

TREMORES DE TERRA

AS ONDAS SÍSMICAS

O ESTUDO simultâneo da sismicidade e da geologia de uma região permite, algumas vezes, estabelecer um esquema detalhado da actividade sísmica que apresenta não só um interesse científico devido à elucidação que traz sobre os mecanismos subjacentes, mas também um grande valor prático, pois permite delimitar as zonas em que se poderão dar tremores de terra. Às vezes é suficiente algumas dezenas de quilómetros, ou mesmo só alguns quilómetros, para se dar uma diferença apreciável no que diz respeito à intensidade máxima dos tremores de terra a prever.

Este conhecimento é extremamente útil e pode mesmo em certos casos determinar a escolha da localização de uma barragem, de uma central eléctrica, de uma fábrica ou de uma nova cidade. Contudo, a maior parte das vezes são outras considerações que entram em linha de conta e é preciso a bem ou a mal construir em um dado local, sem ter em conta o risco dos tremores de terra. É, neste caso, que intervém o especialista de parasísmica.

Desde 1932 que as investigações sobre a construção anti-sísmica tiveram grandes progressos, em particular no Japão e nos Estados Unidos. Os princípios gerais desta construção parecem ser, em primeiro lugar, de transformar o edifício em uma unidade estrutural e, em segundo lugar, concebê-lo de tal maneira que a sua frequência de vibração própria não corresponda às frequências das ondas sísmicas.

Pode dizer-se actualmente que se as pessoas morrem durante os tremores de terra não é devido aos tremores de terra em si, mas devido aos imóveis serem construídos de modo inadequado. Não existe processo de impedir os sismos, mas muito se pode fazer para os tornar menos perigosos. Apesar de sermos incapazes de prever as datas dos tremores de terra, a acumulação paciente de observações permite delimitar com grande precisão as zonas ameaçadas.

Os diferentes materiais de construção necessitam de técnicas diferentes, sendo uns mais adequados do que outros para construir edifícios resistentes aos tremores de terra. As paredes de pedra e cal reforçadas com placas de cimento e os esqueletos em betão e em aço têm-se mostrado os mais resistentes aos sismos. Contudo, é necessário concretizar em cada região técnicas novas e pouco dispendiosas aplicáveis aos materiais locais usuais (tijolos, madeiras, etc...).

FENÓMENOS SONOROS E LUMINOSOS QUE ACOMPANHAM O SISMO

OS TREMORES DE TERRA não muitas vezes acompanhados de um ruído surdo comparável ao ruído de uma trovoadas longínqua de uma detonação, à passagem de um camiã na rua, etc. Constata-se que o ruído surge tanto como um sinal precursor e é sentido antes do abalo como, pelo contrário, o acompanha e, algumas vezes mesmo o segue. Procurou-se explicar o possível mecanismo da produção do som nos sismos, admitindo que o foco compreende uma região central, pertencente a um plano de falha, a partir da qual se propagam os movimentos vibratórios que constituem as ondas sísmicas, e uma região marginal, envolvendo a precedente, a partir da qual se emite a vibração sonora. Assim se explicaria o facto de que segundo a região onde se está o som possa ser ouvido antes ou depois do abalo. A natureza dos terrenos, através

dos quais se propagam as ondas, deve ter também uma influência importante na intensidade do ruído percebido. A origem das forças de tensão, responsáveis pelo aparecimento do sismo, é muito diversa e muito discutida. Admite-se que a essas forças se podem adicionar, na ocasião, outras muito fracas, mas que funcionariam como a gota de água que faz desbordar o copo. Chamam-se

(Continua na pág. seguinte)

ANO IV — N.º 192

CIÊNCIA

PARA A CLASSIFICAÇÃO dos sismos utilizam-se duas escalas, a de Mercalli e a de Richter. A escala de intensidade de Mercalli, modificada por Wood e Neuman em 1931, tem doze graus e baseia-se na constatação dos estragos causados pelo sismo, portanto directamente relacionados com a sua intensidade. A escala de Richter fundamenta-se nos dados fornecidos pelos sismógrafos, tendo pois uma base científica, e foi estabelecida por Gutenberg e Richter em 1935. Afectaram cada abalo de uma grandeza, a magnitude que é o logaritmo da amplitude máxima do movimento do solo a 100 km do epicentro. A magnitude permite classificar os sismos segundo a sua energia. A escala de magnitudes vai de 0 a 8,5 segundo uma progressão logarítmica.

