



A frágil crosta do Nordeste

O estudo geofísico mais detalhado feito sobre a Província Borborema, nome usado pelos especialistas para se referir ao imenso bloco rochoso que forma boa parte do Nordeste brasileiro, revelou que a crosta terrestre ali é bem mais fina que a média global. A hipótese é que o adelgaçamento da crosta teria acontecido no período Cretáceo (entre 136 milhões e 65 milhões de anos atrás), quando a África e a América do Sul se separaram pela movimentação dos blocos que formam esses dois continentes. Nesse processo, a crosta teria se esticado naquela região como um queijo derretido que é puxado pelas extremidades. “Normalmente a crosta tem espessura em torno de 40 quilômetros. Nos Himalaias, ela pode chegar a 70 quilômetros”, diz Reinhardt Fuck, pesquisador da Universidade de Brasília (UnB). “Já em partes do Nordeste fica entre 30 e 35 quilômetros, chegando a menos de 30 em alguns pontos. Isso significa que essa crosta foi muito estirada, afinada pelos processos tectônicos.”

A constatação é uma das mais marcantes, mas está longe de ser a única nos estudos feitos na Província Borborema. Fuck é o coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) de Estudos Tectônicos,

A espessura da superfície explica os constantes tremores de terra na região

SALVADOR NOGUEIRA

[GEOLOGIA]

que desde o fim de 2009 reúne grupos de diversas instituições do Brasil, como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a Universidade Estadual Paulista (Unesp), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a Universidade Federal do Ceará (UFC), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Observatório Nacional, do Rio de Janeiro. Com investimento de R\$ 2,6 milhões, os pesquisadores produziram cerca de 30 artigos científicos nos últimos dois anos. Os esforços começam a preencher uma lacuna importante na pesquisa geológica do território brasileiro. “Temos hoje um conhecimento geológico razoável do Brasil em termos de superfície”, explica Fuck. “Mas isso não basta para entender como a crosta se formou e evoluiu. Aí é que entra a geofísica, com uma série de métodos para analisar composição

de rochas, anomalias gravimétricas, magnetismo das rochas em profundidade e assim por diante.”

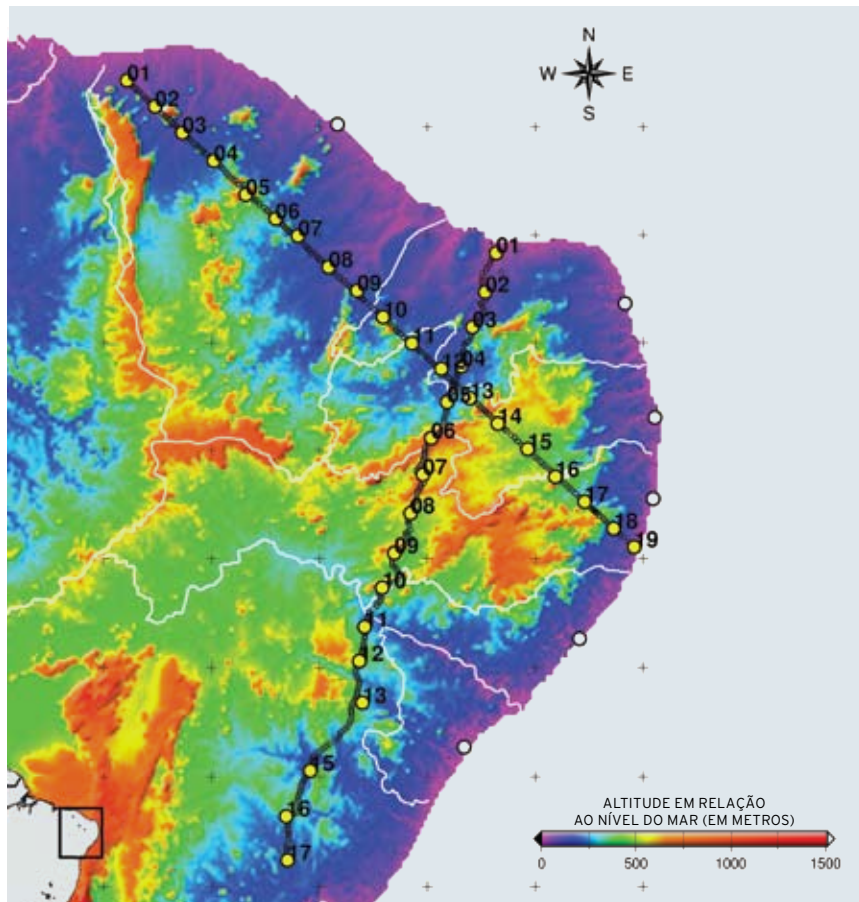
Essas pesquisas começaram a evoluir na década de 1990, quando Jesus Berrocal, então pesquisador na USP, hoje aposentado, obteve apoio da FAPESP para um projeto de geofísica no Centro-Oeste. Em parceria com Fuck e o pessoal da UnB, Berrocal conduziu pela primeira vez no país um levantamento de refração sísmica, técnica que permite determinar a espessura da crosta terrestre e a transição entre ela e o manto, a camada logo abaixo. Ainda assim o esforço era tímido. Mas os resultados ensejaram a conquista de recursos maiores quando o Ministério da Ciência e Tecnologia instituiu os chamados Institutos do Milênio, na virada do século XX para o XXI. Esse, por sua vez, foi o germe para o atual INCT, que produz agora os resultados mais completos já obtidos sobre qualquer região da crosta brasileira.

