

# XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

## PROGRAMA AQUÍFERO GUARANI: DIFUSÃO DE HIDROGEOLOGIA NAS PRAÇAS PÚBLICAS E ESCOLAS

Valter G. Galdiano<sup>1</sup>; Celso Dal Ré Carneiro<sup>2,3</sup>; Berenice Balsalobre<sup>4</sup>, Sueli Yoshinaga Pereira<sup>5</sup>,  
Luciana Cordeiro de Souza<sup>6</sup>; Renatta Christina da Costa Lemos Vilela<sup>7</sup>; Virginio Mantesso Neto<sup>3,8</sup>;  
Andrea Bartorelli<sup>9</sup>, Mateus Delatim Simonato<sup>10</sup> & Luiz Eduardo Anelli<sup>11</sup>

**Resumo** – Existem grandes ameaças à integridade e qualidade das reservas do Sistema Aquífero Guarani (SAG). A porção mais vulnerável ao reservatório transfronteiriço está nas zonas de recarga. Apesar de existirem numerosas propostas para gestão integrada e proteção da qualidade dessas estratégicas águas subterrâneas, a maioria carece de implementação pelo poder público. O Programa educativo de divulgação, valorização e geoconservação do SAG objetiva divulgar ações indispensáveis para conter ameaças, com suporte administrativo e educativo do Museu de Mineralogia Aitiara (Botucatu/SP). Este trabalho descreve palestras, debates, documentos, *folders* e placas, bem como o trailer recentemente inaugurado, que já começou a percorrer praças públicas e escolas, com teatro, exposição e oficinas sobre a formação geológica do SAG. A apresentação teatral intitula-se *Proteção das Águas, Opção pela Vida: Aquífero Guarani, Patrimônio Geológico*; a exposição inclui amostras de arenito e basalto, minerais, maquetes, réplicas de pegadas de animais do Paleodeserto Botucatu e painéis. Duas estruturas permitem realizar oficinas artísticas, de desenho com areias e poesia sobre as águas. Não basta porém estimular a reflexão sobre geoconservação; geólogos precisam ser incluídos nas prefeituras municipais, para valorizar o patrimônio geológico singular das áreas de afloramento e estimular aproveitamento consciente das reservas fósseis do SAG na parte confinada.

**Abstract** – The Guarani Aquifer System (GAS) is a big strategic transboundary water reservoir. Among the major threats to the integrity and quality of the reserves, the recharge areas are the most vulnerable part. Many proposals for integrated management and protection of groundwater quality are available, still waiting adoption by governments. The educational SAG program of disclosure, valuation and geoconservation prioritizes scientific popularization to help preventing such threats. The Aitiara Museum of Mineralogy (Botucatu / SP) gives administrative and educational support to the program. This paper describes initiatives as lectures, discussions, folders, posters and a trailer, which already started visiting public squares and schools, offering theater activities, exhibitions and workshops on GAS and geology. The theatrical presentation is entitled "Protection of the Waters, Option for Life: Guarani Aquifer, Geological Heritage"; the exhibition includes sandstone and basalt samples, minerals, models, replicas of animal tracks of Botucatu paleodesert and panels. Two structures allow to perform artistic workshops using painting and poetry about waters. It is however not sufficient to stimulate reflections about geoconservation: geologists must be included in the

<sup>1</sup>DH Perfuração de Poços, São Paulo, SP. E-mail: [valter@dhaguas.com.br](mailto:valter@dhaguas.com.br). <sup>2</sup>Univ. Est. Campinas, Inst. Geociências, Campinas, SP. E-mail: [cedrec@ige.unicamp.br](mailto:cedrec@ige.unicamp.br). Bolsista CNPq, Brasil. <sup>3</sup>Membro do Cons. Est. Monumentos Geológicos ComGeo, São Paulo, SP. <sup>4</sup>Curadora, Museu Aitiara, Botucatu, SP. E-mail: [bere.balsalobre@gmail.com](mailto:bere.balsalobre@gmail.com). <sup>5</sup>Univ. Est. Campinas, Inst. Geociências, Campinas, SP. E-mail: [sueliyos@ige.unicamp.br](mailto:sueliyos@ige.unicamp.br). <sup>6</sup>Univ. Est. Campinas, Fac. Ciências Aplicadas, Limeira, SP, Brasil. E-mail: [luciana.fernandes@fca.unicamp.br](mailto:luciana.fernandes@fca.unicamp.br). <sup>7</sup>Graduanda em Geologia, Bolsista CNPq, Univ. Est. Campinas, Inst. Geociências, Campinas, SP. E-mail: [rettattavilela@hotmail.com](mailto:rettattavilela@hotmail.com). <sup>8</sup>E-mail: [virginio@uol.com.br](mailto:virginio@uol.com.br). <sup>9</sup>Consultor, São Paulo, SP. E-mail: [bartorelligeo@uol.com.br](mailto:bartorelligeo@uol.com.br). <sup>10</sup>Doutorando, Univ. São Paulo, Inst. Geociências, São Paulo, SP. E-mail: [madelatim@gmail.com](mailto:madelatim@gmail.com). <sup>11</sup>Univ. São Paulo, Inst. Geociências, São Paulo, SP. E-mail: [anelli@usp.br](mailto:anelli@usp.br).

