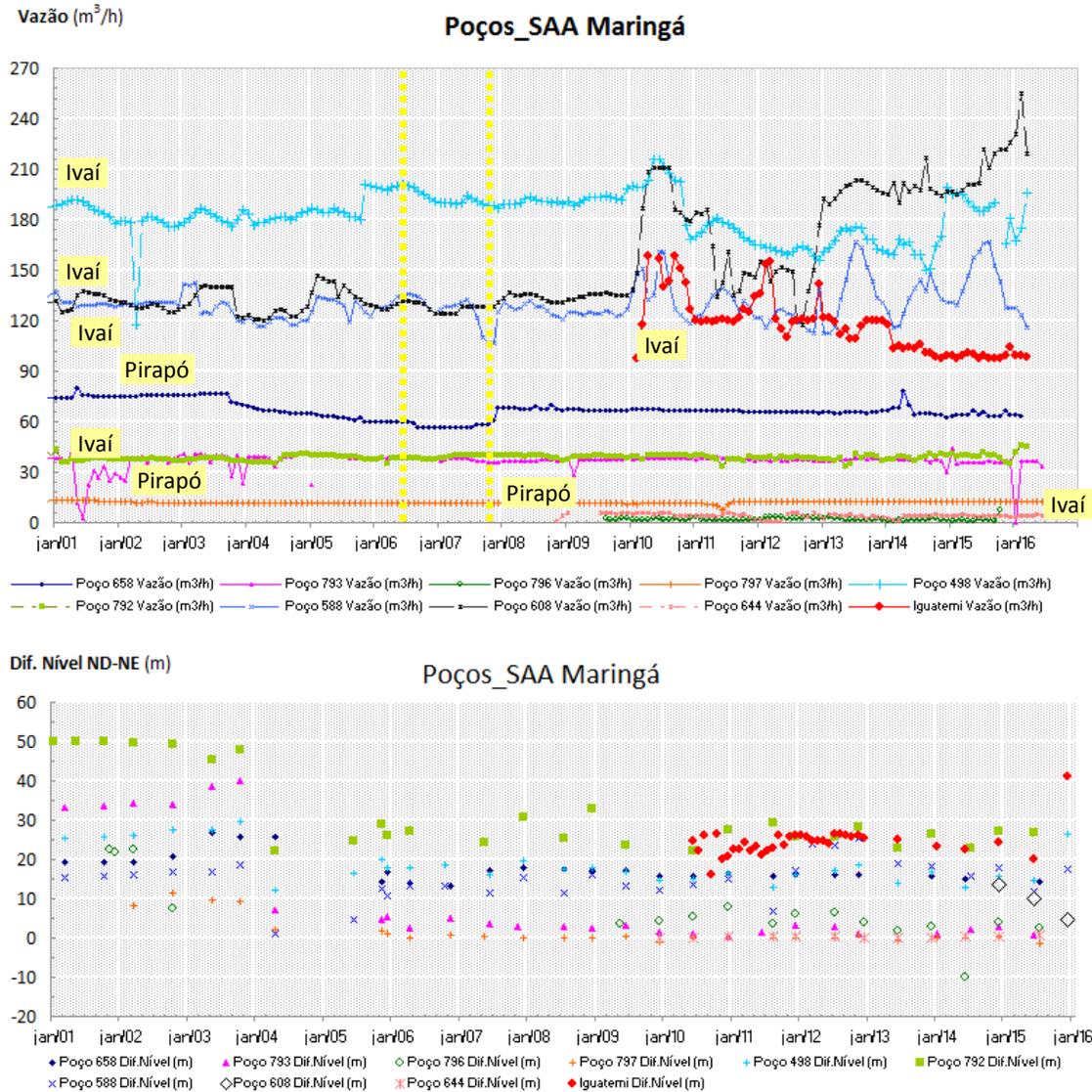


Gráfico 2 - Vazões captadas e Diferença nos Níveis Dinâmico e Estático em jan/2001 a dez/2015.

Formação Caiuá

O Aquífero Caiuá (Formação Caiuá), representado, predominantemente, por arenitos finos a médios com teor de até 30% de matriz siltico-argilosa e com cimento limonítico e carbonático, intercalados por camadas de siltitos e argilitos (Almeida et al., 1980, apud AGUASPARANÁ, 2010). Ocorre na região noroeste do Estado do Paraná abrangendo uma área de 30.000 km², aproximadamente (Schneider et al., 1974, apud AGUASPARANÁ, 2010). Em geral, a profundidade dos poços perfurados no Aquífero Caiuá é limitada a 150 m, sendo a vazão média dos poços perfurados na ordem de 6,6 m³/h. Em qualquer situação, o limite do Caiuá, ao norte, é feito pelo rio Paranapanema, e sua extensão corresponde a região de solos arenosos onde o rio Ivaí adentra até o rio Paraná. O limite sul localiza-se, exatamente, no ponto de descarga do rio Piquiri no rio Paraná.

