

ASPECTOS GEOLÓGICOS DOS ESCORREGAMENTOS DE SANTOS

Por

ERNESTO PICHLER

Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

R E S U M O

Este trabalho apresenta um relato sobre os numerosos escorregamentos que tiveram lugar nos morros de Santos, em março de 1956, e procura estabelecer a relação entre esses acontecimentos e os diversos aspectos geológicos da área atingida, assim como delinear as medidas de prevenção que possam eventualmente ser adotadas.

A B S T R A C T

This paper presents an account of the landslides that took place on the hills of Santos, Brazil, in 1928 and especially in March 1956. Most of these slides occurred along the residual soil mantle that covers the underlying crystalline formation. An analysis concerning the geologic aspects related with these slides is presented and possible measures of prevention have been considered.

I N T R O D U Ç Ã O

Escorregamentos constituem fenômeno relativamente comum em área de clima tropical e sub-tropical. Quando ocorrem em áreas de menor importância, pouca atenção é dispensada ao acidente, e alguns anos depois, a vegetação cobre de novo a área de escorregamento. Os escorregamentos de que este trabalho se ocupa, ocorreram, entretanto, em área densamente habitada e produziram danos consideráveis e a perda de muitas vidas. Uma investigação quanto as causas, assim como quanto as eventuais medidas de prevenção, foi feita imediatamente por uma comissão que reuniu técnicos do I. G. G. do D. E. R. e do I. P. T. do Estado de São Paulo, a pedido direto do Sr. Governador do Estado, e verificou-se que a solução do problema dependia não só de fatores geológicos, mas talvez em grande parte, de considerações sociais e econômicas. Este trabalho procura apresentar em suas linhas gerais os aspectos geológicos.

O LUGAR

A cidade de Santos é a segunda cidade do Estado de São Paulo, importante não somente pelo fato de constituir o maior pôrto de exportação de café da América do Sul, como ainda, por ser a maior estação balneária do Estado. Como mostra a fig. 1, estende-se a cidade num plano de formação marinha quaternária, entre a costa e o lado leste dos morros que afloram, qual uma ilha no meio daquele plano. A parte oeste é em grande parte deshabitada e em parte delimitada pela cidade de São Vicente. As encostas desses morros, principalmente as do lado norte e oeste, são densamente habitadas, morando ali cerca de 25.000 pessoas. A fig. 2 apresenta uma fotografia de uma dessas áreas (Nova Cintra).

ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOGRÁFICOS

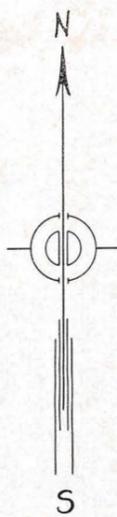
Os morros de Santos ocupam uma área de, aproximadamente, 72.000 hectares e alcançam uma elevação máxima de 210 metros. Os taludes das encostas são bastante inclinados. Para ângulos de talude até 45°, essas encostas são cobertas por camada de solo, mas quando esses ângulos são superiores a 45°, há geralmente afloramento de rocha. A capa de solo residual alcança nos topos dos morros uma profundidade de mais de 20 metros, ao passo que nas encostas a espessura dessa camada é reduzida a poucos metros. Em algumas áreas, como a do Monte Serrate, a capa é constituída integralmente de solo residual até a superfície da rocha sã; em outros lugares observa-se uma transição do solo residual à rocha sã, através de uma zona de rocha muito fraturada e parcialmente decomposta. Neste caso a superfície da rocha se apresenta irregular e não lisa como no primeiro caso. A fig. 3, apresenta uma disposição esquemática das condições geológicas predominantes. Constata-se ainda que independente do tipo de rocha — uma formação cristalina que inclui granitos, gnaisses e xistos, além de algumas rochas básicas — nota-se nítida tendência à exfoliação, o que implica em estrutura dômica pronunciada.

Este tipo de estrutura é comum e característico para todos os morros da área de Santos e apresenta o mesmo aspecto morfológico peculiar das montanhas do Rio de Janeiro.

