

Pavimento Estriado Guaraú, Salto, SP

Marcas de geleira neopaleozóica no sudeste brasileiro

DURANTE O NEOPALEOZÓICO o supercontinente Gondwana foi palco de avanços e recuos de massas de gelo, estando localizado o seu centro de deslocamento no sul da África. No Brasil, o registro geológico deste período abrange o Subgrupo Itararé, unidade permo-carbonífera que aflora na margem leste da Bacia do Paraná. Nas proximidades da Cerâmica Guaraú, a sudoeste da cidade de Salto, Estado de São Paulo, foram descobertas novas evidências deste evento glacial representadas por um pavimento estriado (Pavimento Estriado Guaraú) que se formou sobre um granito do Complexo Granitóide Itu que constitui, localmente, o embasamento cristalino, e um pacote de diamictitos do Subgrupo Itararé depositado sobre o mesmo. O pavimento estriado constitui um registro do avanço de massas de gelo e, os diamictitos, de recuo das mesmas. As estrias correspondem a sulcos subparalelos com espaçamento e profundidade milimétrico, possuem uma direção média N48^oW e mergulhos variando entre 12^o e 42^o para SE. As feições observadas e a sua associação com diamictitos indicam uma origem por abrasão glacial devida ao movimento de massas de gelo de sudeste para noroeste nesta parte da bacia.

Palavras-Chaves: Subgrupo Itararé; Complexo Granitóide; Itu; glaciação neopaleozóica; pavimento estriado; diamictito

SIGEP 035

Annabel Pérez-Aguilar¹

Setembrino Petri²

Raphael Hypólito²

Sibele Ezaki¹

Paulo Alves de Souza³

Caetano Juliani²

Lena V.S. Monteiro⁴

José Maria Azevedo Sobrinho¹

Francisco Moschini⁵

Striated Pavement of Guaraú, State of São Paulo – Marks of neopaleozoic glacier in southeastern of Brazil

In the Gondwana supercontinent ice sheets advanced and retreated during the Late Paleozoic with relation to a dispersion center located in south of Africa. In Brazil, geological features from this period were preserved within the permo-carboniferous unit of the Itararé Subgroup that outcrops in the eastern border of the Paraná Basin. Near Guaraú Ceramic, southwest Salto city in São Paulo State, new aspects of this glacial event were discovered, which correspond to a striated pavement (Guaraú Striated Pavement) that developed over granite from the Itu Granitoid Complex that locally corresponds to crystalline basement rock, and a body of diamictites from the Itararé Subgroup that deposited over it. The striae correspond to sub parallel grooves with milimetric spacing and depth, about N48E, dipping 12° to 42° towards SE. Observed features and association with diamictites indicate an origin by glacial abrasion due to ice movement from southeast towards northwest in this part of the basin.

Key words: Itararé Subgroup; Itu Granitoid Complex; neopaleozoic glaciation; striated pavement; diamictite

INTRODUÇÃO

Ao sul da cidade de Salto e do Parque Rocha Moutonné (Rocha-Campos, 2002), perto da Cerâmica Guaraú, foram descobertos dois afloramentos, A1 (Fig. 1) e A2, afastados alguns metros um do outro (Figs. 2 e 3), contendo pavimentos estriados sobre o embasamento granítico cobertos por diamictitos do Subgrupo Itararé (Pérez-Aguilar *et al.*, 2009). Estes pavimentos ficaram expostos devido à extração de argila para fabricação de tijolos, atividade minerária comum na região, resultando em duas grandes cavas próximas entre si.

Entretanto, após o descobrimento dos afloramentos A1 e A2, uma das cavas, em cuja margem estava localizado um dos pavimentos descobertos (A2), foi totalmente aterrada por material de entulho. O afloramento não aterrado, A1, por estar localizado perto da Cerâmica Guaraú, foi denominado de Pavimento Estriado Guaraú (Figs. 1 e 4). Representa um sítio geológico de grande beleza e importância geológica, constituindo, junto com os diamictitos associados, novas evidências diretas da glaciação neopaleozóica na borda leste da Bacia do Paraná.

Devido à presença, no A2, de feições glaciais de pequena escala bem preservados e à disposição espacial dos diferentes litotipos associados, incluindo o embasamento cristalino e diamictitos gradando lateralmente para ritmitos, neste trabalho serão descritos os dois afloramentos A1 e A2 para melhor entendimento da geologia e ambiente deposicional local.

LOCALIZAÇÃO

O sítio geológico aqui descrito está localizado a sudoeste da cidade de Salto, próximo do limite com o Município de Ituí, a aproximadamente 90 km a noroeste da cidade de São Paulo (Fig. 2).

As coordenadas dos afloramentos A1 e A2 são 23°13'8"S - 47°18'28"W e 23°13'10"S - 47°18'29"W, respectivamente (Fig. 3). O acesso pode ser feito pela rodovia SP 075 até o km 35, seguindo posteriormente pela Rodovia Rocha Moutonné (Estrada SLT 257) e, na sequência, pela Rua das Pirambóias.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Pavimentos Estriados

Os pavimentos estriados se desenvolveram-se sobre corpos graníticos que fazem parte do Complexo Granitóide Ituí (Galembe-



Figura 1 - Aspecto do afloramento A1, Pavimento Estriado Guaraú. Foto de Sibeles Ezaki e Annabel Pérez-Aguilar.

