

PROJETO GUARANI - PROGRAMA EDUCATIVO DE DIVULGAÇÃO, VALORIZAÇÃO E GEOCONSERVAÇÃO DO AQUÍFERO GUARANI

Valter G. Gonçalves¹; Virgínio Mantesso-Neto²; Andrea Bartorelli³, Celso Dal Ré Carneiro^{2,4}, Luiz Eduardo Anelli⁵ & Berenice Balsalobre⁶

¹DH Perfuração de Poços Ltda., São Paulo, SP, e-mail: valter@dhaguas.com.br; ²Membro do ComGeo, Conselho Estadual de Monumentos Geológicos, São Paulo, SP, e-mail: virgínio@uol.com.br; ³Consultor, São Paulo, SP, e-mail: bartorelligeo@uol.com.br; ⁴Univ. Est. Campinas, Inst. Geociências, Campinas, SP, e-mail: cedrec@igeunicamp.br; ⁵Univ. São Paulo, Inst. Geociências, São Paulo, SP, e-mail: anelli@usp.br; ⁶Curadora do Museu de Mineralogia Aitiara, Botucatu, SP, e-mail: bere.balsalobre@gmail.com

Resumo – O Aquífero Guarani, quarto maior reservatório subterrâneo de água doce do mundo e segundo maior transfronteiriço, é um relevante item do patrimônio geológico mundial e principal fonte de água para centenas de cidades. O Aquífero Guarani resulta de singular história geológica: as águas abrigam-se em rochas formadas em ambiente desértico há milhões de anos, cujas características sedimentométricas proporcionam excelentes condições de armazenamento. O Brasil ocupa quase $\frac{3}{4}$ da área total do aquífero, sendo o restante distribuído principalmente na Argentina, e parcela menor sob Paraguai e Uruguai. A qualidade das águas corre risco crescente de ser irremediavelmente comprometida por atividades agrícolas, industriais, urbanas e de disposição de resíduos, sobretudo na porção mais vulnerável, as zonas de recarga. Esse contexto incentivou os autores a conceber um programa abrangente de divulgação, valorização e preservação do Aquífero Guarani. A iniciativa começa no Estado de São Paulo, mas o grupo busca parcerias para expandi-la a outras regiões. São previstos vários tipos de recursos didáticos, como Percursos Pedagógicos Geológicos e painéis educativos, a serem colocados em áreas de acesso gratuito à margem de rodovias, de modo a destacar a importância, os atrativos e a necessidade de preservar o Aquífero, além de divulgar essa notável herança geológica.

Palavras-Chave – Divulgação científica; Geoconservação; Aquífero Guarani.

Abstract – The Guarani Aquifer is the fourth largest underground reservoir of fresh water in the world and the second largest cross-border aquifer. It is the main source of water for hundreds of cities, and it is also a world geological heritage. The waters are hosted in rocks formed in a desert

environment, millions of years ago; the sedimentometric characteristics provide excellent storage conditions. Brazil occupies almost three quarters of its area, the remainder being distributed mainly in Argentina, and smaller portions in Paraguay and Uruguay. The quality of the water is under risk of being increasingly and irreversibly impaired by agricultural, industrial and urban waste disposal activities, particularly in the most vulnerable portions: the recharge areas. The authors created a comprehensive program to bring to the general public information about the aquifer's importance, value, touristic attractions, and, particularly, need for conservation. The program is being initially deployed in the state of São Paulo, but the group seeks partnerships to expand it to other regions. Various types of educational resources are under development, such as conferences, Pedagogical Courses, and geological/educational panels, to be placed in areas of free access along highways.

Keywords – Popular science, geoconservation, Guarani aquifer.

INTRODUÇÃO

A expressão Aquífero Guarani substituiu aquela anteriormente utilizada de “Aquífero Botucatu”. Em vastas áreas, esse extenso reservatório natural subterrâneo é a única fonte de água adequada a consumo humano ou, pelo menos, a mais facilmente acessível. As águas são utilizadas para abastecer centenas de cidades de quatro países, por meio de poços de profundidade variada. Entretanto, a qualidade corre risco crescente de ser irremediavelmente comprometida, devido a atividades agrícolas, industriais, urbanas e de disposição de resíduos; a fragilidade do aquífero à poluição aumenta nas zonas onde ele aflora (ou seja, onde está presente na superfície) – entre outras, na região de Botucatu. Além do aspecto utilitário, o Aquífero Guarani é elemento importante do Patrimônio Geológico, em escala mundial.

Baseado em tais dados e preocupações, está sendo aqui proposto um **Programa Educativo** para divulgação, valorização e preservação do Aquífero. O Brasil tem a condição privilegiada de deter quase $\frac{3}{4}$ da área total do aquífero, sendo o restante distribuído principalmente na Argentina, e parcela menor sob Paraguai e Uruguai (Fig. 1).

O programa terá caráter permanente e constará de instalações fixas e atividades didáticas de vários tipos. Começará na cidade de Botucatu, Estado de São Paulo, mas deverá expandir-se. Em médio e longo prazos, o objetivo do grupo proponente é que a iniciativa experimente crescimento nacional e internacional, principalmente por associações e parcerias; a participação é aberta a todos os interessados, tanto pessoas físicas quanto instituições, em enfoque transdisciplinar. Esse modo de trabalho ultrapassa as disciplinas aplicadas, cruza fronteiras e aplica conhecimentos de múltiplas

disciplinas sempre que a aplicação for adequada, independente do indivíduo aplicador, sua origem ou disciplina de formação original. (Instituto SER, s/d). Programas similares serão também estimulados; a região amazônica, detentora do maior aquífero do Brasil, será prioritária nessa linha (Musa, s/d).

O objetivo dos Proponentes é eliminar fronteiras artificiais entre áreas do saber, e, mantendo como fulcro e mote o conhecimento geocientífico, colimar esforços em busca de ampla divulgação de conceitos de diversas áreas do conhecimento. Neste artigo são apresentados os fundamentos e os diversos passos para materialização da parte inicial do Projeto.

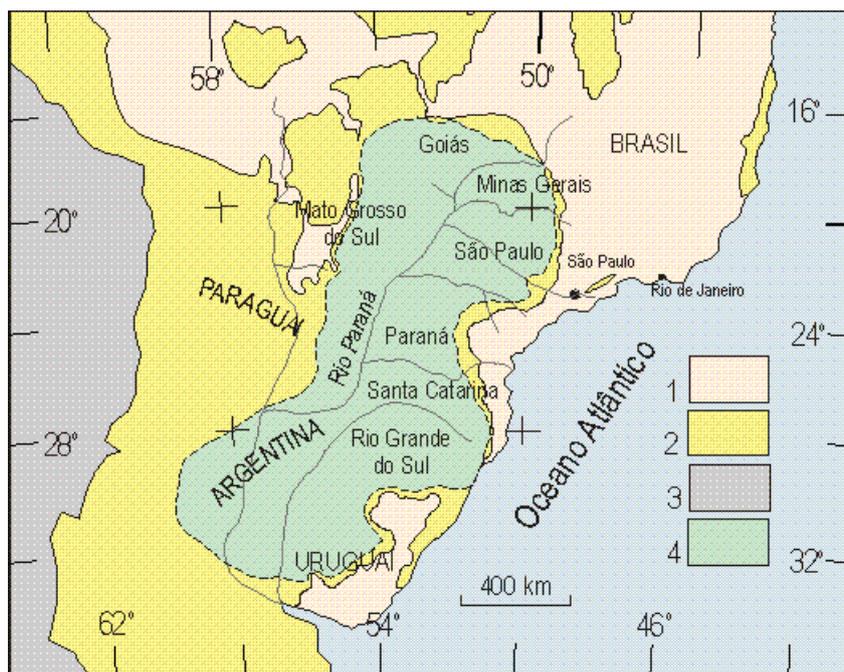


Figura 1. Mapa de localização do Sistema Aquífero Guarani no Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai (Modif. de Assine et al. 2004). Convenções: 1. Embasamento; 2. Coberturas; 3. Cadeia Andina; 4. Área de distribuição

