

Glaciação antiga no Brasil: parques geológicos do Varvito e da Rocha Moutonnée nos municípios de Itu e Salto, SP

ANCIENT GLACIATION IN BRAZIL: THE VARVITE GEOLOGICAL PARK AND THE MOUTONNÉE ROCK PARK, ITU AND SALTO MUNICIPALITIES, SÃO PAULO STATE

CELSON DAL RÉ CARNEIRO

Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Bolsista do CNPq, Brasil. Campinas, SP. E-mail: cedrec@ige.unicamp.br

ABSTRACT: The Geologic Varvite Park at Itu, and the adjoining one, which belongs to Salto, the Moutonnée Rock Park, São Paulo State, are examples of public investments that contributed to spread knowledge about the geological history of Brazil. Every year, more than 60,000 people visit the Varvite Park. Visitors can learn about the great ice age that affected Gondwana supercontinent about 300 million years ago, the Late Paleozoic Ice Age, LPIA. Both parks protect singular vestiges of glacial features. The Moutonnée Rock exhibits glacial striae in a great granitic ledge, a feature discovered by 1946, when scientists have concluded that it is an evidence of the glacial origin of the Itararé Group rocks. At that time, insensitive to the appeals of the scientific community, the authorities did not halt mining. Much of the record was destroyed forever. Nowadays, a similar history is repeated: another natural monument, the Guaraú Striated Pavement, in Salto, is seriously endangered and may disappear forever. The educational use of the geological heritage within such natural parks can have a multiplying effect throughout education; these geological sites are excellent settings to help building a more accurate view of the contemporary world: the limits and the environmental consequences of human actions.

Manuscrito:

Recebido: 26/06/2015

Corrigido: 15/08/2016

Aceito: 04/10/2016

Citation: CARNEIRO, C.D.R. 2016. Glaciação antiga no Brasil: parques geológicos do Varvito e da Rocha Moutonnée nos municípios de Itu e Salto, SP. *Terraë Didática*, 12(3):209-219. <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>.

Keywords: Education, Earth Sciences, Geology, Geography, ice ages, transdisciplinary studies, environment.

Introdução

A noção de tempo geológico é central para as Geociências e para o empreendimento científico em geral e o alcance de suas implicações não pode ser limitado à comunidade científica (Cervato & Frodeman 2014).

Não é raro identificar com clareza registros glaciais no vasto panorama da geologia brasileira, porém, há mais de um século, Derby (1878, apud Mattos 2012) encontrou, no Paraná, exposições de rochas sobrepostas ao Arenito Furnas, que interpretou como diamictitos e lhes atribuiu origem glacial. White (1908) subdividiu as rochas sedimentares da Bacia do Paraná nas séries "Tubarão", "de Passa Dois" e "de São Bento", que reuniu no "Sistema de Santa Catharina". O autor relata a presença de matacões de granito, gnaiss, quartzito e outras rochas "frequentemente incluídos em uma pasta fina, cinzenta, argilosa, sem estratificação aparente", que datou do início do Permiano (White

1908, p.11), e à qual atribuiu origem glacial, e cita informação recebida de Derby, de que rochas e associações similares eram conhecidas em São Paulo. Acrescenta:

"(...) apesar de não terem sido observadas *estrias de gelo*, ou *boulders arranhados* em conexão com essas *moraines* fósseis, como na África do Sul e Índia, parece não haver razão para duvidar que estes depósitos tenham tido a mesma origem que o conglomerato 'Glacial' ou 'Dwyka' da região africana (White 1908, p.13, grifos do original).

As descobertas tiveram profunda implicação para o avanço do conhecimento científico. Aos poucos, expandiu-se o patrimônio geológico brasileiro, com a incorporação de novos monumentos geológicos, áreas que concentram elementos da geodiversidade que apresentem alto valor científico, cultural, educacional, paisagístico ou turístico e que necessitem de proteção especial. O presente artigo descreve um pouco da história de alguns deles, situados no Estado de São Paulo.

Em unidades de conservação é possível conciliar de modo privilegiado a divulgação da geodiversidade juntamente com a da biodiversidade (Mansur et al. 2013). O Brasil oferece ampla oportunidades de desenvolvimento de projetos de geoturismo e de divulgação de seu inestimável patrimônio geológico. Pretendemos indicar a contribuição decisiva dos parques para que a sociedade tenha acesso a um corpo valioso de conhecimentos de Geociências.

Objetivos e motivação do artigo

O conceito de *Patrimônio Geológico* (*Geologic Heritage* ou *Geoheritage*) tem sido cada vez mais valorizado em todo o globo: “engloba a profunda compreensão e apreciação das maravilhas naturais do nosso planeta que geólogos profissionais podem compartilhar com a geração mais jovem de hoje” (Camphire 2016, AGI & NPS 2015).

O objetivo central do artigo é descrever depósitos glaciais do Grupo Itararé em Itu e Salto e, com base nas informações, avaliar a importância e benefícios oriundos da opção dos municípios pela “rota da preservação de sítios de interesse geocientífico” (Carneiro 2015). Descobertas recentes, como a do Pavimento Estriado Guaraú (Pérez-Aguilar 2008, 2009), adiante referido, ainda não mereceram suficiente apoio do poder público. Este artigo alerta para a necessidade de providências urgentes pela cidade de Salto, pois o descaso e a expansão urbana são ameaças graves ao patrimônio.

A escola tem sido o lócus preferencial de transmissão ordenada de conhecimentos, mas a cada dia se torna mais relevante o papel estratégico exercido por museus e parques naturais, como os aqui analisados, no âmbito da educação não formal. Quando geossítios são protegidos e divulgados, estimulam-se jovens de todas as idades a compreender melhor temas que permeiam o noticiário contemporâneo e, até mesmo, plantam-se “sementes” que ajudam muitos a escolher carreiras ligadas ao estudo da Terra.