municipal governments, to enhance the natural geological heritage of the outcrop areas and to stimulate conscious use of the water fossil reserves in the confined part.

**Palavras-Chave** – Aquífero Guarani, Ensino de Geologia, interdisciplinaridade.

## **INTRODUÇÃO**

O Programa educativo de divulgação, valorização e geoconservação do Sistema Aquífero Guarani (SAG) foi concebido com a finalidade principal de divulgar amplamente as características especiais, a qualidade, os volumes acessíveis, as iniciativas voltadas para disciplinar as ações humanas (e.g. Albuquerque Filho et al., 2010; Albuquerque Filho, coord., 2011; Souza, 2014a, 2014b) e sobretudo as ameaças à integridade das águas de um vasto reservatório transfronteiriço (Rocha, 1997) que pode abastecer numerosas cidades de quatro países sul-americanos (Galdiano et al., 2014a; 2014b).

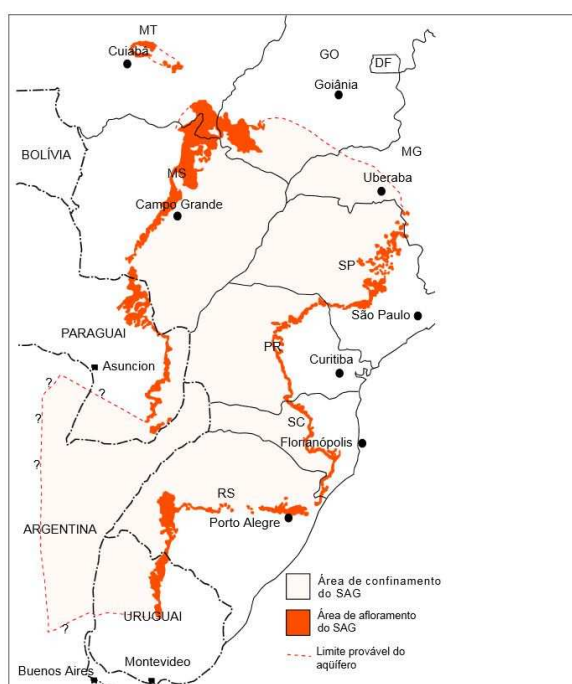
O relatório de síntese produzido pela OEA (2009) estima a área total de ocorrência do SAG no Estado de São Paulo em aproximadamente 143.000 km<sup>2</sup> (OEA, 2009). A área de recarga direta do SAG corresponde à faixa aflorante, que se situa na borda leste-sudeste do Estado, ocupando aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup>. A oeste desse domínio, o sistema aquífero está confinado sob pacote de derrames basálticos, distribuindo-se por cerca de 128.000 km<sup>2</sup> (Albuquerque Filho et al. 2010). A espessa cobertura de rochas basálticas na porção confinada do SAG oferece proteção quanto a possíveis atividades poluidoras; portanto, a área de afloramento é a porção mais vulnerável à contaminação. Deve-se priorizar o planejamento territorial na parte oriental, visando à proteção do sistema como um todo (Albuquerque Filho, coord. geral, 2011).

O programa é aberto à participação de especialistas, pesquisadores, profissionais e outros interessados que contribuam na organização de atividades e ações educativas destinadas a sensibilizar a população, instâncias do poder público e comunidades locais quanto à necessidade, sobretudo no Brasil, de se impedir ou pelo menos minimizar ações capazes de comprometer a integridade do SAG.

### **Poluição e contaminação**

Diversas atividades humanas podem causar mudanças, diretas ou indiretas, na qualidade das águas subterrâneas. Mudanças de qualidade podem acontecer sem interferência direta do homem, devido a processos químicos, físicos e biológicos naturais; entretanto, quando substâncias naturais ou artificiais são introduzidas na natureza pela atividade humana, podem passar a fazer parte do ciclo geoquímico e, ao longo de uma série de processos, atingir reservatórios de águas subterrâneas.

