

METODOLOGIA PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREA DE RESTRIÇÃO E CONTROLE DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO ENTORNO DO CANAL JURUBATUBA

L'Apicciarella, E.¹; Bertolo, R.²; Hirata, R.²; Simonato, M. D.¹; Carvalho, A.M.¹; Campos, J. E.³; Rocha, G.³; Surita C.; Conicelli, B.P.¹; Pillon, A.M.¹; Abreu, M.C.¹; Wendland, E.⁴.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia para a definição de áreas de restrição e controle de uso de água subterrânea na região do canal do Jurubatuba. A região está contaminada por compostos organoclorados nas zonas de maior densidade de ocupação industrial. As características de mobilidade, solubilidade e persistência dos contaminantes os fizeram alcançar a rede de poços de produção. O cenário hidrogeológico e ambiental foi caracterizado e os dados foram trabalhados num SIG. A metodologia ora proposta caracteriza pequenas áreas similares em seus níveis de contaminação potenciais e reais, distinguindo-as em três conjuntos, a partir dos quais são traçadas áreas de Alta, Média e Baixa restrição. O método permite definir medidas de controle para cada nível de restrição e possibilita readequar os limites das áreas de restrição se houver alteração de cenário.

ABSTRACT

This work presents a method for the definition of areas with pumping restriction in order to control the use of groundwater around Jurubatuba channel. The aquifer in this region is contaminated by chlorinated organic compounds, especially where the density of industrial activities is high. The contaminants detected are relatively persistent, soluble and mobile and many of them reach the deep supply wells system. The hydrogeological and environmental settings were characterized and the data were processed in GIS. The proposed method defines small areas with similar features relative to their levels of contamination and potential of aquifer contamination. Three groups of areas were defined according to the level of pumping restriction: areas of High, Medium and Low restriction. The method allows the determination of control actions to each restriction level and readjust the areas if modifications occur in the characteristics of these areas over the time.

Palavras-chave: área de restrição, contaminação, jurubatuba.

¹Servmar Serviços Técnicos e Ambientais;

²Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo;

³DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica;

⁴Departamento de Hidráulica e Saneamento - Universidade de São Paulo

1 – INTRODUÇÃO

A região estudada apresenta uma contaminação que atingiu poços de produção levando a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) a analisar águas dos poços, a Coordenação de Vigilância e Saúde (Covisa) a lacrar poços, e o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) a criar uma “Área de restrição e controle temporários”, estabelecida com a Portaria DAEE nº 1594/2005.

O DAEE contratou a empresa Servmar, para propor uma redefinição desta área, com base nos “procedimentos para delimitação de áreas de restrição e controle do uso das águas subterrâneas” definidos na Deliberação nº 52/2005, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo.

A área de estudos tem 120 km², apresenta uma rede de poços de produção com 513 poços outorgados e possui uma ocupação mista, com um adensamento de ocupação industrial ao centro, às margens dos canais do Jurubatuba e da Guarapiranga e do rio Pinheiros (Figura 1). Este trabalho apresenta uma metodologia para a formatação de áreas de restrição e controle de uso da água subterrânea, considerando os cenários hidrogeológico e ambiental existentes.