Um pouco de história dos registros

A Série Tubarão foi definida por White (1908), tendo sido E. Oliveira (1927, apud Oliveira & Leonardos 1978, p.365) o autor da proposta de destacar as camadas da base da Série Tubarão sob a designação de “Série Itararé”. Washburne (1930) propôs reunir na Série Itararé as camadas glaciais do

intervalo Carbonífero Superior-Permiano Inferior (Isbell et al. 2012). Mais recentemente o Grupo Tubarão foi elevado à categoria de Supergrupo e o Subgrupo Itararé passou a ser denominado Grupo, reunindo unidades cuja complexidade se deve à “diversidade dos processos geradores” e à descontinuidade das litofácies que as constituem (Mattos 2012).

Muitas contribuições e descobertas acumularam-se desde esses estudos pioneiros. O registro integra a “Era Glacial do Paleozoico Superior”, ou EGPS (*Late Paleozoic Ice Age, LPIA*, Isbell et al. 2012). Como é comum na pesquisa em Ciência, sempre que surge um relato de novas descobertas, a comunidade científica se movimenta para investigá-las, porque mais uma janela se abriu para o passado remoto da Terra. As evidências de uma origem glacial para rochas antigas no Brasil despertam a curiosidade, sobretudo porque a maior parte do País está em domínio subtropical. Uma vez que caminhar pelo tempo requer *imaginação* (Carneiro et al. 2012b, p.12, grifo original), podemos apenas *imaginar* qual teria sido a sensação, nos anos 1940, causada por um grupo de cientistas, liderados por Octávio Barbosa e Fernando Flávio Marques de Almeida, professores da Escola Politécnica da USP, que descreveram em pormenores e pediram às autoridades a urgente preservação de marcas e estrias na superfície de grandes blocos graníticos na região de Salto (SP). Placas do varvito de Itu eram extraídas em pedreiras para calçamento e edificações, enquanto o granito dava origem a mourões de cerca, paralelepípedos e outros objetos. Neste último caso, a mineração expusera enorme saliência recoberta de estrias e outras feições, parecida com a forma de um pequeno carneiro deitado no pasto, à qual deram o nome de “*Roche Moutonnée*”. Almeida (1948) considerou a feição singular “em todo o Gondwana” e destacou a importância de se revelarem novas provas da origem glacial do Itararé. Esclarecera que Marger Gutmans, geólogo do Instituto Agrônomo de Campinas, tinha sido o primeiro a relatar em 1946 a existência das estrias naquele local. Com a descoberta da rocha moutonnée foi possível interpretar com exatidão nesta porção da Bacia do Paraná “o sentido do movimento do gelo neopaleozoico” (Rocha-Campos 2002a).

Como os granitos são abundantes na região, as lavras poderiam ser facilmente deslocadas para outras zonas próximas, de modo a preservar o registro. Muitos anos mais tarde, nos anos 1980, a mineração cessou e a área foi abandonada. A lavra

do varvito de Itu teve fim idêntico, restando no local apenas imensos paredões. Autoridades do governo federal tentaram reativar a exploração deste último depósito, sem sucesso, e sem considerar o profundo significado paleoambiental dos restos.

“Quem nunca se afastou dos trópicos tem dificuldade em imaginar o aspecto das imensas montanhas de gelo chamadas geleiras. No inverno, às vezes cai neve em algumas áreas do Sul do Brasil. Para formar geleiras, porém, ela deveria concentrar-se, sem derreter, durante muitos anos. No passado, existiram geleiras em regiões que hoje estão perto do equador, a parte mais quente da Terra. Isso é possível porque os continentes movem-se lentamente e o clima global do planeta se modifica ao longo do tempo”. (Almeida & Carneiro, 1995:42).

Felizmente para a comunidade geocientífica nacional e internacional, em 1991 a prefeitura de Salto implantou o “Parque da Rocha Moutonnée” e, em 1995, a prefeitura de Itu criou o “Parque Geológico do Varvito de Itu”. Os dois sítios constam do primeiro volume dos monumentos brasileiros (<http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm#Vol1>), quando teve início o inventário sistemático do patrimônio pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. Uma coincidência é que, no mesmo mês da inauguração do parque de Itu, a revista *Ciência Hoje*, da SBPC, publicou o texto de divulgação acima citado (Fig. 1).

A implantação de parques naturais, com destaque na relevância cultural, paisagística, científica e/ou turística, acompanha a tendência de crescimento da divulgação geológica sistemática e da maior inserção da geologia em comunidades locais e unidades de conservação. São elementos valiosos que contribuem para desenvolvimento de programas educacionais locais (Mansur et al. 2013). As iniciativas utilizam-se de painéis, vídeos e folhetos explicativos sobre evolução geológica do monumento e suas feições notáveis.

Varvitos

O varvito de Itu é mais adequadamente descrito como ritmito, rocha sedimentar finamente estratificada, originada de sedimentos depositados em ambiente pró-glacial. É tipicamente formado por sucessão rítmica de pares de camadas horizontais de argila-silte, ou de argila-areia fina, dispostos em estratos horizontais de grande persistência lateral

