

# IDENTIFICAÇÃO DE SILLS DE BIABÁSIO DECOMPOSTOS

Por

JOSÉ SETZER

Instituto Geográfico e Geológico, S. Paulo

## ABSTRACT

### *Identification of decomposed diabase sills*

Triassic diabase sills, some of them up to 10 km long, are common at the border of the great sedimentary basin of the State of São Paulo. They had a marked predilection for the bottom of the basin, immediately above the Crystalline Complex, beneath the first glacial carboniferous strata (Tubarão Series), probably due to flexibility of the latter.

In the peculiar climatic conditions of humid tropical climate with dry winter these sills formed remarkable extensions of a deep clayey latosol of characteristic brownish red color, very high in  $Fe_2O_3$  and bearing black sand of magnetite and ilmenite. When the surface is represented by the top part of sill, the soils possess quartz sand and other mineral detritus from the existed above carboniferous strata. If conglomerates or tillites were present in those strata, even pebbles can be found in the upper half meter of the latosol.

When the surface of today marks a stratigraphic level beneath the sill, the parent material of soil is essentially the crystalline rock, but the latosol is still red and high in black sand. Since diabase dykes did not contribute to form red soils, because of too small surface expression, the existence of such red latosols in mid of crystalline terrain, far from the border of the sedimentary basin, is an evidence that the latter extended far beyond its position of today.

When sills intruded between carboniferous strata, and the stratigraphic level of the surface is now far below the bottom of the sill, a red colour of soils on the top of all hills is the only witness of the once existed sill, besides the dyke of the magmatic chimney, which may be found even out of the red areas.

Diabase sills had also had a special predilection for the permian Irati shales. Since the latter also form red soils, only the presence of chert concretions distinguish them from the true diabase soils (popular name: "terras roxas"). Diabase sills are also found in the triassic São Bento séries, because many of them intruded beneath preexistent basaltic lava flows.

## RESUMO

Sills triássicos de diabásio, alguns atingindo 10 km de comprimento, são comuns sobre a divisa entre o Complexo Cristalino e a grande bacia sedimentar do Estado de São Paulo. Estes sills apresentam notável predileção pelo fundo da bacia sedimentar, intrometidos diretamente acima do Cristalino, sob o primeiro sedimento glacial da Série Tubarão, provavelmente graças à flexibilidade das camadas desta em comparação com a rigidez do Cristalino.

Nas nossas condições climáticas os sills de diabásio formaram notáveis extensões de "terras rãs", isto é, solos argilosos profundos, de cor vermelha amarronzada, alto teor de  $F_2O_3$  e presença de areia preta de magnetita e ilmenita. Quando a superfície de hoje se acha modelada na parte superior dos sills, os solos possuem areia quartzosa e outros detritos minerais remanescentes das camadas Tubarão que existiram acima. Tendo havido entre estas, conglomeratos ou tilitos, mesmo seixos graúdos de quartzo e quartzito podem ser encontrados no solo.

Quando a superfície de hoje representa nível estratigráfico abaixo dos sills, isto é, modelada já no substrato cristalino, a rocha-mãe do solo é cristalina ou cristalofílica mas o solo é excessivamente vermelho e apresenta relativamente alto teor de areia negra.

Visto que os diques de diabásio, devido à sua ínfima expressão como superfície, não formam terras rãs, a existência de solos demasiadamente vermelhos em pleno Cristalino longe da borda da bacia sedimentar é indicio de ter havido sill dezenas de metros acima do solo atual, podendo os sedimentos que cobriam o sill atingir mesmo cotas de duas centenas de metros acima do sill hipotético, fato este que confere à bacia sedimentar no passado extensão muito maior que a de hoje.

Os sills intrometidos entre camadas Tubarão em níveis estratigráficos dezenas de metros acima da topografia atual denunciam a sua presença no passado pela coloração fortemente vermelha dos tôpos das lombadas atuais, ainda que o conduto magmático em forma de dique se encontre hoje fora de tais áreas de "terras rãs misturadas".

Nota-se que os sills de diabásio tiveram predileção também pelo andar Irati da Série Passa-Dois, cujos folhelhos e siltitos betuminosos também formam solos muito vermelhos, distinguindo-se porém das terras rãs pela presença de concreções de sílex.

Na Série São Bento, ou Botucatu em termos paulistas, além dos traps de basalto, existem sills de diabásio, os quais se intrometeram por baixo de lavas basálticas pre-existentes.