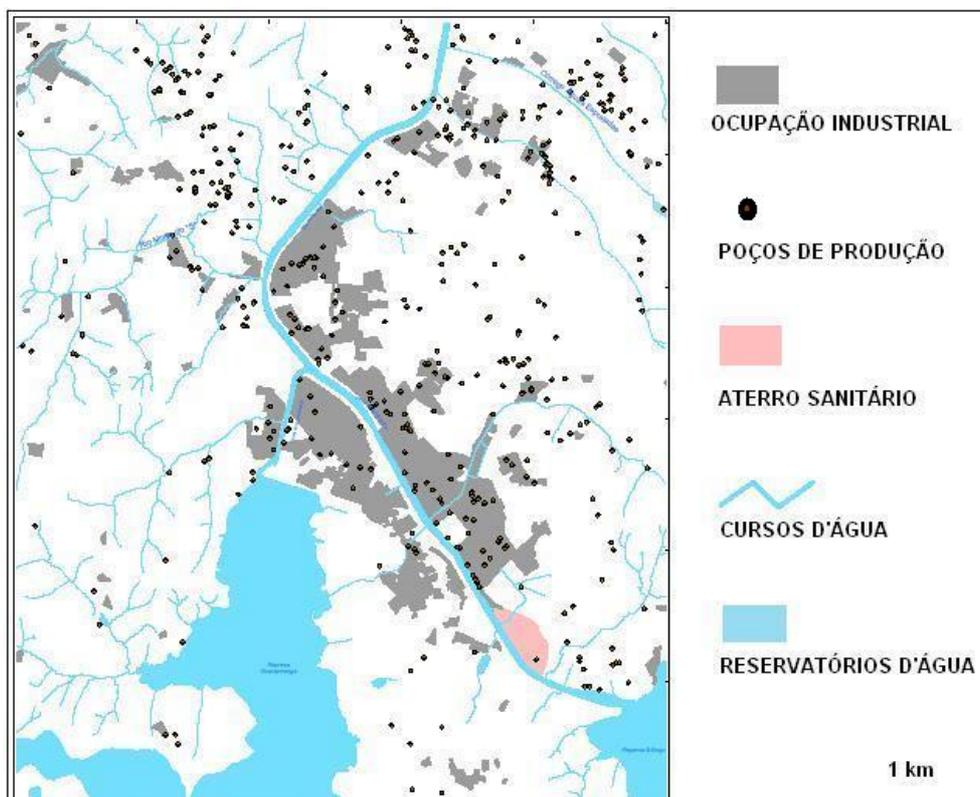


Figura 1 – Zonas de ocupação industrial e poços cadastrados na área de estudo.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da metodologia proposta neste trabalho foi caracterizado o cenário hidrogeológico e ambiental da área e foram considerados os instrumentos legais aplicáveis para apontar medidas de restrição e controle do uso de água subterrânea.

Inicialmente, houve o levantamento de dados pré-existentes, trabalhos de campo e tratamento de dados num Sistema de Informações Geográficas - SIG.

O levantamento de dados foi realizado no DAEE e na CETESB e consistiu, no cadastro de poços, de resultados de análises químicas, de informações sobre áreas de potencial contaminação e de informações sobre as áreas declaradas contaminadas.

Os instrumentos legais utilizados foram a Portaria DAEE nº 1594/2005, a Deliberação CRH nº 52/2005 e a Resolução nº 3/2006 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, e da Saúde - SES/SERHS/SMA.

Foram classificadas pequenas áreas similares no contexto de contaminação e definidos conjuntos com níveis de restrição distintos, tendo em vista evitar a exposição da população, minimizar a propagação da contaminação e proteger o aquífero.

3 – CENÁRIO HIDROGEOLÓGICO E AMBIENTAL

A área estudada situa-se sobre sedimentos terciários e quaternários da Bacia São Paulo e sobre rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino pré-cambriano. Do ponto de vista hidrogeológico, estas unidades geológicas comportam o Aquífero São Paulo e o Aquífero Cristalino ^[1]. O Aquífero São Paulo é semiconfinado, heterogêneo e anisotrópico e o Aquífero Cristalino é formado por duas unidades hidrogeológicas características: a primeira, é o aquífero do manto de intemperismo, de natureza livre, heterogêneo e anisotrópico, com porosidade intergranular; a segunda corresponde ao aquífero cristalino propriamente dito, onde a água circula através dos lineamentos estruturais como falhamentos, juntas associadas e fraturas abertas da rocha sã, caracterizando o aquífero como livre a semilivre, heterogêneo e anisotrópico ^[2].

A partir do Sistema de Fontes de Poluição (Sipol), da CETESB, utilizando-se do método POSH ^[3] foram identificadas 2.490 Atividades com Elevado Potencial de Contaminação - AEPC ^[4]. Através do cadastro de áreas contaminadas da CETESB, de 2007, verificou-se que ocorrem 14 “áreas declaradas contaminadas” pelos compostos organoclorados de interesse.

Os organoclorados de interesse neste trabalho são os solventes halogenados alifáticos: etenos clorados (EEC) e etanos clorados (EAC). Os EEC considerados foram o percloroetileno (PCE), o tricloroetano (TCE), os dicloroetenos (cis-1,2-DCE; 1,1-DCE e trans-1,2-DCE) e o cloreto de vinila (CV). Os EAC considerados foram o tricloroetano (TCA) e os dicloroetanos (1,2-DCA e 1,1-DCA). Estes solventes, quando em fase livre, são mais densos do que água e, quando atingem o aquífero, aprofundam até encontrar uma barreira física ou até que sua massa seja dissipada. As características de porosidade de fraturas do aquífero cristalino favorecem a propagação destes solventes.