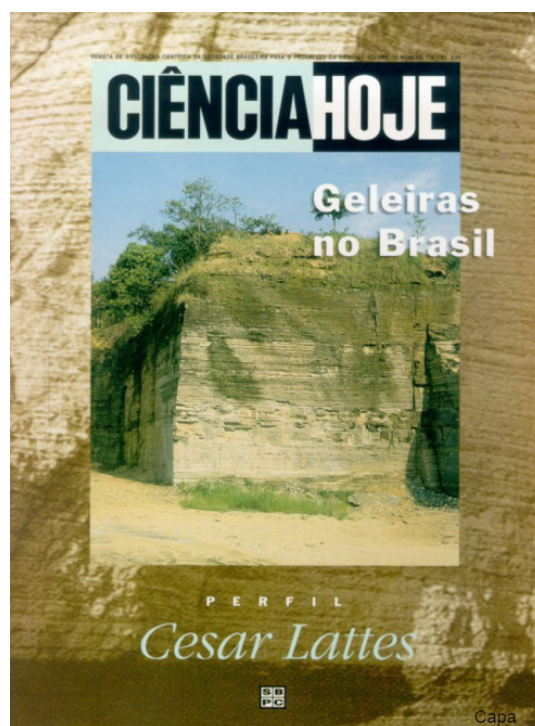


Figura 1. Capa do número 112, 1995, da revista *Ciência Hoje*, editada pela SBPC

(Mattos 2012). A rocha se forma pela acumulação de partículas em camadas escuras e claras, em bela repetição (Figs. 2 e 3a) que evidencia a alternância de condições locais bastante regulares ao longo do tempo. O ambiente deposicional do varvito deve se vincular provavelmente a um corpo de água com salinidade reduzida ou lago pró-glacial em contato parcial ou temporário com a margem da geleira (Rocha-Campos 2002b). Em varvitos típicos, as correntes de densidade ou de turbidez depositam camadas/lâminas claras, durante o verão; no inverno, quando o lago está congelado, decantam-se as lâminas escuras de silte/argila (Carneiro 2015). As paredes em Itu evidenciam a ação de correntes durante a deposição das camadas claras, que formam suaves ondulações (Fig. 3b), descritas como marcas onduladas cavalgantes de corrente (*climbing current ripples*) em parte supercríticas, com preservação de uma parte do lado situado a montante da marca ondulada (*stoss side*). A direção relativa da corrente é para a direita da foto (Fig. 3b). As *climbing current ripples* foram provavelmente depositadas por correntes de turbidez de baixa densidade em uma bacia subaquática. Em direção ao topo, as ondas se suavizam e acabam por desaparecer quando se atinge a camada escura imediatamente sobreposta. As ondulações podem reaparecer na sequência seguinte, em padrão similar.



Figura 2. Paredão de varvito no interior do parque, com atentos visitantes e um painel explicativo

Grandes “icebergs” de gelo podem se desprender da geleira principal, muitas vezes fazendo o transporte de blocos redondos de tamanhos variados. À medida que o gelo derrete, as massas de gelo deixam cair a carga sobre o fundo, que deforma sedimentos inconsolidados. Tal é a origem dos seixos “caídos” (Figs. 4 e 5). As camadas depositadas sobre o seixo acomodam-se à saliência, porém gradativamente as camadas vão ficando menos onduladas, em um padrão que é bem descrito pela expressão “dobras supratênuas”.

Rochas semelhantes a varvitos, ou os assim denominados “folhelhos várvidos no sul do país” (Oliveira 1929, apud Mattos 2012), ocorrem não apenas nas vizinhanças de Itu e Salto, mas em zonas distantes, como nos estados do Paraná e Santa Catarina. Não obstante, o Parque Geológico do Varvito é considerado, no Estado de São Paulo, a melhor exposição conhecida. Ali estima-se a espessura máxima de ritmo da ordem de “cerca de 15 m” (Mattos 2012). Carneiro (2015), mesmo sem dispor de dados de sondagens, admitiu espessura total bem superior a 30 m, considerando:



Figura 3. Pormenores de camadas de varvito: (a) camadas de espessura variável, claras e escuras, atravessadas por pequena falha; (b) laminação ondulada, que evidencia a presença de correntes durante a deposição

(a) a existência de outra pedreira abandonada adjacente, situada em nível mais baixo no relevo, e que extraiu camadas sotopostas às do Parque do Varvito, e (b) que existem cortes ainda mais baixos no relevo, à margem da Rod. do Açúcar, onde afloram camadas de varvito (Carneiro 2015).

A rocha foi utilizada na produção de placas para pisos e revestimentos em construção civil. As delgadas camadas claras e escuras dão ao varvito um aspecto bandado, cuja delicada monotonia é bem conhecida (Fig. 1). É comum que a superfície das lâminas escuras contenha rastros de pequenos animais, como vermes ou pequenos crustáceos que habitavam o fundo do lago.

Abordagens didáticas

Tanto de automóvel quanto de ônibus, os parques são facilmente acessíveis; ficam próximos à mancha urbana. Acessa-se o Parque Geológico do Varvito a partir da rodovia do Açúcar (Sorocaba-Piracicaba) por estrada vicinal pavimentada, denominada Estrada Itu-Carvalho. A sinalização é adequada e o parque é bem conhecido. O Parque da Rocha Moutonnée fica em Salto, à margem esquerda do Rio Tietê, com acesso pela antiga estrada que liga esta cidade a Itu. Os dois locais são ricos em elementos que despertam a curiosidade das pessoas, que ficam encantadas com os paredões de rocha delicadamente estratificada no primeiro, e a grande rocha esculpida, no segundo.

Parque Geológico do Varvito

No Parque Geológico do Varvito, o número de visitantes manteve-se alto nos últimos anos (Tab. 1, Fig. 6; estão disponíveis dados de 2011 a 2014).

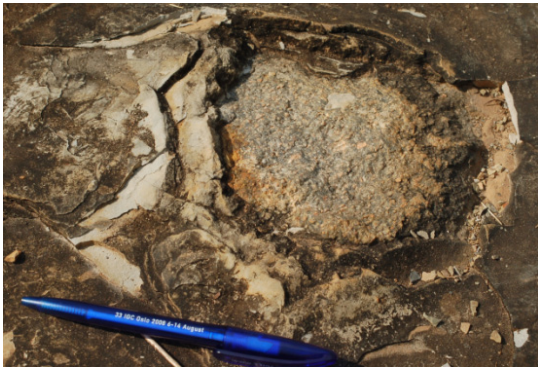


Figura 4. Pequena feição dômica (dobra supratênue) em camadas de varvito ao redor de seixo granítico

Embora não seja grande a quantidade de famílias ou grupos que o visitam sem ajuda de guias ou monitores, é fácil encontrar ali algum tipo de atendimento especializado. Surpreende a quantidade de escolas da região ou até mesmo de cidades distantes que fazem visitas regulares, sobretudo se considerarmos que o parque é pouco divulgado por veículos de comunicação. Um problema diz respeito à possibilidade do visitante se apropriar de pequena amostra de rocha. Resumimos no quadro da Fig. 7, o motivo pelo qual esse é um exemplo de conflito conceitual. Quando o parque foi criado, cada visitante podia pegar sua amostra de um recipiente na entrada do parque. Hoje não se permite mais que os visitantes levem para casa nada mais... do que suas fotografias. Aplica-se a visão restritiva do conceito de proteção ambiental, mas a proibição, no caso de Itu, pode ser um exagero.

