

SISMICIDADE DO NORDESTE DO BRASIL

JOAQUIM M. FERREIRA

Grupo de Geofísica – Departamento de Física Teórica e Experimental – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Caixa Postal 143 – 59.000 – Natal - RN

MARCELO S. ASSUMPÇÃO¹

Instituto Astronômico e Geofísico – Universidade de São Paulo

A revised catalogue of earthquakes, which occurred in the Northeastern region of Brazil up to 1980, is presented. Most of the data come from historical macroseismic information collected in old publications and newspapers. Recent instrumental data is used to derive empirical relations between magnitude and felt area in order to estimate m_b magnitudes for the events not recorded by seismographic stations. Macroscopic data for two large events (Pereiro 23.02.68, and Pacajus 20.11.80) are presented in detail. Epicentres of four recent events recorded at NAT were determined by combining the macroseismic and instrumental data and used to define a preliminary value of the ratio $K=V_p/V_s = 1.77$ for the region under study. A swarm of activity at Parazinho, Rio Grande do Norte, was studied in more detail to estimate the parameter b of the Gutenberg and Richter frequency-magnitude relation.

INTRODUÇÃO

Desde o trabalho de Capanema (1859) foram feitas várias compilações de eventos sísmicos ocorridos no território brasileiro tais como Gama (1910), Sadowski et al. (1978) e Berrocal et al. (1981). Há ainda a contribuição relevante dos trabalhos de Sampaio (1916, 1919 e 1920) referentes aos eventos sísmicos ocorridos no Recôncavo Baiano. Tentativas de interpretação sismotectônica foram feitas por Branner (1912, 1920) e recentemente por Haberlechner (1978), Sadowski et al. (1978) e Hasui & Ponçano (1978). No entanto os dados sismológicos disponíveis até agora eram insuficientes para estudar-se a sismotectônica do Nordeste.

O objetivo deste trabalho é apresentar, de maneira sintética, um levantamento dos eventos sísmicos ocorridos no Nordeste do Brasil até 31 de dezembro de 1980. Para este levantamento foram coletados e analisados dados macro sísmicos e instrumentais e, na medida do possível, foram avaliadas intensidades e magnitudes para formação de um catálogo de sismos. Espera-se que este catálogo sirva de base para estudos futuros da sismicidade e sismotectônica do Nordeste do Brasil. Naturalmente, o levantamento apresentado neste trabalho não é completo e provavelmente muitos outros dados serão coletados em pesquisas futuras sobre a sismicidade do Nordeste.

DADOS MACROSSÍSMICOS

Os dados macro sísmicos são uma descrição dos efeitos da passagem das ondas sísmicas produzidas por um sismo: tanto sensações em pessoas e animais, como efeitos em objetos, construções e na própria natureza. O estudo dos eventos ocorridos antes da invenção do sismógrafo só pode

ser feito através da análise destes dados macro sísmicos. Ainda hoje, em regiões como o Brasil, com baixa densidade de estações sismográficas e onde os epicentros instrumentais muitas vezes são determinados utilizando-se estações distantes, o uso de dados macro sísmicos continua sendo de grande valia para uma melhor determinação de epicentros.

O material com dados macro sísmicos utilizado neste trabalho foi, inicialmente, o mesmo usado por Berrocal et al. (1979). Posteriormente foram coletadas informações adicionais, principalmente em bibliotecas públicas e arquivos de jornais de Recife, Caruaru, Maceió, João Pessoa, Natal e Fortaleza. Sempre que possível tentou-se obter as informações originais referentes a cada evento. Foram realizadas também algumas entrevistas com pessoas que haviam sentido tremores em anos recentes.

Resumidamente, o tratamento dos dados macro sísmicos é constituído das seguintes etapas: identificação do evento a que pertencem; localidades afetadas; efeitos sentidos em cada localidade; avaliação das intensidades; mapa da área afetada e respectivas isossistas; determinação do epicentro macro sísmico e avaliação da magnitude através da área afetada. Para a avaliação das intensidades foi utilizada a escala Mercalli Modificada (Wood & Neumann, 1931). O cálculo da magnitude a partir da área afetada será visto posteriormente. Na prática, os dados nem sempre permitem a realização de todas as etapas do tratamento; em alguns casos, nem mesmo é possível obter com precisão a data de ocorrência do evento.

A seguir são apresentados, de forma resumida, dois exemplos de eventos sísmicos onde foi possível realizar todas as etapas do tratamento de dados macro sísmicos: o evento de Pereiro (CE) de 23 de fevereiro de 1968, cujo epicentro provável na realidade se encontra no Estado do Rio Grande do Norte, e o de Pacajus (CE) de 20 de novem-

bro de 1980. As informações dos efeitos macrossísmicos, resumidas abaixo, foram baseadas principalmente em notícias de jornais da época. É provável que muitas das notícias tenham sido exageradas. Foi tomado todo cuidado possível para confirmar as notícias, seja através de jornais independentes seja através de relatórios específicos. No caso do sismo de Pacajus foi possível contar também com informações fornecidas pelo geólogo J.A. Mito, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, que visitou várias cidades afetadas.

a. PEREIRO

Data: 23.02.1968 às 11 h 23 min, hora local (12h 23 min, horário de verão).

Epicentro provável: 6,09°S 38,44°W

Intensidade máxima observada: VII MM (Fig. 1)

Área afetada: 84,0 x 10³ km² (Fig. 2)

Magnitude: 4,6m_b

Localidades afetadas:

Antenor Navarro (PB) — garrafas “dançaram” nas prateleiras e muitas chegaram a cair. *Crato (CE)* — sentido na Agência do Banco do Brasil; não houve pânico; localidade onde foi sentido mais fortemente na zona do Cariri. *Dr. Severiano (RN)* — numerosas casas desabaram ou tiveram suas paredes rachadas; abertura de fendas na terra; 1500 pessoas desabrigadas; pânico geral. *Ererê (CE)* — desabamento de casas; população em polvorosa; um morto (ao fugir do desabamento caiu de mau jeito). *Frade (RN)* — todas as casas dos trabalhadores desabaram; casa grande com enormes fendas nas paredes; queda de telhas; feridos. *Icó (CE)* — “trovões” seguidos de tremores; apareceram grandes rachaduras em algumas casas. *Jaguaribe (CE)* — “trovões” seguidos de tremores; apareceram grandes rachaduras em algumas casas; jogou telhas dos telhados à distância de quase 0,5m; pessoas hospitalizadas com crise nervosa. *Jardim (RN)* — fenderam-se as paredes de 30 a 40 casas. *Junco (RN)* — fendas em 90% dos prédios; algumas casas ruíram; caixão de farinha partiu-se ao meio; feridos; população em fuga. *Jurema (RN)* — casa com enorme fenda; desabou casa de farinha. *Mundo Novo (RN)* — algumas casas inabitáveis. *Orós (CE)* — tremor precedido de estrondos; tremor rápido; estremecimento em janelas; casas fenderam-se; danos em um prédio; pânico. *Pau dos Ferros (RN)* — ambiente de pânico. *Pereiro (CE)* — Tremores precedidos de estrondos como se fossem trovões; objetos tremeram; painéis remexeram-se e caíram do fogão; casa inteira tremeu; provocou fendas, pequenas e grandes, em 40% dos prédios; paredes rachadas de cima a baixo; paredes empenadas; queda de reboco de residências e da igre-

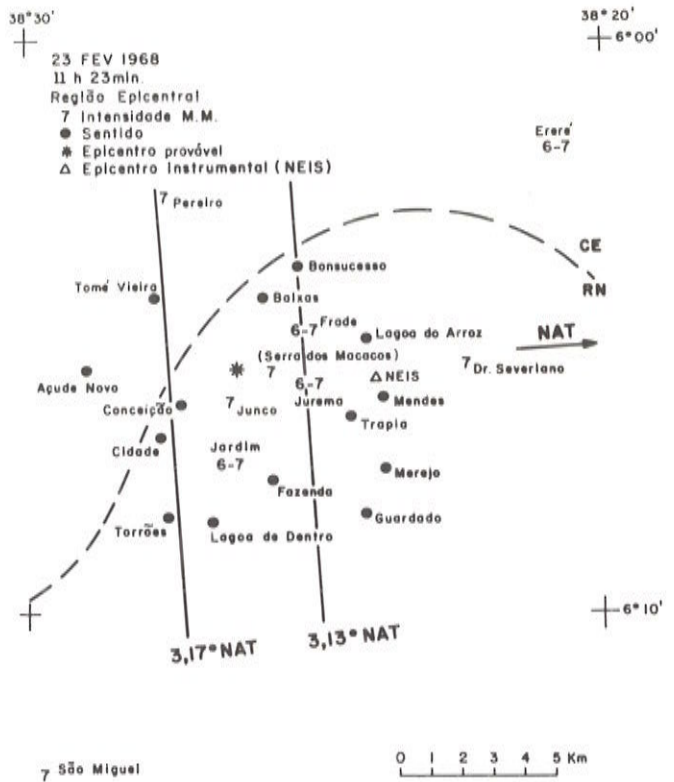


Figura 1 — Região epicentral do sismo de Pereiro (CE) de 23.02.1968 (11h 23 min, h. local). As linhas 3,17° NAT e 3,13° NAT são as distâncias em graus à estação de Natal, calculadas a partir dos sismogramas de NAT, usando-se a tabela Herrin e levando-se em conta as incertezas na medida de S-P em NAT.

ja; vigas dos telhados afastadas; deslizamento de telhas; várias brechas nas paredes do ginásio; centenas de pessoas correram para as ruas aos gritos; população desabrigada; mais de 1000 pessoas abandonaram a cidade. *S. Miguel (RN)* — rachaduras em várias casas; destruiu parte de alguns prédios; ruas com fendas enormes nos “paralelos”. *Senador Pompeu (CE)* — algumas casas apresentaram pequenas rachaduras; não houve pânico. *Serra dos Macacos (RN)* — várias casas caídas e muitas apresentaram rachaduras; aparecimento de estreitas fendas em zona de talude; população em fuga. *Uiraúna (PB)* — população saiu às ruas assombrada.