Convém distinguir os conceitos de poluição e contaminação do sistema aquífero (Souza, 2014a): toda e qualquer alteração de origem antrópica na qualidade de águas é denominada *poluição*, enquanto *contaminação* corresponde a uma alteração ou degradação da qualidade natural da água subterrânea que atinja níveis capazes de afetar e prejudicar a saúde humana e a dos animais que a consomem. Além dos casos conhecidos de contaminação do SAG, diversas medidas podem degradar zonas de importância hidrogeológica, como o parcelamento do solo sem estudo de impacto ambiental e geotécnico, práticas agrícolas inadequadas e uso intensivo de produtos químicos-biológicos e transgênicos. Para as águas do SAG estes são fatores críticos, por serem águas naturalmente potáveis, classificadas como bicarbonatadas sódicas e cálcio-magnesianas nas proximidades da área de recarga direta (Assine et al., 2004).



**Figura 1. Áreas de recarga do SAG. Fonte:**

[http://projects.inweh.unu.edu/inweh/getdocument.php?F=1223126756\\_4bac326f2e8295.05814117](http://projects.inweh.unu.edu/inweh/getdocument.php?F=1223126756_4bac326f2e8295.05814117)

Em São Paulo e outros estados documentam-se casos de contaminação na parte sedimentar aflorante do SAG. Cerca de nove milhões de habitantes se abastecem atualmente das reservas, mas o número pode ultrapassar 1.500 municípios e 23 milhões de pessoas.

A qualidade das águas do SAG é ameaçada ainda pela possível adoção de métodos de extração não-convencional de gás de folhelhos pirobotuminosos sotopostos na coluna estratigráfica regional (Rocha et al., 2013). As decisões, se ignorarem o conhecimento científico e as pesquisas destinadas a ampliá-lo, podem interferir na qualidade das águas e comprometer irremediavelmente o aproveitamento futuro.

## **A noção de pertencimento e a questão da proteção das águas subterrâneas**

Carneiro et al. (2104), apoiados em estudos prévios, apresentam a noção de pertencimento, segundo a qual quando os cidadãos não se sentem vinculados às cidades ou localidades onde vivem formam-se barreiras para formação de uma consciência dos problemas ambientais. O fenômeno é consequência direta da perda de significado de certos valores. Os autores levantam a hipótese de que pode haver substancial contribuição das Geociências para construir o desejável vínculo ao lugar e apresentam exemplos de conhecimentos específicos, relacionados à vizinhança mais imediata do estudante, que são potencialmente capazes de contribuir "para formar pessoas comprometidas com o próximo e com o planeta".

Quando se trata de reservatórios "invisíveis", como é o caso das águas subterrâneas, o problema se agrava, diante da dificuldade de as pessoas compreenderem em que consistem as reservas e quais os motivos que levam os especialistas a considerar que elas são finitas e passíveis de perda irreparável caso aconteça o fenômeno da contaminação de sistemas prístinos, uma notável qualidade da maior parte do SAG.

## **Fundamentação legal**

O município de Ribeirão Preto, pioneiro na extração de águas do SAG nos anos 1930, definiu regras rígidas de manejo para coibir captação irregular e/ou excessiva por 250 poços em operação. No município, decisões do Poder Executivo são objeto de ações do Ministério Público Estadual e da Sociedade Civil, que buscam proteger áreas de recarga do SAG. Medidas destinadas a disciplinar a proteção das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no plano Diretor do município de Araraquara/SP foram propostas por Souza (2014a).

Souza (2014a) discorre sobre a legislação ambiental brasileira, que considera bem avançada, por incluir "verdadeiro arsenal legislativo", aplicável ao disciplinamento de ações voltadas quer de forma direta, quer de forma indireta, à proteção e ao uso das águas subterrâneas. A autora assinala que, no Brasil, somente dez estados-membros possuem legislação específica sobre águas subterrâneas, "denotando o grande descaso legislativo sobre o tema e o perigo ainda maior de ocorrências de poluição e contaminação de nossos mananciais". Souza Fernandes (2014b) propõe a adoção de um novo olhar no uso e ordenação do solo, tendo em vista que "a ordenação para uso do solo deve se dar a partir de seu subsolo, quando da constatação da presença de águas subterrâneas, identificando-se suas áreas vulneráveis". O instrumento que propõe para tal finalidade é o Zoneamento Especial Ambiental (ZEA), que pode ser criado por lei municipal como ferramenta do Plano Diretor.