A vinculação das rochas do Grupo Itararé a um paleoambiente de natureza glacial-periglacial ficou consagrada como a mais precisa interpretação genética das rochas de Itu e região. O clima da Terra mudou muitas vezes, em relação ao clima que a humanidade vivencia no tempo presente. Em Neuchâtel, 1837, Louis Agassiz convenceu a comuni-

dade científica da hipótese de que estrias incomuns em grandes rochas expostas em montanhas da Suíça teriam sido causadas pela pressão de geleiras que depois recuaram; a hipótese fôra formulada por um caçador (Hecht 1993-1994). O fenômeno faz parte do ciclo da água, mas pode ser estudado a partir de registros deixados na esfera sólida (Potapova 2008, Martins et al. 2011): “durante épocas mais quentes, geleiras diminuíram de tamanho, e até mesmo desapareceram em alguns locais; em épocas mais frias, geleiras aumentaram de tamanho, recobrando vastas áreas” (Carneiro 2015). É possível que alguns visitantes saiam do parque sem ter sido convencidos de que mudanças lentas e contínuas, tanto dos continentes como da atmosfera, possam ter alterado o clima e a geografia do planeta de maneira tão radical. Não é, porém, o caso dos alunos de cursos da Unicamp e de outros cursos superiores.

Sempre que formamos grupos de estudantes e os convidamos para investigar o ambiente natural, em parques e áreas afins, precisamos refletir sobre a abordagem didática específica a ser adotada (Carneiro et al. 2008). Nos cursos de Geologia e Geografia na Unicamp, turmas grandes de alunos fazem visita regular ao parque (Carneiro et al. 2008), quando aplicamos roteiro de campo do tipo indutivo (Compiani & Carneiro 1993). Convidamos o estudante a examinar as rochas presentes nos cortes, comparando-as com aquelas observadas em outros locais, sem prestar atenção, logo de partida, nos painéis e cartazes. Na atividade, ignoram-se os painéis existentes no parque, ricos em descrições e informações interessantes. Perguntas intencionais dos guias dirigem o olhar para os cortes e captam as dúvidas de cada um. Os alunos realizam trabalho razoavelmente autônomo e estimulante, pois o aluno enxerga a rocha “com os próprios olhos” (Carneiro 2015).



Figura 5. Seixos caídos: (a) pequena depressão elipsoidal que resulta da remoção de seixo caído; (b) aspecto de grânulo imerso em camadas de varvito



Figura 6. Taxa anual de visitação ao Parque Geológico do Varvito, 2011 a 2014

No caso das eras glaciais, pode-se discutir até mesmo aspectos críticos do debate atual sobre aquecimento global:

Eras glaciais vão e veem, causadas por mecanismos que a humanidade é impotente para controlar. E depois de cada idade do gelo o mundo se aquece e as geleiras desaparecem apenas para voltar milhões de anos mais tarde. Nenhuma mudança no clima é irreversível. Dados os quatro bilhões de anos da história da Terra e os 542 milhões de anos de vida complexa, culpar a humanidade por 9.000 anos de aquecimento global parece um pouco tolo (Hoffman 2009).

Tabela 1. Número de visitantes do Parque Geológico do Varvito, por ano, de 2011 a 2014

Ano	Total de visitantes
2011	44.249
2012	61.544
2013	62.312
2014	62.132

Fonte: Bene Camargo, administradora do Parque; email de 25.06.2015.

Parque da Rocha Moutonné

Da singular associação de caracteres que tornam esse geossítio único no Brasil, é preciso recordar que, ali, qualquer observador pode comprovar a dedução do sentido de movimento da geleira neopaleozoica, “de sudeste para noroeste” (Rocha-Campos 2002a).

O escoamento da geleira desloca partículas e fragmentos de rocha que raspam o substrato da geleira e produzem estrias e sulcos paralelos ao sentido de movimento. A aspereza das longas estrias e reentrâncias da superfície do granito pode ser observada quando o visitante se aproxima e delicadamente movimenta as mãos na rocha. Em uma das orientações as mãos encontram menor resistência da superfície. Além dos olhos, o aluno

Posso levar uma amostra para casa?

Nos primeiros anos de funcionamento do Parque Geológico do Varvito, bem na área de recepção dos visitantes, havia uma caixa de alvenaria, contendo fragmentos de varvito, aproximadamente cúbicos a placoides, cujos tamanhos variavam desde 3 até 8 centímetros de lado. O material destinava-se aos jovens visitantes, que poderiam levar para suas casas ou para a escola as amostras que quisessem recolher. O tempo passou, e talvez a dificuldade de repor o material levou os administradores a transformar o espaço em uma jardineira, repleta de plantas ornamentais. Bonito, porém pouco eficaz.

Perdeu-se um importante meio de fazer com que cada visitante memorize a visita e possa relembrar mais tarde a relevância do patrimônio geológico e ambiental que conheceu. Em outros termos, adotou-se a visão restritiva de que uma área de parque é um lugar de onde somente se levam fotografias...

Nem tudo está perdido para sempre. Sugere-se que a prefeitura e os responsáveis pela administração do parque repensem o conceito de preservação irrestrita. Devem manter os cartazes proibindo que o visitante leve em segredo uma amostra que recolheu do chão, mas é importante que reapareça a caixa de amostras, para que cada um escolha o pedacinho que quiser levar. O benefício educativo é imenso, pois o cenário construído em um parque como esse vai além do campo sensorial.

Fotografias são essenciais, mas a coleta de uma pequena amostra, que pode ser facilmente obtida em locais próximos, ajuda a manter viva na memória as impressões agradáveis do passeio realizado. Dependendo da adequada conexão entre o espaço vivido, os painéis de informação e as orientações dadas pelos monitores, guias, professores, familiares e outras pessoas que possam acompanhar cada visita, podem surgir aberturas para aprofundamento de conceitos novos que expandem a imaginação e o espectro de conhecimentos de cada um. As amostras apenas ajudam a fixar fisicamente a memória. É preciso que as pessoas sejam encorajadas a levar seu pedacinho de história para casa.

