

CARTA GEOMORFOLÓGICA DE SÃO PEDRO, SP – 1:50.000

Jean-Pierre COUTARD

Rosely Pacheco DIAS FERREIRA

Jöel PELLERIN

José Pereira de QUEIROZ NETO

RESUMO

Republicação da “Carta Geomorfológica de São Pedro, SP – 1:50.000” e memorial explicativo, originalmente publicado em “Sedimentologia e Pedologia”, número 12, pelo Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, em 1978. Pesquisa desenvolvida no âmbito do Convênio entre o Laboratório Pedologia e Sedimentologia do Instituto de Geografia da USP / Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo e o Centre de Géomorphologie du CNRS sob a coordenação de J.P. Queiroz Neto e A. Journaux.

Palavras-chave: Cartografia geomorfológica; Relevo de cuestras; Geomorfologia do Quaternário; Formações superficiais.

RÉSUMÉE

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE DE SÃO PEDRO, SÃO PAULO – 1:50.000. Réédition de la “Carte Géomorphologique de São Pedro, SP – 1:50.000” et du commentaire, initialement publié dans “Sedimentologia e Pedologia”, numéro 12, par l’Institut de Géographie de l’Université de São Paulo, São Paulo, en 1978. Recherches développés dans le cadre de l’ accord entre le Laboratoire de Pédologie et Sédimentologie de l’Institut de Géographie / Département de Géographie de FFLCH de l’Université de São Paulo et du Centre de Géomorphologie du Centre National de la Recherche Scientifique - Caen, sous la coordination de J.P. Queiroz Neto et A. Journaux.

Mots clés: Cartographie géomorphologique; Relief de cuestras; Géomorphologie Quaternaire; Formations superficielles.

ABSTRACT

GEOMORPHOLOGICAL MAP OF SÃO PEDRO, SP – 1:50,000. Republication of the “Geomorphological Map of São Pedro, SP – 1:50,000” and explanatory memorial, originally published in “Sedimentologia e Pedologia”, number 12, by the Institute of Geography, University of São Paulo, São Paulo, in 1978. Research developed under the agreement between the Laboratory of Pedology and Sedimentology of the Institute of Geography / Department of Geography of FFLCH from the University of São Paulo and the Geomorphology Center of the CNRS in Caen, under the coordination of J.P. Queiroz Neto and A. Journaux.

Keywords: Geomorphological cartography; Cuesta landform; Quaternary geomorphology; Surficial formations.

1 INTRODUÇÃO

A região cartografada situa-se no contato dos dois principais compartimentos de relevo da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo: a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental. Esses dois compartimentos se sucedem de leste para oeste, separados por uma escarpa de cuesta, cujo desnível chega a 300 m.

A bacia sedimentar do Paraná é uma das maiores do mundo, com superfície de aproximadamente 1.500.000 km². Toda essa região se comportou como área intracratônica de caráter negativo, com subsidência variável no tempo. Os sedimentos se espessam em direção ao rio Paraná, onde atingem por volta de 4.500 m de espessura.

A deposição da Formação Bauru, no Cretáceo Superior, marca o final dos grandes períodos de sedimentação da Bacia do Paraná e a passagem para episódios predominantemente erosivos, ativados pela ação de movimentos epirogenéticos positivos, lentos, que agiram em impulsos com basculamento para oeste, e condicionados por modificações de ambientes bioclimáticos. Tais acontecimentos tectônicos e erosivos são responsáveis pela macro-compartimentação da bacia, elaboração da Depressão Periférica e do relevo de cuestas, sobretudo durante o Terciário. A evolução foi complexa com fases exorreicas em clima úmido, que levaram à erosão linear com escavação e evacuação dos materiais, sucedidas por climas mais secos acompanhados de mudanças de processos erosivos, que promoveram a formação de extensas superfícies aplainadas.

A escala escolhida, 1:50.000, permitiu que as grandes formas do relevo fossem evidenciadas assim como a figuração de numerosos dados relativos a estratigrafia do Quaternário.