No âmbito estadual, Albuquerque Filho (coord. geral, 2011) propõe a adoção do mecanismo da "Área de Proteção e Recuperação de Manancial (APRM) ", previsto na Lei Estadual nº 9.866/97, que se destina à gestão territorial, com ênfase nas especificidades regionais e na descentralização das ações requeridas para recuperação e proteção de mananciais. A Área de Proteção e Recuperação de Manancial denominada APRM-SAG ocupa aproximadamente 26.000 km<sup>2</sup> e é exclusivamente delimitada com base em critérios hidrogeológicos. Corresponde à zona de afloramento do SAG no Estado de São Paulo, somando-se, de acordo com o atual estágio de conhecimento cartográfico, "uma faixa de segurança de 2,0 km de largura ao longo de todo o perímetro (*buffer*)":

A criação da Área de Proteção e Recuperação de Manancial (APRM-SAG) é de interesse estratégico, tanto pelo significado em termos da recarga do aquífero, como também pelo potencial de contaminação das atividades que ali se desenvolvem. Nesse sentido, o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo (PDPA) busca contribuir para um novo modelo de gestão coordenada, fornecendo orientações e diretrizes para a ocupação em cada Área de Intervenção delimitada (Albuquerque Filho et al. 2010, p.11).

Albuquerque Filho et al. (2010) assinalam ainda que:

Uma vez que em uma importante parcela da APRM-SAG ocorrem atividades de pastagem e agricultura, e que as atividades agrícolas utilizam quantidades significativas de agrotóxicos, deve-se incentivar melhores práticas agrícolas, com o uso controlado de agroquímicos, visando à proteção do SAG. Vale ressaltar que as áreas urbanas das cidades de maior porte - Piracicaba, Rio Claro, Araraquara, São Carlos, Ribeirão Preto, Franca, entre outras – não estão localizadas, ou possuem apenas uma parcela de suas áreas, na APRM-SAG. Isso minimiza possíveis contaminações difusas oriundas da ausência de rede coletora de esgoto, devido ao saneamento in situ, e possibilita, ainda, que um significativo número de empreendimentos (fontes pontuais) não esteja localizado na área de afloramento do SAG (Albuquerque Filho et al. 2010).

Com base na legislação e no conhecimento técnico sobre aquíferos, Souza (2014a) entende que a adoção de medidas restritivas de uso do solo é a forma mais eficaz para proteção dos aquíferos e conclui que cada plano diretor municipal pode contemplar esse tipo de medidas. No exemplo de Araraquara que analisa, sugere a possibilidade de emergir um "paradigma para outros tantos municípios que se servem das águas subterrâneas", caso a cidade acolha proposições pioneiras dirigidas para a proteção das águas, no respectivo ordenamento jurídico municipal.

## **Fundamentação geológica e atividades desenvolvidas**

A fundamentação geológico-estratigráfica, bem como os conceitos essenciais sobre o projeto, acham-se descritos em Galdiano et al. (2014b), sendo desnecessário reproduzir as informações neste trabalho. A estrutura jurídica e institucional do Programa Aquífero Guarani é assegurada pelo MuMA (Museu de Mineralogia Aitiara), de Botucatu/SP, que tem obtido recursos e apoio, ao mesmo tempo em que oferece suporte científico e educativo para as ações.

Na presente comunicação descrevem-se brevemente as atividades realizadas nos dois anos transcorridos desde o lançamento do programa, que incluem palestras, debates, audiências públicas, artigos de divulgação científica, documentos, *folders* e placas educativas, bem como o equipamento (trailer) inaugurado no aniversário da cidade de Botucatu, em 14 de abril de 2016. A exposição *Proteção das Águas, Opção pela Vida: Aquífero Guarani, Patrimônio Geológico* percorrerá praças públicas e escolas, montada sobre um trailer especialmente concebido para as atividades de divulgação científica. O evento completo do trailer itinerante divide-se em uma apresentação teatral sobre a formação geológica do SAG, que acontece em palco formado por uma parede lateral que desce e se apoia em estrutura metálica. A exposição científica inclui painéis, amostras de arenito e basalto, minerais, maquetes, réplicas de pegadas de animais do Paleodeserto Botucatu. Nas laterais se abrem duas estruturas para oficinas; uma delas artística, “Desenhando com areias do Arenito Botucatu”; e outra, literária: “Poesia para as águas subterrâneas”.

## **AÇÕES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

O Programa Aquífero Guarani pretende divulgar amplamente o conhecimento geocientífico, tendo sido concebido sob perspectiva interdisciplinar, que se dispõe a romper fronteiras artificiais entre áreas do saber (Galdiano et al. 2014b). Os esforços concentram-se na divulgação ampla e tão aprofundada quanto possível de conceitos de diversas áreas do conhecimento. O programa é permanente, constando de instalações fixas e atividades didáticas de vários tipos. Os primeiros passos foram dados na cidade de Botucatu e localidades vizinhas no Estado de São Paulo, mas o programa deve expandir-se. O grupo proponente pretende fazer crescer a iniciativa, nos planos nacional e internacional, buscando associações e parcerias com pessoas físicas e instituições.