Em trabalhos de campo nas fôlhas novas de Mogi-Mirim, Campinas, Itu e Bragança, do Estado de São Paulo, ao centésimo-milésimo, de meio grau de longitude por meio grau de latitude, portanto entre  $22^{\circ}30'$  e  $23^{\circ}30'S$  e entre  $46^{\circ}30'$  e  $47^{\circ}30'W$  Gr., encontramos numerosas manchas, por vezes de 6 ou 7 km pelo menos numa das dimensões, de solos muito vermelhos com tonalidade marrom, que na linguagem popular possuem o nome de "terras rãs".

Afloramentos encontrados e testemunhos de perfuração de poços tubulares provaram que tais solos constituem decomposição de diabásios em forma de sills (lençóis intrusivos) que se intrometeram nos mais diversos níveis estratigráficos da Série Tubarão, inclusive no seu fundo, isto é, sob a primeira camada sedimentar, imediatamente acima do embasamento cristalino.

Em pleno Cristalino o diabásio ocorre em forma de diques, quase verticais, geralmente de  $\frac{1}{2}$  a 5 m de espessura e direção NW. Não se formam terras rãs devido à exiguidade da área exposta. Dada a rigidez das rochas, o magma básico as atravessara pelas fendas e diaclases, mas formara lençóis intrusivos concordantes com os estratos sedimentares graças à flexibilidade destes.

Foi relativamente freqüente, na região estudada a intromissão do magma sob a primeira camada sedimentar, cobrindo diretamente o embasamento cristalino. A existência de sills deste tipo longe da bacia sedimentar atual prova que esta tivera maior extensão.

Assim, a existência de sills de diabásio em pleno Cristalino, até uma dezena de quilômetros da borda atual da grande bacia sedimentar, tende a provar que esta já se estendia mesmo além, e sua espessura na área dos sills teria sido apreciável, pois se fosse pequena, o magma a teria vencido formando lavas na superfície e não sills sob as camadas Tubarão.

Inteira ou parcialmente em contato direto com o Cristalino existem sills de diabásio numa extensão de quase 110 km, desde Campinas até alguns km a NW e SSW de São João da Boa Vista.

Alguns destes sills circundaram inteiramente picos cristalinos mais duros, de quartzitos ou granitos, os quais hoje, após a remoção dos sedimentos paleozoicos, sobressaem em meio de lombadas de terra rôxa. Como exemplo de quartzito nestas condições pode servir o que fica a oeste do pedágio da rodovia de Mogi-Mirim, 4 km a WSW da estação de Carlos Gomes e 7 km a SSW de Jaguariuna. Como exemplo de granito podemos citar o que fica  $2\frac{1}{2}$  km a WSW da estação de Conselheiro Laurindo (alcali-granito com hornblenda, passando a sienito com quartzo em vários pontos, onde o teor deste se acha muito reduzido).

O diabásio sendo rocha geralmente isenta de quartzo e com o teor total de  $\text{SiO}_2$  da ordem de apenas 49%, sua decomposição produz solo argiloso (3) (4) (5), o qual resiste melhor à erosão que os solos gerados pelas rochas do Cristalino, ainda que se trate de massapés de gnaisses com relativamente pouco quartzo. Mesmo neste caso de massapés os solos apresentam grãos de areia quartzosa até 2 e mesmo 3 mm de diâmetro, de arestas vivas, quando se trata de elúvios, e pouco arredondadas quando estamos em presença de colúvios. Em todo caso o teor desta areia quartzosa é sempre maior que o da areia negra das terras rôxas, constituída de magnetita e ilmenita. Esta areia preta é também muito mais fina, seus grânulos raramente ultrapassando  $\frac{1}{2}$  mm de diâmetro. Além disto, o teor alto de sesquióxidos de Fe e Al confere às terras rôxas notável estabilidade no clima úmido atual. Ao pé de barrancos de estradas, as enxurradas, levando embora a argila e os sesquióxidos, deixam filetes negros conspícuos de areia negra de magnetita e ilmenita.

Deste modo parece se explicar o fato que todos os sills de diabásio assentados diretamente sobre o Complexo Cristalino constituem hoje altos de lombadas. No mapa os contornos desses sills são muito recortados, quando os cursos de água se entalham profundamente nas fraldas, exhumando o chão cristalino ao longo dos vales.

Assim, o fato que a distâncias superiores a uma dezena de quilômetros da borda da bacia sedimentar o Cristalino não apresenta mais

lombadas de terra roxa, constitui sem duvia mais uma evidência que espessuras apreciáveis de rochas cristalinas ou cristalofilianas já foram eliminadas pela erosão, de modo que quase nada ficou para trás dos possíveis sills de diabásio que já existiram sôbre o embasamento cristalino debaixo da primeira camada sedimentar.