2 COMPARTIMENTAÇÃO, HIDROGRAFIA

O estudo e a cartografia geomorfológica de detalhe da região de São Pedro permitiram distinguir alguns compartimentos:

- O reverso da escarpa de cuesta, platô elevado entre 900 e 960 m de altitude, que faz parte do Planalto Ocidental Paulista. O relevo é suavemente ondulado, com pequenos morrotes mais elevados mantidos por couraças ferruginosas. Constitui o testemunho da superfície de erosão das “Cristas Médias” do Terciário Médio;

- A escarpa de cuesta, abrupta e bastante entalhada pelos principais afluentes do Piracicaba,

mostra frequentes afloramentos de rocha. Apresenta desnível de cerca de 300 m e orientação leste-oeste, paralela ao vale do rio Piracicaba;

- Uma zona de amplos interflúvios no “avant-front” da cuesta, de direções norte-sul, que correspondem a um glacis desmantelado, pouco dissecado, e recoberto por formações superficiais arenosas e espessas;

- Uma zona intensamente dissecada em direção ao vale do Piracicaba, com interflúvios estreitos e sinuosos, mostrando frequentes afloramentos de rocha nas vertentes mais abruptas;

- Finalmente, uma larga faixa compreendendo terraços fluviais e várzea, marca o vale do rio Piracicaba.

A serra de São Pedro constitui o divisor da drenagem do reverso, de direção NW-SE, e do “avant-front”, de direção N-S, ambas densas e bem desenvolvidas. Os cursos mais importantes são afluentes da margem direita do Piracicaba, tendo suas cabeceiras no reverso da escarpa; ao ultrapassar a cuesta formam *cachoeiras* de várias dezenas de metros de altura.

Os cursos d’água principais e os trechos médio e inferior dos secundários têm *escoamento perene*. A drenagem *intermitente* vai aparecer com maior frequência nas cabeceiras dos cursos secundários (3ª ordem), principalmente quando o sistema corta os materiais do recobrimento do glacis desmantelado. Os principais cursos d’água mostram traçado paralelo, enquanto as zonas de cabeceiras têm aspecto dendrítico.

3 LITOLOGIA E ESTRUTURA

A área cartografada acha-se sobre formações sedimentares do Mesozoico, as Formações Piramboia e Botucatu do Jurássico-Cretáceo Inferior e a Formação Bauru, do Cretáceo Superior, e sobre rochas extrusivas e intrusivas básicas da Formação Serra Geral, do Jurássico-Cretáceo.

Entre o vale do rio Piracicaba e o sopé da escarpa, ocorrem *arenitos finos com níveis siltico-argilosos* lenticulares e estratificação geral plano-paralela, de origem flúvio-lacustre da Formação Piramboia. Afloram principalmente na parte mais dissecada da área, em vertentes com degraus em *cornija*, que correspondem à mudanças da estratificação e da permeabilidade do material. Estas variações litológicas e estruturais do substrato provocam o aparecimento de maior número de *nascentes* com *nichos* bem marcados.

Na zona menos dissecada dos glaciais, os afloramentos de rocha restringem-se às vertentes mais íngremes ao longo dos vales principais, onde a erosão é mais acentuada, como nos vales dos córregos Tucum e Espriado, na parte leste da carta.

A escarpa da *cuesta* é o elemento morfológico de maior importância, com desníveis da ordem de 250 m. No sopé da escarpa, até a cota 800 m aproximadamente, afloram *arenitos de granulação média* e estratificação cruzada de médio a grande porte, de origem eólica da Formação Botucatu. A ação da erosão sobre esse arenito faz ressaltar a sua estrutura, dando formas abruptas com *cornijas*. Nos contatos com o basalto, nas proximidades do topo da escarpa, o arenito apresenta-se silicificado, comportando-se como rocha resistente e constituindo paredes abruptas.

A parte somital da escarpa de *cuesta* corresponde aos estratos de *basalto*, com espessura vizinha a 80-100 m. A rocha apresenta-se bastante diaclasada e fissurada, com coloração escura e textura semi-vitrosa, constituída por feldspatos do tipo labrador-oligoclásio e por augita. Na base e no topo dos corpos de rocha básica, ocorrem estruturas vesiculares ou amidaloidais preenchidas por zeólitas, quartzo e calcita. No esporão avançado e rebaixado, a 760 m de altitude, entre as fazendas Santa Maria e Santana, aparecem três morrotes que correspondem a chaminés de basalto vítreo, negro, com andesita e oligoclásio e muito resistente às alterações e à erosão. No interior do anfiteatro da fazenda Santana ocorrem pequenos afloramentos de *diabásio* intrusivo.