### **Projeto Caminhos Geológicos / SP**

Uma das ações mais relevantes para ampla difusão do conhecimento é despertar interesse de forma dirigida, como por meio da instalação de placas rodoviárias ao longo das estradas que cortam as áreas de afloramento do SAG. Mediante acordo com o projeto *Caminhos Geológicos* do DRM/RJ (<http://www.drm.rj.gov.br/caminhosgeologicos>), foi concebido o *Projeto Caminhos Geológicos / SP* que prevê elaboração de painéis didáticos e posterior colocação em áreas de acesso gratuito à margem de rodovias (Figs. 2 e 3). Diversos modelos e exemplos de placas foram concebidos para orientar e auxiliar o trabalho. A integração de dados sobre o SAG é feita na forma de “Percurso Pedagógico Geológico”, que destacam a importância, os atrativos e a necessidade de conservá-lo, além de divulgar dados relevantes da história geológica.



(a)



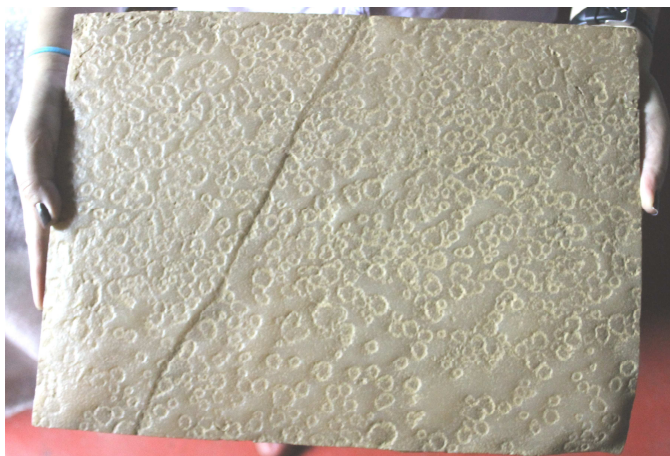
(b)

**Figura 2. Logotipos do Programa SAG: (a) Programa educativo de divulgação, valorização e geoconservação do Sistema Aquífero Guarani (SAG); (b) Projeto Caminhos Geológicos / SP**



**Figura 3. Exemplo de placa de indicação a ser instalada à margem da Rod. Castelo Branco**

Uma página na web será organizada para abrigar o conjunto de informações e descrições. As placas físicas, contudo, constituem o principal volume de atividades, aproveitando-se exemplos do DRM/RJ, da Mineropar e do Instituto Geológico/SMA. Os trabalhos são apoiados em visitas de campo, aquisição de fotografias das unidades geológicas, produção de réplicas de feições notáveis das rochas do paleodeserto (Fig. 4) e uma descrição pormenorizada dos fatores e ações humanas capazes de ameaçar a qualidade das águas do aquífero.



(a)



(b)

**Figura 4. Exemplos de réplicas: marcas de chuva (a) e pegadas de mamífero marsupial (b)**

Os participantes do programa realizaram reuniões com profissionais responsáveis por ações de governo e pela coordenação de contratos com usuários das margens das rodovias, formados por postos de abastecimento, restaurantes, cafés, locadores de espaço para placas etc. Os entendimentos poderão envolver a agência ARTESP e prefeituras municipais para obter autorização para colocação



deplacas. Uma vez obtida a autorização, as empresas concessionárias de rodovias podem providenciar e instalá-las. Em paralelo à ideia de instalar placas orientativas, alguns locais foram selecionados para implantação de pequenos centros de exposição em postos-restaurantes. Dependendo da disponibilidade de espaço, serão organizadas pequenas mostras com painéis sobre o Paleodeserto Botucatu, amostras, maquetes e réplicas de pegadas identificadas de animais. Estão sendo feitos contatos com diversas secretarias municipais de turismo do Estado de São Paulo, com apoio do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), para ações conjuntas de divulgação científica voltada à geologia, conformação das paisagens e sistemas aquíferos.

### **Teatro e Projeto do Trailer Itinerante**

Com a realização pelo MuMA – Museu de Mineralogia Aitiara e apoio do ProAc – Programa de Ação Cultural da Secretaria Estadual de Cultura do Estado de São Paulo, foi inaugurado no dia de aniversário da cidade de Botucatu (14 de abril) uma exposição do Aquífero Guarani, montada sobre um trailer. A exposição *Proteção das Águas, Opção pela Vida: Aquífero Guarani, Patrimônio Geológico*, idealizada pelo MuMA e pelo Programa Guarani, tem na educação ambiental e na divulgação científica os seus principais objetivos. A iniciativa contempla uma apresentação teatral sobre a formação geológica do SAG, que acontece em palco formado por uma parede lateral que desce e se apoia em estrutura metálica. O trailer e o museu itinerante percorreram praças públicas e escolas, com a finalidade de promover nas escolas públicas de Botucatu e região as seguintes atividades:

1 – Por meio da arte teatral, a peça “Mãe Terra” conta a história geológica da formação do Sistema Aquífero Guarani, faz o público escolar refletir sobre a “memória da Terra”, suas transformações, o antigo deserto Botucatu, o derrame basáltico e como as águas ficaram reservadas no arenito. Tudo acontece de forma lúdica, musical e bem humorada.