Desde quase 10 km a SSE até quase outro tanto para NNW de Itapira, formando leque a leste, até 10 km na direo da estao de Ataliba Nogueira, há uma região de quase 100km<sup>2</sup> de massapés vermelhos amarronzados, cuja distino das terras rôxas so ´e possível graças à presença de areia quartzosa de arestas mal arredondadas ao lado de ter conspícuo de magnetita e ilmenita, e, principalmente, graças à existência de pedaços de vieiros de quartzo desmantelados e com os cantos já sensivelmente arredondados. A prática nos sugere que, acima da topografia atual, não sabemos dizer se algumas dezenas de metros apenas ou talvez uma centena, houvera extenso sill de diabásio ou diversos sills menores, cuja decomposio total e remoo junto com aquela espessura aventada de cristalino deixara para trás apenas os constituintes mais pesados e graulos do diabásio, inclusive boa parte da limonita do seu solo antigo, a qual seria responsável, até hoje, pela cr que lembra fortemente a das terras rôxas.

Na Fig. 1 procuramos esclarecer melhor a gnese de tais vestígios de antigos sills, vestígios estes em forma de solos excepcionalmente vermelhos, cuja riqueza em Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> não poderia provir somente das rochas do Cristalino (os anfibolitos são raros na região).

Estariamos, portanto, mesmo no alto de lombadas, em presença de um colúvio espso, no qual temos os remanescentes mais pesados do sill de diabásio e dos vieiros de quartzo do embasamento cristalino que a ´ele estivera sotoposto, tudo isto disperso nos detritos do gnaisse ácido comum que existira sob o sill. Os vieiros de quartzo que o gnaisse encaixava, continuam na parte autetona do sub-solo atual.

Poucos quilmetros a SW de Itapira existem terras rôxas de sills de diabásio, por vêzes sem afloramentos, mais tais ocorrências podem ser identificadas pela ausência de restos de vieiros de quartzo, e mesmo de grânulos graulos de areia quartzosa, enquanto a cr típica do solo ´e forte e o ter de areia negra de magnetita e ilmenita ´e bem mais alto.

Em plena Série Tubarão, entre Indaiatuba e Elias Fausto, ao norte da E. F. Sorocabana, há um grupo de 4 manchas, mal somando meia dúzia de km<sup>2</sup>, de terras rôxas no alto de tôdas as proeminências topográficas. Este solo tpico desce por vêzes quase até os cursos de água, onde afloram varvitos e siltitos. Não foi possível encontrar o conduto magmático que originou o sill, do qual as 4 manchas de terra roxa so testemunhos remanescentes.

Tal conduto magmático pode ser examinado no Km 168,5 da rodovia Piracicaba-Tietê, pouco aquém do desvio para Capivari. Foi encontrado