O “front” da *cuesta*, à primeira vista, parece ser irregular, recortado por anfiteatros cujos tamanhos são proporcionais à importância dos cursos d’água que os percorre. No entanto, um exame mais detalhado mostra que a disposição dos canais de escoamento obedece uma organização retangular, da mesma forma que as frentes da escarpa apresentam alinhamentos retilíneos. Esse arranjo é influenciado por linhas de *fraturas*, às vezes acompanhadas de chaminés de basalto como no caso citado do esporão entre as fazendas Santa Maria e Santana. De um modo geral, os indícios de tectônica foram assinalados na carta a fim de não sobrecarregá-la de símbolos.

A evolução da *cuesta* foi bastante complexa. A elaboração dos anfiteatros acha-se relacionada à presença de inúmeras nascentes e cursos d’água, que construíram um conjunto de *cones torrenciais*.

Os mais antigos são maiores e chegam a apresentar-se justapostos e coalescentes nos sopés; acham-se recortados e entalhados por cursos torrenciais mais recentes que deram origem a cones menores e bem localizados.

Além disso, as paredes abruptas evoluíram também por desmoronamentos, originando depósitos de material muito heterométrico nos sopés das escarpas e patamares. Na carta foi possível distinguir os *blocos de desmoronamento mais antigos*, imbricados aos cones torrenciais antigos como nas fazendas Campestre e Capim Fino e muitas vezes apresentando solos com horizonte B textural bem desenvolvido (Terra Roxa Estruturada), e os blocos de *desmoronamentos recentes*, com material pouco alterado recobrimdo às vezes os anteriores.

Devido às intercalações de rochas duras, basaltos e arenitos silicificados, e rochas mais friáveis, arenitos de granulação média, e aos complexos processos de evolução das escarpas, são comuns os patamares e degraus estruturais, como na chácara Santa Edwiges e à oeste da fazenda Campestre. Esses fatos acarretam a presença de dois e até três *saltos* e *cascatas* nos cursos d’água que atravessam a *cuesta*.

No reverso da *cuesta* aparecem alguns afloramentos de arenito Bauru, de origem flúvio-lacustre. Correspondem a arenitos mal selecionados algumas vezes arcósianos, contendo fácies conglomeráticas e lentes de argila. Os afloramentos são restritos e a rocha aparece geralmente alterada.

4 AÇÕES FLUVIAIS

Em oposição às formas estruturais, marcadas por *cornijas* onde a rocha aflora, são encontradas formas suaves generalizadas, oriundas das ações fluviais.

As vertentes são comumente delimitadas por uma ruptura *convexa* no topo e ao longo dos principais vales, por uma ruptura *côncava* que marca o contato entre a baixa encosta e a várzea aluvial.

Os entalhes mais pronunciados formam *vales em V* mais fechado, sobretudo nas áreas onde a erosão regressiva é mais intensa, como na escarpa de *cuesta* e na zona de maior dissecção do relevo, ao sul do glacial. Nas escarpas de *cuesta* essas formas estão associadas à *vertentes em sulcos*. No reverso da *cuesta* as formas em V são frequentes, porém com vales mais abertos, menos encaixados,

com vertentes suaves e topos arredondados.

O mergulho suave do substrato para NW determina o aparecimento de *vales dissimétricos*; a vertente mais suave é frequentemente entalhada por sulcos paralelos, enquanto a vertente oposta, mais abrupta e mais regular, é geralmente limitada por importante cornija somital.

Na zona dos glaciais, os *vales em berço* com drenagem temporária são dominantes, como os dos afluentes do ribeirão Samambaia em torno da cidade de São Pedro; indicam que, nessa área, o poder regressivo do sistema foi mais fraco. Esses vales são constituídos, com frequência, por preenchimentos coluviais de antigos vales em V. Somente em alguns casos, como ao sul da fazenda Campestre, esses vales foram reentalhados, dando origem a *barrancas fluviais*.