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI

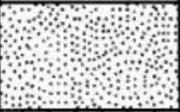
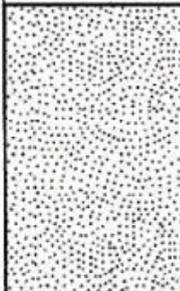
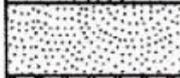
Área de ocorrência

A Figura 1 é um Mapa de Localização do Sistema Aquífero Guarani, conhecido pela sigla SAG, que consta do Manual de Perfuração de Poços Tubulares do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani. A ilustração permite estimar a grande área de abrangência do SAG em território de quatro países.

Posição estratigráfica

Tecnicamente, o SAG (Sistema Aquífero Guarani) é constituído por duas formações que podem situar-se a até 1.800 m abaixo da superfície atual (Fig. 2), e que formam parcela significativa do preenchimento sedimentar da Bacia do Paraná (Carneiro 2006, 2007 e 2008). Na base está a Formação Pirambóia (Fig. 3), com idade discutível. Remonta possivelmente ao período Triássico,

com idades entre cerca de 250 a 200 milhões de anos, sendo composta de arenitos eólicos, localmente siltosos e subordinadamente fluviais, com espessura de até 300 m.

PERFIL	ESTRATIGRAFIA	LITOLOGIA
	GRUPO BAURU	Arenito avermelhado, gran. fina, calcífero, friável siltoso, bandado para siltito argiloso na base.
	FORMAÇÃO SERRA GERAL	Basalto cinza, vesicular, amigdaloidal
	FORMAÇÃO BOTUCATU	Arenito castanho claro, granulação média a muito fina, grãos arredondados a bem selecionados, localmente calcífero e com intrusões de diabásio
	FORMAÇÃO PIRAMBOIA	Arenito cinza esverdeado, muito fino, siltoso, calcífero
	FORMAÇÃO SERRA GERAL	Diabásio
	FORMAÇÃO PIRAMBOIA	Arenito acinzentado muito fino a grosseiro, calcífero
	GRUPO PASSA DOIS	Folhelhos com intercalações de diamictitos e arenitos

Fonte: Petrobrás. Poço no município de Lins (LI-ST-1-SP 1960)

Figura 2. Unidades litoestratigráficas integrantes do Sistema Aquífero Guarani: formações Pirambóia e Botucatu. Fonte: CRH. Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, 2005

No topo, está a Formação Botucatu (Figs. 4, 5 e 6), tardijurássica a eocretácea, com idades ao redor de 180 a 120 milhões de anos, que no Estado de São Paulo atinge até cerca de 270 m de espessura. Encontra-se por vezes interdigitada e recoberta pela Formação Serra Geral, cujas idades oscilam entre 130 e 120 milhões de anos. Esta última unidade é composta por derrames de basaltos e, em nível hipoabissal, soleiras e diques de diabásio; é a rocha que, por excelência, irá conferir a proteção e também a característica de confinamento à Formação Botucatu, ou seja, ao Sistema Aquífero Guarani.

A Formação Botucatu é constituída essencialmente por arenitos eólicos, vermelhos até tons de bege, com graus variados de diagênese, tanto devido ao sepultamento, quanto ao calor e à silicificação provocada (ou induzida) por derrames e intrusões hipoabissais. Foi gerada em ambiente desértico, no que se supõe ter sido talvez o deserto com a mais extensa cobertura arenosa da história da Terra. Nela ocorrem belos icnofósseis (registros de presença de seres vivos, sem restos destes, como é o caso de pegadas de animais) de vertebrados e invertebrados (Anelli 2010 e 2011), além de raros fósseis vegetais. Feições de grande impacto visual são comuns, algumas delas verdadeiramente espetaculares, como morros testemunhos, extensas cuevas e paredões com estratificações cruzadas bem visíveis. No Brasil, ela aflora (ou seja, é visível na superfície) ou constitui substrato dos basaltos da Formação Serra Geral nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Aflora também no Paraguai, Uruguai e Argentina. As exposições do Arenito Botucatu são particularmente importantes e visualmente impactantes nas vizinhanças da cidade que lhe deu o nome.

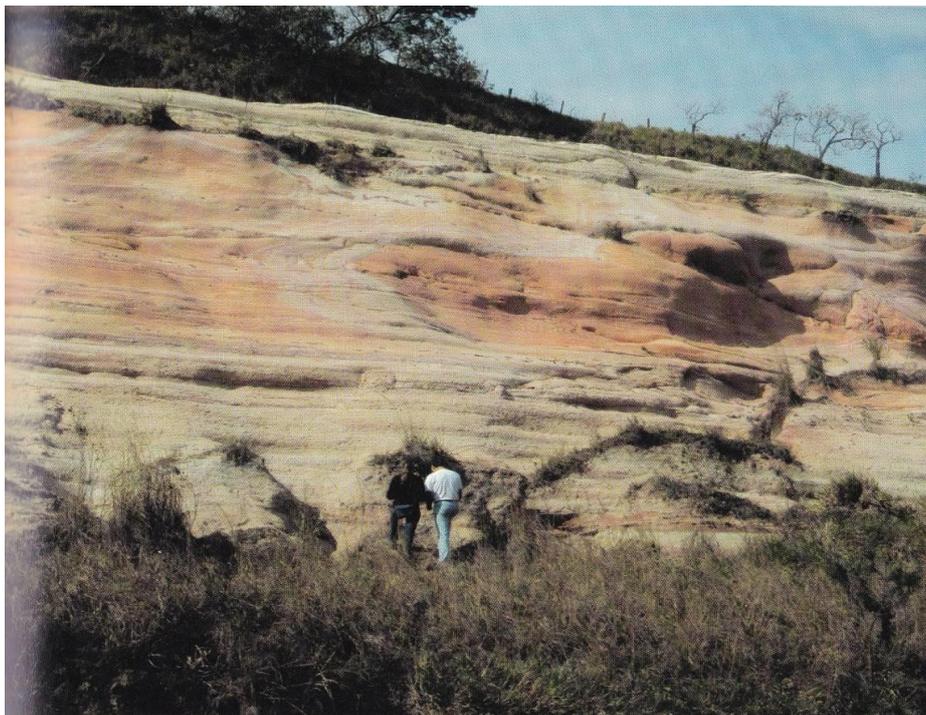


Figura 3. Exposição da Formação Pirambóia na margem da Rod. Castelo Branco. Fonte: IPT/CPLA. 2011. Caderno do Projeto Ambiental Estratégico *Aquíferos*, número 5