Os EEC apresentam características de degradação, das quais a mais comum é a de cloração redutiva, que ocorre pela seguinte seqüência: PCE, TCE, DCE, CV e eteno, onde o átomo de cloro é removido e dá lugar a um átomo de hidrogênio [5]. Este comportamento de degradação torna o gerenciamento da área estudada mais complexo porque não se pode considerar simplesmente que um poço pode ser utilizado por não conter um composto EEC acima dos valores orientadores de intervenção (VOI), uma vez que o processo degradativo propicia maiores variações nas concentrações dos compostos. Por exemplo, um poço pode ter concentrações de DCE e CV pouco abaixo do VOI e, por degradação do DCE, o CV passa a ter concentrações acima do VOI.

Foram realizadas análises químicas de EEC e EAC em 86 dos 513 poços outorgados, que resultaram em 46 detecções, 31 acima dos VOI (Figura 2). O TCE ocorreu com maior freqüência em 31 poços, seguido pelo PCE, CV e cis-1,2-DCE. O CV ocorreu em concentrações mais baixas, porém foi o que mais ocorreu acima dos VOI. Isso acontece porque o CV é o mais tóxico dos EEC e, portanto, possui o valor de referência mais restritivo entre estes compostos.

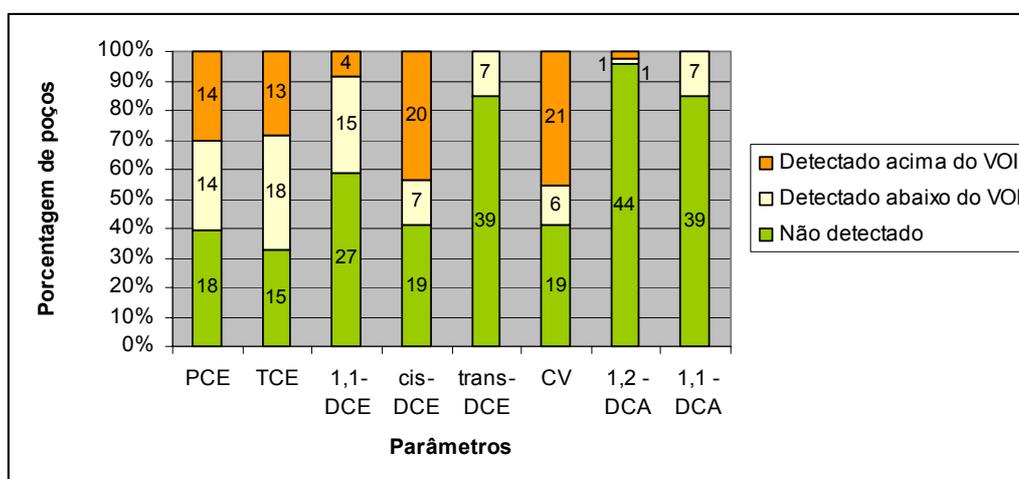


Figura 2 – Sumário de Detecção de EEC e EAC em 46 poços de produção.

Verificou-se a ocorrência de EEC e EAC em poços adjacentes continuamente por aproximadamente 4 quilômetros ao longo do canal do Jurubatuba e início do rio Pinheiros.

Em vistas a processos, na CETESB, de algumas das principais áreas declaradas contaminadas, verificou-se a ocorrência de compostos EEC em concentrações de até 200 mg/L em poços de monitoramento. Já em sedimentos de galerias de drenagem de efluentes das indústrias, conectadas às galerias pluviais da rede pública, verificou-se a ocorrência de PCE em concentrações de até 50 g/kg. Estas ocorrências são fortes indicadores da presença de fontes ativas, primárias ou secundárias, de contaminação.

4 – ÁREA DE RESTRIÇÃO E CONTROLE

A definição de áreas de restrição foi conceituada sob os seguintes passos:

1) A área foi dividida em células de 500 m x 500 m tendo-se calculado a distância de 500 m para a migração de contaminantes em dez anos. Nestas células foram localizadas as Atividades com Elevado Potencial de Contaminação - AEPC (Figura 3).

2) As células foram discretizadas em classes de menor, intermediária e maior densidade de ocorrência de AEPC (Figura 4).