(Para a descrição dos doze graus da escala reformada de Mercalli ver «Vida Científica» n.º 147 — 2 de Abril de 1968).

UM TREMOR DE TERRA é a consequência de uma mudança brusca de equilíbrio que se produz num local da zona superficial chamada *foco* ou *hipocentro* cuja projecção à superfície se designa sob o nome de *epicentro*. Sabe-se actualmente que além dos tremores de terra superficiais cujo foco está localizado numa zona de quarenta quilómetros de espessura, existem sismos profundos cujo foco pode estar situado muito mais abaixo, até 600 quilómetros de profundidade ou mais.

O abalo não tem a sua origem num ponto, mas antes numa superfície ou num volume. A ruptura do equilíbrio será consequência da acentuação duma fractura ou do deslocamento brusco dum maciço.

Estes abalos propagam-se através da massa da Terra sob a forma de ondas que são registadas em aparelhos

especiais chamados *sismógrafos*. Pela análise destes registos, sismogramas, distinguem-se três tipos fundamentais de ondas.

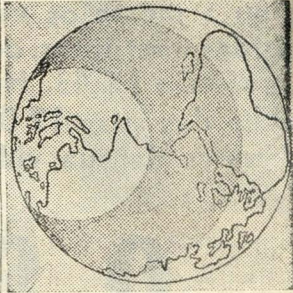
O trem de ondas que chega primeiro manifesta-se por um movimento de cima para baixo ou de baixo para cima segundo a posição da estação em relação ao foco e à natureza do choque no foco. A amplitude destas ondas é fraca e o seu período é pequeno. São as primeiras ondas preliminares ou ondas P. (Primaes *Undae*). São mais rápidas, longitudinais e transmitem-se por uma dilatação ou compressão na direcção da propagação.

Minutos mais tarde aparecem, sem que tenha cessado a chegada de ondas da primeira categoria tress de ondas cuja amplitude se torna bruscamente maior são as segundas ondas preliminares ou ondas S (*Secundae Undae*) mais lentas e transversais.

Por fim chegam as ondas de longo período e grande amplitude, que formam a fase principal do sismo. As primeiras desta série são as ondas de Love, de grande período, de vibração tangencial perpendicular ao plano que

contém o raio sísmico e depois as ondas de Rayleigh, de período mais curto, de movimento vertical rítmico e cujo movimento horizontal se faz no plano de propagação.

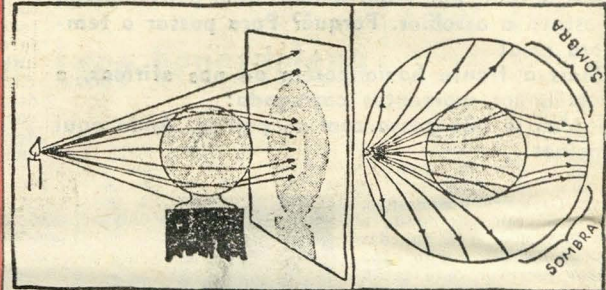
Um facto singular revela-se pela observação dos si-



Zona de sombra sísmica de um abalo que irradia do Peru (a nitidez dos limites da zona está exagerada)

mos a longa distancia é a existência da chamada *zona de sombra*, isto é de uma larga faixa na superfície do globo onde os abalos não são percebidos. Está claro que a localização da zona de sombra varia com a localiza-

(Continua na pág. seguinte)



A origem da zona de sombra está relacionada com a constituição do núcleo central da Terra

ZONAS INSTÁVEIS E ZONAS ESTÁVEIS DA CRUSTA TERRESTRE

NA CRUSTA terrestre temos a considerar os movimentos lentos, como os orogénicos e os epiragénicos e os movimentos bruscos, denominados sismos ou tremores de terra.