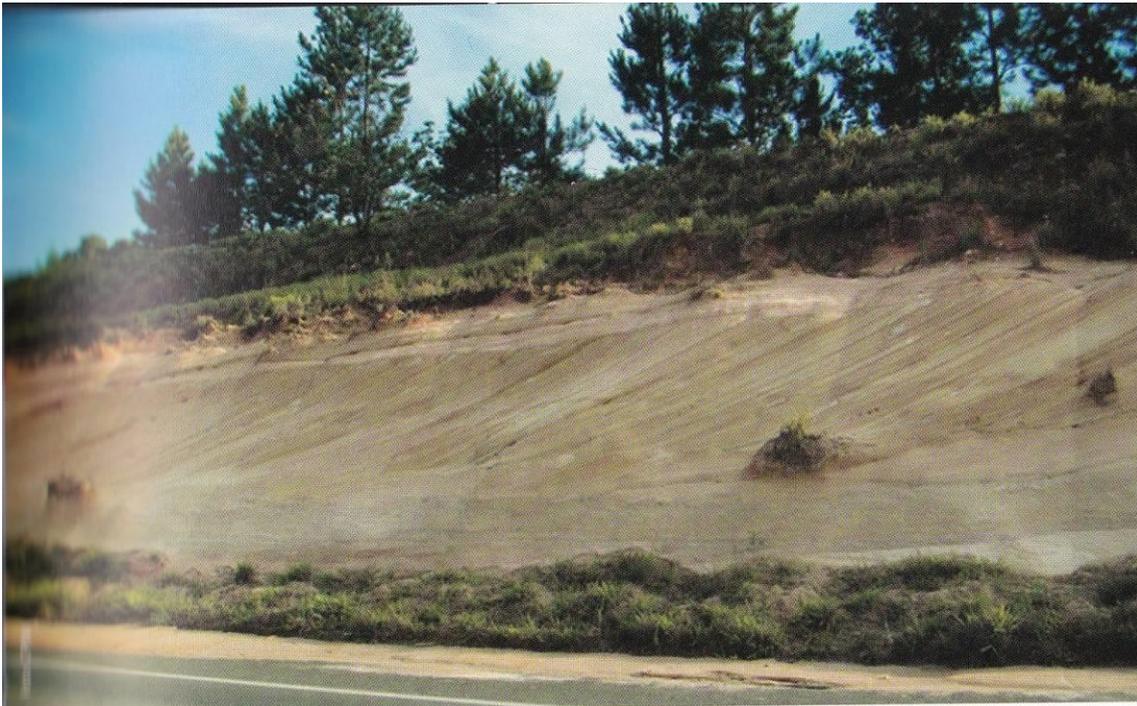


Figura 4. Exposição da Formação Botucatu Rodovia Castelo Branco, SP. Foto IPT/CPLA. 2011. Caderno do Projeto Ambiental Estratégico *Aquíferos*, número 5



Figura 5. Aspecto característico de sedimentação em ambiente desértico da Fm. Botucatu. Foto IPT/CPLA. 2011. Caderno do Projeto Ambiental Estratégico *Aquíferos*, número 5

Na Formação Botucatu, exceto em áreas silicificadas, onde se gerou uma rocha compacta junto aos contatos com os derrames de lava basáltica muito aquecida, os arenitos apresentam duas características particularmente importantes:

- 1) uma porosidade de até 30% – o que significa que, em um dado volume de rocha, até 30% é na realidade espaço entre os grãos componentes da rocha; nesse espaço pode existir ar ou água; e
- 2) excelente permeabilidade – o que significa que há comunicação eficaz entre os espaços, permitindo que a água circule em direção a uma zona de menor gradiente.

As duas situações são as principais características físicas que permitiram a acumulação de água nesse grande conjunto de rochas; existem ainda outras características, que garantem a boa qualidade dessa água.

Em essência, água de boa qualidade, em grande quantidade, e possível de ser utilizada em uma área territorial muito extensa, consistem nos principais atributos que garantem ao SAG a sua importância.

Em termos de área, 71% da área total do aquífero estão no Brasil, cerca de 6% em território paraguaio (onde a "nossa" Formação Botucatu recebe o nome local de Formação Missiones), 19% na Argentina e 4% no Uruguai (nesses dois países, com o nome local de Formação Tacuarembó).

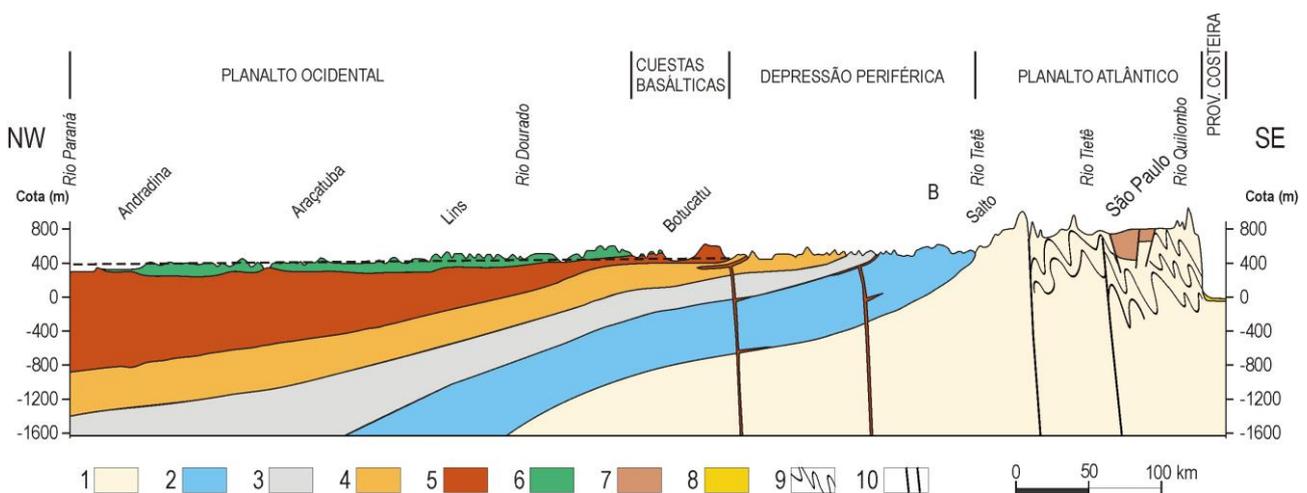


Figura 6. Seção hidrogeológica esquemática do Estado de São Paulo. Modificado de: CRH-SP. Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. 2005

Ciclo Hidrológico: Água Subterrânea x Água Superficial

No momento em que o país vive grande crise hídrica, decorrente de pequenas alterações climáticas – estiagem prolongada, decorrente provavelmente de um processo cíclico, e não o que poderia ser resultado de mudanças climáticas globais –, é oportuno avaliar-se o conceito do ciclo hidrológico e de que forma este processo funciona.

O volume de água no planeta é relativamente estável e pode ser considerado praticamente o mesmo nos últimos 500 milhões de anos. Embora a Terra seja um sistema aberto em relação à energia, porque a troca com o espaço exterior é permanente e contínua ao longo do tempo, o planeta é um sistema fechado em relação à matéria. Se o volume total tem sido mantido, o mesmo não se

pode dizer da condição em que a água se encontra: se nos oceanos, na atmosfera, nas geleiras, em rios e lagos, ou ainda no subsolo.