Os *vales com fundo chato* colmatados por areias aparecem nos trechos médio e inferior dos principais cursos d'água, como os ribeirões Vermelho, do Meio e Samambaia. À montante, esses vales apresentam fundos com seixos, cascalhos e mesmo blocos de basalto, e rupturas côncavas com as baixas vertentes pouco marcadas.

Nas passagens dos altos cursos cascalhentos, com vertentes mais suaves e recobertas por colúvios mais espessos, para os médios e baixos cursos, esses ribeirões podem apresentar *rápidos* sobre rocha, como o que se observa no ribeirão Samambaia, no cruzamento com a rodovia. Indicam o limite do entalhamento mais recente da erosão regressiva por ação fluvial.

O Piracicaba apresenta um importante vale na sua passagem pela área de São Pedro, com um sistema de *terraços e lençóis aluviais arenoso, com cascalho e com seixos e blocos*, que estende-se 2,5 km na margem sul e 3,5 km na margem norte. Esse sistema, associado aos terraços dos afluentes, *cones torrenciais e blocos de desmoronamento* da escarpa, permitiu definir quatro ciclos de entalhamento e aluvionamento fluvial, representados na carta como *Quaternário antigo* (verde mais claro) para os dois primeiros e *Quaternário médio e recente* (verde mais escuro) para os dois últimos.

O lençol aluvial mais antigo (ciclo I) aparece em continuidade topográfica com o glacis, sendo constituído por seixos de quartzo, quartzito, fragmentos rolados de geodos de basalto e de couraça ferruginosa. Os seixos de quartzito apresentam-se bastante alterados e friáveis, com uma capa ferruginizada mais escura. Esse lençol aluvial, interpretado como tendo sido elaborado

no final do Plioceno ou mesmo no Quaternário Inferior parece ser, na realidade, constituído por dois sistemas cartografados como *Ia e Ib*, separados topograficamente, mas apresentando os mesmos elementos granulométricos e petrográficos.

Um segundo conjunto de terraços e lençóis aluviais ainda no Quaternário antigo (ciclo II, Kansas-Mindell), situa-se cerca de 40 m acima do nível atual do Piracicaba. Correlaciona-se com alguns terraços e vários lençóis de cascalho de menor extensão dos afluentes e, sobretudo, a cones de material grosseiro existentes nos anfiteatros da cuesta. Os seixos são ainda constituídos por quartzo e quartzito, de menores dimensões e menos alterados, e acham-se recobertos por espesso material arenoso. Os cones apresentam materiais heterométricos, constituídos de fragmentos de basalto e arenito silicificado muito alterados, acompanhados de fragmentos de couraça. Sobre esses cones ocorrem com frequência recobrimentos argilosos, apresentando evolução pedológica marcada com formação de horizontes B texturais (Terra Roxa Estruturada).

O terceiro conjunto situa-se 10 a 15 m abaixo do anterior (ciclo III, Illinois-Riss) e foi registrado como Quaternário Médio e recente. Apresenta seixos ainda menores que os do ciclo anterior, de composição petrográfica semelhante, porém menos alterados. Nos afluentes, os seixos de basalto apresentam apenas uma auréola de alteração, enquanto os de arenito apresentam-se pouco alterados. Os cones torrenciais são menores, com elementos de dimensão comparável aos do ciclo II, porém bem menos alterados.

Deve-se observar que a partir do ciclo II não houve mais condições para a elaboração de grandes superfícies de erosão e deposição. O ciclo III não modifica o traçado geral dos vales afluentes, indicando uma erosão limitada com criação de berços fluviais onde vai ocorrer o encaixamento dos cursos d'água. A diminuição da importância da erosão fluvial é também atestada pela diminuição da quantidade e tamanho do material transportado.