Poços Perfurados na Bacia do Pirapó

As captações de água subterrânea que compõem o SAA da sede municipal de Maringá contam com a operação de 07 poços tubulares profundos, sendo 03 poços localizados na Bacia do Pirapó e 04 poços na Bacia do Alto Ivaí. De acordo com dados de monitoramento do ano de 2015, os volumes de água referentes à produção dos poços perfazem total de 9.939,16 m³/dia (115 L/s), sendo possível chegar a 12.062 m³/dia (140 L/s) pelo volume outorgado. Além desse volume, o SAA poderá chegar, futuramente, ao volume máximo de exploração de 22.562 m³/dia (261 L/s). Demais poços operantes localizados na Bacia do rio Pirapó, fazem parte do SAA de outros 9 municípios, fora da sede municipal de Maringá. Observa-se que 04 poços estão perfurados no Aquífero Caiuá e 09 poços no Aquífero Serra Geral Norte. Segundo dados de monitoramento de 2015, esses poços totalizam o volume de exploração de 6.286,14 m³/dia (73 L/s), sendo que o volume outorgado é de 10.066 m³/dia (117 L/s).

Quanto ao monitoramento dos poços, verifica-se que os poços de maior produção e com maior variabilidade de operação são aqueles localizados na Bacia do Ivaí com vazões entre 110 e 260 m³/h. Já os poços localizados na Bacia do Pirapó possuem vazões menores e mantém uma maior regularidade no regime de operação com vazões entre 20 e 80 m³/h. Verifica-se que no período de estiagem, de agosto a setembro/2006, houve uma diminuição nos volumes dos poços de modo geral. Sofreram redução de bombeamento nos 12 meses subsequentes e supõe-se pela necessidade de recuperação do aquífero. Salienta-se que o gráfico (Bacia do Pirapó) demonstra, enfaticamente, este comportamento. No poço 658 se nota uma diminuição em sua vazão desde final de 2003, acentuando-se no período de estiagem. Este poço não conseguiu recuperar as vazões anteriores ao final de 2003, mas vêm mantendo-se regular e estável em sua operação após o período de estiagem.

ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA

De acordo com os dados apresentados verifica-se que o SAA de Maringá, poderia investir em ampliações no próprio Rio Pirapó, já que existe disponibilidade hídrica. O rio Pirapó é um manancial significativo e deve ser preservado e recuperado nos trechos mais suscetíveis à ação antrópica. Contudo, é de vital importância uma análise criteriosa quanto a possibilidade de expansão do Sistema de Abastecimento, por meio de captações subterrâneas, considerando o histórico de vazões dos poços distintos nas Bacias do Pirapó e do Ivaí e de acordo com as características peculiares de cada unidade aquífera. É possível otimizar os volumes explorados a partir de ajustes operacionais, desde que observado o comportamento hidrogeológico, buscando uma gestão sustentável do sistema bacia hidrográfica - aquífero.

A continuidade de estudos mais detalhados a respeito do comportamento hidrogeológico, envolvendo a captação superficial no Rio Pirapó e os poços distribuídos nesta Bacia, é recomendada, observando os seguintes aspectos no âmbito dos sistemas operados pela Sanepar: Período de estiagem *versus* Vazão exigida dos poços *versus* Vazão bombeada da captação no Rio Pirapó; e Análise de vulnerabilidade das diferentes unidades do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUASPARANÁ.(2010). Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas. In *Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos*. COBRAPE, Revisão. Final. Curitiba.

AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. Disponível em http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_2_ParteB_RevisaoFinal.pdf. e <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=142>. Acesso em 21.out.2016.

COBRAPE. (2016) *Plano Diretor de Recursos Hídricos para a Região Norte do Estado do Paraná, Vol.II - SAA Maringá e Paiçandu - PR* (referente Contrato Sanepar nº20446/2014 em andamento).

MINEROPAR - Minerais do Paraná (2006). *Atlas geomorfológico do Estado do Paraná. Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000, Minerais do Paraná*; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 63 p.

MINEROPAR - Minerais do Paraná (2001). *Atlas geológico do Estado do Paraná*. Minerais do Paraná. Curitiba, 125p.

SANEPAR - SIA - Sistema de Informações Ambientais - 2016. Disponível em http://sia.sanepar.com.br/subterraneas/pagina_inicial.aspx. Acesso em: 21.out.2016.