2 – Na parte interna do trailer, organizaram-se informações, ilustradas com material educativo, que são trabalhadas por monitores e professores; os itens presentes são: uma exposição com rochas e minerais, uma maquete interativa do sistema das águas na região das Cuestas Basálticas, uma proposta de Caminhos Geológicos na Rodovia Castelo Branco, cinco réplicas de pegadas de animais encontradas no Paleodeserto Botucatu.

3 – A terceira parte do Projeto promove oficina para desenhar com tintas elaboradas com as terras da região, formada pelos arenitos, com cores que remetem ao deserto. Muitos tons podem surgir da mistura dessas terras, o que enriquece o trabalho e o estímulo para pintar.

4 – A quarta e última parte do Projeto é a oficina literária, com a proposta de criação de Hai-Kai – poemas curtos para as águas profundas, inspirados nesta forma de poética japonesa.



O Projeto foi apresentado em muitas escolas de Botucatu e já atingiu cerca de 5.000 alunos do ensino fundamental e médio, levando o conhecimento da geologia e a importância da preservação do patrimônio geológico da região, as Cuestas Basálticas. O Projeto tem como esteio a possibilidade de deslocamento de um “museu”, que facilitando sua visibilidade, tornando a informação democrática e levando o conhecimento científico para fora dos muros da Academia.



**Figura 5. Registro fotográfico de atividades artísticas e oficinas realizadas em Botucatu: peça de teatro (a, b e c); material educativo da parte interna do trailer, sendo trabalhado por professora (d); oficina de pintura com terras (e) e oficina literária com Hai-Kai (f)**

O projeto do trailer e o teatro possuem afinidade com ações atualmente em desenvolvimento com apoio das empresas concessionárias de rodovias. Mobilidade é o tema central tanto para diversos grupos que se propõem a desenvolver trabalhos educativos como para grupos de teatro. Um

modelo de ônibus – denominado BUZUM – e uma revista em quadrinhos têm sido linhas apoiadas pelas empresas, com a finalidade de levar a proposta às escolas das cidades [[www.buzum.com.br](http://www.buzum.com.br)].

## DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES

O Programa SAG propõe proteger com racionalidade as reservas do Aquífero Guarani e inserir o tema da geoconservação junto à população e em toda a educação básica, por meio de textos sobre origem e história geológica, painéis, maquetes, amostras de rochas, minerais, réplicas e até mesmo intervenção teatral e oficinas didáticas. Percebe-se que a questão extrapola o mero interesse por divulgação científica, porque evidencia a necessidade de que o conhecimento científico seja amplamente compartilhado, para que a população deixe de ficar à margem de decisões que lhe dizem respeito.

Os profissionais integrantes do *Programa Sistema Aquífero Guarani (SAG)* atuam voluntariamente por acreditarem que o efeito multiplicador de ações institucionais voltadas para a educação sobre a importância do SAG e a geoconservação resultará na formação de cidadãos-usuários conscientes do emprego de práticas sustentáveis e vigilantes para cobrar políticas públicas no mesmo sentido.

Decisões equivocadas já redundaram em situações de comprometimento da qualidade das águas do SAG; muitas delas ainda estão mal documentadas e pouco esclarecidas. O poder público, como vimos, é responsável pelo estabelecimento de regras de interesse geral, sobretudo diante do mencionado "arsenal legislativo" brasileiro, passível de ser aplicado para disciplinar ações em defesa de um bem de interesse difuso: as águas subterrâneas. A proteção aos mananciais deve estar em posição de destaque na agenda política, e portanto o planejamento não pode ser postergado. O custo de recuperação de terrenos contaminados cresce exponencialmente quanto maior for a extensão das manchas de contaminantes, tornando-se absolutamente inviável até mesmo para o caso de países com economias altamente vigorosas.

É obrigação das atuais gerações pensar em soluções e medidas que garantam o abastecimento atual responsável e viabilizem o aproveitamento futuro de água de ótima qualidade.

A sociedade provida de conhecimento técnico para defender propostas de modelo sustentável de uso e ocupação na área de afloramento do SAG e de aproveitamento consciente dos recursos hídricos subterrâneos poderá fortalecer sua participação na estrutura organizacional do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, participação esta que é garantida por lei.