O vale atual do Piracicaba é muito amplo, apresentando baixos terraços arenosos, *várzeas orgânicas* e *orgânico-arenosas* inundáveis, *diques marginais*, *meandros abandonados* e *barrancas de margem côncava*, testemunhando deslocamentos frequentes do rio e uma história complexa. O material arenoso mais recente das várzeas recobre um lençol de seixos e cascalhos de pequenas dimensões, que corresponderia ao ciclo

IV (Wisconsin-Wurm). Os pequenos afluentes mostram um importante sistema de *cones arenosos recentes*, que podem ser hierarquizados em função do tamanho e posição relativa, os mais antigos e maiores reentalhados por outros menores, como se observa na desembocadura do ribeirão Vermelho.

5 COLÚVIOS

O estudo das formações superficiais da região de São Pedro permitiu observar que praticamente todas as vertentes são recobertas por *colúvios arenosos*. Sobre o platô do reverso, esses materiais apresentam certa homogeneidade textural e a mineralogia da fração argila indica, ao lado da caolinita, quantidades não negligenciáveis de gibbsita, como os latossolos de topo. Essas formações mostram cor vermelho-amarela, na parte superior das vertentes e, nas partes baixas, tonalidades amareladas; apresentam camadas lenticulares de pequena espessura, irregulares, frequentemente sinuosas, constituídas de material de cor escura, mais argiloso, e com estrutura de pequenos blocos. Tal material provém do retrabalhamento da cobertura arenosa antiga.

Em direção à borda da cuesta, as formações de vertente começam a registrar a influência de material proveniente da alteração dos basaltos; tornam-se mais argilosas e a cor mais escura. Passa-se assim ao latossolo roxo.

Em grande parte da zona mais dissecada, próximo ao vale do Piracicaba, a rocha aflora principalmente nas vertentes de declividade mais forte, onde aparece uma sucessão de pequenas cornijas. Nas vertentes mais suaves, as formações arenosas são espessas de 1 a 1,5 metros, arenosas e areno-argilosas, separadas da rocha por “stone-line” de quartzo e quartzito. Os solos do tipo podzolizado vermelho-amarelo, variação Laras, são na realidade poligenéticos com superposição de um horizonte A, mais arenoso e friável, sobre um horizonte B iluvial. Esses horizontes mostram frequentemente estruturas onduladas bem marcadas ou descontinuidades sob a forma de um IIA enterrado.

A origem desses colúvios, assim como as relações eventuais com as formações que recobrem os topos dos interflúvios, ainda não foram bem definidas. A “stone-line” representa, segundo as interpretações cronológicas propostas para o Brasil de Sudeste, o material depositado sobre as vertentes na última fase seca que marca o final do Pleistoceno. Os colúvios arenosos superpostos

correspondem à fase mais úmida, com pedogênese subsequente e formação de horizonte iluvial. Um último período mais seco, elimina a parte superior desses solos que, posteriormente, foram recobertos por colúvios recentes sobre os quais se desenvolveu o atual horizonte A.

6 FORMAS E FORMAÇÕES RELACIONADAS AO CLIMA TROPICAL SECO

A região de São Pedro, como todo o Brasil de sudeste, sofreu uma evolução relacionada à alternância de períodos de clima tropical seco e tropical úmido. Durante a vigência de climas mais secos, com predominância de ações mecânicas, foram elaboradas superfícies de erosão (*glacis*, *pediplanos*) e depositados materiais mais grosseiros (blocos de desmoronamento e lençóis fluviais) ou amplas coberturas arenosas.

Pela extensão ocupada por esses elementos, sobretudo as superfícies e seus depósitos, percebe-se que as fases climáticas secas teriam sido progressivamente menos longas e menos acentuadas, sobretudo no Quaternário: como foi assinalado anteriormente, a importância dos terraços fluviais com lençóis de cascalho é decrescente do Quaternário antigo para o recente.

O reverso da escarpa de cuesta mostra restos de uma superfície de erosão antiga, cuja elaboração remonta ao Terciário Médio; seus testemunhos aparecem sob a forma de morrotes com *courças ferruginosas* sobre fácies variados do substrato (arenito fino e grosseiro, conglomerados). Essas courças foram interpretadas como de acumulação absoluta de ferro, sob clima de estações nitidamente alternantes e vegetação de tipo savana. A importância morfológica das courças é grande, pois conferiu maior resistência à rocha e originou esses pequenos morrotes isolados.

