



AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO RIO BAQUIRIVU-GUAÇU, MUNICÍPIOS DE GUARULHOS E ARUJÁ, SP.

José Luiz Albuquerque Filho¹; Nádia Franqueiro Corrêa¹; Ana Maciel de Carvalho²; Tatiana Tavares¹; Ana Candida Melo Cavani Monteiro¹; Priscilla Moreira Argentin¹.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT¹
Avenida Professor Almeida Prado, 532, Butantã, São Paulo, SP, CEP- 0508-901, albuzelu@ipt.br

Universidade Federal de Ouro Preto² – UFOP, Escola de Minas, Departamento de Geologia - DEGEO,
anamcarv@gmail.com

Resumo – Avaliar o perigo de contaminação das águas subterrâneas significa avaliar a probabilidade de um aquífero sofrer impactos negativos, decorrentes de determinada atividade humana, a tal nível que a água subterrânea se torne imprópria para o consumo, segundo os valores de referência para a qualidade da água potável. O perigo de contaminação é maior quando atividades com alto potencial de contaminação se desenvolvem em áreas onde o aquífero possui alta vulnerabilidade natural à contaminação. À medida que as condições do grau de vulnerabilidade e do potencial de contaminação das atividades diminuem, por consequência, também diminui o perigo. Nesse sentido, a avaliação do perigo envolve uma interpretação da interação desses dois temas, tendo sido desenvolvida por meio da sobreposição do Mapa de Vulnerabilidade à Contaminação com o Mapa de Classificação das Atividades Pontuais e Difusas Potenciais de Contaminação, resultando em diferentes classes de perigo. Para analisar o perigo de contaminação por fontes pontuais, na área estudada, as atividades classificadas como de elevado, moderado e reduzido potencial de contaminação, foram separadas e localizadas em um mapa subdividido em uma malha de 100 m x 100 m. Assim, é possível analisar a densidade de fontes em cada célula para cada classificação de potencial de contaminante.

Palavras-Chave – Bacia do rio Baquirivu-Guaçu; Águas Subterrâneas; Perigo de Contaminação; Sistema Aquífero Cristalino, Sistema Aquífero Sedimentar.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo mostra resultados de projeto que foi idealizado com base na Deliberação CRH nº 52 (CRH, 2005), que “*Institui no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle da captação e uso das águas subterrâneas*” e executado na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu e porção sedimentar no entorno leste, municípios de Guarulhos e Arujá, SP (IPT, 2017).

Dessa forma, os trabalhos foram desenvolvidos com a preocupação preponderante de aliar a proteção ao uso sustentável dos recursos hídricos, notadamente para estabelecer subsídios para o aprimoramento da gestão da qualidade e da quantidade das águas subterrâneas na área estudada.

A demanda de água em Guarulhos é suprida pela Sabesp, que fornece ao SAAE valores entre 2,5 e 3,5 m³/s de água (SAAE, 2016). No entanto, o SAAE considera que o valor está abaixo da média para os habitantes da RMSP que, de acordo com o total produzido pela Sabesp, equivale a 272 litros por habitante/dia, sendo 169 litros por habitante/dia na cidade. Em Arujá, o fornecimento da Sabesp ao município era de aproximadamente 0,2 m³/s em 2009. A demanda média projetada para 2016 era de 0,25 m³/s (PMA, 2009).

Em relação à contribuição dos mananciais subterrâneos, a cidade de Guarulhos utiliza-se de volumes expressivos de águas subterrâneas para atendimento ao abastecimento público, correspondendo a cerca de 12,0 % do total demandado (PMG, 2008).

Quanto ao esgotamento sanitário, até o ano de 2009, o esgoto coletado em Guarulhos era apenas lançado in natura em corpos d’água, não sendo submetido a qualquer tipo de tratamento (WHATELY; DINIZ, 2009). Esse cenário vem sendo alterado, pois entre 2010 e 2015 foram instaladas três Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) no município, fazendo com que a taxa de tratamento de esgoto atingisse 50 %. A previsão era de que esse índice chegasse a 80 % até 2017 (SAAE, 2016). Já o município de Arujá é atendido por meio do Sistema Integrado de Esgotos da RMSP, sendo que, em 2013, contava com 60 % de coleta de esgotos e 97 % de tratamento dos esgotos, realizado pela única ETE da cidade (GOULART, 2013).

A área estudada compreende região importante do município e da RMSB, pois inclui o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos – Governador André Franco Montoro, que ocupa 14 km² de área e é o maior do Brasil e mais movimentado da América Latina em número de passageiros transportados. Segundo PMG (2008) o aeroporto utilizava cerca de 5.000 m³/dia de águas subterrâneas. Porém, em trabalhos de campo pelo IPT (2017) neste projeto, foram obtidas informações de que o consumo diário oscila entre 2.300 m³/dia a 2.500 m³/dia, sendo que, por vezes, a administração do aeroporto recorre a abastecimentos adicionais com caminhão pipa.