Tentou-se apresentar na fig. 3, esquematicamente, as condições geológicas que conduziram aos escorregamentos. Ao lado esquerdo da figura é apresentada uma condição na qual a rocha sã é coberta por manto de solo residual de espessura apreciável. Escorregamentos (A) que ocorrem nesta área são de grande perigo, visto que implicam no movimento de grande volume de detritos. O grande escorregamento do Monte Serrate, em 1.928, pertence a este tipo.

Onde aflora a rocha pode-se observar um sistema de juntas. Estes sistema consiste principalmente em diaclases, que apresentam na parte superior da rocha a mesma direção e mergulho e de juntas de exfoliação que, em conexão

PLANTA GERAL DE LOCALIZAÇÃO DOS
 PRINCIPAIS ESCORREGAMENTOS OCORRIDOS
 EM MARÇO DE 1.956 NA CIDADE DE SANTOS



LEGENDA

- xxxxxx Rochas cristalinas (granitos-graiss-xistos)
- Solo sedimentar (quaternario)
- /// Intrusiva basica
- ▲ Escorregamentos
- ~ Topografia aproximada

Escala
 0 500 m

SÃO VICENTE

BAÍA DE
 SÃO VICENTE

FRAIA DA ITARARE

BAÍA DE
 SANTOS

ILHA
 URUBUQUECABA

PORTO

SANTOS

NOVA
 CINTRA

JABAQUARA

MORRO DO
 CUTIFE

MORRO DO
 EMBARE

VOTURUA

VILA
 SUÍSSA

Rua Joaquim
 Távora

Rua
 Plínio

Rua
 Saneção

Gonzaga

JOSE MENINO

Rio São Jorge

Estrada
 Estadual

EFS-J

Estação

Av. Antonio
 Emmerich

R. Monteiro
 Lobato

Estrada de Ferro
 Sorocabana

PARQUE
 PORCHAT

PORCHAT

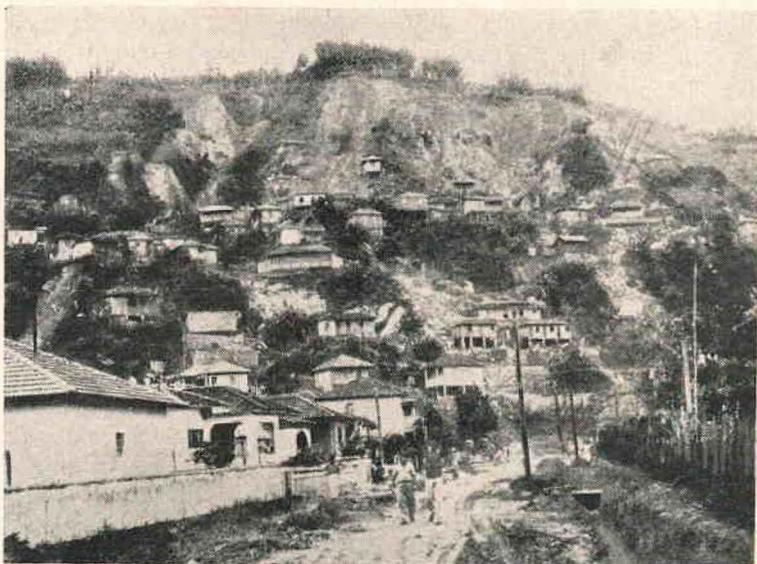


Fig. 2

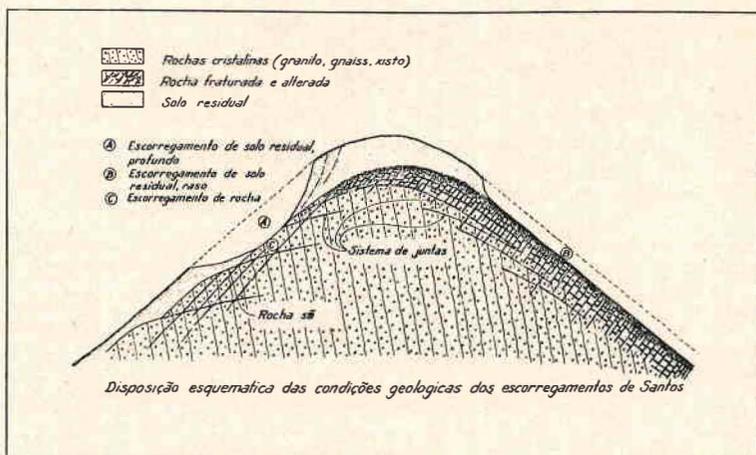


Fig. 3

às diaclases, tendem a separar grandes blocos de rocha do maciço principal. Ao longo dessas juntas pode a água circular mais ou menos livremente, resultando daí uma alteração mais pronunciada dos minerais menos resistentes à alteração, condição que, com o tempo, se torna cada vez mais favorável ao escorregamento. Podem contribuir ainda, nêsse sentido, as vibrações que seguem as explosões nas pedreiras em operação, de modo que, quando sobrevem uma chuva intensa e prolongada, as conexões já enfraquecidas poderão sofrer uma ruptura extensa, e poderá resultar um escorregamento de rocha (rock slide). O escorregamento que teve lugar em Santa Terezinha, em 25 de março, pode ser classificado como pertencente a êste grupo.