Figure 1 - Aspect of A1 outcrop, Guaraú Striated Pavement. Photo from Sibeles Ezaki and Annabel Pérez-Aguilar.

ck, 1997) os quais, localmente, correspondem ao embasamento cristalino do Subgrupo Itararé. Macroscopicamente, o granito corresponde a uma rocha avermelhada, de granulação média a grossa, com textura inequigranular, possuindo cristais que variam desde submilimétricos até 15 mm. Apesar de apresentar pequenas variações composicionais, o granito está constituído essencialmente por feldspato potássico, quartzo, plagioclásio e pequenas quantidades de biotita (~5% em volume) correspondendo, na classificação modal de Streckeisen (1976), a um sieno-

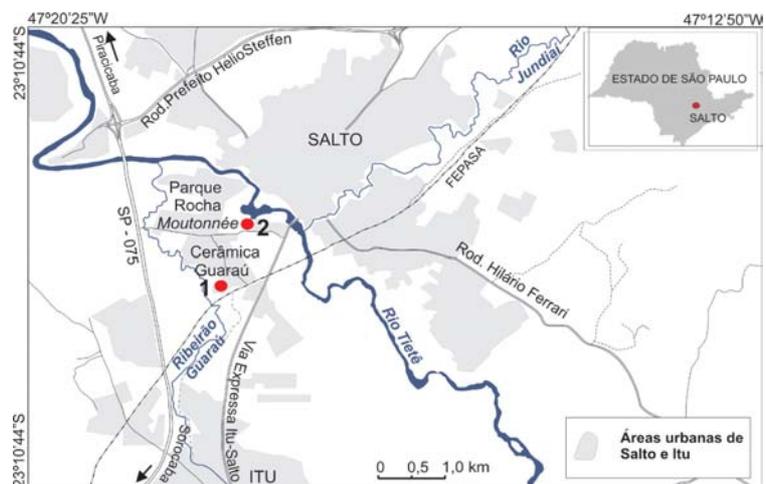


Figura 2 - Localização dos afloramentos A1 e A2 contendo os pavimentos estriados e diamictitos descritos neste trabalho (1) e Parque Rocha Moutonné (Rocha Campos, 2002) (2).

Figure 2 - Location of outcrops A1 and A2 where are present striated surfaces (1) and Rocha Moutonné Park (Rocha-Campos, 2002) (2).

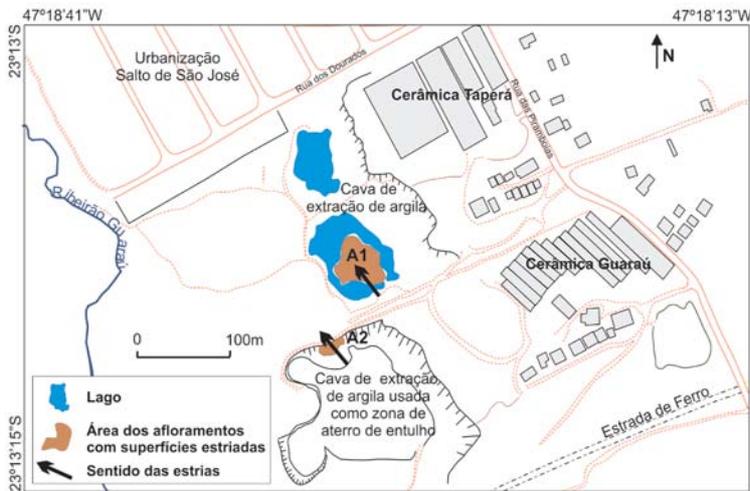


Figura 3 - Contexto local mostrando a localização dos dois afloramentos onde há presença de superfícies estriadas (A1 e A2).

Figure 3 - Local context showing the location of the two outcrops where are present striated surfaces (A1 and A2).

granito. Nos feldspatos potássicos predominam formas anedrais alongadas, variando a maioria dos grãos entre 3 e 10 mm. Grãos de plagioclásio branco predominam na forma de cristais alongados de até 10 mm. A biotita encontra-se disseminada pela rocha na forma de pequenas paletas de até 2 mm.

Em ambos os afloramentos, as estrias correspondem a sulcos subparalelos que exibem espaçamento milimétrico e profundidade de, no máximo, um milímetro.

O afloramento A1 está rodeado parcialmente por um pequeno lago, tendo este sido formado pelo empoçamento de água em antiga cava abandonada de extração de argila, e o A2 está localizado na margem de uma cava de extração de argila onde foram realizadas atividades de aterramento com entulho após a execução dos trabalhos de campo (Fig. 3). No A1, o corpo do granito mede, em seu eixo maior, 35 metros e possui duas superfícies estriadas métricas (Figs. 4, 5a e 5e). As direções das estrias, em ambas as superfícies, variam entre 35° e 58°NW. A primeira superfície possui estrias com mergulhos relativamente mais suaves, variando entre 12° e 18° para SE (Figs. 5a e 5e) e a segunda, mergulhos mais fortes de 42° para SE. No A2, as estrias possuem uma orientação N38°W/12°SE (Figs. 5a, 5c e 5d). As atitudes das superfícies estriadas são aproximadamente ortogonais à direção das estrias. A variação na direção das estrias é semelhante àquela observada por Almeida (1948) na rocha *moutonné*, locali-