Causou alguns prejuízos (danos) nas seguintes localidades: Açude Novo, Baixo do Queirós, Campos, Flores, Mamoeiro, São José, São Paulo, Tomé Vieira e Trigueiro, no Ceará; Baixos, Bonsucesso, Cidade, Conceição, Fazenda, Guardado, Lagoa de Dentro, Mendes, Merejo, Teixeira, Torrões e Trapia, no Rio Grande do Norte.

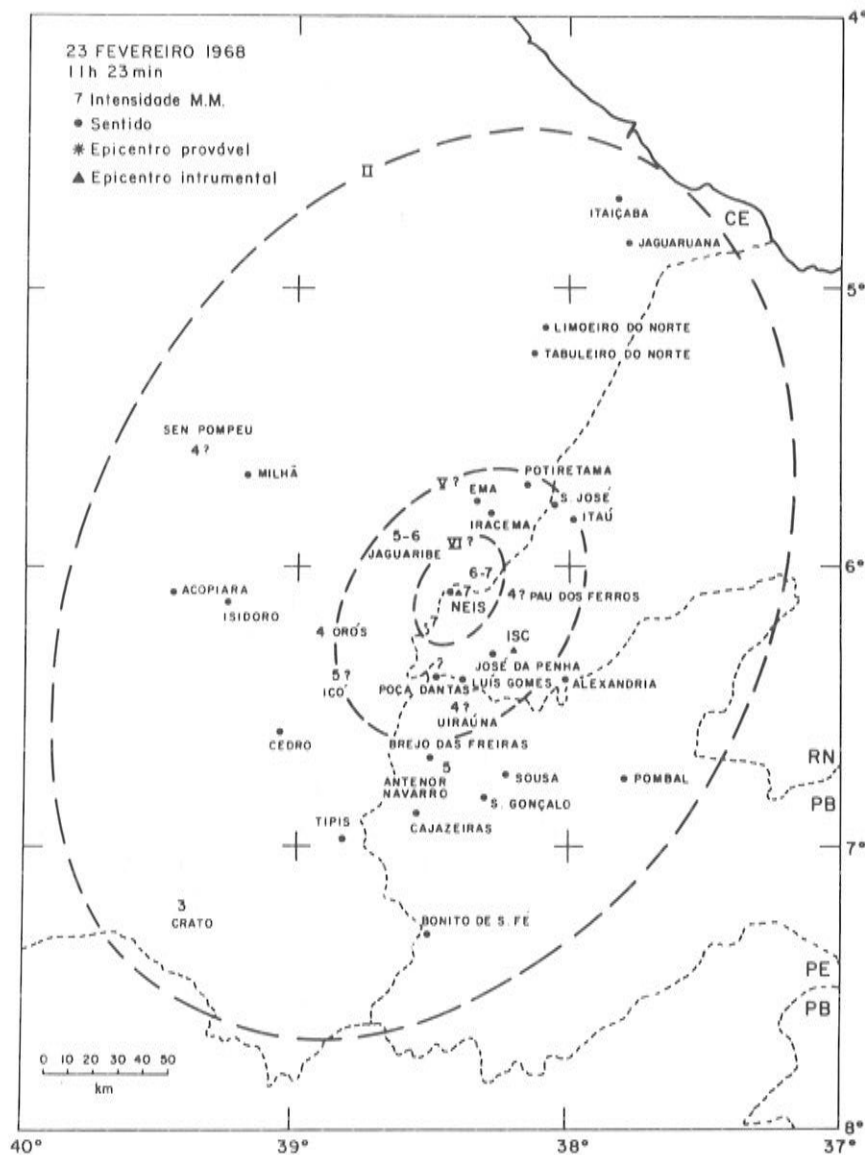


Figura 2 — Área afetada e isossistas do sismo de Pereiro (CE) de 23.02.1968 11h 23 min., hora local).

Sentido também nas seguintes localidades: Carrancuda, Cedro, Conro, Ema, Iracema, Isidoro, Itaiçaba, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Milhã, Palmeira dos Índios, Potiretama, Tabuleiro do Norte e Tipis, no Ceará; Aroeiras, Bonito de Santa Fé, Brejo das Freiras, Cajazeiras, Poço Dantas, Pombal, Saco das Piabas, São Gonçalo e Sousa, na Paraíba; Alexandria, Itaú, José da Penha, Luis Gomes e São José dos Gatos, no Rio Grande do Norte.

Intensidade máxima observada: VII MM (Fig. 3)

Área afetada: 1×10^6 km² (Fig. 4)

Magnitude: 5,2 m_b

Localidades afetadas:

Ceará:

b. PACAJUS

Data: 20.11.1980 às 00 h 29 min, hora local

Epicentro provável: 4,30°S 38,40°W

Aracati — tremor sentido por muitos. *Baturité* — causou medo em muitos e pânico em alguns; durou 3 s. *Brito* — várias casas destruídas (queda e trinca de reboco); rachaduras nas paredes da igreja até 2 dedos de largura, atravessando de um lado a outro; rachaduras acompanhando os tijolos; paredes não engatadas afastaram-se ligeiramente. *Capistrano* — causou medo em muitos e pânico em alguns; durou 3 s.

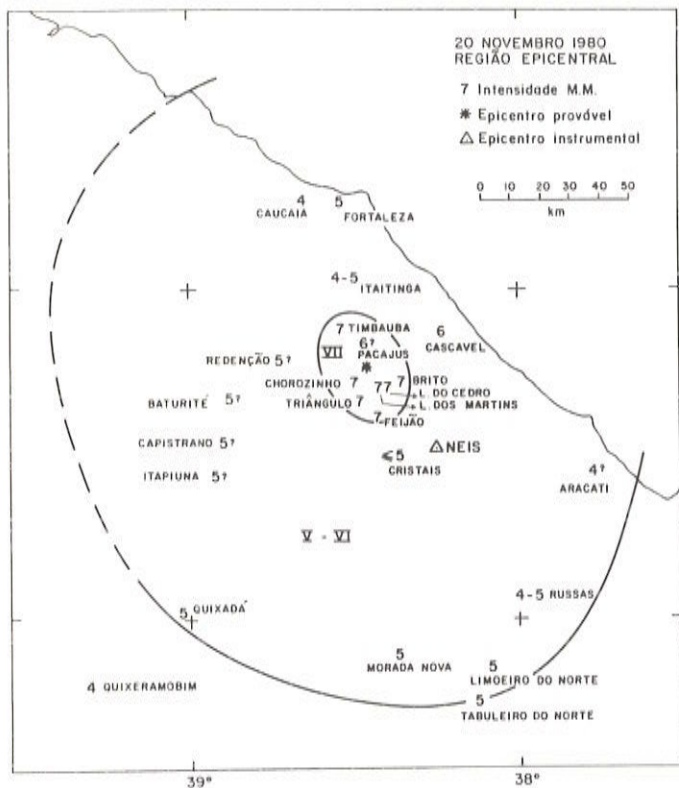


Figura 3 — Região epicentral, com isossistas, do sismo de Pacajus (CE) de 20.11.1980 (00h 29 min., h. local). A linha cheia indica uma maior confiabilidade no traçado da isossista.

Cascavel — muitos sentiram e saíram às ruas; algumas casas apresentaram pequenas trincas; nenhum dano sério. *Catu* — pessoas ficaram desabrigadas. *Caucaia* — acordou doentes no hospital, ventilador descoordenou-se; ferramentas cirúrgicas tiniram; pequeno deslocamento de objetos em mesas e estantes; camas mexeram-se; som cavo e profundo semelhante a um trovão estrangulado. *Chorozinho* — maior parte das construções com rachaduras nas paredes e queda de reboco; forro da igreja começou a desabar, poucas trincas; várias casas de taipa ruíram. *Feijão* — casas desabaram; pessoas feridas e um morto (?). *Fortaleza* — acordou muita gente; paredes, assoalho, portas e forro de madeira rangeram; balançou lustres; parou relógio de pêndulo; redes sacolejaram; copos tilintaram; deslocou objetos e mobílias; derubou louças e quadros das paredes; quebrou vidraças; dezenas de casas e edifícios com rachaduras nas paredes (?); sentido principalmente em prédios de apartamentos. *Iguatu* — sentido apenas em algumas áreas da cidade; portas tremeram. *Itapiuna* — causou medo em muitos e pânico em alguns; durou 3 s. *Lagoa de Cedro* — várias casas foram ao chão; desabamento de paredes de tijolo inteiro; partes de paredes bastante deslocadas e inclinadas; porta envergada; trincas em pilares; rachaduras em muros; queda de reboco; 200 desabrigados com medo das rachaduras das casas. *Lagoa do Martins* — casa desabou quase totalmente; famílias desabrigadas. *Limoeiro do Norte* — curto tremor de terra que durou mais de 3 s; a cidade praticamente toda acordou. *Mombaça* — sentido por algumas pessoas. *Morada Nova* — balançou quadro; caiu um objeto de prateleira; telhado "chacoalhou", derrubando poeira; telhas afastaram-se e