Os movimentos orogénicos dizem respeito à geração de montanhas, e estão directamente relacionados com os acidentes tectónicos, em especial com as dobras. Os movimentos epiragénicos consistem em movimentos verticais, que elevam ou baixam as massas continentais, relativamente ao nível médio dos mares.

Nem em todas as regiões da crosta se observam tremores de terra, tal como acontece com os fenómenos vulcânicos. Existem, pois, zonas sísmicas, onde os tremores de terra são frequentes, e zonas assísmicas, praticamente sem abalos. Um facto a salientar é o caso das zonas sísmicas coincidirem, de um modo geral, com as faixas vulcânicas a saber, o Mediterrâneo e a Circunpaciífica e as cristas médias dos Oceanos. Também estas zonas são regiões intensamente enrugadas pelos movimentos orogénicos da era Cenozóica. Temos que considerar estas duas zonas como as de maior instabilidade do globo terrestre, instabilidade essa que se traduz pela existência de três tipos de fenómenos distintos: os dobramentos que originaram as cordilheiras da actualidade, as manifestações vulcânicas e os abalos de terra.

Incontestavelmente existe uma relação entre fenómenos orogénicos e sísmicos. Alguns tremores de terra, muito localizados, têm causas não orogénicas, tais como aba-

tamentos por águas subterrâneas ou explosões internas que acompanham as erupções vulcânicas. Os grandes abalos sísmicos não parecem estar em estreita relação com uma manifestação eruptiva; mas, inversamente, a actividade vulcânica traduz-se por abalos detectados pelas estações vizinhas do vulcão. Contudo, os fortes abalos que atingem grandes regiões da crosta terrestre estão ligados a movimentos orogénicos.

Como se disse, as duas zonas instáveis sofreram enormes enrugamentos na era Cenozóica. Os tremores de terra estarão ligados ao facto de as regiões em que têm lugar não terem ainda terminado o seu enrugamento, havendo, pois, uma continuação dos movimentos orogénicos nos nossos dias. Os dobramentos da crosta são devidos a uma acumulação de forças, acumulação esta a que as rochas resistem durante um certo tempo. Porém, a determinada altura, atingem o limite da sua resistência, e as rochas cedem, bruscamente, provocando um abalo, que, muitas vezes, é acompanhado pela fracturação da crosta.

Em oposição com as zonas frágeis ou instáveis da crosta temos as zonas rígidas, portanto de maior estabilidade, em que não se deram dobramentos geologicamente recentes, onde não existem, em geral, manifestações vulcânicas actuais e onde os abalos se podem considerar inexistentes. Estas zonas coincidem com as que não foram submetidas a qualquer movimento orogénico posterior à era Agnostozóica,

a mais antiga era geológica, tendo-se mantido, desde aí, mais ou menos imóveis e rígidas. Constituem os chamados escudos continentais, como o russo e o fino-escandinavo, na Europa; o siberiano, arábico, indico e chinês, na Ásia; o africano; o canadiano, mississippiano e brasileiro-guianense na América; e o australiano.

Além destas regiões de contraste nítido de rigidez e fragilidade, temos, ainda, a considerar zonas que, embora mais estáveis que as faixas mediterrânea e circunpaciífica, sofreram dobramentos, por várias vezes, durante a era Paleozóica. As faixas montanhosas do paleozóico encontram-se, por exemplo, em grande parte da Península Ibérica, constituindo a Meseta Ibérica.

A faixa mediterrânea estende-se sensivelmente na direcção leste-oeste e constitui como que uma cintura que envolve o Globo terrestre. Compreende a América Central, as Antilhas, continuando-se pela região mediterrânea, pelo sul da Europa, ilhas do mar Mediterrâneo, Norte de África. O seu prolongamento pela Ásia inclui, em especial, as regiões da Anatólia, da Pérsia, da Arábia, da Índia e da Indochina.