zada próxima à cidade de Salto, e que hoje faz parte do Parque Rocha *Moutonné* (Rocha-Campos, 2002), onde as direções variam entre 35° e 65°NW (Fig. 2). Também foram observados finos sulcos e fraturas aproximadamente ortogonais às estrias com planos de mergulho predominantemente subverticais, mas por vezes mergulhando para NW (Fig. 5d e 5e). Fraturas relativamente maiores apresentam plano de mergulho para NW. Estas feições correspondem a fraturas em crescente (*crenastic fractures* conforme Petit, 1987), indicando, a direção do seu mergulho, o sentido de transporte de massas de gelo. Também há pequenas marcas de fricção do tipo *crenastic gouges* (*crenastic gouges* conforme Slocum, 1978), com os vértices da curvatura apontando para SE (Fig. 5a e 5d), indicando, em conjunto com as fraturas em crescente, sentido de transporte de massas de gelo de SE para NW.

A direção das estrias é coerente com aquelas obtidas em pavimentos estriados presentes na borda leste da Bacia do Paraná (Riccomini & Velásquez, 1999), atestando origem por abrasão glacial, devida ao avanço de massas de gelo de sudeste para noroeste.

Localmente, há também presença, no A1, de feições métricas de erosão mais largas e profundas do que as estrias, formando finos canais de largura centimétrica (Figs. 1 e 5a). Estas feições provavelmente



Figura 4 - Visão geral do A1. Foto de Sibeles Ezaki e Annabel Pérez-Aguilar.

Figure 4 - General aspect of A1. Photo from Sibeles Ezaki and Annabel Pérez-Aguilar.