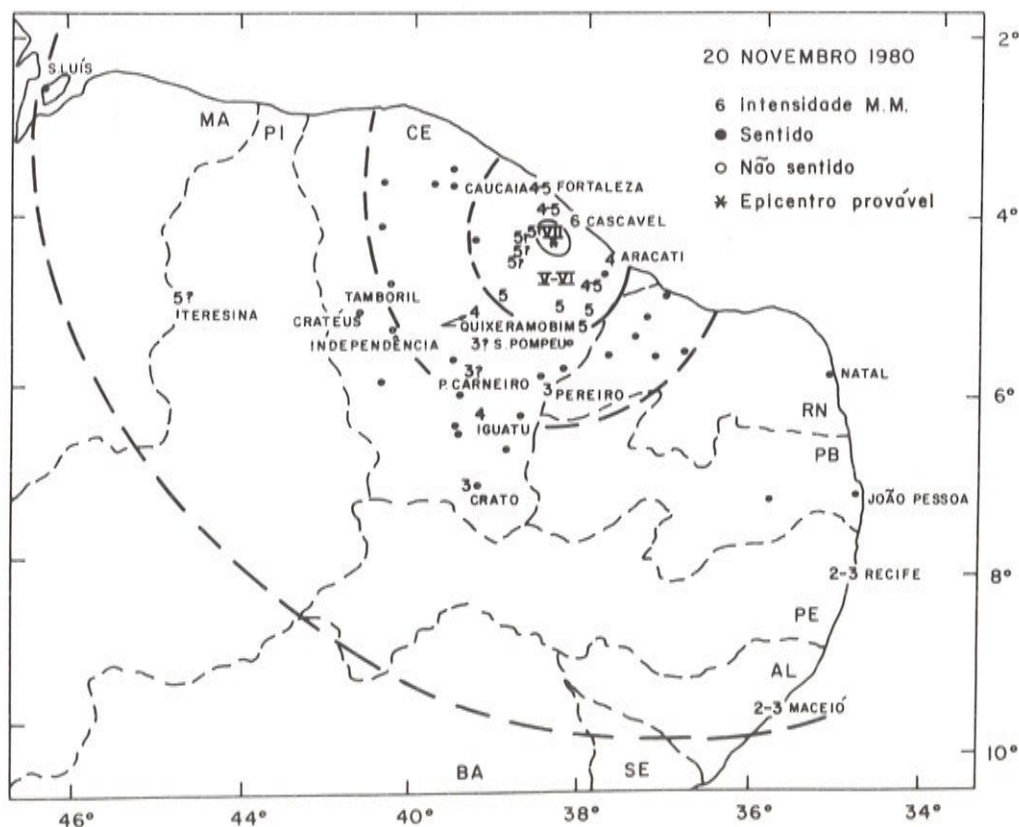


Figura 4 — Área afetada e isossistas do sismo do Pacajus (CE) de 20.11.1980 (00h 29 min., h. local).

caíram (?). *Pacajus* — dezenas de casas no município foram atingidas; duas fábricas com enormes rachaduras em suas paredes; diversas (?) casas com paredes rachadas. *Pereiro* — sentido por algumas pessoas. *Piquet-Carneiro* — sentido por algumas pessoas. *Quixadá* — população acordada por fortes tremores; rachaduras (?) e quebra de telhas e caibros em residências; desmaios e garrafas quebradas nos bares; muitas pessoas nada sentiram. *Quixeramobim* — algumas pessoas sentiram o abalo; não houve pânico; numa das ruas todas as casas sofreram avarias (?); sentiu-se barulho nas telhas. *Redenção* — causou medo em muitos e pânico em alguns; durou 3 s. *Russas* — muitas pessoas sentiram; nenhum estrago em construção; pequeno recalque em dique não compactado. *Senador Pompeu* — sentido por algumas pessoas. *Tabuleiro do Norte* — telhas afastaram-se e caíram. *Timbaúba* — tetos desabados e rachaduras nas paredes, na maioria das casas; dois feridos; casa nova rachada; paredes da igreja rachadas; telhado da escola parcialmente caído. *Triângulo de Quixadá* — rachaduras a 45° de lado a lado em parede de um tijolo; queda de azulejos; trinca em piso de ladrilhos, soltando alguns; a maior parte das construções com rachaduras nas paredes e queda de reboco.

Pernambuco:

Recife — sentido nos edifícios causando trepidação nas cadeiras e louças e, em alguns locais, em pias.

Alagoas:

Maceió — sentido por algumas pessoas, num raio de quase 10 km, no bairro do Prado; sentido claramente em alguns prédios onde pessoas desceram em pânico.

Piauí:

Teresina — sentido em vários pontos da cidade (prédios e casas); vidraças quebradas e queda de reboco na Casa dos Estudantes; sofás tremeram, telhas caíram; muitas pessoas, de vários pontos da cidade, foram para a rua; passou despercebido pela maior parte da população.

Sentido também nas seguintes localidades: Acopiara, Alto Santo, Araras, Canindé, Cariús, Choró dos Macacos, Cris-tais, Crato, Fiúza, Ibareta, Icó, Iracema, Irauçuba, Itaiçaba, Itaitinga, Itapajé, Itapipoca, Jaguaribe, Jaguaruana, Juatama, Juazeiro do Norte, Jucás, Lavras da Mangabeira, Oiticica, São João do Jaguaribe, S. Luís, Sítio Albano, Sobral, Tauá, Umirim e Vila Rosa, no Ceará; São Luís, no Maranhão; Campina Grande e João Pessoa, na Paraíba; Açu, Apodi, Areia Branca, Governador Dix-Sept Rosado, Mossoró, Natal e Upanema, no Rio Grande do Norte.

DADOS INSTRUMENTAIS

Devido ao pequeno número de estações sismográficas operando no Brasil (3 até o início da década de 70; de 20 a

30 atualmente) e à distribuição inapropriada das mesmas, com apenas quatro estações no Nordeste (Natal, Sobradinho, Itataia e Itaparica), somente eventos sísmicos de razoável magnitude, que ocorrem no Nordeste, podem ser registrados por estações brasileiras ou do exterior.

Para a compilação dos dados instrumentais apresentados neste trabalho, foram analisados sismogramas da Estação de Natal (NAT), da Estação Sismográfica de Brasília e de algumas outras operadas pela Universidade de Brasília. Incluem-se também dados da Rede Sismográfica de Sobradinho fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo. Dados obtidos por estações do exterior foram extraídos de boletins do ISC (International Seismological Centre) e dos EDR (Earthquake Data Report) do U.S. Geological Survey.

A não ser a série de eventos de Parazinho (RN) registrados por NAT, que será apresentada mais adiante, são relativamente poucos os registros instrumentais de eventos sísmicos ocorridos no Nordeste devido aos fatores acima mencionados. Tais dados são de extrema importância tanto para a determinação do epicentro quanto da magnitude.

Magnitude

Uma das escalas de magnitude mais utilizadas é a escala m_B que usa as ondas de volume, definida por Gutenberg & Richter (1956). No entanto, o cálculo de m_B com a tabela de Gutenberg & Richter (1956) não é confiável quando se utilizam dados de estações a distâncias epicentrais menores que 200. Normalmente o valor de m_B de estações próximas no Brasil, é maior que o calculado com estações a distâncias telessísmicas. Para superar esse problema têm sido propostas várias fórmulas regionais para cálculo da magnitude com estações a menos de 200 de distância. Recentemente, Assumpção (1983) propôs a seguinte fórmula para o cálculo da magnitude regional no Brasil, denominada m_R :

$$m_R = \log V + 2,3 \log R - 2,28 \quad 200 \leq R \leq 1500 \text{ km}$$

onde V é a velocidade do solo (μ/s) correspondendo à máxima amplitude de registro da onda P e R a distância da estação ao epicentro (em km). Esta fórmula fornece valores mais próximos do valor m_B telessísmico que outras fórmulas de magnitude regional quando aplicadas a sismos brasileiros. Neste trabalho a magnitude instrumental adotada foi m_B , quando havia dados telessísmicos, ou m_R quando os dados eram de estações regionais.

Medidas de S-P (NAT)

A medida de S-P (diferença entre o tempo de chegada da onda S e o da P) permite, em princípio, obter a distância epicentral. Para tanto basta utilizar uma tabela que forneça o tempo de percurso das ondas S e P em função da distância epicentral e da profundidade do foco. Uma tabela muito utilizada é a J-B (Jeffreys & Bullen, 1940).

Variações regionais da estrutura da crosta e manto superior, podem significar grandes diferenças entre os tempos de percurso reais e os da tabela J-B, principalmente para distâncias regionais. Erros de dezenas de quilômetros podem ser cometidos com os dados de S-P quando se usa a tabela J-B sem testar se ela é válida para determinada região. Na

Tabela 1 são comparados os valores da distância epicentral (Δ^0) utilizando-se a tabela J-B com os valores de Δ^0 adotados para alguns eventos. Como se pode ver a tabela J-B fornece valores muito parecidos com os adotados mostrando que, em princípio, a mesma pode ser utilizada para a região nordestina.

Tabela 1 — Comparação das distâncias epicentrais calculadas pelas tabelas Herrin (adotada) e J-B para alguns sismos registrados por NAT.