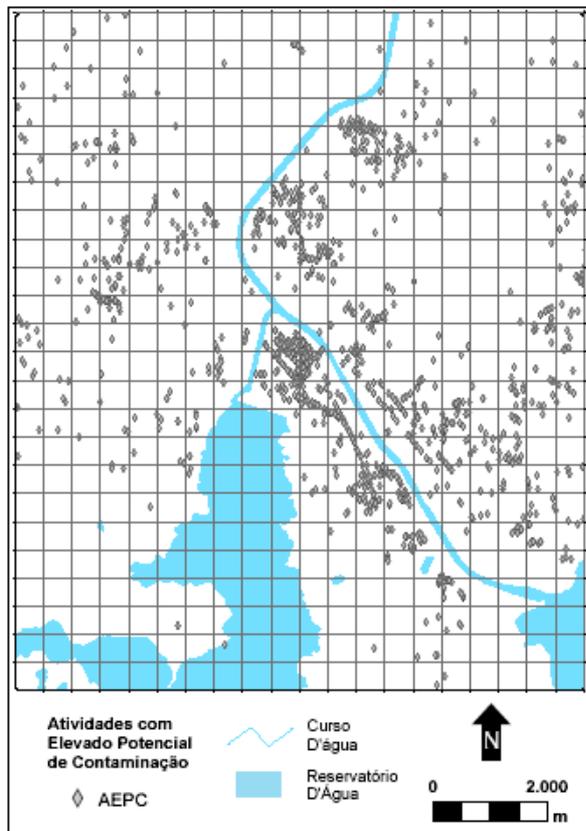


Figura 3. Grade de 500 m e AEPC

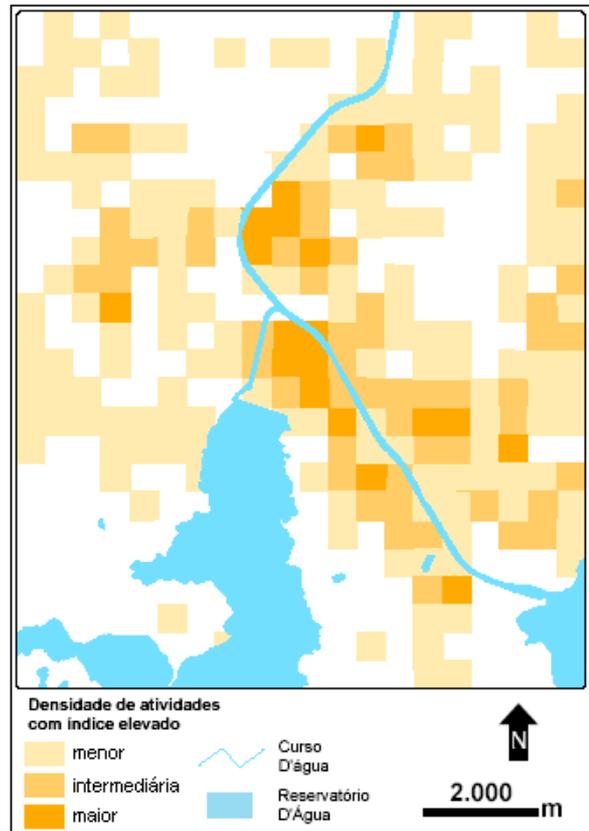


Figura 4. Densidade de AEPC

3) Distinguiu-se células-guia com: densidade de atividades com elevado potencial de contaminação, poço com EEC ou EAC ou área declarada com EEC ou EAC.

4) Considerando-se as células-guia e o fluxo de água subterrânea, desenvolveu-se o conceito de proteção de célula vizinha para a célula a jusante da célula-guia (Figura 5).

5) Ao ponderar-se que o bombeamento provoca inversões de fluxo de água subterrânea, estendeu-se o conceito de proteção de células vizinhas a todas as células do entorno de uma célula-guia. Assumiu-se que os poços situados em células vizinhas às células-guia encontram-se sob maiores riscos de produzir água contaminada (Figura 6).