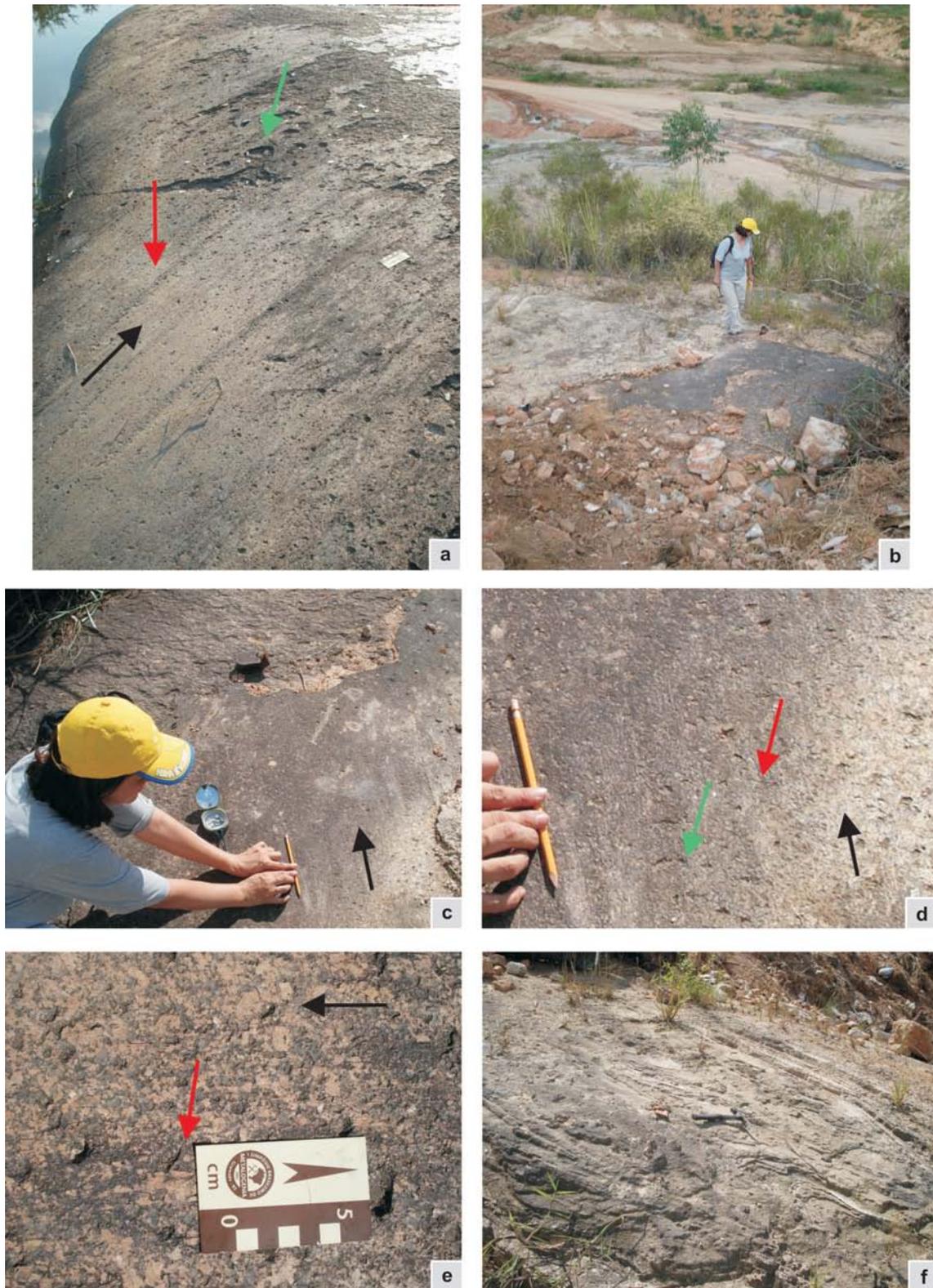


Figura 5 - Afloramentos onde há presença de pavimentos estriados, A1 (a e e) e A2 (b, c e d), com orientação média das estrias N43°W (paralelas às setas pretas) e diamictitos do A2 (f); movimento das massas de gelo de SE para NW (setas pretas,) atestado pela presença de finas fraturas com mergulhos para NW, que cortam as estrias (setas vermelhas), e marcas de fricção (setas verdes). Fotos de Sibeile Ezaki & Annabel Pérez-Aguilar.

Figure 5 - Outcrops where are present striated pavements, A1 (a and e) and A2 (b, c, and d), corresponding striae mean orientation to N43°W (parallel to black arrows), and diamictics from A2 (f); ice sheet movement from SE toward NW (black arrows) attested by the presence of NW dipping fractures (red arrows), which cut the striae, and the presence of crescentic gouges (green arrows).

formaram-se devido a processos de abrasão no substrato rochoso gerados por fragmentos maiores de rochas ou pelo acúmulo de pequenos fragmentos de rocha em bandas estreitas.

Sedimentos Aquosoaciais

Os dois afloramentos que contém pavimentos estriados estão em contato com um pacote sedimentar sobreposto, composto, principalmente, por lamito siltoso, de cor predominante marrom claro (Figs. 5f e 6). No A1, o granito estriado está em contato com um pacote de rochas sedimentares estratificadas, cuja espessura exposta varia entre dois e três metros de altura e mede, no seu maior comprimento, sessenta metros, observando-se dobras atectônicas suaves, centimétricas a métricas, formadas por escorregamento e acomodação do material sobre uma superfície originada por erosão glacial. Predominam as camadas formadas por um lamito com clastos (10-15% em volume), alguns deles facetados e/ou estriados, e grânulos, distribuídos aleatoriamente. Os clastos (de até 30 cm x 20 cm) são de veio de quartzo, de granito e de diversos tipos de rochas sedimentares.

Os clastos argilo-siltosos, de cor vinho desbotado, encontram-se bastante intemperizados, enquanto os arenos-argilosos são esverdeados e os de arenito são marrom claro. Dentre os clastos facetados e com forma de “ferro-de-engomar” predominam os de arenito, sendo mais abundantes os argilo-siltosos estriados. Foram também observados clastos argilo-siltosos facetados e imbricados. Estas rochas sedimentares correspondem a um diamictito aquoso-glacial, formado por retrabalhamentos de sedimentos glaciais.

Intercaladas no diamictito, há camadas de alguns centímetros de arenito médio a grosso, maciço e mal selecionado, e de siltito com presença de laminação cruzada, indicando variação do material depositado devido, provavelmente, à diferença na disponibilidade de água quando da deposição dos sedimentos. Há presença de um pacote de aproximadamente 5 cm de espessura, constituído pela alternância de leitos mais escuros e mais claros. Os leitos mais escuros, mal selecionados, apresentam grãos relativamente maiores de quartzo e feldspato, e biotita muito fina, e possuem restos de plagioclásio subidiomórficos de até 1 cm, enquanto os mais claros são formados, predominantemente, por areia fina. Este delgado litotipo sugere a contribuição de material gerado pela desagregação de corpos graníticos perto do local de deposição, devido, provavelmente à ação abrasiva da geleira em rochas do substrato.

Estes diamictitos estão falhados, correspondendo a atitudes das principais superfícies de falha a N5W/84SW, N25E/32SE e N60W/71NE, esta última superfície cortando as anteriores.

No A2, a superfície estriada está em contato com um pacote decimétrico de lamito siltoso, estratificado, com raros clastos (até 5% em volume), sugerindo maior retrabalhamento dos sedimentos glaciais. Localmente, a superfície relativamente íngreme do granito constituiu-se em rampa de deslizamento, observando-se estruturas convolutas (Fig. 5f). Os diamictitos formaram um pequeno leque que grada lateralmente para ritmitos.

Os ritmitos expostos e associados ao A2 formam um pacote de aproximadamente 20 m se encontram, na



Figura 6 - Visão geral do afloramento A1 mostrando o embasamento granítico, onde há presença de pavimento estriado, sobreposto pelos diamictitos do Subgrupo Itararé (a) e detalhe do contato entre estas duas unidades (b). Fotos de Sibebe Ezaki e Annabel Pérez-Aguilar.