Assim sendo, a implementação de medidas de planejamento e gestão da quantidade e qualidade desse recurso é de fundamental importância, pois períodos de escassez como a “crise hídrica” vivenciada no período de 2013 a 2015 poderão se repetir, com tendência de agudização pelo crescimento tendencial normal da demanda de recursos hídricos. Dessa forma, o presente artigo mostra resultados de projeto desenvolvido pelo IPT (2017) com a finalidade de fornecer orientações e diretrizes para o aprimoramento da gestão das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

2. PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Conforme FOSTER et al. (2006), a avaliação do perigo de contaminação das águas subterrâneas pode ser efetuada por meio da análise integrada entre a carga contaminante potencial e a vulnerabilidade natural do aquífero a contaminação.

Para analisar o perigo de contaminação por fontes pontuais na área estudada, as atividades classificadas como de elevado, moderado e reduzido potencial de contaminação foram separadas e localizadas em um mapa subdividido em uma malha de 100 m x 100 m. Assim, é possível analisar a densidade de fontes em cada célula para cada classificação de potencial do contaminante.

O mapa de densidade por quadrícula foi classificado em células de maior, intermediária e menor densidade, conforme o intervalo de fontes presentes em uma mesma célula: 1 a 5; 6 a 10; e maior que 10 fontes (**Quadro 1**).

Quadro 1 – Classificação da densidade de fontes pontuais potenciais de contaminação em uma quadrícula de 100 m x 100 m.

Número de fontes em uma célula (100 m x 100 m)	Densidade
1 a 5	Menor
6 a 10	Intermediária
>10	Maior

Uma vez que as atividades ocorrem simultaneamente é necessário avaliar o perigo de contaminação em apenas um mapa capaz de incorporar todas essas informações. Dessa forma, os diferentes intervalos de densidade receberam pesos, sendo a maior densidade de fontes por quadrícula, com o maior peso. Por outro lado, as fontes potenciais classificadas também receberam pesos, sendo que a carga potencial elevada possui o maior peso.

Ao analisar de forma integrada os pesos (densidade de fontes x potencial) é possível obter um peso resultante (**Quadro 2**), que será utilizado ao se considerar os três mapas de densidade de fontes de contaminação, ou seja, de elevada, moderada e reduzida carga potencial (**Figura 1**).

Quadro 2 – Peso resultante da análise integrada das classes de densidade de fontes por quadrícula e carga potencial pontual de contaminação.

		Densidade	1 a 5	6 a 10	>10
Potencial	Peso		1	2	3
Reduzido	1		2	3	4
Moderado	2		3	4	5
Elevado	3		4	5	6

Na sequência ao mapa de potencial final de contaminação dos aquíferos, resultante do cruzamento da classificação das fontes e dos mapas de densidade de fontes por quadrícula de 100 m x 100 m, foi efetuada a análise integrada com o mapa de vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos e obteve-se o mapa de perigo de contaminação para as fontes pontuais potenciais, em três intervalos: elevado, moderado e reduzido, conforme **Quadro 3** e **Figura 2**.