Figura 7. (Quadro) Um exemplo de conflito conceitual: por que motivo não se permite mais que os visitantes levem para casa uma pequena amostra de varvito?

precisa aplicar seu próprio tato. Apenas duas vezes, em 16 anos de visitas, os alunos da Unicamp foram impedidos pelos vigias do parque de se aproximar da rocha e realizar o teste tátil. A justificativa dada é que seria preciso “pedir autorização formal da administração”.

A burocracia estende seus tentáculos por toda parte... Seria importante que o treinamento dos vigias e monitores técnicos do parque os ajudasse a distinguir eventuais vândalos daqueles que respeitam o monumento natural e para ali se dirigem com o real interesse de estudar e aprofundar conhecimentos.

Ao mover as mãos na superfície da rocha, o observador percebe que tocou um pequeno pedaço da Terra que esteve na mesma situação (exposto à superfície) há mais de 290 milhões de anos. A singela ação possibilita reconhecer aquilo que Frodeman (2010) assinala como aspecto central do raciocínio geológico: “A forma como **percebemos** o objeto é sempre modelada (embora não determinada completamente) pelo modo como **concebemos** e **agimos sobre** o objeto com o conjunto de ferramentas, conceitos, expectativas e valores que trazemos até o mesmo [grifos do original].” Em outros termos, Frodeman (2010) interpreta o processo de entendimento praticado pelos geólogos como sendo um procedimento essencialmente hermenêutico:

O geólogo atribui diferentes valores aos vários aspectos do afloramento, julgando quais características ou padrões da rocha são significativos e quais não o são. Examinar um afloramento não é simplesmente uma questão de “dar uma boa olhada”. O geólogo extrai das pistas do passado eventos e processos, de maneira análoga àquela em que o médico interpreta os sinais de uma doença ou em que o investigador constrói um caso circunstancial contra um acusado (Frodeman 2010, p.91).

Raras vezes se pode fazer isso; para entender a sutileza, basta observar a presença de corpos descontínuos de rochas sedimentares que até pouco tempo atrás eram mais espessos, quando aderiram à superfície da rocha granítica e a recobriram. Massas compostas por arenito conglomerático e diamictito arenoso (Rocha-Campos 2002a) foram removidas pela erosão e, eventualmente, pela atividade humana, expondo a superfície original da rocha. A abordagem didática pode explorar a ideia de que o intemperismo modificará, ao longo dos anos, a superfície da rocha; o processo pode ser

retardado, porém é inevitável (Fig. 8). A discussão ajuda a explorar interações cíclicas dos componentes do Sistema Terra (Hecht 1993-1994, Carneiro et al. 2012a, Grotzinger & Jordan 2013): geosfera (esfera sólida), atmosfera, hidrosfera e biosfera, que interagem com a noosfera (esfera social).

Pastoriza (2014) apresenta abordagens didáticas empregadas nos dois sítios geológicos, em que utiliza a poesia como recurso didático, em associação ao trabalho de campo. A poesia sensibiliza o visitante para o “tema da preservação dos sítios geológicos e suas características” e o estimula a soltar sua imaginação e curiosidade.

Parque das Lavras e Pavimento Estriado Guarauí

Na cidade de Salto, a pequena distância da Rocha Moutonnée, três ocorrências merecem destaque. No mesmo sítio do Parque da Rocha Moutonnée, na margem esquerda do rio Tietê. O Porto de Góes testemunha a colonização do século



Figura 8. Observadora analisa a superfície polida da Rocha Moutonnée, gerada por abrasão, na qual se percebe com o tato o sentido do deslocamento das massas de gelo, arrastando fragmentos de rochas e outros materiais que sulcaram o granito. As massas moveram-se do canto inferior direito da foto para o canto superior esquerdo.



Figura 9. As águas do Rio Tietê a montante do Porto de Góes, testemunho da colonização do século XVII. Os bandeirantes eram obrigados a transportar por terra seus barcos e equipamentos, para vencer a barreira, que atualmente é objeto de obras de engenharia, como pontes e barragens.

XVII (Oliveira 2008) pois representa o início de novo percurso pelos bandeirantes, depois de terem vencido a barreira física das potentes corredeiras de Salto, atualmente interrompidas por obras de engenharia (Fig. 9).

Outra ocorrência de granito, descrita por Pérez-Aguilar et al. (2008, 2009), situa-se próximo à bossa famosa portadora de estrias glaciais. Está hoje bastante ameaçada pelo lançamento de lixo, entulhos e outros materiais, além do risco de ser implantado um condomínio residencial na área. São ameaças que podem esconder para sempre o registro. Aparentemente, as autoridades não se deram conta do perigo de perda desse patrimônio natural.

No local denominado Parque das Lavras, por outro lado, foi instalado um mirante no alto de imagem da padroeira de Salto, N. Sra. de Monte Serrat, de onde se pode ter visão panorâmica da paisagem em 360° (Fig. 10). Observa-se notável, o notável **contraste entre diferentes domínios de relevo** (Oliveira 2008) e relevo tipicamente granítico, coalhado de matações e blocos. Ali, comprova-se a existência de inúmeras exposições de granitos de onde se poderia extrair a mesma rocha lavrada no Parque da Rocha Moutonné. Cinco pedestais sustentam blocos de granitos polidos da região, que ilustram a grande variedade de tipos de rocha existentes em um único corpo granítico – o batólito de Itu – cuja evolução tectônica ainda não está plenamente compreendida. As amostras revelam diferentes granulacões e padrões de cores, além da presença de cristais de feldspato zonado e outras feições de granito tipo rapakivi.