Figure 6 - General aspect of A1 outcrop showing granite basement, where a striated pavement was developed, covered by diamictites from the Itararé Subgroup (a) and detail of the contact between these two units (b). Photos from Sibebe Ezaki and Annabel Pérez-Aguilar.

sua maior parte, intemperizados, estando preservados só pequenos núcleos frescos de cor esverdeada. Apresentam alternância de lâminas milimétricas argilosas marrons e argilo/siltosas de cor creme; sendo mais espessas as lâminas argilosas. Grânulos são frequentes ocorrendo, também, alguns clastos caídos. Sua atitude, N55°E/8°SE, indica um suave basculamento do pacote para SE.

Stevaux *et al.* (1987) e Longhim (2003) interpretaram os ritmitos da região como correspondendo à fácies basal de leques aluviais do tipo “fan delta” ou a turbiditos, ou seja, como sendo produto da atuação de processos gravitacionais. Entretanto, no contexto do A2, devido à gradação lateral dos diamictitos para ritmitos, é atribuída a estes ritmitos uma origem lacustre ou lagunar, sendo interpretada a alternância de camadas como produto de processos de decantação sazonal. É comum formarem-se lagos ou lagunas na frente de degelo de geleiras. Neste ambiente, os diamictitos podem ser produtos do retrabalhamento de tilitos de alojamento devido a um recuo da geleira.

A ocorrência de superfícies estriadas em contato com litotipos diferentes atesta a variedade de condições associadas à deposição dos sedimentos do Subgrupo Itararé. As falhas que cortam os diamictitos e o mergulho de 8 graus para SE do acamamento dos ritmitos indicam a presença de uma tectônica ativa após a deposição dos sedimentos do Subgrupo Itararé e mergulhos reais das superfícies estriadas variando entre 8 e 35°.

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

Durante o Neopaleozóico, abrangendo tanto o Carbonífero Superior como o Permiano Inferior, entre 320 e 270 milhões de anos atrás, o supercontinente Gondwana foi afetado por um evento glacial de grandes proporções que durou aproximadamente 100 Ma (Martini *et al.*, 2001) (Fig. 7a). Nesse período de tempo, grandes massas de gelo, denominadas de glaciares, avançaram e recuaram muitas vezes e, posteriormente, quando o supercontinente Gondwana se fragmentou, começando o seu processo de separação em continentes menores, registros deste evento glacial foram preservados em áreas atualmente afastadas geograficamente (Martini *et al.*, 2001) (Fig. 7b).

Na borda leste da Bacia do Paraná, registros da glaciação neopaleozóica podem ser encontrados associados a rochas do Subgrupo Itararé e no seu embasamento. Este subgrupo é constituído por grande diversidade de paleoambientes deposicionais continentais e marinhos que se desenvolveram sob influência

glacial, peri-glacial ou interglacial. Adicionalmente, após a deposição dos sedimentos, houve uma tectônica ativa que provocou basculamentos, soerguimentos e subsidências. Hoje, este cenário se reflete-se na presença de uma grande variedade de diferentes tipos de rochas, tanto horizontal como verticalmente, devido à deposição de sedimentos associados a sistemas glaciais, fluviais, eólicos, lacustres, deltáicos e marinhos (Barbosa & Almeida, 1949; Bjornberg *et al.*, 1965; Rocha-Campos, 1967; Saad, 1977; Stevaux *et al.*, 1987; Zalán *et al.*, 1990; Petri & Pires, 1992; Eyles *et al.*, 1993; Santos *et al.*, 1996; Rosada, 2003; Salvati, 2005).

No Município de Salto, foi descoberta, por Marger Gutmans, em 1946, a primeira rocha *moutonnée* com presença de superfícies estriadas (*in* Almeida, 1948). Esta ocorrência foi posteriormente descrita por Almeida (1948), conseguindo este autor deduzir, a partir de feições presentes na rocha, o sentido de movimentação da geleira, questão esta que tinha gerado muitas discussões (Leinz, 1937). Hoje, devido à importância deste registro, constitui o Parque Rocha *Moutonnée* (Rocha-Campos, 2002) (Fig. 2).

Roche moutonnée é um termo francês usado para descrever a morfologia de corpos rochosos que, depois de trabalhados pelo gelo, adquirem a forma de um carneiro (*mouton*) deitado. Tipicamente, a face voltada para o local de onde provem a geleira apresenta uma inclinação menor e, àquela voltada para o local de transporte, uma face irregular, mais inclinada, produzida pelo arrancamento de fragmentos de rocha. O comprimento destas morfologias glaciais pode variar de alguns metros a alguns quilômetros e a sua largura de dezenas a centenas de metros (Martini *et al.*, 2001).

Posteriormente, Amaral (1965) descreveu uma nova ocorrência de rocha *moutonnée*, 340 metros a SE da primeira ocorrência encontrada, a qual provavelmente foi soterrada nos processos de aterro efetuados comumente na região. Mais recentemente, Viviani & Rocha-Campos (2002) relataram a existência, também na região de Salto, de diversas morfologias glaciais e superfícies estriadas presentes em corpos graníticos que podem ser vistas nas margens e no leito do rio Tietê, estendendo-se por um trecho de no mínimo 1,2 km. Em 2006, as estrias presentes no A1 chamaram a atenção de Renato Antônio Cruz, que as mostrou a Francisco Moschini, co-autor deste trabalho. O pequeno lago que circunda o A1 é utilizado como lugar de banho e mergulho pelos moradores da região há diversos anos.