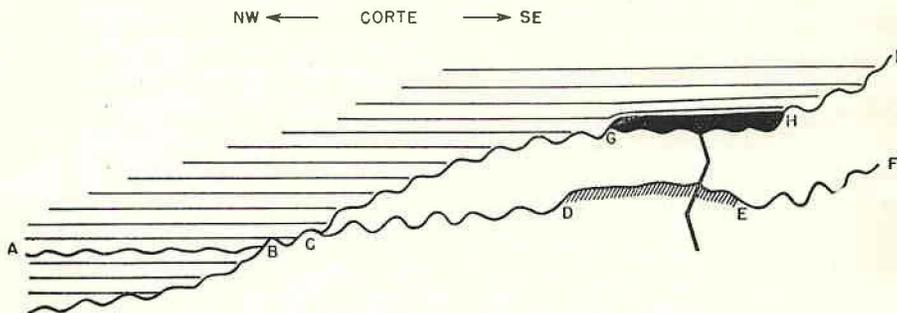


Fig. 1 — ABCDEF = superfície atual do terreno, sendo AB nos sedimentos Tubarão e BCDEF no Cristalino. CD e EF são solos massapé e salmourão, geralmente vermelhos claros ou alaranjados. DE são massapés muito vermelhos e argilosos por terem recebido notável contingente de detritos do sill de diabásio que existira acima. GH é o sill hipotético intrometido junto ao antigo chão cristalino CGHI, sob os primeiros sedimentos da Série Tubarão. IHGCDEF = volume de rochas cristalinas e cristalo-filianas decomposto e eliminado pela erosão de modo que delas o solo da superfície atual apenas guarda os grânulos de quartzo mais graúdos (bastante arredondados) e pedaços de vieiros de quartzo de cantos também arredondados pela mesma colúviação. Do pacote sedimentar que existira acima da linha ABCGHI e fôra eliminado pela erosão, os solos atuais apenas conservam alguns seixos, se houvera camadas conglomeráticas, ou areia bem arredondada, se houve arenitos mais ou menos grosseiros. Na intersecção do conduto magmático do sill com a topografia atual temos geralmente dique de diabásio dentro de capão de mato, pois os blocos de diabásio não permitiram que o terreno fosse arado ou mesmo cultivado sem aração. Na área DE o solo não é terra rôxa por que, além de detritos de diabásio, apresenta teor demasiadamente alto de areia quartzosa e seixos dos vieiros de quartzo que existiram no volume eliminado DGHE de rochas cristalinas.

pelo colega de serviço, Sérgio Mezzalira. Existe ali (Fig. 2), na parte inferior da encosta, cortado pela estrada, um dique de diabásio, de  $1\frac{1}{2}$  m de espessura, decomposto em massas esbranquiçadas, mas perfeitamente

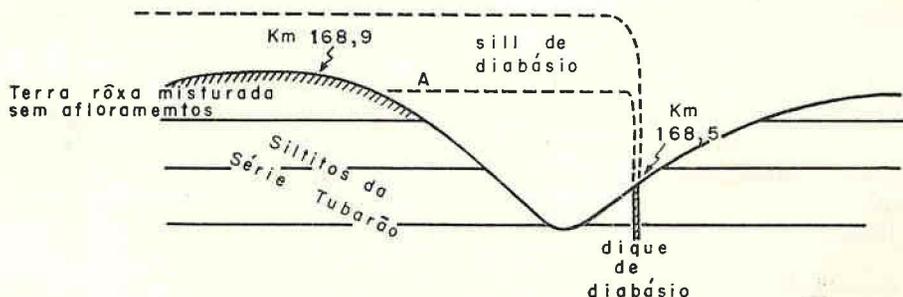


Fig. 2 — Corte na estrada Piracicaba-Tietê. A cota A do fundo do sill poderia ter sido superior à do topo da lombada de terra rôxa. Quanto mais alta tiver sido essa cota acima do topo atual, tanto mais misturada será a terra rôxa atual.

identificável pela exfoliação concêntrica, caolinização dos plagioclásios, ausência de quartzo e alto teor de magnetita e ilmenita. Como todos os diques, não forma solo. Este é do siltito encaixante. Mas a encosta do outro lado do córrego, uns 10 m acima da cota do dique, é de terra rôxa, cuja coloração típica vai se acentuando lombada acima. No topo desta, Km 168,9, temos o centro da mancha de terra rôxa, desprovida de afloramento de diabásio. Tudo indica que o conduto magmático formou sill somente para o lado da atual terra rôxa. Somente o diabásio do dique ainda existe não transformado em terra rôxa, por ser intrusão vertical, de ínfima expressão superficial. Não existe diabásio na mancha de terra rôxa, mas o dique ao pé da lombada vizinha prova a gênese da mancha. A ligação entre o dique e o seu sill existira em cota superior à maior proeminência topográfica atual. A terra rôxa atual é uma terra rôxa misturada, isto é, um remanescente coluvial formado por conjunto de detritos minerais que a decomposição e eliminação do sill deixara no lugar misturados com os detritos do siltito encaixante.

Nas lombadas de terra rôxa misturada, cujo topo atual possui nível estratigráfico inferior ao fundo dos antigos sills, o conduto magmático do diabásio geralmente se encontra em pequenos capões de mato, pois o amontoado de pedras nunca permitiu qualquer cultivo do solo. Mas não raro tais condutos magmáticos se encontram fóra das manchas de terra rôxa, à semelhança do caso acima descrito. Então, pela distância do afloramento à sua mancha de terra rôxa podemos avaliar a extensão provável do antigo sill.

Os folhelhos, calcários e siltitos escuros Irati, da Série Passa dois, superposta à Série Tubarão, originam solos, cuja cor, e mesmo presença de teor conspícuo de magnetita e ilmenita, podem confundir no campo, induzindo-nos a classificá-los como terras rôxas, principalmente pela visível predileção que os sills de diabásios apresentam para com o andar Irati.