Ao lado esquerdo da fig. 3, o sistema de juntas acima mencionado, produziu uma zona de blocos de dimensões várias, ligados entre si por solo residual, zona essa que se estende a profundidade superior a 20 metros. A capa de solo residual que encobre aquela zona é pouco profunda e não vai além de uns poucos metros. Os escorregamentos que ocorrem nessas condições, têm início quando a resistência ao cisalhamento do solo residual é enfraquecida pela super-saturação dêsse solo, em virtude de chuvas prolongadas e inicia-se por erosão em qualquer ponto da superfície. Os escorregamentos dêste tipo formam faixas rasas e longas e foram sem dúvida mais numerosos que os dois demais tipos. O dano causado pelos mesmos é, entretanto, reduzido.

OS ESCORREGAMENTOS

Em 1 de março de 1956, durante uma forte chuva que durou cêrca de quatro horas, registrando-se uma precipitação de 120 mm, uma série de escorregamentos ocorreu no local chamado "Santa Terezinha". O escorregamento que causou maior destruição foi um "rock slide" perto de uma pedreira, resultando a morte de 21 pessoas, mais de quarenta feridos e a destruição de cêrca de 50 casas. As figs. 4 e 5, apresentam aspectos da área atingida, antes e depois da catástrofe, respectivamente.

Do dia 2 de março até o dia 18 do mesmo mês as chuvas foram raras e não se registrou escorregamento digno de menção. Do dia 18 até o dia 24 o tempo foi chuvoso e registrou-se uma série de escorregamentos de menor importância.

Durante a noite do dia 24 houve uma chuva de grande intensidade, registrando-se para um período de 10 horas uma precipitação de 250 mm. Nêsse período nova série de escorregamentos teve lugar ao longo de quase tôdas as encostas dos morros de Santos e cidades vizinhas. Nesta ocasião 43 pessoas foram mortas, muitos feridos e mais de 100 casas total ou parcialmente destruídas. Registraram-se ao todo, sòmente nos morros de Santos, nêsse período, 65 escorregamentos, mas muitos outros nos morros das cidades vizinhas, onde prevalecem as mesmas condições geológicas e de solo.

Entre os escorregamentos indicados na fig. 1, alguns há que merecem menção especial.