Os pavimentos estriados e morfologias glaciais que afloram na região de Salto, associados às diversas ou-

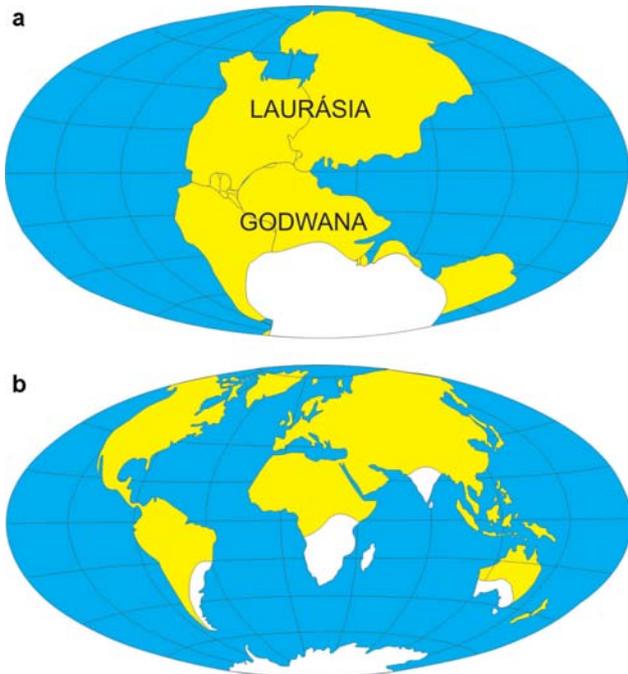


Figura 7 - Reconstituição dos supercontinentes Laurásia e Gondwana (a) e respectiva posição atual dos continentes (b), com destaque, em cor branca, da área coberta pela glaciação neopaleozóica (Tarbuck & Lutgens, 2000).

Figure 7 - Reconstitution of Laurasia and Gondwana supercontinents (a) and actual distribution of continents (b), corresponding white color to areas covered by the Neopaleozoic glaciation (Tarbuck & Lutgens, 2000).

tras superfícies estriadas descobertas na borda leste da Bacia do Paraná, referidas no trabalho de Riccomini & Velásquez (1999), têm servido para inferir as paleo-direções dos fluxos do gelo e reconstituir onde se localizava o centro de deslocamento da geleira no supercontinente Gondwana. Neste cenário, o Pavimento Estriado Guaraú constitui uma nova evidência que corrobora o sentido de transporte, de sudeste para noroeste, na porção nordeste da Bacia do Paraná, de massas de gelo provenientes do sul da África, durante o Neopaleozóico (Frakes & Crowell, 1969; Santos *et al.*, 1996).

Quem primeiro assinalou a ocorrência de sedimentos glaciares no Subgrupo Itararé, então denominado de Série Itararé, foi Derby, por volta de 1850 (*in* Leinz, 1937). Grande quantidade de sedimentos foi produzida, especialmente, durante os avanços das massas de gelo, que funcionaram como uma enorme lixa que foi raspando o substrato rochoso. Estes sedimentos foram retrabalhados posteriormente, especialmente durante os períodos de recuo das geleiras (Milani & Ramos, 1998). Os depósitos preservados são de espessura variável, com registros mais completos da ordem de poucos milhares de metros (Milani & Zalán, 1999). De modo geral, para

o intervalo permo-carbonífero da Bacia do Paraná, datações absolutas ainda são escassas. Além disso, há praticamente ausência de fósseis que permitem estabelecer uma amarração com a coluna geocronológica padrão, baseada, sobre tudo, em conodontes e amonóides. Embora possuindo grande diversidade fossilífera (Rocha-Campos, 1967; Rocha-Campos & Rösler, 1978; Petri & Souza, 2003), a situação não é diferente para o Subgrupo Itararé. Dessa forma, as idades apontadas para o evento glacial são relativas, baseadas, sobretudo, em palinomorfos, cuja abundância e distribuição areal ampla na bacia permitem seu uso para estabelecer correlações em longas distâncias (Souza, 2006). Dados palinológicos têm indicado um posicionamento das rochas desta unidade no Permo-Carbonífero, mais precisamente entre o Bashkiriano/Moscoviano (Pensilvaniano) e Sakmariano (Cisuraliano), abrangendo um intervalo de aproximadamente 25 a 30 Ma (Souza & Marques-Toigo, 2003; Souza, 2006).

Os diamictitos que cobrem o Pavimento Estriado Guaraú correspondem, provavelmente, a tilitos de alojamento pouco retrabalhados formados em ambiente de recuo de geleira. A gradação lateral de diamictitos para ritmitos sugere um ambiente lacustre ou lagunar para a deposição destes litotipos.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Atualmente, não existem medidas de proteção do Pavimento Estriado Guaraú. Entretanto, foram iniciadas discussões entre o Instituto Geológico/SMA e a Prefeitura de Salto para tomada de medidas necessárias para preservação deste patrimônio geológico.

A representação da prefeitura local neste artigo constitui mostra inicial dos esforços bilaterais para sua proteção.

Atualmente, o maior risco reside em que a cava de extração de argila, onde está localizado o Pavimento Estriado Guaraú, também vire uma zona de aterro e soterra o sítio, de forma similar ao que aconteceu com o pavimento estriado vizinho.