14.º SILUSBA

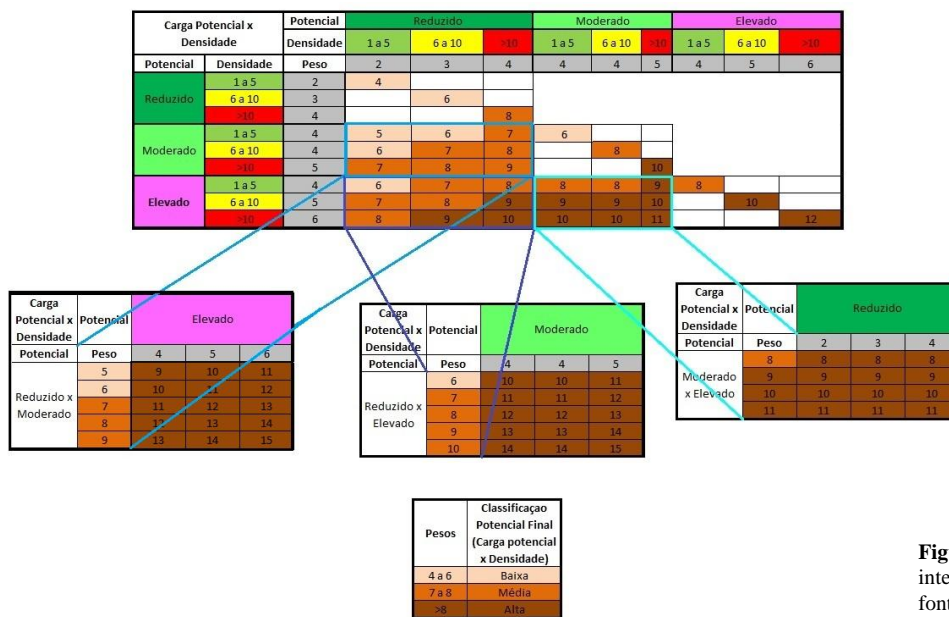


Figura 1 – Método para se efetuar análise integrada dos três mapas de densidade de fontes de contaminação de elevada, moderada e reduzida carga potencial pontual.

Quadro 3 – Classificação final do perigo de contaminação das fontes pontuais potenciais de contaminação.

PERIGO		Vulnerabilidade		
		Alta	Média	Baixa
Classificação (Carga potencial pontual x Densidade)	Alta	Elevado	Elevado	Moderado
	Média	Elevado	Moderado	Reduzido
	Baixa	Moderado	Reduzido	Reduzido

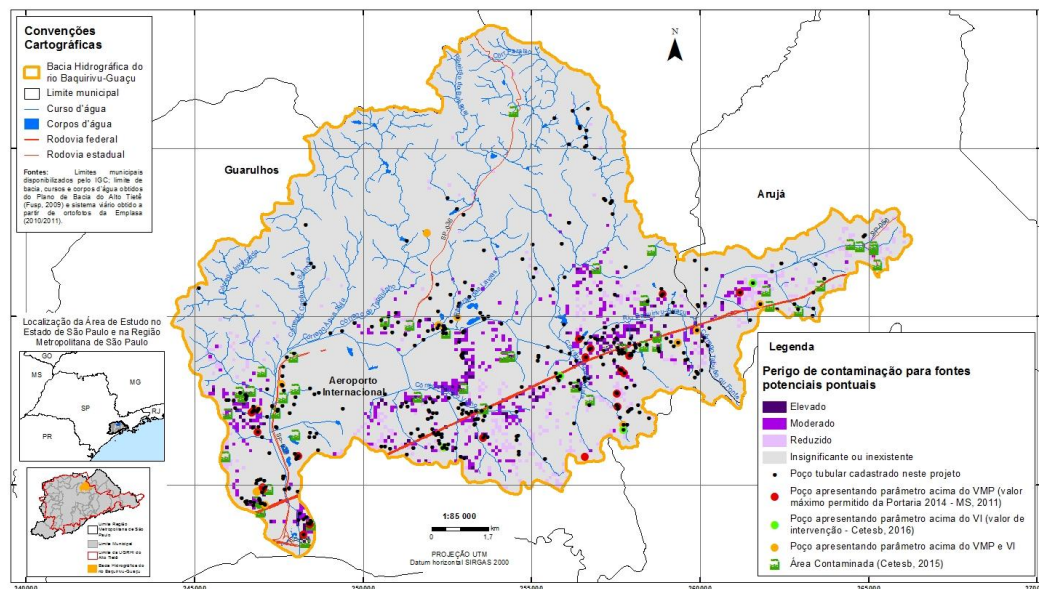


Figura 2 - Mapa de perigo de contaminação para as fontes pontuais potenciais de contaminação na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

Em relação ao mapa de perigo de fontes difusas potenciais de contaminação, o mapa das fontes potenciais de contaminação difusa da água subterrânea proveniente dos sistemas de saneamento (área urbana) e de atividade agropecuária (área rural) foi subdividido em células de 100 m x 100 m e efetuada análise integrada com o mapeamento do mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos.

Assim, obteve-se o mapa de perigo de contaminação para as fontes difusas potenciais, em três intervalos: elevado, moderado e reduzido, conforme **Quadro 4** e **Figura 3**.

Quadro 4 – Classificação do perigo de contaminação.

PERIGO		Vulnerabilidade		
		Alta	Média	Baixa
Classificação (Carga potencial)	Alta	Elevado	Elevado	Moderado
	Média	Elevado	Moderado	Reduzido
	Baixa	Moderado	Reduzido	Reduzido