Dentre os pontos acima expostos que, em resumo, dizem respeito ao **uso sustentável** do SAG, e também como decorrência desses pontos, destacamos a importância do efeito multiplicador de ações institucionais voltadas para educação e geoconservação tanto junto ao usuário-cidadão, como

também junto aos órgãos públicos, em todos os níveis. Enfatizamos a necessidade de que os municípios contem com equipes multidisciplinares de planejamento do uso e ocupação do solo de suas áreas territoriais, que tem sido defendida por instituições como ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas), ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental), SBG (Sociedade Brasileira de Geologia) e principalmente SIGESP (Sindicato dos Geólogos do Estado de São Paulo ) e também a Febrageo (Federação Brasileira de Geólogos).

Neste contexto atribuímos uma participação decisiva ao profissional de geologia. Este poderá contribuir sobremaneira não apenas para assumir liderança técnica nos campos de sua especialidade, já que muitas vezes se exigem decisões bem fundamentadas, mas também contribuir efetivamente para o êxito dos planos diretores dos municípios, ao contemplar de forma geral todos os aspectos envolvidos no planejamento integrado entre o homem e o meio que ocupa (ou fatalmente ocupará).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os autores estabelecem clara conexão dos objetivos do programa com a abertura de espaços de reflexão a respeito de temas ligados a geoconservação e a contribuição significativa para formar uma consciência de conservação do meio ambiente. As iniciativas atingiram até o momento alguns milhares de jovens, mas o número precisa ser multiplicado. Essa é a razão principal do convite permanente a todos que quiserem somar esforços nas iniciativas do Programa SAG.

A proteção do Aquífero Guarani e suas áreas de afloramento vai além da simples questão ambiental. O dever constitucional do Poder Público e da coletividade de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988, art. 225 CF/88) faz do programa aqui apresentado uma forma de divulgar este imenso patrimônio ambiental e cultural do povo brasileiro, capacitando a participação da população nos processos decisórios legais sobre o uso e ordenação do solo. A concepção central é a de que as sociedades devem assumir, em seu benefício, diversificado leque de cuidados individuais e coletivos, especialmente quando se trata de um bem aparentemente invisível, porque situado nas profundezas da Terra. Buscamos despertar consciências e formar nova cultura que ajudará a manter saudável o estratégico reservatório para muitas gerações.

Uma das principais conclusões obtidas é a de que o profissional de geologia precisa estar presente nas equipes técnicas de prefeituras municipais, assumindo papel efetivo na vida cotidiana das cidades, na formulação e implementação de planos diretores.

Em síntese, o Programa SAG pretende amplificar as vozes que ecoam para: a conservação do patrimônio geológico singular das áreas de afloramento da sequência vulcano-sedimentar do Grupo São Bento; o aproveitamento consciente das reservas hídricas fósseis do SAG em toda a sua extensão confinada; o uso sustentável das reservas hídricas renováveis na área de afloramento do

SAG; e o ordenamento e uso do solo com foco na proteção da qualidade das águas subterrâneas nas áreas de recarga do SAG.

A iniciativa voluntária dos autores e demais integrantes do Programa SAG, bem como dos parceiros que investiram e investirão nas propostas de ampliar o uníssono pela geoconservação do SAG, se justifica e se motiva pela silenciosa ausência de políticas públicas.

Além disso, é impossível implantar um programa de gerenciamento efetivo de uso sustentável da reserva estratégica do SAG, parte fundamental do ciclo hidrológico de toda a Bacia do Paraná e do abastecimento de milhões de cidadãos, sem um programa permanente de estudos e pesquisas. Isso revela a necessidade de que os órgãos do sistema nacional-estadual-local mantenham programa contínuo de pesquisas em torno do SAG. Não existe atualmente qualquer trabalho sistemático a respeito do *status* atual de uso das águas subterrâneas do SAG. Comemoram-se quase 10 anos da conclusão dos notáveis trabalhos de inventário e avaliação desenvolvidos pela Agência Nacional de Águas – Secretaria Nacional de Recursos Hídricos (ANA-SNRH) com recursos da Organização dos Estados Americanos (OEA) e em parceria com os demais países do Mercosul (onde o SAG se faz presente). Podemos dizer que perderam atualidade. Cada estado deveria concentrar esforços no mesmo rumo; no Estado de São Paulo, implantou-se em Ribeirão Preto a *Área Piloto do SAG* dentro do projeto da OEA. As iniciativas parecem ter-se congelado no tempo.