A zona instável denominada Circunpaciífica estende-se à volta do Oceano Pacífico, incluindo as cordilheiras dos Andes, a América Central, o litoral pacífico dos Estados Unidos e Canadá, Alasca, ilhas Aleutas, península de Kamchatka, Japão, ilha Formosa e Filipinas.

A crista média do Atlântico inclui, por exemplo, as ilhas de Cabo Verde.

Artes plásticas

Palolo na Galeria 111

Na Galeria 111, ao Campo Grande, encontra-se neste momento patente ao público, a exposição do artista Palolo. Apresenta ele uma série de guache, na sua maneira bem pessoal e que lhe tem valido assinalados êxitos.

Noronha da Costa na Galeria Quadrante

Na Galeria Quadrante, à Avenida Luís Bivar, efectuou-se ontem à tarde a cerimónia inaugural da exposição Noronha da Costa. O artista apresenta os seus últimos trabalhos.

Mário Silva na Galeria Nacional de Arte

Na Galeria Nacional de Arte, amanhã, às 18 e 30, inaugura a sua exposição de Desenho o pintor Mário Silva. Várias vezes aquele artista já se tem apresentado, sempre com êxito. A cerimónia inaugural as-

siste o embaixador do Japão em Portugal.

Espiga Pinto na Galeria Dominguez Alvarez

Na Galeria Dominguez Alvarez, à Rua da Alegria, 117, Porto, foi inaugurada ontem a exposição de Pintura e Esferas Pintadas.

Fica patente ao público até ao dia 13 do corrente.

Armando Anjos expõe na S. N. B. A.

Na S. N. B. A. apresenta-se amanhã à tarde o artista Armando Anjos.

O conhecido pintor inaugura a sua exposição pelas 17 horas.

Exposição de Arte no Museu Machado de Castro

No Museu Machado de Castro, em Coimbra, vai ser inaugurada no dia 15 do corrente uma exposição de um grupo de artistas jovens. São eles Artur Bual, Mário Silva, Armando Loureiro e Figueiredo Sobral.

AOS COSTUMES DISSE NADA

COM «LIGEIROS SINAIS...»

É preciso compreender o que representa o baptizado de uma afillhada. A gente encontra pessoas de família, amigos, simples conhecidos, e, está claro. Vai um copo, vai outro copo...

É preciso compreender. Chega-se o feliz pai com uma garrafa de uisque do bom, do legítimo, do de confiança, não pensem lá que! Quer com água? Quer com gelo? Ora, ora, meu caro!, isto não faz mal a ninguém, até faz bem ao fígado, palavra de honra, foi o meu médico quem disse, enfim, aquelas coisas que todos sabemos ao nível de uma fantasia amável!

Foi o que sucedeu ao sr. Freitas. Por isso se encontra presente no

Tribunal de Policia, com a sua gripe fabulosamente agasalhada. Bem, não será por isso. É que, na noite em que se seguiu ao baptizado, fez uma manobra perigosa, que o levou a chocar com outro automóvel. Tudo está perfeitamente demonstrado, e o réu não se furta às consequências. Nega, no entanto, que se encontrasse embriagado. O relatório apenso ao processo refere-se a «ligeiros sinais de embriaguês». Está mesmo a ver-se, que, depois de um baptizado, uma pessoa fica um bocadinho alegre, bem disposta, mas daí até perder a consciência do seus actos vai uma grande distância!

Esse ponto foi devidamente considerado, dentro dos limites que o bom-senso aconselha. Entre «ter bebido» e «estar bebido» há uma grande diferença. Simplesmente, lá que existiu manobra perigosa, isso existiu; lá que existiu choque de automóveis, ninguém desmente — logo: multa de 200 escudos, mais imposto e Procuradoria — e proibição de guiar durante 15 dias.