A técnica usada para medir a espessura da crosta foi a mesma aplicada anos antes no Centro-Oeste e consiste em gerar explosões próximo à superfície e verificar como se dá a propagação das ondas de choque no interior da Terra. Quando as ondas passam de um meio a outro, elas são parcialmente refletidas e parcialmente refratadas (mudam

» Paulo Afonso,
Bahia: crosta com
35 quilômetros
de espessura

De norte a sul do Nordeste

Explosões em duas linhas de poços delimitaram a crosta



MARCUS VINICIUS LIMA / USP

de velocidade). E como as regiões internas do planeta têm densidades e consistências diferentes, é possível, medindo a velocidade de propagação das ondas ao longo do tempo, estimar onde fica a fronteira entre a crosta, que é sólida, e o manto, que é mais denso.

Durante a madrugada - O procedimento exige uma série de cuidados. São cavados poços com 25 centímetros de diâmetro e 45 metros de profundidade, distantes 50 quilômetros um do outro, e explosivos em gel são colocados lá no fundo. O poço depois é vedado completamente, para que a explosão não se dissipe pelo ar, onde naturalmente encontraria bem menos resistência. Para medir os efeitos da explosão os pesquisadores instalam sismógrafos ao longo da região, a cada dois quilômetros. O tempo das detonações – são várias,

feitas em sequência, em intervalos que vão de 15 minutos a uma hora – é meticulosamente controlado. Tudo é feito durante a madrugada.

“Tomamos todos os cuidados para não prejudicar as propriedades. A energia liberada é muito pequena. No máximo, pode provocar um desmoronamento em torno do buraco”, diz Fuck. “A uma distância de 100 a 200 metros do local, sente-se certa vibração causada pelo tremor. Mas a 300 metros já praticamente não se percebe nada”, conta. A explosão é surda, porque o poço é tamponado. Sente-se a vibração, mas não se ouve nada. A principal razão para os experimentos serem feitos de madrugada é a necessidade de evitar vibrações externas ao experimento, dada a sensibilidade dos sismógrafos. “Se passar um caminhão ou uma vaca por perto, ele registra”, conta o geólogo.

Outros estudos feitos pelo grupo do INCT levaram a resultados complementares, que ajudam a dar contornos mais precisos à história geológica da região da Borborema. O grupo de Adereson Farias do Nascimento, da UFRN, mostrou que não só a litosfera no Nordeste é mais fina, como já sugeriam os estudos de refração sísmica. Ali há um degrau para uma região bem mais espessa que fica no chamado cráton do São Francisco, o bloco rochoso sobre o qual se assenta parte da Bahia e de Minas Gerais. A transição entre essas duas composições da crosta é marcada por uma divisão clara e visível na geologia local: uma linha de vulcões extintos que vai de Macau, no Rio Grande do Norte, a Queimadas, na Paraíba.