No entanto, a distribuição praticamente se encontra inalterada nos últimos 20.000 anos.

As mudanças começam a se fazer presentes com maior intensidade nos últimos 500 anos; são alterações que ocorrem mais do ponto de vista qualitativo do que quantitativo. Efetivamente não há mudança na molécula da água e sim na qualidade do conjunto, visto que, como agente natural que é, a água tem a propriedade de conduzir, de carregar outras partículas e nesta condição acaba (no conjunto) assumindo outros padrões de qualidade. Independente das mudanças qualitativas, a interação entre águas superficiais e subterrâneas determina que uma seja diretamente relacionada à outra. Não se pode avaliar quantitativamente o que ocorre em uma bacia hidrográfica sem fazer observações sobre o meio subterrâneo e o que ali ocorre. Tampouco se pode adiantar algo sobre o meio subterrâneo sem considerar o que se passa em superfície. A dinâmica entre os dois meios – superficial e subterrâneo – é direta e imediata; normalmente qualquer um deles dá suporte direto ao conjunto. Além de direta, a relação é permanente, porque ambos os meios recebem água proveniente das chuvas, quer por descarga direta nos fluxos superficiais, quer por infiltração. Para completar análises sobre o que se passa em determinado espaço (uma vez que a bacia hidrográfica é a forma adotada no Brasil como unidade de análise), faltam considerações sobre precipitação, infiltração, evapotranspiração etc. Embora pareça repetitivo, convém salientar que, ao se pensar em recursos hídricos, deve-se necessariamente considerar os dois meios.

A - POÇO PADRÃO NO SAG – AQUÍFERO CONFINADO

Apresentamos dois desenhos de poços padrão – tendo um sido construído em Jaú, no Estado de São Paulo e o outro executado na província de Salto no Uruguai. Também, na sequência de cada desenho, se pode observar as perfilagens elétricas executadas nestes poços.

Os dois exemplos – distantes um do outro, confirmam não somente a extensão do SAG, mas também a necessidade de se utilizar tecnologias adequadas e de se contar com projetos executivos que privilegiem a construção de poços que considerem as variáveis geológicas e hidrogeológicas de cada área em si. Também deve ser registrado que o projeto e sua especificação construtiva (metodologia de perfuração) devem considerar a sustentabilidade do uso racional e equilibrado do aquífero.

Poço Perfurado em Jaú, SP

As figuras 7 e 8 ilustram a situação comum e frequentemente encontrada nas perfurações do SAG no estado de São Paulo. O poço foi perfurado no município de Jaú - SP, onde ocorre um

pacote de basaltos sobrepostos ao SAG e este acha-se dividido em duas porções de espessuras significativas: 104 metros de Formação Botucatu e 69 metros de Formação Piramboia.

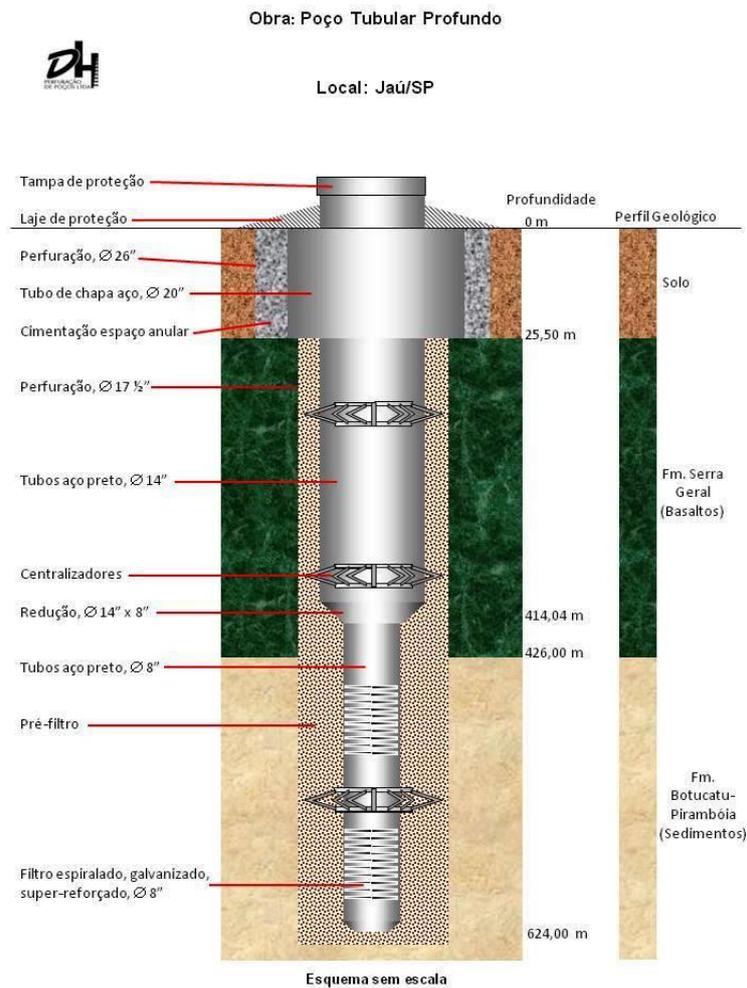


Figura 7. Esquema de poço tubular profundo em Jaú, Estado de São Paulo. Fonte: DH Perfuração de Poços

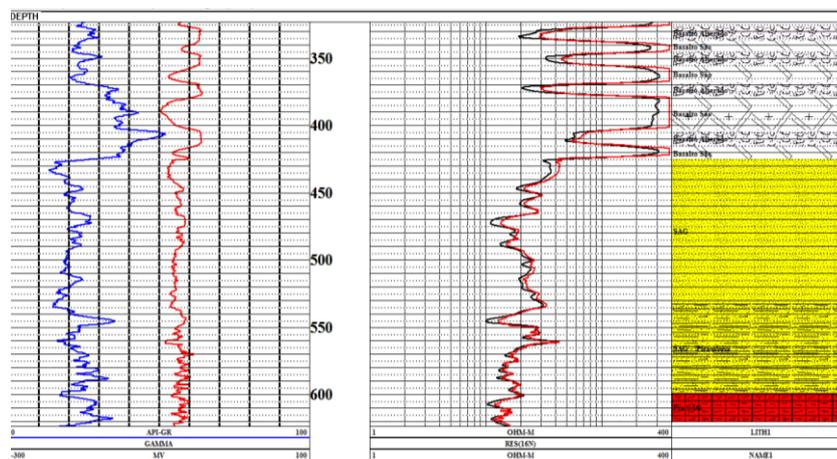


Figura 8. Perfilagem ao longo de poço tubular profundo em Jaú, SP. Fonte: DH Perfuração de Poços

Poço Perfurado em Arapey, Salto, República Oriental do Uruguai

O poço de Arapey foi perfilado tendo sido usada lama à base de polímeros e sal para conter a surgência durante a construção.