Recobrimo os interflúvios, situados poucos metros abaixo dos morrotes, ocorre a *cobertura arenosa antiga do platô*. Sua “mise en place” ainda é desconhecida, e na elaboração da carta foi interpretada como depósito antigo, pois apresenta o maior grau de alteração regional, com gibbsita acompanhando a caulinita na fração argila. Sobre essas formações remanejadas desenvolveram-se perfis de solo espessos e homogêneos, com evolução latossólica.

No “avant front” da cuesta aparece um conjunto de *glacis*, cuja elaboração relaciona-se à extensa fase tropical seca que estendeu-se até o final do Plioceno e mesmo no Quaternário Inferior.

Esse sistema de glaciais corta a série de arenitos da base da Formação Botucatu e os arenitos e siltitos da Formação Piramboia. Acha-se recoberto por espessa formação arenosa, que sofreu importantes retrabalhamentos. Em alguns locais foi possível observar a presença de *depósitos de material grosseiro*, extremamente alterados, constituídos por seixos de basalto, fragmentos de couraça, geodos e alguns seixos de arenito; repousam sobre a rocha e são recobertos pelas formações arenosas. Esses depósitos foram interpretados como testemunhos da cobertura com cascalhos que transitava sobre o glacial, no momento de sua elaboração.

O conjunto de glaciais foi degradado pelo entalhe fluvial Quaternário, achando-se melhor preservado nas porções mais próximas à escarpa e entre os vales dos ribeirões do Meio e Samambaia. Foi, ao contrário, bastante entalhado pelos sistemas do Araquá, a leste (córregos Tucum e Espreado) e do ribeirão Vermelho a oeste, bem como em direção ao Piracicaba.

Na sua parte terminal, o glacial e seus depósitos passam progressivamente ao conjunto de cascalheiras fluviais antigas do Piracicaba.

A origem do *recobrimento arenoso antigo do glacial* ainda não está totalmente esclarecida, da mesma forma que para o reverso da cuesta. A falta de estruturas típicas e a grande homogeneidade do material tornam difícil interpretar os processos responsáveis por sua “mise en place”. Apresenta menor grau de alteração que no platô, pois a fração argila é constituída quase que exclusivamente por caolinita.

Os *blocos de desmoronamento*, já mencionados, aparecem extensivamente ao longo da escarpa de cuesta e também relacionam-se ao Domínio Tropical Seco. Resultam da evolução das paredes, em épocas diversas, sobretudo quando predominavam ações mecânicas sob vegetação menos densa que a atual. Na carta foi possível distinguir os *blocos de desmoronamento antigos e recentes*, descritos quando da apresentação da Litologia e Estrutura.

7 DOMÍNIO TROPICAL ÚMIDO

As rochas acham-se profundamente alteradas, com exceção dos pontos assinalados na carta como afloramentos. No entanto, as alterações “in situ” foram na maior parte destruídas ou remanejadas, de modo que os solos quase sempre

desenvolveram-se sobre formações superficiais de transporte.

Somente em alguns casos, nas proximidades da borda de escarpa, foram encontrados vestígios de basaltos alterados e “in situ”. Apresentam decomposição e esfoliação esferoidal, o núcleo conservando alguma consistência, porém mostrando perda parcial de constituintes. Sobre esses materiais, desenvolvem-se tanto solos de tipo latossólico, como nas proximidades da chácara Santa Edwiges, quanto solos com B textural (Terra Roxa Estruturada), como na altura das fazendas Zague e Paredão.

No reverso da cuesta foram encontrados poucos locais onde o Bauru alterado não esteja recoberto por formações superficiais remanejadas, como é o caso dos morrotes encouraçados.

Esses poucos exemplos foram assinalados na carta como *alterações profundas da rocha*, testemunhos do domínio tropical úmido.