Fig. 4



Fig. 5

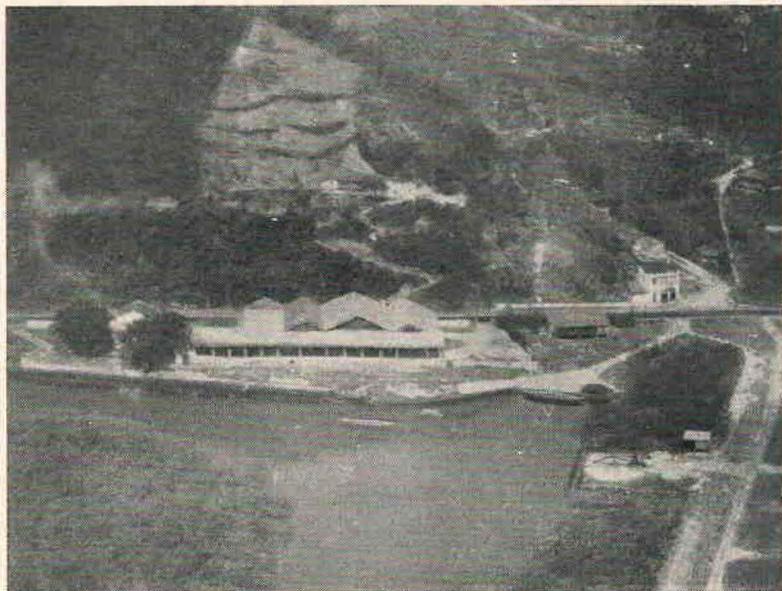


Fig. 6



Fig. 7

Monte Serrate — Em março de 1928 ocorreu neste local e na parte norte da encosta do morro, um grande escorregamento no qual, alguns milhares de metros cúbicos de detritos, entraram em movimento e destruíram um certo número de casas e parte de um hospital. Removeram-se mais tarde os detritos acumulados no pé do morro e cuidou-se da estabilização da encosta por meio de drenagem superficial. Passaram-se os anos e chegou-se a considerar esta encosta como perfeitamente estável. O escorregamento que ocorreu, entretanto, em março de 1956, provou que aquela estabilidade era apenas aparente e que as medidas tomadas depois do primeiro escorregamento não foram suficientes.

Caneleiras — Entre os escorregamentos do dia 25 de março destaca-se o das “Caneleiras”, pelo menos quanto ao volume de detritos. Cerca de 4.000 m³ de solo residual e rocha decomposta — um granito gnaissico muito grosseiro — desceu morro abaixo, obstruindo por algumas semanas a estrada que liga Santos a São Vicente. As figs. 6 e 7 mostram aspectos deste lugar antes e depois do escorregamento. A superfície de escorregamento tanto das “Caneleiras” quanto do “Monte Serrate” era irregular, mas em ambos os casos essa superfície alcançou rocha firme. A única diferença foi a profundidade do manto de solo residual que era de poucos metros apenas nas “Caneleiras”, quanto no Monte Serrate foi de mais de vinte metros. O ângulo do talude do terreno antes do escorregamento foi de cerca de 40° e o da superfície da rocha exposta após o escorregamento foi de 60°.

Marapé. — O escorregamento do Marapé ocorreu também na noite de 24 para 25 de março. Constituiu acidente dos mais catastróficos e merece menção especial devido ao aspecto peculiar da ocorrência e respectiva formação. Localizado na parte norte daquela pedreira, já mencionada, com relação “rock slide” do morro de Santa Terezinha, situado na parte sudoeste da mesma, este escorregamento teve lugar numa área de escorregamento antigo, onde por erosão se havia formada uma ravina, pela qual pequena corrente de água costuma escoar. A meia altura da encosta deste morro e vindo da parte norte do morro do Embaré, um pequeno escorregamento, envolvendo cerca de 1.500 m³ de detritos, ocorreu e bloqueou o talvegue. A bacia atrás dessa barragem encheu-se rapidamente com a água da chuva que caía com grande intensidade. Quando essa barragem cedeu ao impulso das águas que se acumulavam, todo o material que aqui havia e mais a água atrás, desceu pelo talvegue, arrastando em seu caminho ainda, o material erodido na ravina.