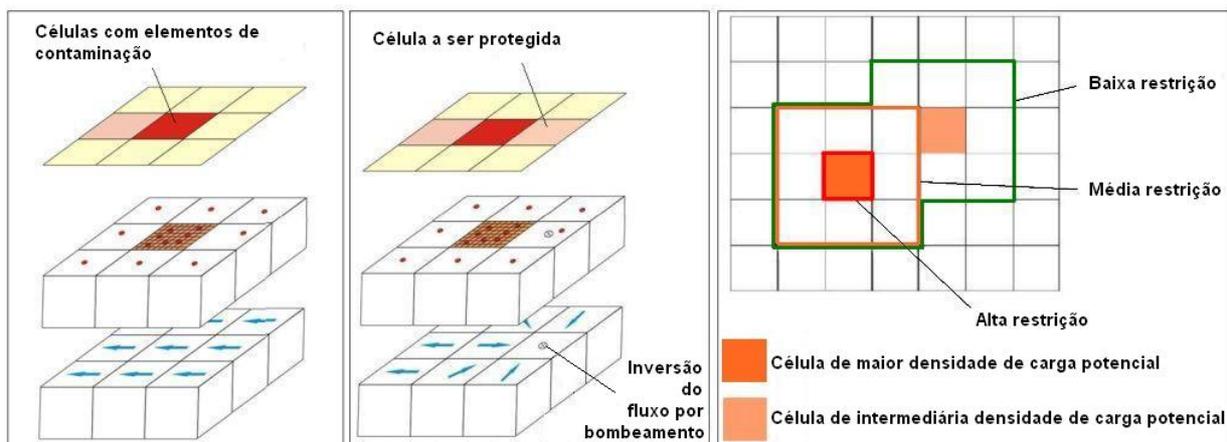


Figura 5. Célula-guia

Figura 6. Célula vizinha

Figura 7. Traçados de restrição

6) Definiu-se, na área estudada, três áreas de restrição de uso e controle da água subterrânea classificando-as como de Alta, Média e Baixa Restrição (Figura 7):

a) Alta Restrição – áreas de maior densidade de AEPC, poço com EEC ou EAC ou área declarada com EEC ou EAC (Figura 8).

b) Média Restrição – área definida para proteger as áreas representadas pelas células do entorno de células de Alta Restrição, considerando-se o modelo conceitual de fluxo.

c) Baixa Restrição – área definida para proteger células de intermediária densidade de AEPC e as células de seu entorno.

A área de restrição temporária implantada pelo DAEE tem 32 km² e níveis de restrição maiores do que os propostos para a área de Alta Restrição delimitada por esta metodologia (com 10,75 km²), diminuindo, portanto, as zonas com proibição de uso de água. As três áreas de restrição propostas (Figura 9) somam 51,75 km², ampliando, portanto, a área que requer algum nível de cuidado para a utilização do aquífero.