... Em casamento e baptizado, automobilista!, toma cuidado. Choques e outras coisas que tais podem-se dar — mesmo com «ligeiros sinais...»

Rima — e é multado.



Se tem qualquer problema económico ou financeiro...

Se pode obter o que lhe interessa pelo recurso ao crédito...

Se lhe interessa pagar os seus impostos em doze mensalidades...

Se quer viajar descansado, sem receio de perder o seu dinheiro...

Se desejar efectuar qualquer outra operação bancária...

então recorra ao



BANCO ESPÍRITO SANTO E COMERCIAL DE LISBOA

onde cada um conta mais do que a sua conta

As ondas sísmicas

(Continuação da pág. anterior)

zação de cada sismo. Se por exemplo, o foco do tremor de terra fosse no Peru, seriam percebidos os abalos no hemisfério ocidental e nos antípodas do Peru no hemisfério oriental (Índia, Indochina e Índias Ocidentais), mas os sismógrafos das estações situadas na faixa que abrangem o Norte da Sibéria, quase toda a Europa, a África Ocidental, o Sul do Oceano Índico, o Sudoeste da Austrália e a parte ocidental do Pacífico nada registariam.

Este facto provém da refração sofrida pelas ondas sísmicas nas camadas profundas da Terra. Esquemáticamente o globo terrestre compõe-se de uma série de camadas concêntricas de diferente natureza. Assim temos a crosta designada por sial de espessura variável (5 km. no fundo dos oceanos, 30 a 70 km. nos continentes), formada por rochas de composição granítica. Por baixo da crosta temos o manto chamado sima, formado por rochas de textura e densidade diferentes das da crosta de composição basáltica e cuja densidade vai aumentando com a profundidade. Depois, o núcleo de massa ferro-niquélica aqueci-

da ao rubro branco, com certeza líquido uma vez que as ondas sísmicas secundárias o não atravessam, refractando-se e originando a zona de sombra.

Um sismo é geralmente complexo, isto é, o abalo não é único; muitas vezes dão-se vários, em intervalos próximos. Um sismo grande é habitualmente precedido por abalos de menor intensidade — abalos preliminares — e seguido de réplicas em número variável. O aumento do número de abalos preliminares indica a aproximação da catástrofe.

A produção de réplicas é natural: as camadas atingidas, descomprimadas após um choque violento não retomam a sua posição de equilíbrio senão depois de abalos cada vez mais fracos e menos frequentes. Constatou-se que depois de um sismo o número de réplicas sentidas diminui dia a dia, segundo uma lei hiperbólica. Os epicentros das réplicas não correspondem forçosamente ao do abalo principal: pode haver um fenómeno de migração do epicentro no interior da zona mais atingida, migração que se pode efectuar tanto no sentido vertical como no horizontal.

Fenómenos sonoros e luminosos

(Continuação da pág. anterior)

das internas, que foi objecto de inúmeras investigações estatísticas no século XIX, em especial por Perrey, não deve ser totalmente rejeitado. Durante o sismo ocorrido em Bucareste em 10 de Novembro de 1940, observaram-se fenómenos luminosos (iluminação ao céu, relâmpagos, faíscas, arcos luminosos, manchas de luminosidade) em grande número e numa extensão considerável. Tem-se hesitado sobre a explicação destes curiosos fenómenos cuja realidade não parece pôr-se em dúvida. Talvez se tratasse de emanções de gases inflamáveis vistos no momento da sua incandescência. Emanações deste tipo têm sido assinaladas, várias vezes, sobretudo em regiões com fontes termais.

O «Diário de Lisboa» encontra-se à venda nas tabacarias de Leça, Matosinhos, Foz, Avenida da Boavista, Carvalhosa, Carvalhido, Rotunda da Boavista, Praça Marquês de Pombal, Rua de Costa Cabral, Constituição, Praça da República, Bonfim e Antas, a partir das 19 e 30, e na Tabacaria do Bar-Restaurante do Aeroporto em Pedras Rubras, a partir das 20 horas.