CAUSAS

As causas responsáveis pela ocorrência dos escorregamentos podem ser subordinadas a dois grupos. O primeiro inclui as causas básicas e as que favoreciam estes movimentos, o segundo as causas efetivas.

No primeiro grupo pode citar-se as condições geológicas, já descritas, e a ação do homem. Muitas casas haviam sido construídas ao longo da en-

costa dos morros durante os últimos vinte anos e pouca ou nenhuma consideração mereceu nessas construções a estabilidade dos taludes. As condições de drenagem foram bastante pobres. Cortes, menores e mesmo maiores, haviam sido feitos ao longo das diversas encostas, sem o necessário cuidado pela estabilidade das mesmas. Um enfraquecimento da resistência ao escorregamento do manto de solo residual foi, pois, uma consequência inevitável.

A causa efetiva foi entretanto, sem dúvida alguma, a chuva excepcionalmente intensa e prolongada, que pela super-saturação do solo provocou uma redução da resistência ao cisalhamento, permitindo o início quase que simultâneo de quasi todos os escorregamentos.

De acordo com as informações obtidas do Serviço Meteorológico do Ministério da Agricultura e a Seção de Hidrografia do Departamento de Águas e Energia Elétrica, houve durante os últimos 21 anos uma precipitação média anual de 2.160 mm, registrando-se um máximo de 315 mm em fevereiro e um mínimo de 82 mm em julho. Durante o período de 1935 a 1955 registrou-se apenas cinco precipitações mensais superiores a 500 mm. A precipitação máxima nesse período foi de 721 mm em fevereiro de 1938. Durante os meses de janeiro e fevereiro de 1928, anterior ao grande escorregamento do Monte Serrate, a precipitação mensal foi, respectivamente, 649,5 e 564,1 mm, muito elevada portanto, em comparação com a precipitação de 178,7 e 312,5 mm, observada nesses mesmos meses em 1956. Entretanto, durante o mês de março deste ano a precipitação registrada foi de 954 mm, isto é, quatro vezes a precipitação normal.

No dia anterior e no próprio dia do escorregamento do dia 2 de março a precipitação registrada foi de 129 mm. Durante o período de 19 e 20 de março a precipitação alcançou 268 mm e a precipitação registrada na noite de 24 para 25 do mesmo mês foi de 264 mm.

Cerca de 70% de todos os escorregamentos tiveram lugar durante essa noite e não padece dúvida que a chuva pode ser considerada como causa efetiva dos acontecimentos.

Houve quem atribuiu os escorregamentos a movimentos sísmicos em virtude da quasi simultaneidade de sua ocorrência. Entretanto, esta opinião pode ser rejeitada, levando em consideração tão somente o fato de não ter nenhum dos moradores dos arranha céus, que se acham ao longo da costa e parte dos morros, notado qualquer movimento ou oscilação naquêles prédios.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO

Do ponto de vista técnico é perfeitamente possível tomar medidas que possam garantir certa estabilidade dos taludes. Organizações tais como a antiga São Paulo Railway, atual Estrada de Ferro Santos a Jundiá, o Departamento de Estradas de Rodagem, a Light and Power e outras, lutam nesse sentido há dezenas de anos e têm conseguido sinão evitar, pelo menos reduzir a um mínimo o risco dos escorregamentos e seus efeitos. No caso dos

morros de Santos complica-se o problema essencialmente pela área enorme que se acha em jôgo, o que torna os estudos econômicamente difíceis. Há ainda a considerar o grande número de casas que têm sido construídas nesses morros e que interferem com o estabelecimento de sistema adequado de drenagem e eventuais obras de proteção. Considerando a estrutura geológica geral da área dos morros e que foi acima descrito, será difícil dizer, sem um conhecimento adequado das condições efetivas do subsolo, si êste ou aquêlê lugar é estável e pode mesmo esperar-se nova série de escorregamentos em caso de chuvas excepcionais como as de março de 1956.