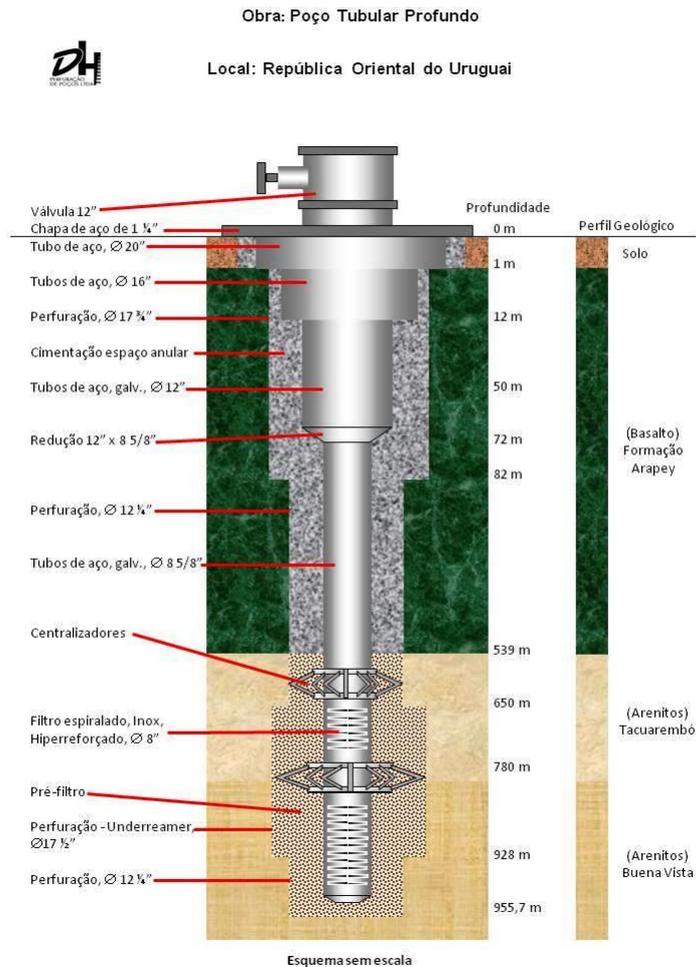


Figura 9. Esquema de poço tubular profundo em Arapey, Salto, República Oriental do Uruguai. Fonte: DH Perfuração de Poços

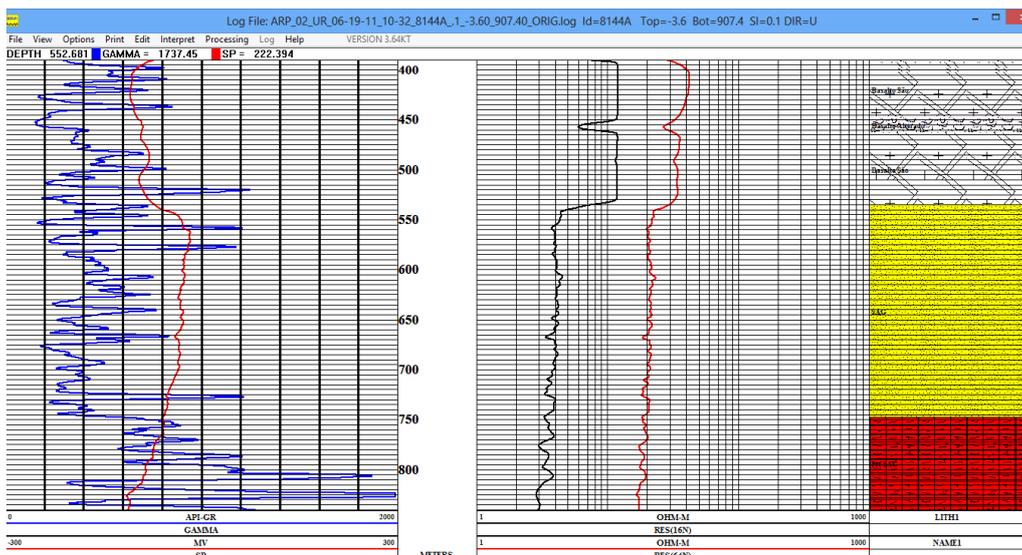


Figura 10. Perfilagem ao longo de poço tubular profundo em Arapey, Salto, República Oriental do Uruguai. Fonte: DH Perfuração de Poços

No poço de Arapey é importante observar um valor elevado de raios gama, se comparado aos anteriores, porém com o mesmo comportamento dos anteriores e com uma espessura de SAG de

210 metros. A partir de 750 metros há uma predominância de sedimentos argilosos, conforme pode ser observado nos raios gama do perfil. As resistividades ficaram prejudicadas pela presença de sal na lama. Uma tendência que se pode adiantar é que os poços perfilados em toda a Bacia do Paraná, na exploração de água subterrânea, permitem afirmar que o comportamento geofísico das Formações Botucatu e Pirambóia, e suas correspondentes nos outros países é muito característico e contrastante: Raios gama naturais de baixa intensidade, Resistividade ôhmica baixa, na casa de 10 ohm-m, quando sotoposto aos espessos pacotes de derrames de basaltos e valores mais elevados de resistividade quando as espessuras dos derrames não ultrapassam duas centenas de metros.

Piezometria no SAG e Direção de Fluxo

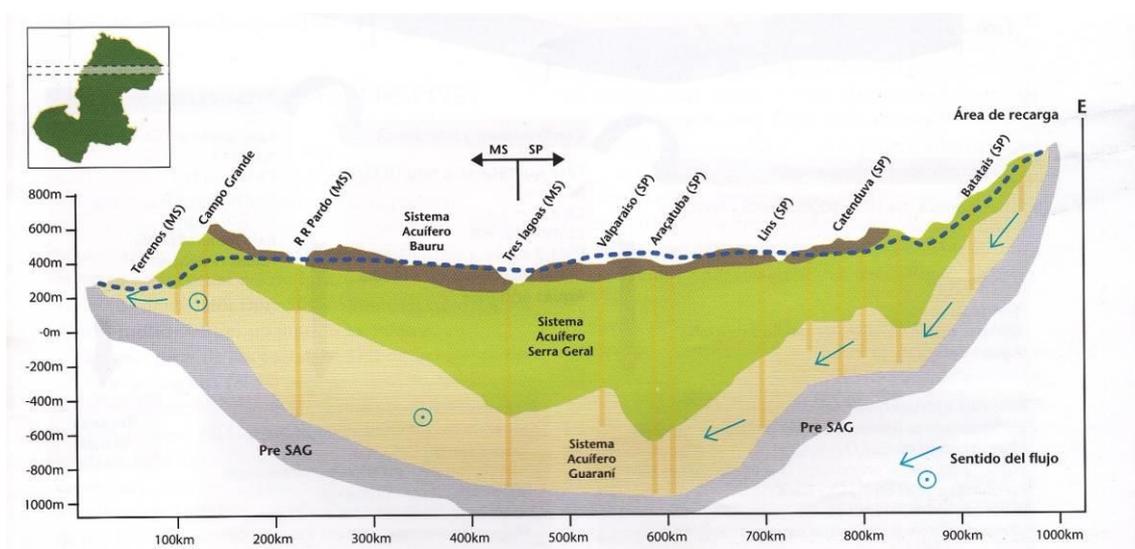


Figura 11. Corte esquemático do subsolo, na porção N do SAG. A linha pontilhada mostra onde o nível d'água pode chegar, evidenciando o condicionamento de surgência à altitude da área de trabalho. Fonte: Jorge Nestor Santa Cruz, Coord. Técn. Projeto SAG, UY, Revista *Hoy*, Agosto/Setembro 2009

A Bacia do Paraná, como um todo, aderna no rumo noroeste, de sorte que os afloramentos da borda leste são encontrados em cotas altas (500 a 1000 metros) enquanto que na borda oeste, estes estão no máximo 450 metros acima do nível do mar. Isto sugeriria uma faixa de descarga a oeste, junto a zonas de afloramentos, a poucos quilômetros de Campo Grande, fato esse que não ocorre. O Projeto SAG identificou, em suas conclusões, duas áreas extravasoras: uma ao sudoeste de Mato Grosso do Sul e outra no extremo sul de Santa Catarina, na região do sopé da Serra dos Aparados, em Timbé do Sul, onde existe uma imensa área plana e inundada, onde se planta arroz. Somadas as descargas das duas áreas, as vazões não chegam a 3 m³/s. Isso em termos de volume armazenado e área de abrangência do aquífero é insignificante.