EVENTO	Δ^0 adotada	Δ^0 J - B
Pereiro (1968)	$3,15 \pm 0,02$	$3,13 \pm 0,03$
Caruaru (1967)	$2,42 \pm 0,02$	$2,45 \pm 0,03$
Toritama (1974)	$2,25 \pm 0,09$	$2,30 \pm 0,09$
Parazinho (1973)	$0,79 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$

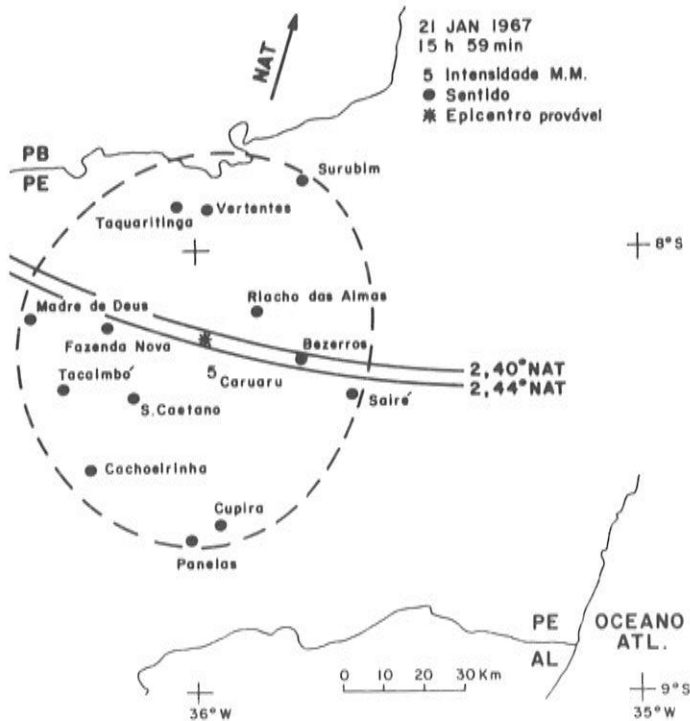


Figura 5 — Área afetada pelo sismo de Caruaru (PE) de 21.01.1967 mostrando a faixa onde deve estar o epicentro, de acordo com os dados instrumentais (S-P), utilizando-se a tabela de Herrin.

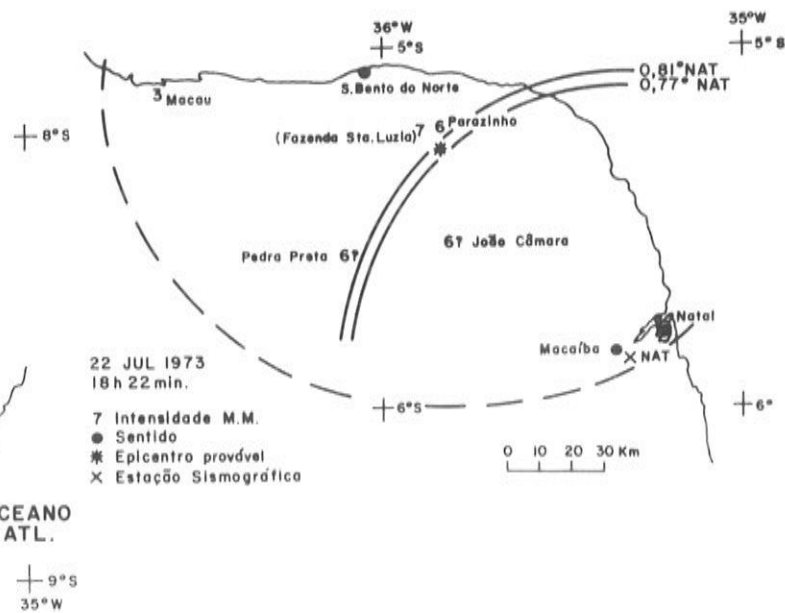


Figura 6 — Área afetada pelo sismo de Parazinho (RN) de 22.07.1973 mostrando a faixa onde deve estar o epicentro, de acordo com os dados instrumentais (S-P), utilizando-se a tabela de Herrin.

20 OUT 1974
18h 37min
5 Intensidade M.M.
● Sentido
* Epicentro provável

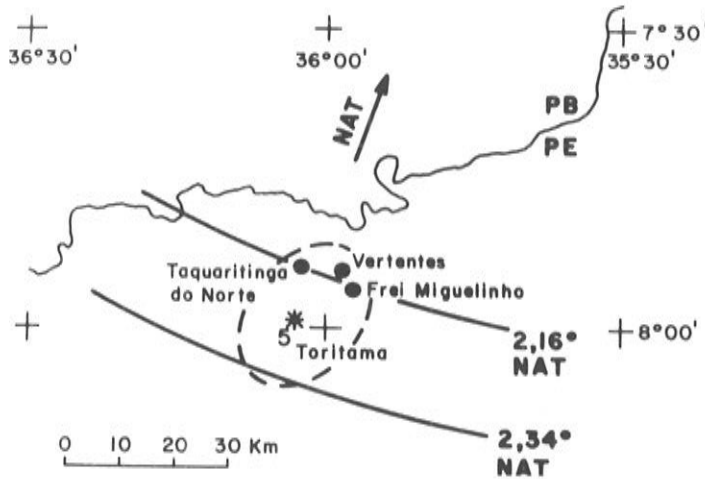


Figura 7 — Área afetada pelo sismo de Toritama (PE) de 20.10. 1974 mostrando a faixa onde deve estar o epicentro, de acordo com os dados instrumentais (S-P), utilizando-se a tabela Herrin.

Decidiu-se no entanto, utilizar as tabelas de Herrin (1968) para onda P, visto ser a mesma mais moderna e geralmente dar melhores resultados que a tabela J-B para eventos próximos. Com os dados dos eventos acima calculou-se o valor médio da constante $K = V_p/V_s$, onde V_p e V_s são as velocidades das ondas P e S. Supondo-se que a razão V_p/V_s seja constante nas camadas da crosta e manto superior, vê-se que $K = t_s/t_p$ onde t_s e t_p são os tempos de percurso das ondas P e S. Ou ainda $K = 1 + (t_s - t_p)/t_p$. Obtem-se K, então, com P-S ($=t_s - t_p$) lido nos sismogramas e t_p fornecido pela tabela de Herrin (1968) para a distância epicentral do evento.

Uma vez determinado um valor preliminar de K, os epicentros podem ser melhor definidos combinando-se os dados instrumentais (S-P) com as informações macrossísmicas. Ou seja, para os eventos acima referidos os epicentros e o valor de K foram obtidos iterativamente. Os epicentros usados estão nas Figs. 1, 5, 6 e 7.

A Fig. 8 mostra o valor final de $K = 1,769 \pm 0,007$ cujos dados estão na Tabela 2. Este valor de K poderá ser usado futuramente para determinar distâncias epicentrais de outros sismos registrados por estações do Nordeste. Na Tabela 2 os valores da profundidade focal (h) não são bem determinados e foram adotados com base nos dados macrossísmicos (Ferreira, 1983).

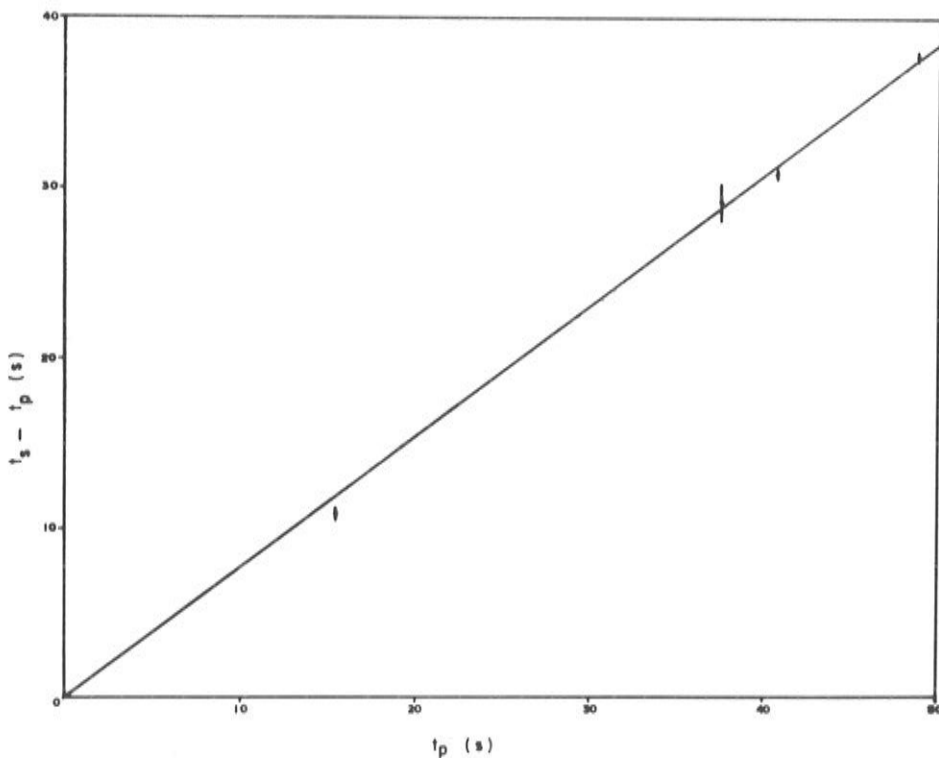
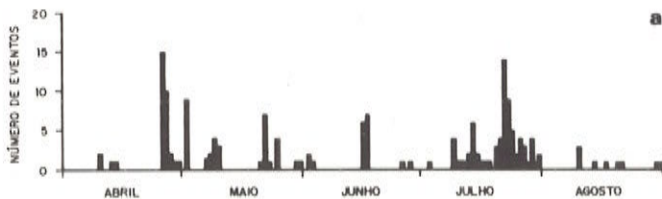


Figura 8 — Retas de ajuste de $t_s - t_p$ em função de t_p de acordo com os dados da Tabela 2. O coeficiente angular dessa reta é 0,769 o que equivale a $K = 1,769$.

Tabela 2 — Parâmetros dos sismos utilizados no cálculo da constante $K = V_p/V_s$.

EVENTO	S - P (s)	h (km)	tp (s)
Pereiro (1968)	$37,7 \pm 0,2$	15	48,82
Caruaru (1967)	$30,8 \pm 0,2$	5	40,75
Toritama (1974)	$29,1 \pm 1,0$	5	37,46
Parazinho (1973)	$10,9 \pm 0,2$	15	15,45



Sismos de Parazinho

No ano de 1973 vários sismos foram sentidos no município de Parazinho (RN) sendo que três deles chegaram a ser sentidos em Natal, a aproximadamente 90 km do epicentro. Numa análise dos registros da estação de Natal (NAT) no período compreendido entre 1º de abril e 31 de agosto de 1973 verificou-se que NAT registrou 165 eventos ocorridos em Parazinho (Fig. 9a).