Exame de numerosos casos no campo sugere-nos que só estamos em presença de sedimentos Irati, se podemos encontrar nódulos de sílex. Por vezes tais nódulos só se acham ao pé de barrancos altos de estrada, em encosta nas proximidades de baixada. Em tais casos o mais provável é que se trata de sill de diabásio superposto a uma parte do andar Irati. No solo superficial do sopé, no campo, podemos não encontrar nódulos, mas seu afloramento no barranco indicará a cota da interface do Irati coberta pelo sill. No campo o colúvio de terra rôxa misturada desce abaixo do nível desta interface.

Na fôlha geológica de Piracicaba (1) (2) de 1942 (I.G.G.) e de 1953 (D.N.P.M.) diversas áreas entre Limeira, Piracicaba e Rio das Pedras foram mapeadas como diabásio sendo realmente Irati, e vice-versa, havendo a SW de Limeira notáveis extensões de Irati mapeadas como antigo andar Tatuí da série Itararé-Tubarão. O colega Sérgio

Mezzalira, que já preparou para a publicação o mapeamento ao centésimo-milésimo dessa região, apresentará distribuição mais correta entre os sills de diabásio e o andar Irati.

Finalmente, para terminar esta nota desprezenciosa, desejamos lembrar que na Série São Bento, tida no Estado de S. Paulo como revessamento estratigráfico de arenitos Botucatu com lavas basálticas, temos (6) numerosos e por vêzes possantes sills de diabásio intrometidos sob as lajes basálticas, havendo, portanto, leños intrusivos, além dos efusivos. Isto se verificou em perfurações para poços tubulares e depois se identificou também em afloramentos de escarpas. Não se trata de efusões tão espessas que o esfriamento lento da lava no seu centro emprestou caráter intrusivo à rocha, cousa que, aliás, também se encontra. Mas na maioria dos casos, pelo que parece, se trata de sills, pois se encontram camadas de diabásio mesmo em contato com o fundo levemente vesicular de efusões basálticas. É justamente nas poucas áreas de grande extensão de eruptivas básicas que mais se encontram os sills, provàvelmente por que foi mais difícil ao magma abrir caminho para se derramar sôbre a superfície do terreno triássico.

Onde a topografia atual se entalha em camadas intrusivas, é que ocorrem as terras rôxas mais ricas, e tanto mais, quanto mais próxima se acha a topografia atual da base do lençol intrusivo. Isto, por que assim é menor a probabilidade de ter recebido detritos de basalto superposto. Apesar de formar terras rôxas igualmente argilosas, o diabásio as produz quimicamente mais ricas que as originadas por basaltos. Estes podem formar mesmo solos ácidos e pobres em potássio, sem deixarem de ser terras rôxas legítimas.

As terras rôxas misturadas são as que, além dos detritos de diabásios ou basaltos, receberam certo contingente de detritos de arenito Botucatu, ou, fora da área geográfica da Série São Bento, os das rochas encaixantes dos sills.

Assim, fora da Série São Bento, para que tenhamos terra rôxa legítima, ou quase legítima, os sills devem ser de grande espessura e extensão para que a topografia atual, modelada na parte inferior de tais sills, não guarde teor ponderável de detritos das rochas que existiram acima.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — ALMEIDA, FERNANDO F. M. de, e O. BARBOSA (1953) — *Fôlha geológica de Piracicaba, ao centésimo-milésimo*. Dept<sup>o</sup> Nac. da Prod. Mineral, Rio de Janeiro.
- 2 — MESQUITA, OSMAR (1942) — *Fôlha geológica de Piracicaba, ao centésimo-milésimo*. Inst<sup>o</sup> Geogr<sup>o</sup> e Geológico, São Paulo.
- 3 — SETZER, JOSÉ (1941) — *As características dos principais tipos de solos do Est. de S. Paulo*. Bragançia (Bol. Técnico do Inst.<sup>o</sup> Agron<sup>o</sup>) 1:255-360, 56 diags., 2 tabs. e 6 figs. Campinas.

- 4 — SETZER, JOSÉ (1943) — *Os solos dos grupos 11 a 14*, Bol. de Agric. 1943: 268-312 + 9 figs. e mapa, São Paulo.
- 5 — SETZER, JOSÉ (1948) — *Contribuições geológicas dos estudos de solo realizados no Est. de S. Paulo*. Rev. Bras. de Geografia, 10:41-104, 4 tabs., 14 figs. e diags. Rio de Janeiro.
- 6 — SETZER, JOSÉ (1954) — *Notas sobre a geomorfologia e a pedologia da região de Ribeirão Preto, SP*. I Congr. Bras. de Geógrafos, Publ. 4, 15 pgs. + 4 figs. São Paulo.