Uma informação também relevante diz respeito à velocidade média de percolação das águas no Aquífero. As datações recentes, que foram feitas em dezenas de poços, mostram velocidades da ordem de 1,25 a 2,0 m por ano. Isto significa que mesmo em regiões onde o SAG aflora, basta tão

somente se distanciar cerca de 10 km da área de afloramento para se falar em tempos da ordem de 5.000 anos (caso por exemplo de Ribeirão Preto, SP). Há indicações de tempo de percolação de 200.000 anos para se atingir cidades como Marília e a região situada a oeste da mesma.

Todas as informações fortalecem a necessidade de se adotar uma visão integrada, além de se harmonizar a gestão, a proteção e o uso sustentável e duradouro do SAG.

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: PANORAMA

Na segunda metade do séc. XX e início do séc. XXI ocorreram, e continuam ocorrendo, modificações sem precedentes na mentalidade social universal. Algumas delas são particularmente pertinentes às geociências; entre elas:

- a criação do conceito de Sistema Terra, que abrange todo o material e espaço físicos que constituem e envolvem nosso planeta; está implícito que, sendo um ambiente sistêmico, qualquer ação que afete um de seus componentes afeta o conjunto, e cada um de seus outros componentes;
- a conscientização de que a Humanidade faz parte do Sistema Terra;
- a aceitação inevitável da vulnerabilidade e finitude dos recursos naturais; e
- a caracterização definitiva do Homem como agente geológico, capaz de, direta ou indiretamente, causar modificações significativas – e na maioria absoluta dos casos deletérias – a esse Sistema (Mantesso-Neto et al. 2012).

Nesse novo contexto, foram surgindo ainda outros novos conceitos, mais específicos da área de Geociências, que são de fácil compreensão mas de importância capital para o futuro da Humanidade, pelos resultados que podem trazer, tanto imediatos quanto a longo prazo; os principais deles são:

- 1) Geodiversidade: variedade de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos, etc.; muitos desses elementos constituem a base da vida na Terra.
- 2) Geoconservação: fruição, uso consciente e proteção dos itens da Geodiversidade (Brilha 2005).
- 3) Geoturismo: atividade turística respeitadora dos princípios da auto-sustentabilidade, onde a informação geológica, adequadamente transmitida, tem papel preponderante.
- 4) Patrimônio Geológico: parcela especial da Geodiversidade, materializada nos Geossítios - afloramentos, ou exposições de elementos da Geodiversidade, com características especiais, que merecem proteção e preservação para as gerações futuras (Mantesso-Neto 2010).

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E CULTURAL DO SAG: O PROJETO

Com o novo ferramental conceitual, os interessados na preservação do Patrimônio Geológico, no mundo todo, têm à sua disposição vários possíveis métodos, procedimentos, e realizações. Um

dos objetivos específicos deste Projeto será destacar a importância do SAG e a necessidade de conservá-lo, além de integrar ao conhecimento público alguns dados relevantes sobre a sua história geológica e suas relações com a história, a cultura e a vida cotidiana das populações que vivem na sua área (Nascimento et al. 2008).

Sem perder o foco na geologia, na medida do possível, o material de divulgação deve apresentar uma visão holística da natureza, destacando, por ex., a forte presença de elementos da Geologia como base para a vida – vegetal, animal e humana. Na realidade, essa é uma situação tão óbvia e natural, que chega a passar despercebida no dia a dia – mas faz sentido reconhecer que a base física é um dos elementos-chave na constituição de qualquer ecossistema. Para ficar apenas em situações relativamente familiares, pode-se mencionar exemplos de fácil compreensão, como a preferência de muitas aves (entre outras, araras e papagaios) por fazer seus ninhos nas cavidades e frestas de falésias – feição geomorfológica muito comum na Formação Botucatu, e a afinidade de certas espécies de palmeiras (como a indaiá) por solos arenosos e bem drenados – exatamente o tipo de solo mais frequente nas áreas de afloramento da mesma formação.

Na fase inicial do Projeto, a ser implantada na região de Botucatu, e em primeira aproximação, vislumbramos as seguintes passos:

- 1) A identificação de alguns geossítios, com base em critérios que a ciência já nos fornece; esses geossítios não serão necessariamente originais; muitos locais de interesse podem já estar identificados e caracterizados como tal, ou mesmo já classificados como geossítios por outras instituições.
- 2) Eventuais musealizações in situ, no momento atual ou no futuro, dentro do conceito de exomuseu (Carvalho 2012).
- 3) Colocação, em áreas de acesso gratuito, preferencialmente com grande circulação de pessoas, tanto na cidade como em locais estratégicos das Rodovias Castelo Branco e Marechal Rondon – particularmente em grandes postos de gasolina com restaurante/centro de compras anexo – de placas educativas, maquetes etc., confeccionadas segundo técnicas específicas para a divulgação de Ciências da Terra.
- 4) Montagem de dispositivos educacionais tridimensionais, que são reconhecidamente muito atraentes ao público em geral, em todas as faixas etárias. Inicialmente, são sugeridos dois ou três tipos, podendo, se as condições de custo e de locais permitirem, serem expostos diversos exemplares em locais diferentes. A Figura 12 mostra alguns dos diversos tipos de dispositivos que poderão ser produzidos, já na fase inicial do Projeto, com experiência e tecnologia de domínio dos membros do grupo proponente:



a



b



c



d



e

Figura 12. Exemplos de dispositivos educacionais tridimensionais:

- (a) folheto do Projeto *Caminhos Geológicos*, do DRM-RJ, mostrando placa de indicação de ponto de interesse geológico;
- (b) modelo 3D de geometria do SAG: maquete do Aquífero Guarani na região de Ourinhos, SP;
- (c) modelo de um urólito, único exemplar no mundo de marca deixada por um autêntico "xixi de dinossauro";
- (d) modelo tridimensional de pegadas de dinossauros e outros animais;
- (e) modelo de dinossauro ornitópodo reconstruído em vida.

4a) folhetos variados, incluindo desde a apresentação do Projeto como um todo até a descrição das particularidades e valor científico e educacional de geossítios específicos.

4b) modelo tridimensional da “coluna geológica em Botucatu”: é uma caixa de acrílico, com cerca de 1m de largura, 0,5m de profundidade e pouco mais de 1m de altura, na qual são expostos exemplares das camadas de rochas existentes no subsolo da cidade, na ordem correta e com espessuras proporcionais às reais; pode ser estática, ou, idealmente, incluir uma representação animada do ciclo da água, na qual esta é retirada do aquífero, sobe para a superfície, é utilizada, é tratada no caso de carregar efluentes, e, por vários caminhos, retorna ao subsolo.