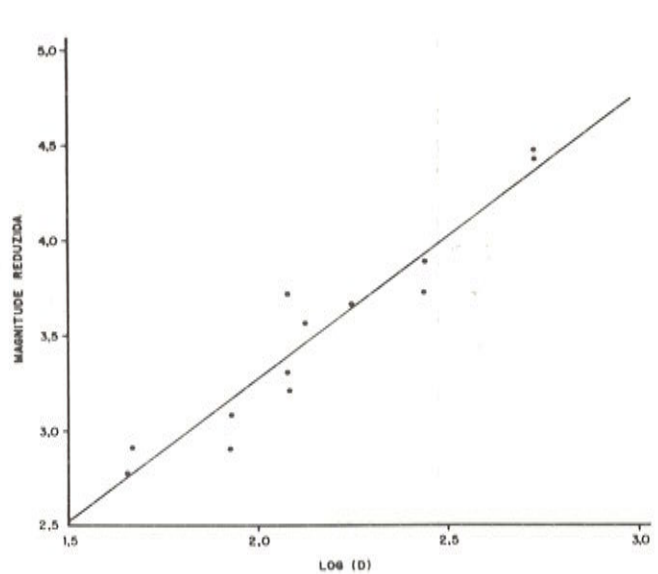
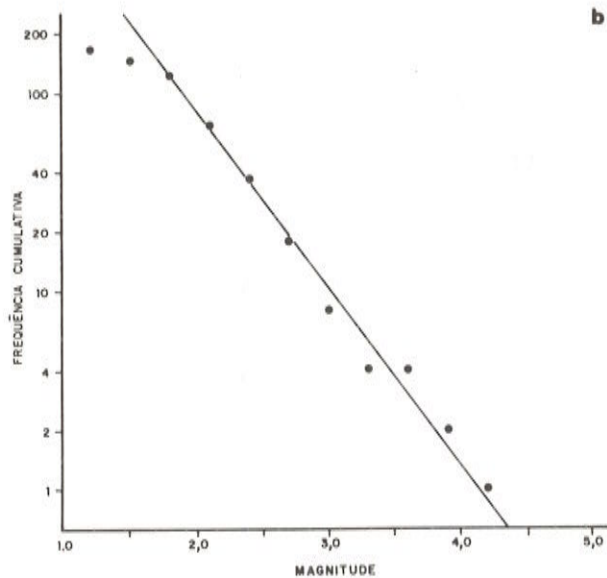


Figura 9 — a) Distribuição temporal mostrando o número de eventos ocorridos em Parazinho (RN), por dia, entre 01.04.1973 e 31.08.1973.
b) Frequência cumulativa da sequência de abalos ocorridos em Parazinho (RN) em 1973.

Figura 10 — Correlação entre a magnitude m_R e a duração D . É usada a magnitude reduzida Y , normalizada para a distância de 200 km, $Y = m_R - 0,0012 (R-200)$, onde R é a distância epicentral em km, para se eliminar o efeito da distância na correlação entre a magnitude e a duração.

Um único evento, o de 22 de julho às 18h 22min (hora local), foi registrado a distâncias telessísmicas e teve magnitude m_D calculada em 4,1. Para os demais eventos a magnitude pode ser obtida de diversas formas: a) através de m_R ; b) através da duração do sinal, e c) através da relação A_S/V .

a. Para o cálculo de m_R para os eventos de Parazinho supôs-se que a fórmula fosse válida para distâncias epicentrais menores que 200 km. Os dados atualmente disponíveis ainda não permitem verificar a validade dessa extensão da fórmula de m_R .

b. Para sismos próximos como os de Parazinho, freqüentemente os sismogramas ficam saturados não sendo possível o cálculo direto da magnitude. Nestes casos a magnitude m_R pode ser estimada empiricamente através da correlação entre magnitudes e a duração do sinal em NAT. Definindo-se a duração do sinal como o tempo decorrido entre chegada da onda P e o último pulso nítido de 3 mm de amplitude pico a pico, foi obtida a seguinte fórmula:

$$m_R(D) = 0,1 (\pm 0,3) + 1,5 (\pm 0,1) \log D + 0,0012 (\pm 0,0004) R \quad (c. \text{ corr} = 0,96)$$

onde a duração do sinal D é dada em segundos e a distância epicentral R em km. A Fig. 10 mostra a relação entre m_R

e a duração D . Na obtenção dessa fórmula foram utilizados quatro sismos de Pereiro (CE), quatro de Parazinho (RN), três de Toritama (PE), um de São Luis do Curu (CE) e um de Caruaru (PE). Não foram usados unicamente sismos de Parazinho para que se pudesse determinar o termo de variação com a distância tornando a fórmula acima de aplicação mais geral.

c. Vários sismos de Parazinho tinham magnitudes tão baixas que a amplitude da onda P era muito pequena para obter-se um valor confiável de m_R . Nestes casos a magnitude foi estimada através de uma relação empírica entre a velocidade do solo V devido à onda P e a amplitude A_S da onda S. Tal método só é válido considerando-se eventos de um mesmo epicentro (e provavelmente mesmo mecanismo focal) registrados por uma mesma estação. Nessas condições a relação entre V e A_S deve ser linear da forma:

$$V = \alpha A_S$$

onde o coeficiente α é obtido correlacionando-se os pares de valores V e A_S com uma reta que passa pela origem, através do método dos mínimos quadrados. A Fig. 11 mostra os dados usados para obter-se α . Desta maneira m_R pode ser estimado com V obtido através de A_S .

O valor final da magnitude para os eventos de Parazinho foi adotado seguindo os seguintes critérios em ordem

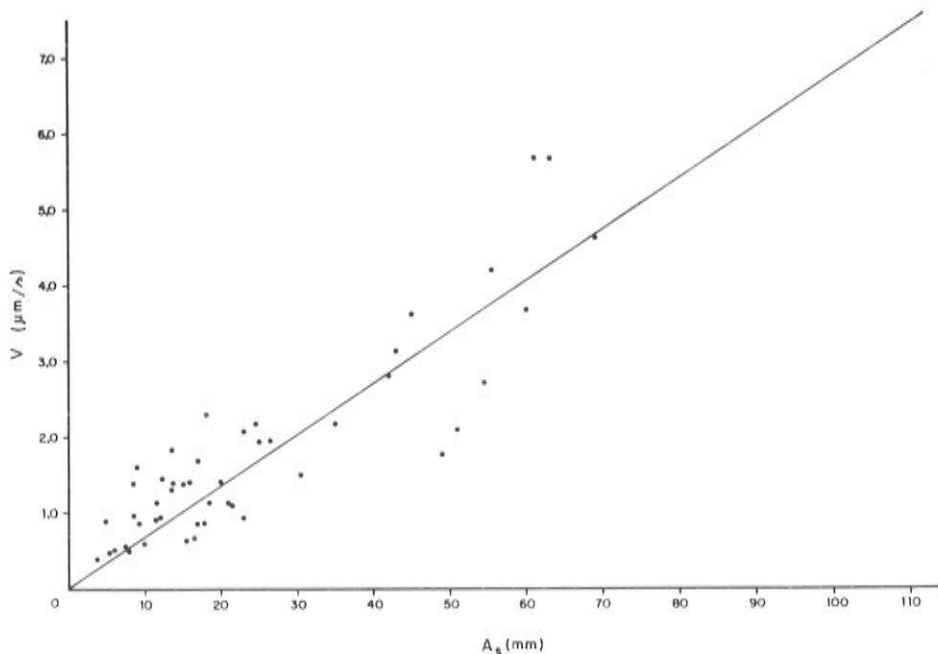


Figura 11 — Gráfico da correlação $V \times A_S$.

de prioridade: a magnitude é igual a uma média entre m_b e m_R quando ambos existam; igual a m_R quando é possível calcular m_R ; uma média ponderada das magnitudes estimadas pela duração e amplitude da onda S, usando-se como pesos os inversos dos desvios padrões, obtidos quando do cálculo das respectivas correlações com m_R .

A relação entre o logaritmo do número de eventos N , ocorridos numa dada região, de magnitude maior ou igual a m , num determinado período de tempo, é geralmente linear (Gutenberg & Richter, 1954):

$$\log N = a - bm$$

onde a depende do nível de sismicidade e b é geralmente próximo de 1. Na Fig. 9b é apresentado o gráfico de $\log N$ em função de m para os eventos de Parazinho. O valor de b , obtido por mínimos quadrados é:

$$b = 0,90 \pm 0,05$$

Este valor poderá ser comparado, futuramente, ao de outras regiões do Nordeste para estudos de regionalização sismotectônica e avaliação de risco sísmico.