Foram investidos recursos do Banco Mundial da ordem de US\$ 30 milhões para estudos do SAG nos quatro países abrangidos na área de ocorrência (Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina). Os estudos reuniram inúmeras propostas para gestão integrada e proteção da qualidade das águas subterrâneas, mas quase nada do que foi proposto está implementado pelo poder público.

Atrevemo-nos a afirmar que o tempo das cidades evoluiu rápido, as águas continuam a fluir lentamente, e aqueles estudos se desfocaram, mais lentamente ainda... da realidade atual.

## Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE FILHO, J.L. Coord. Geral. 2011. Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo / CPLA, Coordenadoria de Planejamento Ambiental. (Publ. IPT 3012). 102p.

URL: [http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/cpla/PDPA\\_Sistema\\_Aquifero\\_Guarani\\_SMA\\_2011.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/cpla/PDPA_Sistema_Aquifero_Guarani_SMA_2011.pdf). Acesso 27.06.2016.

ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; Carvalho, A.M.de; Barbosa, M.C.; Ikematsu, P.; Freitas, C.G.L.de; Monteiro, A.C.M.C.; Iritani, M.; Pressinotti M.M.N.; Rocha, G.A.; Takahashi, A.T.; Silva, M.P.M.da; Kovacs, A.; Camargo, G.G.de. 2010. Plano de desenvolvimento e proteção ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo: proposta preliminar. In: ABAS, CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16, São Luís. *Anais...*, 12 p. URL: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23115>. Acesso 27.06.2016.



- ASSINE, M.L.; Piranha, J.M.; Carneiro, C.D.R. 2004. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: MANTESSO NETO, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito-Neves, B.B.de. orgs. 2004. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Ed. Beca. p. 77-93. (Cap. 5).
- BRASIL. 1988. *Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm), acesso em 01/07/2016.
- CARNEIRO, C.D.R.; Barbosa, R., Malaquias Jr., J.R., Lima, A.T.F. 2014. Projeto Geo-Escola em Cajamar e Monte Mor (SP): ambientes para ensino-aprendizagem e revalorização do lugar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 47, Salvador, 2014. *Anais...* Salvador, SBGeo. CD-ROM 47CBG, PAP015320. (Sessão Técnica STC01 “Ensino e educação em Geociências”).
- COELHO, V.M.T.; Duarte, U. 2003. Perímetros de proteção para fontes naturais de águas minerais. Curitiba: ABAS, *Revista Águas Subterrâneas*. (17):77-90.
- GALDIANO, V.G.; Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Anelli, L.E. 2014a. Iniciativa de divulgação voltada para proteção do Aquífero Guarani, patrimônio geológico mundial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 47, Salvador, 2014. *Anais...* Salvador, SBGeo. CD-ROM 47CBG, PAP015383. (Sessão Técnica STC01 “SP25- Geodiversidade e Geoconservação”).
- GONÇALES, V.G.; Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Anelli, L.E.; Balsalobre B. 2014b. Programa educativo de divulgação, valorização e geoconservação do Aquífero Guarani. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRANEAS, 18, Belo Horizonte, 2014. *Trab. Completos...* Belo Horizonte, ABAS. URL: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28384/18478>. Acesso 27.06.2016.
- ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS, OEA. 2009. *Aquífero Guarani: programa estratégico de ação = Acuífero Guaraní: programa estatégico de acción*. Ed. bilíngüe. Brasil; Argentina; Paraguai; Uruguai. OEA. 424p.
- ROCHA, G.A. 1997. O grande manancial do Cone Sul. *Estudos Avançados USP*, **11**(30):191-212. URL: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141997000200013>.
- ROCHA, G.A.; HIRATA, R.C.A.; SCHEIBE, L.F. 2013. Licitação do GÁS DE XISTO. Carta aberta à Excelentíssima Senhora Presidenta Dilma Rousseff. *Terrae Didatica*, **9**(1):64. URL: <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/terraedidatica/article/view/1092>.
- SOUZA FERNANDES, L.C.de. 2014a. O disciplinamento da proteção das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no plano Diretor do município de Araraquara - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRANEAS, 18, Belo Horizonte, 2014. *Trab. Completos...* Belo Horizonte, ABAS. URL: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28340/18443>. Acesso 27.06.2016.
- SOUZA FERNANDES, L.C.de. 2014b. A necessidade do protagonismo dos municípios por meio da criação de legislação urbano-ambiental para proteção das áreas vulneráveis dos aquíferos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRANEAS, 18, Belo Horizonte, 2014. *Apresentações...* Belo Horizonte, ABAS. URL: [http://abas.org/congresso/apresentacoes/1710quartzo/mr9\\_abas\\_2014\\_luciana.pdf](http://abas.org/congresso/apresentacoes/1710quartzo/mr9_abas_2014_luciana.pdf). Acesso 27.06.2016.