4c) modelo tridimensional de um urólito, única marca no mundo atribuída à extrusão líquida de um dinossauro – marca deixada na areia do antigo deserto por um autêntico “xixi de dinossauro”; sucesso absoluto com o público, esse modelo, como os diversos modelos de pegadas, tem um importante aspecto de inclusão social, por permitir a deficientes visuais um contato direto com o passado geológico da região.

4d) modelo tridimensional de pegadas de dinossauros e outros animais; técnicas modernas permitem a reprodução extremamente acurada de pegadas, rastros e outros icnofósseis deixados pela fauna que habitou o deserto cerca de 140 milhões de anos atrás, ficando os modelos expostos ao toque dos visitantes. No mundo inteiro é reconhecido que temas ligados a dinossauros são os "campeões" de atratividade de público, tanto jovem quanto adulto.

4e) de acordo com o estudos das pegadas, ao menos cinco espécies distintas de dinossauros já foram reconhecidas nos arenitos do paleodeserto Botucatu (Anelli & Elias, 2010 e 2011). Com comprimento variando entre 1 e 7 metros, modelos em vida poderão ser reconstruídos e expostos associadamente às pegadas

- 5) Preparação de um “ambiente SAG” no Museu de Mineralogia Aitiara, com vários recursos educacionais, adequados a diversas características dos futuros visitantes, tais como suas idades, interesses principais, etc.; é particularmente enfatizado o desejo de grupo proponente que esse ambiente seja de total acessibilidade, preparado inclusive para portadores de vários tipos de necessidades especiais. Uma vez tendo esse novo recurso em operação, o Museu, naturalmente, desenvolverá atividades para otimizar o seu uso.
- 6) Preparação de um ou mais Percursos Pedagógicos Geológicos, com enfoque conceitual baseado nos preceitos do Geoturismo (Bento & Rodrigues, 2010).
- 7) Elaboração de folhetos impressos em linguagem apropriada.

8) Preparação de uma campanha inicial de lançamento, incluindo um evento sediado em Botucatu, e providências para a futura divulgação contínua do Projeto, para moradores do município, da região, e passantes (particularmente pelas rodovias).

PARTICIPANTES

Na fase inicial, os participantes do Projeto serão essencialmente o grupo de autores desta proposta, o Museu de Mineralogia Aitiara e seus prepostos, as concessionárias de rodovias, os postos de gasolina nos quais serão colocados os painéis educativos, os participantes do preparo, produção e montagem dos painéis, e os participantes do preparo e produção dos primeiros folhetos.

Naturalmente, será sempre bem-vinda a adesão de outros profissionais e outras instituições que se identifiquem com esses objetivos e se interessem por fazer parte do Projeto.

O IMPORTANTE PAPEL DA DIVULGAÇÃO GEOCIENTÍFICA

“Só podemos imaginar a profunda alteração da nossa economia se os economistas forem apresentados ao tempo geológico como algo natural” (Cervato e Frodeman 2012).

O Programa Educativo de Divulgação, Valorização e Preservação do Sistema Aquífero Guarani (PedSAG) é, além da preocupação ambiental e de valorização de um patrimônio natural valioso, um projeto de divulgação de conhecimentos científicos sobre Geologia, Meio Ambiente e interações do Homem com a dinâmica do Sistema Terra.

A estratégia escolhida pelos Proponentes é a de difundir de maneira ordenada e sistematizada uma série de conhecimentos gerados por geólogos, biólogos e pesquisadores acadêmicos, que estão acessíveis a especialistas por meio de relatórios e publicações técnico-científicas. A linguagem corrente nesses trabalhos é demasiadamente hermética e, portanto, afasta-se demais daquilo que se deseja fazer em uma divulgação dirigida ao público em geral (Miranda 2013).

Na divulgação científica, seguindo as linhas gerais estabelecidas por Tilden (1977), a preocupação com a linguagem deve estar presente em todos os momentos, porque é preciso ir muito além da articulação simplificada de conceitos, da retórica ou da mera “facilitação dos conceitos científicos” (Oliveira 2009):

Fazer divulgação científica com interatividade envolve tentar equilibrar a apresentação do conhecido e do desconhecido e permitir que o público alvo faça as conexões pertinentes (Oliveira 2009, p. 93).

Em recente palestra sobre divulgação científica no Brasil, o professor Ildeu de Castro Moreira assinala que, cada vez mais, a ciência e a tecnologia permeiam a vida das pessoas, mas poucos

percebem esse fato. A divulgação científica acaba assumindo papel vital para que a sociedade adquira um “conhecimento básico sobre ciência e seu funcionamento que lhe possibilite entender o seu entorno”. Ações voltadas para ampliar e melhorar a qualidade da divulgação geocientífica farão com que aumente o interesse das pessoas em geral pela ciência no Brasil e ajudarão, até mesmo, a formar uma cultura científica geral:

“Entre os desafios do país está a necessidade de envolver sociedades científicas, instituições de pesquisa, universidades, governo, cientistas, comunicadores, educadores e estudantes” (SBPC 2014). (exemplo: Núcleo José Reis de Divulgação Científica da ECA-USP)



O MUMA convida para apresentação do projeto

O HOMEM, AS ROCHAS E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS:

Programa Educativo de Divulgação, Valorização
e Geoconservação do Aquífero Guarani

17 de maio, às 15 h



PROGRAMAÇÃO

APRESENTAÇÃO MUSICAL: Quarteto Guarany – Vani Campos e Orgmar Neto (flautas), Willian Storti (acordeon) e Silvana Rangel (cello)

MESA REDONDA: **AQUÍFERO GUARANI, SUA PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO**, com:

Celso Dal Ré Carneiro: Geólogo, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP; Membro do Conselho Estadual de Monumentos Geológicos - CoMGeo, São Paulo, SP

Cláudia Reis: engenheira florestal, gestora da APA Botucatu

Virginio Mantesso Neto: Geólogo e Historiador, Membro do Conselho Estadual de Monumentos Geológicos - CoMGeo, São Paulo, SP

REALIZAÇÃO:



APOIO:



Rodovia Gastão Dal Farra, Km 4 • Demétria • Botucatu • SP

Tel. 55 14 3882-0588 • museu.muma@gmail.com • www.facebook.com/museudeminerologia.aitiara



Figura 13. Cartaz de divulgação da primeira apresentação pública do projeto, em maio de 2014, no Museu Aitiara, em Botucatu, SP

RECURSOS PARA A PRIMEIRA FASE

Parcela significativa dos recursos para a fase inicial do Projeto será aportada na forma de mão de obra e dedicação de tempo, particularmente pelos membros do grupo proponente. Para a preparação e produção dos painéis educativos e dos folhetos, poderão ser usados os eventuais órgãos da Prefeitura que produzam material semelhante; na impossibilidade dessa solução, haveria necessidade de recorrer a profissionais e empresas, idealmente da própria cidade de Botucatu.

Pedidos de bolsas de Iniciação Científica junto ao PIBIC/CNPq estão sendo preparados, como um modo de agregar jovens estudantes ao projeto de modo que possam contribuir com seu conhecimento para a produção do material didático previsto.

Seria interessante que os membros do grupo propositor contassem com algum tipo de aporte, na forma de recursos humanos auxiliares, e, idealmente, também na forma de alguma ajuda de custo ou custeio de despesas.