MAGNITUDE E ÁREA AFETADA

Como já foi dito, com exceção dos eventos de Parazinho, são poucos os registros instrumentais de eventos sísmicos ocorridos no Nordeste do Brasil. Na prática, poucos são os eventos para os quais é possível determinar diretamente a magnitude. No entanto pode-se estimar a magnitude de um evento sísmico desde que se conheçam relações empíricas entre a magnitude e os dados macrossísmicos do evento. A área total afetada pelo sismo (A_f) ou a área dentro da isossista IV (A_{IV}) são geralmente bem correlacionadas com a sua magnitude e pouco dependentes da profundidade focal (Nuttli et al., 1979). Como os dados disponíveis só do nordeste são muito poucos, para o cálculo da relação entre m_b e a área afetada foram utilizados todos os dados disponíveis para o Brasil (Fig. 12). Usando uma relação linear obtém-se:

$$m_b = 1,80 (\pm 0,10) + 0,56 (\pm 0,02) \log A_f \quad e$$

$$m_b = 2,33 (\pm 0,20) + 0,53 (\pm 0,05) \log A_{IV}$$

Com essas relações é possível obter a magnitude para os sismos mais antigos não registrados instrumentalmente, mas

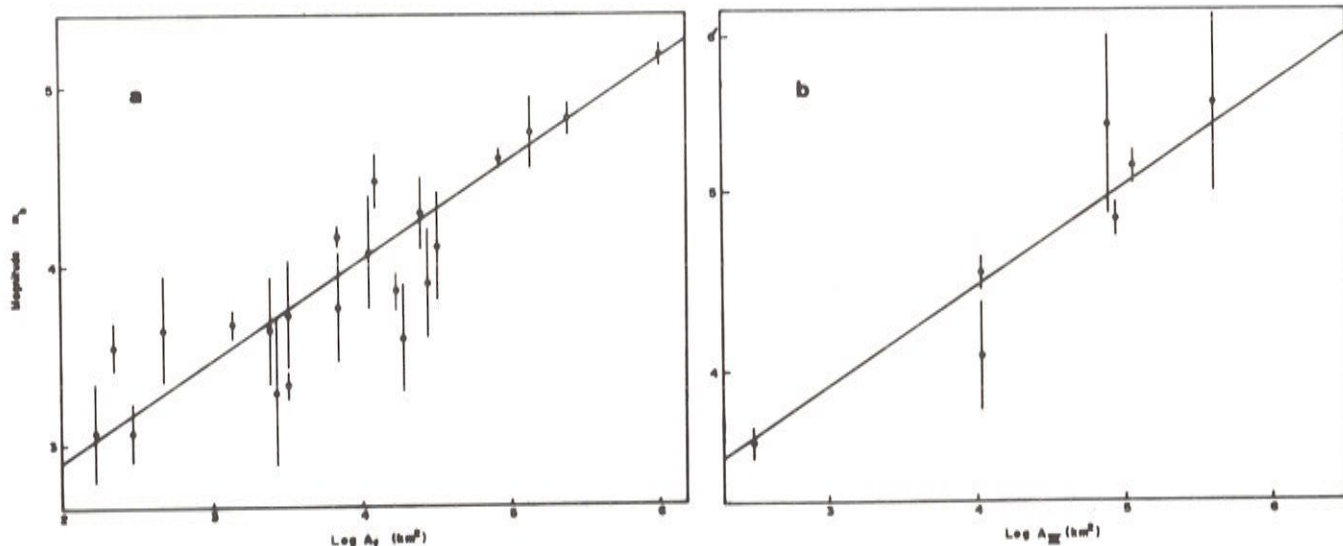


Figura 12 — a) Correlação entre a magnitude m_b e a área afetada total, para sismos ocorridos em várias regiões do Brasil.

b) Correlação entre a magnitude m_b e área afetada IV, para sismos ocorridos em várias regiões do Brasil.

para os quais foi possível determinar a área total afetada A_f ou a área dentro da isossista IV MM.

LISTAGEM

A listagem no anexo é uma síntese de todas as informações relevantes relativas a cada evento sísmico, ocorridos

no Nordeste, até 31 de dezembro de 1980.

Na listagem, a hora local é a hora oficial brasileira (GTM-3h, referente ao meridiano de 45°W) mesmo nos anos em que houve horário de verão.

As coordenadas geográficas são as coordenadas do epicentro, quando foi possível determiná-lo. Caso contrário trata-se das coordenadas da localidade mais afetada ou da

principal localidade em que o sismo foi sentido. O erro na determinação dos epicentros foi estimado de acordo com os dados macrossísmicos disponíveis (só área afetada e algumas intensidades; área afetada e isossistas) levando-se em conta que o epicentro está na região de maior intensidade. A ausência de um valor para o erro do epicentro não significa que este é bem preciso, mas apenas que não existiam dados para tal estimativa (geralmente sismos noticiados em uma só localidade).

A coluna "INT. MM" é a intensidade do sismo na escola Mercalli Modificada (Wood & Neumann, 1931), correspondente à maior intensidade observada de que se tem notícia.

Os eventos sísmicos foram classificados em 5 categorias, dependendo da quantidade e qualidade das informações disponíveis (coluna "CAT"), seguindo a classificação sugerida por Berrocal et al. (1981).

- A. sismo com dados macrossísmicos que permitem construir mapa de isossistas e determinar o epicentro com boa precisão.
- B. sismo com dados que permitem determinar a área afetada, avaliar intensidades e determinar um epicentro aproximado.
- C. sismo com informações certas sobre suas ocorrências, permitindo às vezes avaliar intensidades. A área afetada e o epicentro podem não estar bem determinados.
- D. evento sísmico duvidoso, isto é, há dúvidas quanto ao local, data ou mesmo sobre a confiabilidade da fonte utilizada.
- I. dado instrumental, quando só são disponíveis registros sismográficos sem dados macrossísmicos.

As magnitudes m_B constantes da listagem foram calculadas ou estimadas por um dos seguintes métodos:

TIPO	MÉTODO
0:	m_B telessísmico (Gutenberg & Richter, 1956)
1:	m_R , estimativa de m_B com estações regionais
2:	média de valores de m_B e m_R
3:	m_B estimado pela área afetada
4:	estimativa aproximada de m_B pela Intensidade Máxima I_0 , supondo que I_0 corresponda à maior intensidade observada, e supondo profundidade focal de poucos quilômetros: $m_B = 1,21 + 0,45 I_0$ (Assumpção & Burton, 1983).

A área afetada (coluna "A. AFET.") representa a área total de percepção, isto é, a área dentro da isossista II MM, a não ser quando estiver explicitamente indicado como "área IV" na coluna "COMENTÁRIOS (FONTE)".

Na última coluna são apresentados alguns comentários relevantes e é citada a principal fonte utilizada para cada sismo, não sendo necessariamente a única e nem a que contém todas as informações. No caso do sismo de Pereiro de 1968, por exemplo, foram utilizadas informações de 39 fontes distintas.

CONCLUSÕES

O mapa da Fig. 13 dá uma idéia da sismicidade do Nordeste. O sismo de maior magnitude no Nordeste, foi o de Pacajus (CE) de 1980 com $m_B = 5,2$. A máxima intensidade de que se tem notícia foi VII MM, tendo já ocorrido na Bahia (Recôncavo), no Ceará (Pereiro e Pacajus) e no Rio Grande do Norte (Parazinho e Riachuelo). Os estados de maior atividade sísmica são Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia (principalmente Recôncavo Baiano).

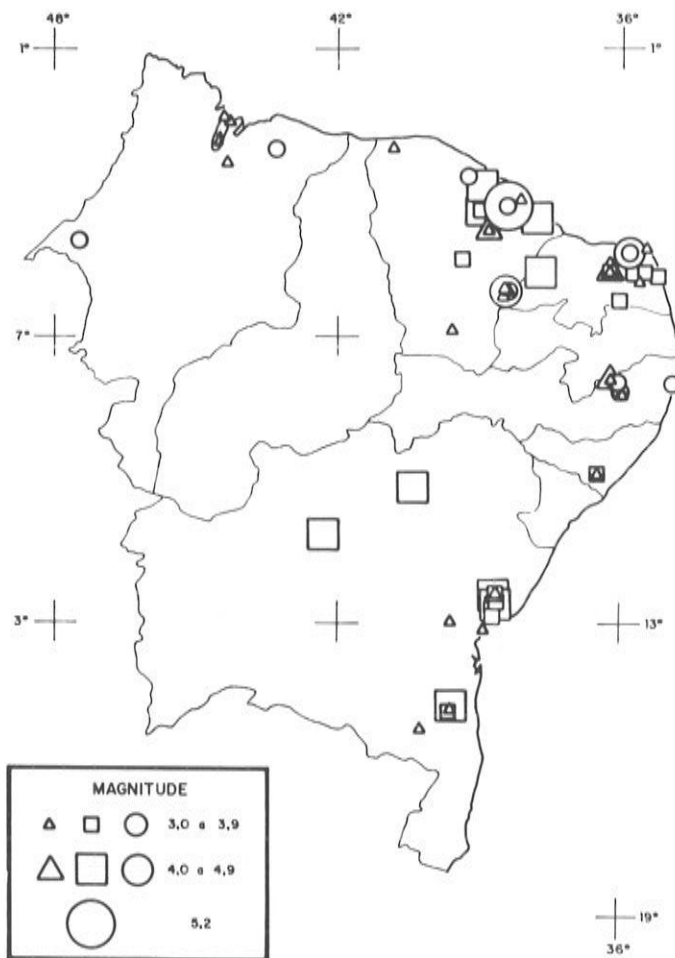


Figura 13 — Distribuição dos epicentros dos sismos do Nordeste. Os símbolos representam as diversas formas de cálculo da magnitude: círculo, magnitude instrumental; quadrado, magnitude calculada através da área afetada; triângulo, magnitude calculada através da intensidade máxima observada.

A relação entre a sismicidade e a tectônica é bastante complexa. Aparentemente a bacia sedimentar do Parnaíba (estados do Piauí e Maranhão) é bem menos sísmica que outras regiões. Grandes falhamentos, como o de Patos e de

Pernambuco, existem no Nordeste mas a relação entre eles e os epicentros não é muito clara. Ainda não se tem evidência segura de reativação de qualquer das grandes falhas geológicas do Nordeste. Um estudo mais detalhado sobre a correlação entre sismicidade e geologia está em andamento (Ferreira, 1983). A listagem apresentada no anexo representa o catálogo mais completo dos dados disponíveis sobre sismos do Nordeste do Brasil até 1980. Todos os sismos foram dimensionados, quer quanto a intensidade máxima quer quanto à magnitude, da maneira mais homogênea pos-

$$m_b = 1,21 + 0,45 I_0$$

sível, ou seja, todas as magnitudes foram referidas a uma única escala (m_b), e as intensidades de todos os sismos foram avaliadas com os mesmos critérios na tentativa de diminuir a parte subjetiva da interpretação de intensidades.