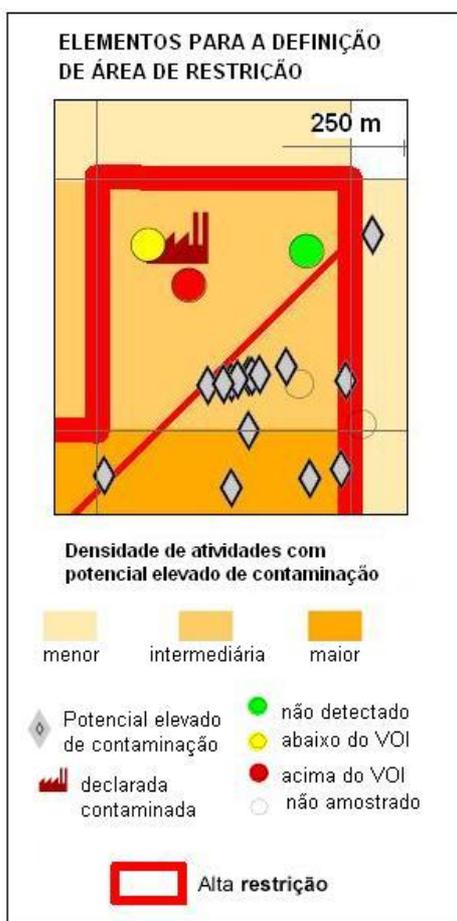


Figura 8. Elementos para a definição da área de restrição

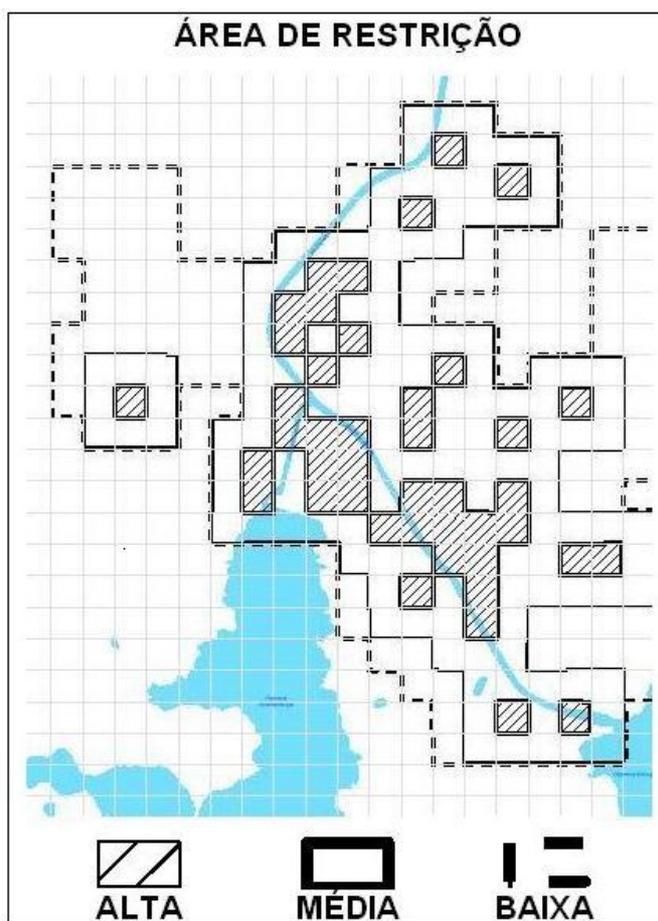


Figura 9. Conformação final das Áreas de Restrição

Como exemplo de controles possíveis nas diferentes áreas de restrição, foi proposto no estudo:

- na área de Alta Restrição, monitoramentos periódicos e tamponamento de poços com detecção de EEC ou EAC;
- nas áreas de média e baixa restrição, monitoramentos periódicos;
- para poços clandestinos, regularização de outorga;
- para poços abandonados, tamponamento adequado;
- para poços futuros, permissão apenas na área de Baixa Restrição.

5 – CONCLUSÕES

A metodologia proposta permite tomar decisões nas pequenas áreas representadas por células, podendo restringir e liberar áreas conforme a situação de atividades potenciais e reais de contaminação. Entretanto, a eficácia do método depende

de uma ação integrada entre os órgãos gestores, bem como destes com os usuários da água. Medidas de controle, como a regularização de poços clandestinos e monitoramentos analíticos de água, são primordiais para a gestão do uso da água.

A ferramenta desenvolvida tem o propósito de ser simples em relação aos elementos que a compõe, para permitir uma compreensão imediata por gestores e tomadores de decisão, porém, ao mesmo tempo, pretende possibilitar que informações em escala de detalhe, com alta significância ambiental, possam ser trabalhadas, tornando possível priorizar ações de prevenção ou acompanhamento do problema localmente.

A versatilidade desta ferramenta para uma gestão personalizada do uso de água em cada zona de restrição por um lado evita a exposição da população, minimiza a propagação da contaminação e protege o aquífero e, por outro lado, propicia que a água do aquífero seja utilizada nas zonas menos críticas, atendendo a necessidade de abastecimento na região do Jurubatuba, que ficaria colapsada caso amplas áreas ficassem restringidas. Vale atentar que as áreas de baixa e média restrição somadas, onde propõe-se a possibilidade de utilizar a água subterrânea, somam juntas 41 km², o que corresponde a cerca de 80% da área total de restrição proposta.

6 - REFERÊNCIAS

- [1]ROCHA, G. 2005. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. DAEE, IG-SMA, IPT, CPRM. São Paulo, 119p.
- [2]DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE, 1975. Estudo de águas subterrâneas. Região Administrativa 2 – Grande São Paulo. São Paulo: DAEE, 1975. v1, v2 e v3.
- [3]FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. 2006. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Banco Mundial, Washington, 104p.
- [4]CARVALHO, A.M.; CONICELLI, B.P. HIRATA, R. L'APICCIRELLA, E.S.; SIMONATO, M.D.; CAMPOS, J.E.; ROCHA, G.; SURITA, C.; PILLON, A.M.; ABREU, M.C.; BERTOLO, R.; WENDLAND, E. Estão os aquíferos da região do Jurubatuba (São Paulo) sob risco? Inédito.
- [5]USEPA. – Environmental Protection Agency, 1998. Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water. Washington, D.C.