A integração das observações de todos os pontos permite conciliar elementos ligados ao estudo da Terra em si – os aspectos físicos e naturais – com

a atividade humana, relacionada com a noosfera. Várias são as trajetórias possíveis para os visitantes dos Parques do Varvito, da Rocha Moutonné e das Lavras. Todas abrangem amplo espectro de possibilidades: a história da mineração e da descoberta de sítios de importância geológica e cultural, a descrição e caracterização do patrimônio geológico e cultural, o enquadramento e a tipologia adotados pelos municípios de Itu e Salto para preservar bens naturais e culturais, o detalhamento de como a população (os visitantes) se relacionam e incorporam em suas vidas a experiência vivenciada, a avaliação da aprendizagem dos visitantes (especialmente as crianças) ao visitar os parques e tantas outras alternativas que não cabe enunciar neste espaço

Discussão

Os parques naturais mencionados neste artigo são valiosos para se estabelecer relações que conciliam a compreensão das Ciências da Terra com uma visão sobre como o conhecimento científico é construído. A visão sistêmica resulta de novo modo de olhar a natureza que descortina interações entre variáveis, componentes e esferas terrestres.

Incontáveis temas geológicos, conceitos científicos e processos estudados na disciplina Ciência do Sistema Terra podem ser explorados nos parques naturais de Itu e Salto. O sucesso das iniciativas municipais justifica movimento organizado, em pontos espalhados pelo País, para identificar zonas de alto interesse geológico que se caracterizem como monumentos geológicos. Em Salto, bem



Figura 10. Ao fundo, aparece o relevo tipicamente granítico do Batólito de Itu, por onde correm as águas do Rio Tietê, no canto superior esquerdo da foto. No canto inferior da imagem, emoldurados por matações e blocos de granito, cinco blocos de rocha polida se equilibram sobre pedestais, compondo o Parque das Lavras.

ao lado da rocha Moutonnée, as autoridades ainda não tenham reconhecido a urgência da proteção do Pavimento Estriado Guaraú (Pérez-Aguilar 2008, 2009). Numerosos interesses pontuais e talvez um certo descaso dos gestores públicos determinarão o soterramento rápido e talvez irreversível de registros notáveis, que complementam e expandem o que pode ser visualizado nos demais parques geológicos.

Cada um dos milhares de visitantes anuais dos parques sequer se preocupa em avaliar a importância dessa ou aquela área do conhecimento, somente pretende se distrair e aprender mais. Além disso, pode-se aproveitar a visita aos parques para ilustrar que é impossível ter acesso direto aos fenômenos que ocorreram no passado, mas se pode estudar seus vestígios e refletir sobre a vasta história geológica da Terra. A preocupação exagerada com a proteção do patrimônio atingiu ponto extremo: nenhum visitante pode remover dali um pedacinho de rocha sequer. É preciso relativizar a ideia; é importante reservar um espaço com pequenas amostras, que possam ser levadas pelos visitantes. Isso pode ajudá-lo a memorizar a visita e valorizar ainda mais o patrimônio geológico e ambiental.

A escola é o lugar privilegiado para aprofundamento de conceitos como os que se abrem nas visitas. Uma vez que, para entender o futuro, “é preciso olhar atentamente os vestígios do passado!” (Almeida & Carneiro, 1995:42), as propostas de incluir Geociências no ensino assumem grande importância, desde a educação básica até o nível superior, notadamente no campo da formação de professores e pesquisadores (Martins 2014), pois:

(...) uma questão primordial da educação é conhecer e respeitar o funcionamento do planeta, para garantir a sobrevivência das futuras gerações” (Martins 2014).

Inúmeras pesquisas na área de ensino e da história de Ciências da Terra têm sido motivadas precisamente pelo imperativo de fazer com que qualquer pessoa tenha meios de conhecer o “funcionamento” dos processos terrestres (Carneiro et al. 2005) e sua influência na construção das cidades, edificações e artefatos técnicos por comunidades locais. A máxima de que “só se protege aquilo que efetivamente se conhece” aplica-se cada vez mais à relação do homem com o planeta onde vive. O homem precisa compreender os proces-

so naturais para buscar convivência harmoniosa com a natureza.

É nosso dever sagrado para com o planeta – para com GAIA – alterar a ordem de nossos valores, de modo que nossa primeira preocupação seja a limpeza das águas, a proteção do solo e o cuidado com as árvores. (Todd 1990, p.135).

Todd (1990, p.125), na obra acima citada, adverte que “o homem, geralmente, destrói seu capital biológico”. Podemos acrescentar que estamos a destruir, até mesmo, nosso “capital geológico”.

Conclusões

O artigo aborda os parques geológicos de Itu e Salto, que integram cenário absolutamente grandioso; a visitação atinge dezenas de milhares de visitantes por ano, revelando que Itu e Salto fizeram escolhas muito positivas, ao preservar locais de grande interesse histórico. Além dos pontos citados, existem ainda o Porto de Góes, o Pavimento Estriado Guaraú, o Parque das Lavras e o mirante de N. Sra. de Monte Serrat, um edifício de quase 20 m de altura que possibilita a visualização da paisagem da Depressão Periférica Paulista.

Os parques são iniciativas exemplares que preservam sítios de interesse geocientífico. Aos poucos, novos municípios brasileiros seguem o mesmo rumo e passam a colher os frutos notáveis do apoio ao desenvolvimento da cultura geológica pela população, em benefício do meio ambiente.

Na época atual cresce a consciência da necessidade de se respeitar a dinâmica natural do Sistema Terra; a ampliação exponencial da capacidade humana de observar fenômenos por meio de satélites e outros instrumentos melhorou o potencial de se prever respostas, consequências e impactos dos processos naturais e humanos. Os parques naturais de Salto e Itu são valiosíssimos. Ali, as pessoas podem compreender a notável dinâmica geológica e a origem de toda uma bela paisagem, cujas raízes foram estabelecidas muito tempo antes de os primeiros seres humanos começarem a deixar pegadas e a fazer inscrições rupestres.

É preciso registrar, porém, que no entorno do Parque Geológico do Varvito e do Parque da Rocha Moutonnée, a preservação do Pavimento Estriado Guaraú ainda não mereceu a atenção das autoridades. É paradoxal ser proibido retirar amostras do Parque do Varvito com a finalidade de protegê-lo,

mas, bem ao lado, outro belo monumento esteja prestes a desaparecer para sempre.