Uma vez que há área verde em torno do Pavimento Estriado Guaraú, seria de grande interesse científico e cultural que fosse instalado um parque abrangendo o sítio geológico e o seu entorno.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é um produto dos projetos associados aos processos Fapesp 2006/51699, CNPq 473081/2006-7 e SMA N°30 019/2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M. de. 1948. A 'roche moutonnée' de Salto, Estado de São Paulo. *Geologia e Metalurgia*, **5**: 112-118.
- Amaral, S.E. do. 1965. Nova ocorrência de rocha moutonnée em Salto, SP. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **14**(1/2): 71-82.
- Barbosa, O. & Almeida, F.F.M.A. 1949. A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. *Notas Preliminares e Estudos*, Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, **48**, 16 p.
- Bjornberg, A.J.S.; Landim, P.M.B.; Gandolfi, N. 1965. Índícios de contribuição eólica nos sedimentos do Grupo Tubarão em Limeira e Casa Branca, São Paulo. *Geologia*, Publicação da Escola de Engenharia de São Carlos –USP, **135**: 1-16.
- Eyles, C.H.; Eyles, N.; França, A.B. 1993. Glaciation and tectonics in an active intracratonic basin: the Paleozoic Itararé Group, Paraná Basin, Brazil. *Sedimentology*, **40**: 1-25.
- Frakes, L.A.; & Crowell, J.C. 1969. Late Paleozoic glaciation: I, South America. *Bulletin of the Geological Society of America*, **80**: 1007-1042.
- Galembeck, T.M.B., 1997. O complexo múltiplo, centrado e pluriserial Itu – SP. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 374 p., 2 anexos.
- Leinz, V. 1937. Estudos sobre a glaciação permo-carbonífera do sul do Brasil. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral/Serviço de Fomento da Produção Mineral, *Boletim*, **21**: 47 p.
- Longhim, M.E. 2003. *Palinologia do Grupo Itararé em Salto, Estado de São Paulo (Bacia do Paraná, Carbonífero Superior)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 126 p., 1 anexo.
- Martini, I.P.; Brookfield, M.E.; Sadura, S. 2001. *Principles of glacial geomorphology and geology*. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 381 p.
- Milani, E.J. & Ramos, V.A. 1998. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, **28**(4): 473-484.
- Milani, E.J., Zalán, P.V. 1999. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. *Episodes*, **22**: 199-205.
- Pérez-Aguilar, A.; Petri, S.; Hypólito, R. Ezaki, S.; Souza, P.A.; Juliani, C.; Monteiro, L.V.S.; Moschini, F. 2009. Superfícies estriadas no embasamento granítico e vestígio de pavimento de clastos neopaleozóicos na região de Salto, SP. *Revista da Escola de Minas*, **62**(1): 17-22.
- Petit, J.P. 1987. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. *Journal of Structural Geology*, **9**(5/6): 597-608.
- Petri, S. & Pires, F.A. 1992. O Subgrupo Itararé (Permocarbonífero) na região do médio Tietê, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**(3): 301-310.
- Petri, S. & Souza, P.A. 1993. Síntese dos conhecimentos e novas concepções sobre a bioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, **14**(2): 7-18.
- Riccomini, C. & Velásquez, V.F. 1999. Superfícies estriadas por geleira neopaleozóica no Paraguai Oriental. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**(2): 233-236.
- Rocha-Campos, A.C. 1967. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Brasil. In: Bigarella, J.J.; Becker, R.D.; Pinto, I.D. (eds.) *Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Mar del Plata, IUGS, International Symposium on Gondwana Stratigraphy and Paleontology, 1, p. 27-102.
- Rocha-Campos, A.C. 2002. Rocha moutonnée de Salto, SP – Típico registro de abrasão glacial do Neopaleozóico. 2002. In: Schobbenhauss, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (eds.) *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. 1ª ed. Brasília, DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, **1**: 155-159. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio021/sitio021.pdf>. Acesso em: 07/10/2008.
- Rocha-Campos, A.C. & Rösler, O. 1978. Late Paleozoic faunal and floral successions in the Paraná Basin, Southeastern Brazil. *Boletim do IG-USP*, **9**: 1-15.
- Rosada Jr, J. *Análise faciológica e rochas – reservatório do Grupo Itararé (Permocarbnífero) no sudeste do Estado de São Paulo*. 2003. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 74 p., 2 anexos.
- Saad, A.R. 1977. *Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 107 p.
- Salveti, R.A.P. 2005. *Sistemas deposicionais e paleogeográficos do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico da Bacia do Paraná), na região de Itu e Indaiatuba, SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 110 p., 1 anexo.
- Santos, P.R. dos; Rocha-Campos, A.C.; Canuto, J.R. 1996. Patterns of late Palaeozoic deglaciation in the Paraná Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **125**: 165-184.
- Slocum, R. 1978. Friction cracks as directional indicators of glacial flow on Mt. Desert Island, Maine. *Ohio Journal of Science*, **78**(1), 11-17.
- Souza, P.A. 2006. Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **138**: 9-29.
- Souza, P.A. & Marques-Toigo, M. 2003. An overview on the palynostratigraphy of the Upper Paleozoic strata of the Brazilian Paraná Basin. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie*, **5**: 205-214.