“Descobrimos que as características das rochas que compõem a litosfera a oeste desse alinhamento de vulcões são muito diferentes das características do tipo de rocha profunda que encontramos a leste”, diz Nascimento. A hipótese do grupo é que, com o estiramento da região costeira, se formou esse degrau, e o manto terrestre, mais quente, foi alçado próximo da superfície. Com o acúmulo de calor, o aparecimento de atividade vulcânica se tornou inevitável. Mas não há por que temer: a última erupção deve ter ocorrido 7 milhões de anos atrás. “É difícil dizer, mas até é possível que volte a acontecer alguma coisa na região”, diz ele.

Para obter esses dados do interior da Terra, o grupo da UFRN usou sismógrafos. Mas, em vez de medir explosões controladas a poucos metros de profundidade, como na refração sísmica, eles registravam tremores reais, ocorridos a pelo menos 3 mil quilômetros de distância das estações de medição. A partir da informação bruta, eles usaram uma técnica chamada função do receptor para chegar às conclusões. É um processamento que se faz nas medidas sísmicas. A cada evento registrado, os dados brutos refletiam quatro efeitos diferentes: o da fonte sísmica, o da propagação, o da interação da propagação com estruturas da superfície, e um quarto, que é o efeito do próprio equipamento sobre a medição – este é o mais conhecido e mais facilmente subtraído.

O processamento é justamente o caminho para retirar da confusão os efeitos da fonte e da propagação. “O



Patos, Paraíba: crosta de 33 quilômetros, mais espessa ao sul

resultado é que se fica só com a geologia do local da estação”, explica Nascimento. “Para que se tenha uma ideia da dificuldade, é como se você comesse um bolo e fosse capaz de dizer, aqui tem tanto de farinha, tanto de açúcar, tanto de chocolate em pó.” A vantagem dessa técnica é que ela é mais barata e menos trabalhosa do que a refração sísmica, uma vez que basta instalar os equipamentos e esperar pelos terremotos do outro lado do mundo. Ela é menos precisa, de fato, mas pode cobrir uma região bem maior. Quando se fazem explosões ao longo de uma linha, só se obtêm dados daquela linha. “A refração sísmica é como uma radiografia, você obtém a imagem em um plano só. No nosso caso, pudemos observar bem o contraste de composição entre a Província Borborema e o cráton do São Francisco”, conta o geofísico da UFRN.

Terremotos - Outro ponto de interesse na Província Borborema são as falhas geológicas, causadoras de terremotos. O Brasil se localiza em uma região estável, o meio de uma placa tectônica, sem grandes abalos sísmicos. Há, porém, várias falhas, concentradas no Nordeste. Os tremores são constantes na região, mas raramente ultrapassam 4 pontos da escala Richter. Em geral causam poucos danos, mas às

Cadeia de vulcões extintos marca transição da Província Borborema para o cráton do São Francisco

vezes assustam. “Em Sobral, no Ceará, em 2008 e 2009 as pessoas não ficavam dentro de casa, com medo de o teto desabar”, conta Fuck.

Apesar do conhecimento gerado por esses estudos, prever terremotos continua tão difícil quanto sempre foi. Embora não tenham feito avanços nesse sentido, os pesquisadores brasileiros identificaram a origem desses tremores que atingem o Nordeste e mapearam as falhas geológicas responsáveis por eles, informação que a partir de agora pode orientar a realização de grandes obras de engenharia, como a construção de pontes e barragens, ou mesmo o assentamento de pessoas.

O grupo do INCT para Estudos Tectônicos espalhou estações sísmológicas pelo Nordeste justamente para monitorar os abalos e identificar seus epicentros. Diversas falhas relevantes já haviam sido identificadas no passado, como o lineamento Transbrasiliiano, que vai da Argentina ao litoral do Ceará. Mas os resultados da equipe de Fuck mostraram que os abalos que afetam Sobral com frequência nada têm a ver com esse lineamento. Eles parecem estar ligados a outra falha, até então desconhecida. “Nossos estudos mostram que se trata de uma falha que não está nos mapas geológicos e que apresenta uma direção distinta.”

Os pesquisadores não sabem direito por que alguns lugares por onde passa a falha estão mais sujeitos a tremores do que outros. Mas está claro que há sítios preferenciais para a liberação da energia. Sobral é um deles. “Aparentemente algumas regiões da crosta estão enfraquecidas”, diz Fuck. Os trabalhos na Província Borborema continuam. “Elegemos essa região como uma espécie de programa piloto. Por meio desses experimentos, queremos formar equipes que possam levar esse tipo de estudo para o Brasil inteiro.” ■