Agradecimentos

O autor agradece ao Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto, pelo convite para proferir palestra no evento de 23 de julho de 2015, que comemorou os 20 anos de inauguração do “Parque Geológico do Varvito de Itu”; à prefeitura de Itu e aos administradores do parque, na pessoa da Sra. Bene Camargo e equipe, que gentilmente forneceram dados sobre visita anual no período 2011-2014. Agradece ainda a revisão do manuscrito pelos Profs. Drs. Paulo Roberto dos Santos, Rosely Aparecida Liguori Imbernon e Pedro Wagner Gonçalves, que fizeram sugestões de aprimoramento.

Referências

- Almeida F.F.M. 1948. A “*Roche Moutonnée*” de Salto, Estado de São Paulo. São Paulo, *Bol. Geol. e Metalurgia*, 5:112-123.
- Almeida F.F.M.de, Carneiro C.D.R. 1995. Geleiras no Brasil e os parques naturais de Salto e Itu. *Ciência Hoje*, 19(112):24-31.
- American Geological Institute (AGI) & the National Park Service (NPS). 2015. *America’s Geologic Heritage*. An Invitation to Leadership. AGI. URL: http://www.earthsciweek.org/sites/default/files/Geoheritage/GH_Publication_Final.pdf. Acesso 07.09.2016.
- Camphire G. 2016. *Our shared geoheritage*. Earth Science Week 2016. *The Leading Edge*, Sept. 2016. p. 800-802. <http://dx.doi.org/10.1190/tle35090800.1>. Acesso 07.09.2016.
- Carneiro C.D.R. 2012a. As esferas terrestres se reclamam: o Ciclo das Rochas. In: Y. Hasui, C.D.R. Carneiro, F.F.M.de Almeida, A. Bartorelli. eds. 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. p. 16-23. (Cap. 1).
- Carneiro C.D.R. 2012b. Objetivos, limitações e escopo da obra. In: Y. Hasui, C.D.R. Carneiro, F.F.M.de Almeida, A. Bartorelli. eds. 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Ed. Beca. p. 11-13. (prefácio).
- Carneiro C.D.R. 2015. 20 anos do Parque Geológico do Varvito, Itu-SP: só se prevê o futuro conhecendo vestígios do passado. In: Simp. Nac. Ensino e Hist. Ciências da Terra, 6, Simpósio de Geologia do Sudeste, 14, Campos do Jordão, 26-29.10.2015. *Anais...* Campos do Jordão, SBGeo. p.632-635. URL: <http://www.acquacon.com.br/geosudeste/anais.php>. Acesso 17.12.2015.
- Carneiro C.D.R., Gonçalves P.W., Negrão O.B.M., Cunha C.A.L. 2005. Ciência do Sistema Terra e o entendimento da “máquina” planetária em que vivemos. *Geonomos*, 13(1):11-18.
- Carneiro C.D.R., Gonçalves P.W., Negrão O.B.M., Cunha C.A.L. 2008. Docência e trabalhos de campo nas disciplinas Ciência do Sistema Terra I e II da UNICAMP. *Rev. Bras. Geoc.*, 38(1):130-142. (março 2008). URL: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/rbg/article/view/9816/8972>. Acesso 14.03.2015.
- Cervato C., Frodeman R. 2014. A importância do tempo geológico: desdobramentos culturais, educacionais e econômicos (tradução). *Terræ Didactica*, 10(1):67-79. URL: http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/v10_1/6.html. Acesso 16.10.2015.
- Compiani M., Carneiro C.D.R. 1993. Os papéis didáticos das excursões geológicas. *Rev. de la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(2):90-98. URL: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88098/140821>. Acesso 18.08.2015.
- Frodeman R. 2010. O raciocínio geológico: a geologia como uma ciência interpretativa e histórica. *Terræ Didactica*, 6(2):85-99. URL: https://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/v6_2/pdf-v6_2/TD_6_2_A4_Frodeman.pdf. Acesso 16.10.2015.
- Grotzinger J., Jordan T.H. 2013. Para entender a Terra. 6 ed. Trad.: I.D. Abreu. Superv. R. Menegat. Porto Alegre: Bookman. 738p.
- Hecht L. 1993-1994. The Coming (or Present) Ice Age. A long-term perspective on the current global warming fad. *21st Century Sci. & Technol.*, 6(4):25-35. <https://www.thelibrarybook.net/pdf-the-coming-or-present-ice-age.html>.
- Hoffman D.L. 2009. *The Grand View*: 4 Billion Years of Climate Change. Co2sceptic (Site Admin). ago 28th 2009. URL: <http://climaterrealists.com/?id=3939>. Acesso 21.07.2015.
- Isbell J.L., Henry L.C., Gulbranson E.L., Limarino C.O., Fraiser M.L., Koch Z.J., Ciccioli P.L., Dineen A.A. 2012. Glacial paradoxes during the late Paleozoic ice age: Evaluating the equilibrium line altitude as a control on glaciation. *Gondwana Res.*, 22(1):1-19. doi:10.1016/j.gr.2011.11.005. Acesso 12.09.2016.
- Mansur K.L., Rocha A.J.D., Pedreira A. (in memoriam), Schobbenhaus C., Salamuni E., Erthal F.C., Piekarz G., Winge M., Nascimento M.A.L., Ribeiro R.R. 2013. Iniciativas institucionais de valorização do patrimônio geológico do Brasil. *Bol. Paran. Geoc.*, 70:02-27.
- Martins J.R.S., Gonçalves P.W., Carneiro C.D.R. 2011. O ciclo hidrológico como chave analítica interpretativa de um material didático em Geologia. Bauru: *Ciência & Educação*, 17(2):365-382. URL: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=251019454008>. Acesso 10.04.2012.
- Martins J.R.S. 2014. *Controvérsias e problematização no ensino de Geociências*. Campinas: Inst. Geoc., Unicamp. (Tese Dout. PEHCT).
- Mattos N.H.S. 2012. *Caracterização geológica e potencial*