8 AÇÕES ANTRÓPICAS

As ações antrópicas ligadas ao desmatamento, à construção de estradas e caminhos, ao desenvolvimento da criação de gado, seriam os fatores determinantes do aumento do escoamento superficial. Os *sulcos* múltiplos se instalam sobretudo nas partes baixas das vertentes, na zona dissecada próxima ao vale do Piracicaba. A erosão extremamente rápida, com formação de ravinas nas cabeceiras, e os processos ligados a formação e evolução dos nichos de nascentes, parecem ser responsáveis pela presença das *badlands* nas cabeceiras. A rocha está muito próxima à superfície e as formações pouco espessas são rapidamente saturadas por água na estação das chuvas; com o auxílio do escoamento superficial, há um deslocamento contínuo das massas arenosas que vão colmatar os fundos chatos dos vales principais.

As *voçorocas* representam as formas mais espetaculares da ação antrópica. São bastante generalizadas, sobretudo sobre a cobertura arenosa do glacial e formam frequentemente sistemas complexos, com um trecho principal e vários braços. As voçorocas são normalmente retilíneas e constituem verdadeiros vales afluentes do vale principal. Entalham profundamente a cobertura arenosa e mesmo o topo do arenito Piramboia subjacente. Seu fundo, inicialmente estreito, se alarga à jusante onde pode haver colmatagem arenosa. O escoamento é temporário principalmente à montante. As

paredes quase verticais mostram, entretanto, degraus ou cornijas que correspondem a estratos sub-horizontais, areno-argilosos ou silto-argilosos da rocha. A borda da grande voçoroca é festonada devido ao início da formação de numerosas ravinas laterais.

Um certo número de processos é responsável pela evolução dessas formas. Próximo às nascentes, ligadas ao lençol d'água permanente, observase indícios de movimentos de massa do tipo solifluxão, provocando o alargamento das formas. Ao longo da voçoroca o sapeamento da base provoca desmoronamentos, que são responsáveis pelo aspecto festonado das bordas. O talvegue sofre intensamente a ação do escoamento concentrado provocando o recuo rápido da cabeceira da ravina,

mais acelerado quando das chuvas mais fortes.

A carta traz subsídios para o planejamento, pois todos os taludes e rupturas de vertente estão marcadas. Também estão delimitadas as zonas onde a rocha aflora (anfiteatros da cuesta, setor de dissecação intensa ao sul do glacis), difíceis à exploração sob o ponto de vista agrícola. As áreas mais frágeis, sujeitas à erosão por incisão ou escoamento, estão claramente delimitadas, sobretudo onde predominam os recobrimentos arenosos do glacis e colúvios mais antigos. Em preto, estão assinalados os processos erosivos parcialmente ou totalmente devidos a ação antrópica, chamando a atenção sobre os setores já perigosamente degradados, onde medidas de conservação dos solos se impõem imediatamente.

Autores consultados:

A.N. Ab' Sáber, F.F.M. de Almeida, J.J. Bigarella, A.J.S. Bjornberg, A. Christofolletti, J.L.L. Demattê, V.J. Fulfaro, P.M.B. Landim, M.M. Penteado, J. P. Queiroz Neto, P.C. Soares.

Créditos:

Redação do memorial explicativo:

J.P. Coutard e J. Pellerin (Centre de Géomorphologie du CNRS - Caen); R.P. Dias Ferreira e J.P. Queiroz Neto (Departamento da Geografia da FFLCH - USP).

Levantamento de campo e preparação da carta:

R.P. Dias Ferreira, J.P. Queiroz Neto, M.S.L. Silveira Reis, R. Herz, S.C. Françoso (Departamento da Geografia da FFLCH - USP); C. Aillaud, M. Barros de Aguiar, A. Scatolini Watanabe (Laboratório de Pedologia e Sedimentologia - IGEOG - USP); J.P. Coutard, J. Pellerin (Centre de Géomorphologie du CNRS - Caen).

Desenho das maquetas definitivas:

R.P. Dias Ferreira, J.P. Coutard e Terrafoto S.A.

Análises físicas, químicas e mineralógicas:

Centre de Geomorphologie du CNRS - Caen, França.

Organismos que financiaram as pesquisas:

Universidade de São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Instituto de Geografia; Secretaria de Cultura, Ciência e Tecnologia: Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia (DCET), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); Service de Coopération Technique et Scientifique, Ministère des Affaires Étrangères, France, Centre de Géomorphologie du Conseil National de la Recherche Scientifique (CNRS), Caen, France.