RECURSOS PARA A CONTINUIDADE DO PROJETO

A experiência com projetos similares praticamente em todo o mundo indica que a implantação do projeto já é um grande desafio, mas o desafio realmente maior é a sua continuidade no tempo.

O Brasil tem a triste fama de ser “o país das inaugurações”; infelizmente, todos conhecemos exemplos de belos projetos, muitas vezes de alto custo, que tiveram um começo marcante, mas uma vida breve, sofrendo ou se extinguindo por alguma mudança política ou pelo simples abandono, passada a euforia da inauguração. Não queremos esse destino para o Projeto.

Um dos bons caminhos para garantir a continuidade de um projeto é torná-lo parte de um programa institucional, vinculado a uma instituição sólida, sem deixar que seja politicamente manipulado, ou atrelado a personagem ou partido que esteja em destaque no momento; a segunda situação leva, inevitavelmente, ao seu abandono ou mesmo extinção compulsória quando mudar o cenário político.

Assim, foi escolhido para seu berço o Museu de Mineralogia Aitiara, em Botucatu, uma das mais importantes instituições do setor no Estado, e é desde já pleiteado o apoio efetivo da Prefeitura Municipal de Botucatu, ficando para etapas futuras a busca do apoio de outras instituições a serem oportunamente identificadas.

CONCLUSÃO

Esta breve apresentação é apenas o esboço do Projeto SAG, que tem potencial para tornar-se um projeto de reflexos significativos para a geoconservação do SAG, bem como uma contribuição para o desenvolvimento de uma consciência de conservação do meio ambiente.

Os autores continuam trabalhando voluntariamente no aprimoramento do Projeto, ao mesmo tempo em que convidam todos os interessados a se integrarem a ele e colocam-se à disposição para maiores esclarecimentos.

Os contatos com o Projeto podem ser feitos pelo e-mail projeto.guarani@uol.com.br

Agradecimentos

Nosso especial agradecimento ao Geólogo Mário Nascimento Souza Filho que contribuiu com a execução das perfilagens dos poços de Jau e Arapey, bem como com a sua interpretação.

Referências Bibliográficas

- ANELLI, L.E. & ELIAS, F.A. 2010. *O Guia Completo dos Dinossauros do Brasil*. Peirópolis: Ed. Peirópolis. 224 pg.
- ANELLI, L.E. & ELIAS, F.A. 2011. *Dinos do Brasil*. Peirópolis: Ed. Peirópolis. 82 pg.
- 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).
- BENTO, L.C.M.B.; RODRIGUES, S.C. 2010. *O Geoturismo como instrumento em prol da divulgação, valorização e conservação do patrimônio natural abiótico: uma reflexão teórica*. Campinas, SeTur/SBE. Turismo e Paisagens Cársticas, Vol. 3, n. 2. URL: http://www.sbe.com.br/ptpc/tpc_v3_n2_055-065.pdf. Acesso 5 abril 2014.
- BRILHA, J. 2005. *Patrimônio geológico e geoconservação*. A conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005. 190 p.
- CARNEIRO, C.D.R. 2006. *Visita monitorada a afloramentos do Aquífero Guarani, Bacia do Paraná: formações Pirambóia e Botucatu*. Botucatu: Pref. Mun. Botucatu. 58p. (Roteiro de viagem de campo, Jornada Estadual Aquífero Guarani, 17 de agosto de 2006, Botucatu, SP).
- CARNEIRO, C.D.R. 2007. Viagem virtual ao Aquífero Guarani em Botucatu (SP): Formações Pirambóia e Botucatu, Bacia do Paraná. *Terra Didática*, 3(1):50-73. URL: http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v3/pdf-v3/TD3-50_73.pdf. Acesso 5 abril 2014.
- CARNEIRO, C.D.R. 2008. *Visita monitorada de campo às formações Pirambóia e Botucatu na região de Ribeirão Preto*. Ribeirão Preto: II Congresso Aquífero Guarani. 77p. (Roteiro de viagem de campo, II Congresso Aquífero Guarani, 4-7 de novembro de 2008, Ribeirão Preto, SP).
- CARVALHO, Galopim de. 2012. *Exomuseu da Natureza*, in De Rerum Natura. URL: <http://dererummundi.blogspot.com.br/2012/09/exomuseu-da-natureza.html>. Acesso 6 abril 2014.

- CERVATO, C.; FRODEMAN, R. 2012. *The significance of geologic time: cultural, educational, and economic frameworks*. The Geological Society of America, Special Paper, n. 486, p.19-27 *Terra Didática*, Vol. 10, (no prelo).
- INSTITUTO SER. s/d. *Qual é a diferença entre interdisciplinar, multidisciplinar e transdisciplinar?* URL: <http://institutoser.com.br/DuvidasFrequentes.aspx>. Acesso 14 junho 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, IPT / COORD. PLANEJAMENTO AMBIENTAL, CPLA. 2011. *Sistema Aquífero Guarani. Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental na área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo*. Coord. J.L. Albuquerque F^o. São Paulo: IPT. (Publ. 3012; Caderno Proj. Amb. Estrat. *Aquíferos*, n. 5).
- MANTESSO-NETO, V. 2010. Geologia e Conservacionismo: uma associação urgentemente necessária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, Belém, 2012. *Resumos...* Belém, SBGeo.
- MANTESSO-NETO, V.; CARNEIRO, C.D.R.; PIRANHA, J.M.; JAMES P. 2012. Evolução do conceito de 'homem como agente geológico': dos precursores até 1988, com Ter-Stepanian. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46, Santos, 2012. *Resumos...* Santos, SBGeo. CD-ROM 46CBG, PAP011406. (Simpósio Temático “SP-33 Filos. e Hist. Geoc.”).
- MIRANDA, Ó.J.M. 2013. *Valorização e Interpretação Geológica de Percursos no Geoparque Terras de Cavaleiros*. Braga, Portugal, Univ. Minho. (Tese Mestr. Patrim. Geol. e Geoconservação). URL: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/27818>. Acesso 12 maio 2014.
- MUSA. Museu da Amazônia. s/d. *Musa reúne cientistas para debater questão hídrica na Amazônia*. URL: <http://www.museudaamazonia.org.br/?q=94-conteudo-13610-musa-reune-cientistas-para-debater-questao-hidrica-na-amazonia>. Acesso 1 junho 2014.
- NASCIMENTO, M.A.L. do; RUCHKYS, Ú.A.; MANTESSO-NETO, V. 2008. *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo*. Trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: SBGeo. 82p. URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-45132009000200015&script=sci_arttext. Acesso 5 abril 2014.
- OLIVEIRA, S.R. 2009. Algumas Práticas em Divulgação Científica: A importância de uma linguagem interativa. *Revista RUA* [online]. vol. 2, n. 15. URL: <http://www.labeurb.unicamp.br/rua/pages/home/lerArtigo.rua?pdf=1&id=78>. Acesso 10 abril 2014.
- SBPC Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2014. *A importância da divulgação científica*. URL: <http://www.sbpcnet.org.br/site/noticias/materias/detalhe.php?id=2389>. Acesso 2 junho 2014.
- TILDEN, F. 1977. *Interpreting Our Heritage*. 3 ed. Chapel Hill: The Univ. North Carolina Press.