- Stevaux, J.C.; Souza Filho, E.E. de; Teixeira, J.A.; Landim, P.M.B. 1987. Sistemas deposicionais do Subgrupo Itararé (P-C) na Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Capivari (SP): um modelo para prospecção de água subterrânea. *In: SBG-NSP, Simp. Reg. Geol., 6, Atas, 1, p. 355-374.*
- Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews. International Magazine for Geoscientists*, **12**: 1-33.
- Tarbutck, E.J. & Lutgens, I.C. *Ciencias de la Tierra, una introducción a la geología física*. Madrid, Prentice Hall Ibéria, S.R.L., 540p, dois apêndices e um CD. (Tradução de Ana Maria Rubio)
- Viviani, J.B. & Rocha-Campos, A. C. 2002. Late paleozoic exhumed glacial erosive landscape in Salto, SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **72**(4): 549-550.
- Zalán, P.V.; Wolf, S.; Conceição, J.C. de J., Marques, A.; Astolfi, M. A. M.;Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, O.A. 1990. Bacia do Paraná. *In: Raja Gabaglia, G.P. & Milani, E.J. (eds.) Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, p. 135-168.

¹ Instituto Geológico/SMA, Av. Miguel Stéfano, 3.900, CEP 04301-903, São Paulo, SP, fax 50772219, annabelp@igeologico.sp.gov.br, sibezaki@igeologico.sp.gov.br; zemaria@igeologico.sp.gov.br;

² Universidade de São Paulo, Rua do Lago, 562, CEP 05508-080, spetri@usp.br, raphael.hypolito@br2001.com.br, cjuliani@usp.br;

■ Trabalho divulgado no site da SIGEP <<http://www.unb.br/ig/sugep>>, em 10/11/2008.

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91540-000, Porto Alegre RS, paulo.alves.souza@ufrgs.br

⁴ Universidade Estadual de Campinas, Rua João Pandiá Calógeras, 51, CEP 13083-870, Campinas, SP, lena@ige.unicamp.br;

⁵ Prefeitura Municipal de Salto, faleconosco@salto.sp.gov.br



ANNABEL PÉREZ-AGUILAR

Mestre e Doutor em Geologia pela Universidade de São Paulo (USP). Desde 2004 é pesquisadora do Instituto Geológico, Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Áreas de Atuação: mapeamento geológico, petrologia metamórfica, seqüências vulcano-sedimentares, interação fluido-rocha e isótopos estáveis.



SETEMBRINO PETRI

Doutor em História Natural pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é Professor Titular do Quadro Permissionário do Instituto de Geociências da USP. Áreas de atuação: Bacia do Paraná e estratigrafia de rochas sedimentares.



RAPHAEL HYPÓLITO

Doutor em Geociências pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é Professor Titular do Quadro Permissionário do Instituto de Geociências da USP. Áreas de atuação: geoquímica ambiental e hidrogeoquímica, mecanismos de disponibilidade de agentes poluentes no meio ambiente e desenvolvimento de técnicas para recuperação de rejeitos.



SIBELE EZAKI

Mestre em Recursos Minerais e Hidrogeologia pela Universidade de São Paulo. Desde 2004 é pesquisadora do Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Áreas de atuação: Hidrogeologia e Geoquímica, hidrogeoquímica, metais pesados, aterro sanitário e solo.



PAULO ALVES DE SOUZA

Doutor em Paleontologia e Bioestratigrafia pela Universidade de São Paulo. Entre 1992 e 2002 foi pesquisador científico do Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Desde 2002 é professor adjunto do Instituto de Geociências da UFRGS. Áreas de atuação: palinologia e paleontologia estratigráfica, Bacia do Paraná (Carbonífero e Permiano) e Bacia de Pelotas (Cretáceo ao Quaternário).



CAETANO JULIANI

Doutor em Mineralogia e Petrologia pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professor associado do Instituto de Geociências da USP. Áreas de atuação: petrologia, metalogênese e evolução crustal, alteração hidrotermal, metamorfismo, geotermobarometria, Grupo Serra do Itaberaba e Tapajós.



LENA V.S. MONTEIRO

Doutor em Recursos Minerais pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutor em Evolução Crustal e Metalogênese pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professora Assistente Doutora do Instituto de Geociências da UNICAMP. Áreas de atuação: depósitos de óxido de ferro-cobre-ouro, depósitos auríferos e de metais base, evolução de fluidos mineralizantes e interação fluido-rocha e alteração hidrotermal.



JOSÉ MARIA AZEVEDO SOBRINHO

Mestre em Mineralogia e Petrologia pela Universidade de São Paulo. Atualmente é Pesquisador Científico do Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Áreas de atuação: mapeamento geológico, petrologia e mineralogia, charnockitos e granulitos.



FRANCISCO ANTÔNIO MOSCHINI

Licenciado em Ciências Físicas e Biológicas e Pedagogia. É Professor aposentado do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública Estadual. Atualmente é Membro dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e rios Sorocaba e Médio Tietê, do Conselho Gestor das APAs Cabreúva, Cajamar e Jundiaí, e do Conselho Municipal do Meio Ambiente da Cidade de Salto.