Espera-se que este catálogo sirva de base inicial para interpretações sismotectônicas e avaliação de risco sísmico no Nordeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos colegas do Grupo de Sismologia do IAG - USP, em especial a Jesús Berrocal, pelas informações iniciais sobre sismos do Nordeste assim como pela contribuição na avaliação das intensidades. Apesar das intensidades terem sido avaliadas pela comparação de interpretações independentes de várias pessoas do IAG, a responsabilidade pelos valores adotados neste trabalho cabe unicamente aos autores. Agradecemos a J. A. Mioto, do IPT - São Paulo, que gentilmente forneceu informações sobre o sismo de Pacajus de 20.11.80.

Este trabalho teve apoio financeiro da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), CAPES (bolsa PICD) e CNPq (bolsa nº 30.0227/79).

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA, P. d'. — 1860 — Documentos relativos ao tremor de terra havido em Pernambuco em 1811. *Rev. Inst. Hist. e Geog.*, Rio de Janeiro, **23**: 401-406.
- ASSUMPÇÃO, M. — 1983 — A regional magnitude scale for Brazil. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **73**: 237-246.
- ASSUMPÇÃO, M. e BURTON, P. W. — 1983 — Seismicity of Brazil. Em preparação.
- BERROCAL, J., ASSUMPÇÃO, M., ANTEZANA, R., DIAS NETO, C.M., ORTEGA, R. e FRANÇA, H. — 1979 — Regionalização sísmica do Brasil. Relatório científico para a CNEN. IAG-USP.
- BERROCAL, J., ASSUMPÇÃO, M., ANTEZANA, R., DIAS NETO, C.M., ORTEGA, R. e FRANÇA, H. — 1981 — Regionalização sísmica do Brasil. Relatório científico final para a CNEN, 399 pp.
- BRANNER, J. C. — 1912 — Earthquakes in Brazil. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **2**: 105-117.
- BRANNER, J.C. — 1920 — Recent earthquakes in Brazil. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **10**: 90-104.
- BRASIL, T.P.S. — 1863 — Ensaio Estatístico da província do Ceará. Tomo I, Pg. 51.
- CAPANEMA, G. S. — 1859 — Quais as tradições ou vestígios geológicos que nos levam à certeza de ter havido terremotos no Brasil. *Rev. Inst. Hist. Geogr. Bras.*, **22**: 135-159.
- CARVALHO, A. — 1916 — Terremotos no Brasil. *Rev. Inst. Hist. e Geog. do RN*, **15**: 92-93.
- FERREIRA, J. M. — 1983 — Sismicidade do Nordeste do Brasil. Tese de mestrado, em preparação.
- GAMA, A. — 1910 — Tremores de terra no Brasil e sua origem provável. *An. 1º Congr. Bras. Geog.*, **4**: 153-178.
- GUTENBERG, B. e RICHTER, C. F. — 1954 — Seismicity of the Earth and associated phenomena. Princeton U.P., 310 pp.
- GUTENBERG, B. e RICHTER, C. F. — 1956 — Magnitude and energy of earthquakes. *Ann. Geofis.*, **9**: 1-15.
- HABERLEHNER, H. — 1978 — Análise sismotectônica do Brasil, notas explicativas e regiões correlacionadas. *An. 2º Congr. Bras. Geol. Eng.*, **1**: 297-329.
- HASUI, Y. e PONÇANO, W.L. — 1978 — Geossuturas e sismicidade no Brasil. *An. 2º Congr. Bras. Geol. Eng.*, **1**: 331-338.
- HERRIN, E. — 1968 — 1968 seismological tables for P phases. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **58**, 4: 1192-1241.
- JEFFREYS, H. e BULLEN, K. E. — 1940 — Seismological tables. British Association for the Advancement of Science, London.
- MEDEIROS, T. — 1965 — A terra tremeu em Natal. *Rev. Inst. Hist. e Geog. do RN*, **60**: 67-72.
- MELLO, J.A.T. — 1881 — Ephemerides Nacionais. Rio de Janeiro Tomos I e II.
- NUTTLI, O.W., BOLLINGER, G.A. e GRIFFITHS, D.W. — 1979 — On the relation between Modified Mercalli intensity and body wave magnitude. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **69**: 893-910.
- SADOWSKI, G.R., CSORDAS, S. M. e KANJI, M. A. — 1978 — Sismicidade da plataforma brasileira. *An. 30º Congr. Bras. Geol.* **5**: 2347-2361.
- SAMPAIO, T. — 1916 — Movimentos sísmicos na Bahia de Todos os Santos. *An. 5º Congr. Bras. Geog.*: 357-367.
- SAMPAIO, T. — 1920 — Tremores de terra na Bahia em 1919. de Todos os Santos. *Rev. Inst. Geog. e Hist. da Bahia*, **26**, 45: 211-222.
- SAMPAIO, T. — 1920 — Tremores de terra na Bahia em 1919 — *Rev. Inst. Geog. e Hist. da Bahia*, **27**, 46: 183-195.
- WOOD, H. O. e NEUMANN, F. — 1931 — Modified Mercalli intensity scale of 1931. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **21**: 277-283.

Versão original recebida em Fev./1983;

Versão final, em Jun./1983.

ANEXO

CATÁLOGO DE SISMOS DO NORDESTE OCORRIDOS ATÉ DEZ. 1980

N.	DATA	H. LOCAL	COORD. GEOGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A. AFET. ³	COMENTÁRIOS
	ANO MES DIA	H M S	LAT. S	LONG. W	km						
									mb tipo	10 km	(FONTE)
1	1666					SALVADOR	BA	D			tsunamis? (SAMPAIO 1916)
2	1709						BA	D			(SADOWSKI et al., 1978)
3	1720 11 23					SALVADOR	BA	D			(CARVALHO 1916)
4	1721 03 20					SALVADOR	BA	D			(SAMPAIO 1916)
5	1724 01 04 07 30	13.00	38.50			SALVADOR	BA	III-IV	C	2.8	4 (GAMA 1910)
6	1769 08 01 21 30	13.00	38.50			SALVADOR	BA		C		(MELLO 1881) ano 1767 ?
7	1808 08 08 08	05.54	37.61	100		AÇU	RN	VI	B	4.8	3 (CAPANEMA 1859)
8	1810 04 19	03.10	40.84			GRANJA	CE		C		(BRASIL 1863)
9	1811 10 28 19	08.08	34.87	50		RECIFE	PE	V	C	3.8	3 área IV; (ALCANTARA 1860)
10	1815 06	12.76	38.49			CABOTO	BA		C		(SAMPAIO 1916)
11	1824	07.59	39.28			JARDIM	CE		C		fratura 30km? (BRASIL 1863)
12	1846	03.10	40.84			GRANJA	CE		C		(BRASIL 1863)
13	1852 12 02 13 30	04.56	37.76			ARACATI	CE		C		(CAPANEMA 1859)
14	1852	03.10	40.84			GRANJA	CE		C		(BRASIL 1863)
15	1854 01 10 07	05.20	35.46			TOUROS	RN	V	C	3.5	4 (CAPANEMA 1859)
16	1855	03.10	40.84			GRANJA	CE		C		(BRASIL 1863)
17	1864 11 23 11 30	02.53	44.30			SÃO LUÍS	MA	IV-V	C	3.2	4 (MELLO 1881)
18	1864 12 27 02	02.53	44.30			SÃO LUÍS	MA	III-IV	C	2.8	4 (BRANNER 1912)
19	1871 04 05 01 30	03.40	44.35			ITAPICURU-M.	MA	V-VI	C	3.7	4 (BRANNER 1912)
20	1871 06 14	02.53	44.30			SÃO LUÍS	MA		C		(O AMERICANO 11.09.1871)
21	1879 07 24 17 25	05.77	35.21	20		NATAL	RN	V	C	3.4	3 (MEDEIROS 1965)
22	1886					LAJES	RN		D		(D. NATAL 29.08.63)
23	1894					LAJES	RN		D		" "
24	1898					PEREIRO	CE		D		(J.B. 20.08.68)
25	1899 12	13.03	39.60			AMARGOSA	BA	V	C	3.5	4 (SAMPAIO 1920)

N.	DATA		H.LOCAL		COORD.	GEOGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET.		COMENTÁRIOS
	ANO	MES	DIA	H M S									LAT.	S	
26	1899							LAJES	RN	D					(D. NATAL 29.08.63)
27	1903	02	10		04.38	38.97	30	BATURITE'	CE	VI	C	3.9	3	5.5	(BRANNER 1915)
28	1903	02	12		04.38	38.97	30	BATURITE'	CE	VI	C	3.9	3	5.5	" "
29	1903	02	14		04.38	38.97	30	BATURITE'	CE	VI	C	4.1	3	12.0	(POVO 21.11.80)
30	1903	02	15		04.38	38.97	30	BATURITE'	CE	VI	C	4.1	3	12.0	" "
31	1903	02	16		04.38	38.97	30	BATURITE'	CE	VI	C	4.1	3	12.0	" "
32	1903	07	20		04.36	39.32		CANINDE'	CE	C					" "
33	1903							PEREIRO	CE	D					(OESP 01.12.76)
34	1904	07	18	19	30	40.40	100	S. DO BOMFIM	BA	V	B	4.8	3	180.0	ano 1905? (BRANNER 1912)
35	1905	03	12	16		44.30		SÃO LUÍS	MA	C					tempestade?(J.B.26.3.67)
36	1905		12	30		42.30	100	XIQUE-XIQUE	BA	IV	B	4.7	3	140.0	(BRANNER 1912)
37	1907	08						BATURITE'	CE	D					(OESP 01.12.76)
38	1908				08.28	35.96		CARUARU	PE	C					(VANGUARDA 25.12.66)
39	1909	12	23		02.41	44.42		ALCANTARA	MA	IV	C	3.0	4		(BSSA 1917)
40	1909							PEREIRO	CE	D					(J.B. 20.08.68)
41	1911	02			13.00	38.66		ITAPARICA	BA	C					(SAMPAIO 1916)
42	1911	03	15	20	55	38.69	20	ITAPARICA	BA	C	C	3.3	3	0.4	" "
43	1911	03	22	15		38.67	20	ITAPARICA	BA	VII	C	3.4	3	0.7	" "
44	1911	08	26	21	15	40.84		GRANJA	CE	C					(BRANNER 1912)
45	1912	04	18		13.20	38.89		BR.JEQUIRIÇÁ	BA	C					" "
46	1912	04	19	05		38.89		B. JEQUIRIÇÁ	BA	V-VI	C	3.7	4		" "
47	1912	04	19	10		38.89		BR.JEQUIRIÇÁ	BA	C					" "
48	1912							LAJES	RN	D					(D. NATAL 29.08.68)
49	1913	02	23						BA	D					(SADOWSKI et al.1978)
50	1913	08			06.04	38.46		PEREIRO	CE	C					(POVO 24.02.68)