- para reservatórios no Grupo Itararé, na região centro-leste do Estado de São Paulo. Campinas: Inst. Geoc., Unicamp. (Trab. Concl. Curso Grad.).
- Oliveira E. 1919. *Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná*. Serv. Miner. Geol Brasil, 1927 (Monogr. VI).
- Oliveira A.I.de, Leonardos O.H. 1978. *Geologia do Brasil*. 3 ed. Esc. Sup. Agric. Mossoró, Coord. Est. Probl. Bras. (Col. Mossoroense, v.72).
- Oliveira R.F.de. 2008. Trabalho de campo nos municípios de Itu/SP e Salto/SP: referência ao ensino de geografia. In: Semin. Latino-Amer. Geogr. Física, 5, s.l. Anais, *Revista Geografia Ensino & Pesquisa*, **12**(1):1-12. URL: <http://w3.ufsm.br/vslagf/eixo1.pdf>. Acesso 25.06.2015.
- Pastoriza T.B. 2014. Ensino das mudanças climáticas com as rochas: a importância das rochas Moutonnée e dos Varvitos na história geológica da Terra. Uberlândia, *Rev. Ens. Geografia*, **5**(9):73-86. URL: <http://www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br/>. Acesso 15.06.2015.
- Potapova M.S. 2008. Geologia como uma ciência histórica da natureza. *Terrae Didactica*, **3**(1):86-90. [Trad. de: Potapova M.S 1968. Geology as an historical science of nature. In: *Interaction of the science in the study of the Earth*. Moscow: Progress, p.117-126]. URL: http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/v3/v3_a7.html. Acesso 16.10.2015.
- Pérez-Aguilar A.P., Petri S., Hypólito R., Ezaki S., Souza P.A.de, Juliani C., Monteiro L.V.S., Azevedo Sobrinho J.M., Moschini F. 2009. Superfícies estriadas no embasamento granítico e vestígio de pavimento de clastos neopaleozóicos na região de Salto, SP. Ouro Preto: *REM: R. Esc. Minas*, **62**(1): 17-22, jan. mar. 2009.
- Pérez-Aguilar A., Petri S., Hypólito R., Ezaki S., Souza P.A., Juliani C., Monteiro L.V.S., Azevedo Sobrinho J.M., Moschini F. 2008. Pavimento Estriado Guaraú, Salto, SP. Marcas de geleira neopaleozóica no sudeste brasileiro. In: Winge M., Schobbenhaus C., Souza C.R.G., Fernandes A.C.S., Berbert-Born M., Queiroz E.T. Eds. 2008. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. URL: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio035/sitio035.pdf>. Acesso 11 mar.2016. [Versão final do capítulo impresso em: Winge M. (Ed.) et al. 2009. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2009. v. 2. 515 p. il. Color]
- Petri S., Souza P.A. 1993. Síntese dos conhecimentos e novas concepções sobre a bioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, Brasil. *Rev. Inst. Geol. [online]*. **14**(2):7-18. URL: http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0100-929X1993000200001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso 10.11.2015.
- Rocha-Campos A.C. 2002a. Rocha Moutonnée de Salto, SP. Típico registro de abrasão glacial do Neopaleozóico. In: C. Schobbenhaus, D.A. Campos, E.T.de Queiroz, M. Winge, M.L.C. Berbert-Born eds. 2002. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM BRASIL. Depto. Nac. Prod. Mineral (DNPM)/Serv. Geol. Brasil (CPRM). Com. Bras. Sítios Geol. e Paleobiol. (SIGEP). 2002. p. 155-159. URL: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio021/sitio021.htm>. Acesso 26.06.2015.
- Rocha-Campos A.C. 2002b. Varvito de Itu, SP. Registro clássico da glaciação neopaleozóica. In: C. Schobbenhaus, D.A. Campos, E.T.de Queiroz, M. Winge, M.L.C. Berbert-Born eds. 2002. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM BRASIL. Depto. Nac. Prod. Mineral (DNPM)/Serv. Geol. Brasil (CPRM). Com. Bras. Sítios Geol. e Paleobiol. (SIGEP). 2002. p. 147-154. URL: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio062/sitio062.htm>. Acesso 26.06.2015.
- Todd J. 1990. Uma categoria econômica baseada na ecologia. In: Thompson W.I. 1990. *Gaia*. Uma teoria do conhecimento. São Paulo: Ed. Gaia. p. 123-136.
- Washburne C.W. 1930. *Petroleum geology of the State of São Paulo, Brasil*. São Paulo, Bol. Com. Geogr. Geol. (22):1-282.
- White I.C. 1908. *Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*. Trad. Carlos Moreira. Rio de Janeiro: DNPM, 1988. Parte I, p.1-300, Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar)

Resumo: O Parque Geológico do Varvito, em Itu, e seu equivalente em Salto, o Parque da Rocha Moutonnée, são exemplos de investimento público decisivo para difundir conhecimentos sobre a história geológica regional. O Parque do Varvito atende a mais de 60.000 visitantes por ano. Os geossítios contribuem para se construir uma visão mais consistente da glaciação que afetou Gondwana, há cerca de 300 milhões de anos, denominada Era Glacial do Paleozoico Superior, EGPS. Ambos recuperaram muito do que se perdeu do registro original, desde que os primeiros cientistas estiveram em Salto, em 1946, e identificaram estrias de origem glacial em grande saliência do corpo de granito. Insensíveis aos apelos da comunidade científica, em Salto as autoridades não interromperam a lavra de granito: grande parte do registro foi destruído para sempre. Hoje, a história se repete: outro monumento natural, o Pavimento Estriado Guaraú, em Salto, está seriamente ameaçado e pode desaparecer. Parques naturais podem ter efeito multiplicativo na educação básica, porque ajudam a compreender fenômenos que construíram nossa paisagem e podem trazer conhecimentos que ajudam a entender o clima atual, desdobramentos, consequências ambientais e efeitos das ações antrópicas na mudança climática.

Palavras-chave: Educação, Geociências, Geologia, Geografia, eras glaciais, estudos transdisciplinares, ambiente.