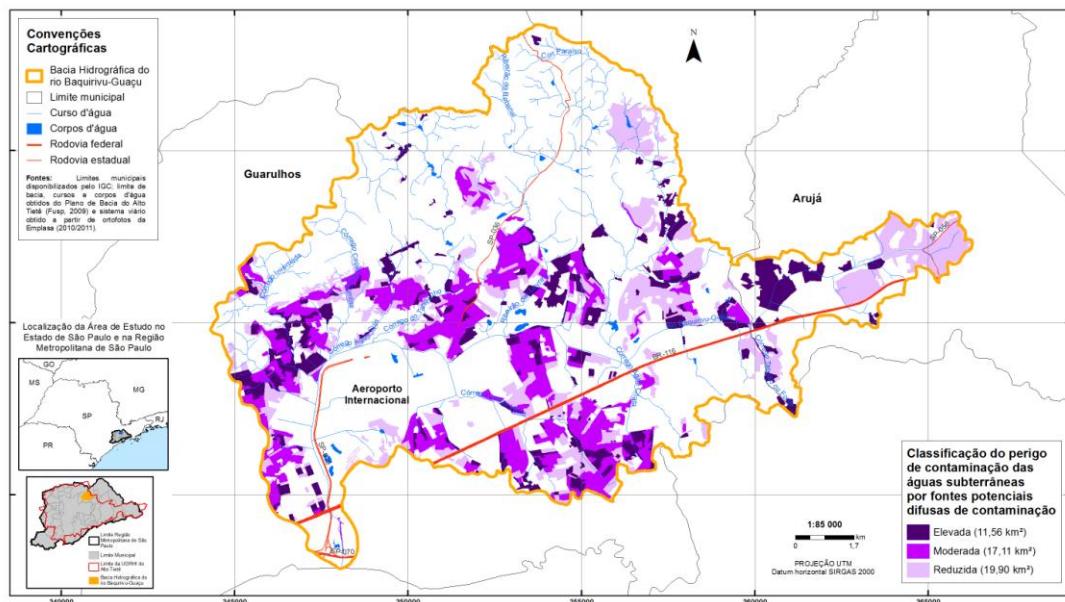


Figura 3 - Mapa de perigo de contaminação para as fontes difusas potenciais de contaminação na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

3. CONCLUSÕES

Os procedimentos que são adotados para avaliar o perigo de contaminação das águas subterrâneas significam processo de apreciação da possibilidade de um aquífero sofrer impactos negativos, decorrentes de determinada atividade humana, a tal nível que a água subterrânea se torne imprópria para o consumo, segundo os valores de referência para a qualidade da água potável.

Considerando-se os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que não existem motivações para a adoção de medidas restritivas ou prioritárias na área da Baía Hidrográfica do Rio Baquirivu-Guaçu, em relação às fontes pontuais e difusas de contaminação.

Entretanto, é importante destacar que a legislação ambiental em vigor no Estado de São Paulo já possui os mecanismos necessários para o gerenciamento do perigo de contaminação relacionado às fontes pontuais e difusas de contaminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Delimitação de Áreas de Restrição e Controle da captação e uso das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu e porção sedimentar no entorno leste, municípios de Guarulhos e Arujá, SP. Relatório Final.** 2017. IPT, São Paulo, Relatório Técnico N^o 151.233-205. 226p.
- FOSTER, S. et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais.** Banco Mundial, 2006. Washington, 104p.
- GOULART, M. E. **Efeito da implantação da Estação de Tratamento de Esgoto na qualidade da água no município de Arujá (SP).** 2013. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Centro de Pós Graduação e Pesquisa, Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2013.
- LEGISLAÇÃO**
- CRH - CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Deliberação CRH n^o 52, de 15 de abril de 2005.** Institui no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle da captação e uso das águas subterrâneas. CRH, 2005.
- INTERNET**
- PMA - PREFEITURA MUNICIPAL DE ARUJÁ. **Plano municipal de saneamento: sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário – município de Arujá.** Arujá: PMA, 2009. Disponível em: <http://governoeletronico.aruja.sp.gov.br/leismunicipais/AtosPlanejamento/Plano%20Municipal%20de%20Saneamento_Aruj%EI.pdf>. Acesso em: 28 set. 2009.
- PMG - PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS. **Plano Diretor de drenagem.** Diretrizes, orientações e propostas. Guarulhos: Secretaria de Obras e Serviços Públicos/ Secretaria Adjunta de Desenvolvimento Urbano/ Coordenadoria de Assuntos Aeroportuários, 2008. 107 p. Disponível em: <http://servicos.guarulhos.sp.gov.br/destaques/coord_assunt_aerop/plano_diretor_drenagem.pdf>. Acesso em: 19 set. 2016.
- SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE GUARULHOS. **Sabesp não aumenta vazão de água fornecida a Guarulhos e Saae tem de manter rodizio.** 2016. Disponível em: <<http://www.saaeguarulhos.sp.gov.br:8081/node/487>>. Acesso em: 28 set. 2016.
- WHATELY, M.; DINIZ, L. T. **Água e esgoto na Grande São Paulo: situação atual, nova lei de saneamento e programas governamentais propostos.** São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10369.pdf>. Acesso em: 28 set. 2016.