N.	DATA		H.LOCAL		COORD.		GEOGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET.		COM ENT Á R I O S	
	ANO	MES	DIA	H	M	S								LAT.	S	LONG.	W
51	1915	11	06	15	30	12.73	38.64	20	I.DAS FONTES	BA	VI	B	4.0	3	1.7	área IV (SAMPAIO 1916)	
52	1915					13.37	39.09		VALENÇA	BA		C				(SAMPAIO 1919)	
53	1916	06	12	10		13.04	39.01		NAZARE'	BA		C				"	
54	1917	11	07	20	25	12.47	38.65	10	RIO FUNDO	BA	VI-VII	B	4.3	3	27.0	(SAMPAIO 1919)	
55	1917	11	07	22		12.47	38.65	10	RIO FUNDO	BA	IV	C	3.7	3	2.3	"	
56	1917	11	08	04		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
57	1917	12	08						CACHOEIRA	BA		D				(SADOWSKI et al.1978)	
58	1917	12	22	21		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				(SAMPAIO 1919)	
59	1918	01	12	08		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA	V-VI	C	3.7	4		"	
60	1918	03	04	14		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
61	1918	03	22	00		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
62	1918	03	22	12		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
63	1918	03	27	11		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
64	1918	03	29	11		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
65	1918	04	14	04	30	12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
66	1918	04				12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				14 a 19 (SAMPAIO 1919)	
67	1918	04	19	08		12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				(SAMPAIO 1919)	
68	1918	06				12.45	38.62		RIO FUNDO	BA		C				"	
69	1918	08	29			03.69	40.36		SOBRAL	CE		C				(POVO 21.11.80)	
70	1918								PEREIRO	CE		D				(G.NOTÍCIAS 29.02.68)	
71	1918					08.28	35.96		CARUARU	PE		C				(VANGUARDA 25.12.66)	
72	1919	05	08			04.36	39.32		CANINDE'	CE		C				(POVO 21.11 80)	
73	1919	07	29	06		12.68	38.70		S.B.DASLAJES	BA		C				(BRANNER 1920)	
74	1919	08	04			04.36	39.32		CANINDE'	CE		C				(POVO 21.11 80)	
75	1919	11	09	11		12.72	38.71	20	ACUPE	BA	IV-V	C	3.8	3	3.7	(SAMPAIO 1920)	

N.	DATA		H.LOCAL COORD.		GEOGR.	ERRO LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET. 3 2	COMENTÁRIOS	
	ANO	MES	DIA	H M S								LAT. S	LONG. W
76	1919	11	10	12.59	38.65	20	SANTO AMARO	BA	C	3.6	3	1.7	" (BRANNER 1920)
77	1919	11	11	20 55	38.70		S.B.DASLAJES	BA	C				(SAMPAIO 1920)
78	1919	11	13	12.55	38.70		SANTO AMARO	BA	V	C	3.5	4	"
79	1919	11	16	06 55	38.65	20	S.B.DASLAJES	BA	C	3.5	3	1.2	"
80	1919	11	23	01 20	38.63	10	M.RECÔNCAVO	BA	VII	B	4.0	3	"
81	1919	11	24	03	38.86	50	MARANGUAPE	CE	IV	B	4.5	3	(BRANNER 1920)
82	1919			10.91	37.02		ARACAJU	SE	C				ano 1920? (SAMPAIO 1920)
83	1919						LAJES	RN	D				(D.NATAL 29.08.63)
84	1920	02	16	22 45	39.32		CANINDE'	CE	C				(BRANNER 1920)
85	1920	02	21	04.36	39.32		CANINDE'	CE	C				"
86	1922	08	01	08.28	35.96		CARUARU	PE	C				(VANGUARDA 25.12.66)
87	1922	08	08	12 30	35.96		CARUARU	PE	C				"
88	1923						LAJES	RN	D				(D. NATAL 29.08.63)
89	1924			08.28	35.96		CARUARU	PE	IV	C	3.0	4	(VANGUARDA 21.06.64)
90	1924						DR.SEVERIANO	RN	D				(OESP 09.03.68)
91	1925			08.28	35.96		CARUARU	PE	C				(VANGUARDA 21.06.64)
92	1927			06.04	38.46		PEREIRO	CE	IV	C	3.0	4	(POVO 23.01.68)
93	1928	04	14	21 59	37.76		ARACATI	CE	VI	C	4.0	3	10.0 área aprox. (BSSA 1928)
94	1928	06	07	21 30	39.30	50	S. LACERDA	CE	III-IV	C	3.6	3	(BSSA 1928)
95	1928						DR.SEVERIANO	RN	D				(OESP 09.03.68)
96	1928						PEREIRO	CE	D				(G.NOTÍCIAS 29.02.68)
97	1929	10	05	05.11	38.37		MORADA NOVA	CE	C				(J.A.MIOTO 1980)
98	1929			04.56	37.76		ARACATI	CE	C				(POVO 21.11 80)
99	1929						PEREIRO	CE	D				(T. CEARÁ 05.03.68)
100	1930						CAMPINA GRDE	PB	D				(J.COMER., RJ, 14.03.68)

N.	DATA	H.LOCAL	COORD.	GEGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT.	MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET.	COMENTÁRIOS							
ANO	MES	DIA	H	M	S	LAT.	S	LONG.	W	km	mb	tipo	10	km	(F	ON	T	E)	
101	1936												DR.SEVERIANO RN	D						(OESP 09.03.68)
102	1938												PEREIRO CE	D						(C. CEARA' 17.01.68)
103	1938												UIRAUNA PB	D						(POVO 24.02.68)
104	1940												DR.SEVERIANO RN	D						(OESP 09.03.68)
105	1940												PEREIRO CE	D						(T. CEARA' 05.03.68)
106	1942	15	30			03.10		40.84					GRANJA CE	IV	C	3.0	4			(FSP 21.11.80)
107	1943												PEREIRO CE	D						(G.NOTÍCIAS 29.02.68)
108	1947	11	18			05.11		38.37					MORADA NOVA CE	C						(J.A.MIOTO 1980)
109	1948												PEREIRO CE	D						(FSP 01.03.68)
110	1949	12	31			05.69		36.24					LAJES RN	VI	C	3.9	4			(D. NATAL 29.08.63)
111	1949												AL	D						(OESP 18.01.62)
112	1950	04	07	12		05.90		35.61					JOÃO CÂMARA RN	IV	C	3.0	4			(D. NATAL 24.07.73)
113	1954					09.93		36.49					JUNQUEIRO AL	IV	C	3.0	4			(G.ALAGOAS 07.03.72)
114	1958												IBARETAMA CE	D						(T. CEARA' 31.07.76)
115	1961	05				08.28		35.96					CARUARU PE	C						(DEFESA 25.01.64)
116	1963	03	30			05.69		36.24					LAJES RN	C						(D. NATAL 30.08.63)
117	1963	08	27			05.69		36.24					LAJES RN	V-VI	C	3.7	4			(J.B. 26.03.67)
118	1963	09	03			05.69		36.24					LAJES RN	C	3.7	3	3.0			sent.J.Câmara?(JB26.3.67)
119	1963	10	02			05.69		36.24					LAJES RN	VI	C	3.9	4			(D. PE. 23.01.64)
120	1963					08.28		35.96					CARUARU PE	C						(J.B. 26.03.67)
121	1964	01	19	11		08.28		35.96					CARUARU PE	V	C	3.5	4			(D. NOITE 21.01.64)
122	1964	01	20			08.28		35.96					CARUARU PE	C						"
123	1964	06	16			08.28		35.96					CARUARU PE	V	C	3.5	4			(D. NOITE 16.06.64)
124	1964												ITAPETINGA BA	D						(OESP 13.07.76)
125	1964					04.14		38.85					PALMÁCIA CE	C						(POVO 24.05.69)

N.	DATA	H.LOCAL	COORD.	GEOCR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET.	COMENTÁRIOS
	ANO MES DIA	H M S	LAT. S	LONG. W	km			mb	tipo	10 km	(FONTE)	
126	1965		08.20	35.98		CARUARU	PE		C		(J.B. 26.03.67)	
127	1967 01 21	15 59 48	08.20	35.98	10	CARUARU	PE	V	B	3.8	1	7.0 (NAT; D. NOITE 26.01.67)
128	1967 01 24		08.28	35.96		CARUARU	PE		C			(D. NOITE 26.01.67)
129	1967 01 25		08.28	35.96		CARUARU	PE		C			"
130	1967 01 26		08.28	35.96		CARUARU	PE		C			"
131	1967 04 03	07 18 23	02.00	46.00	500	MARANHÃO ?	MA		I	4.7	0	(ISC) NAT não registrou
132	1968 01 12	22 55 51	06.09	38.44	10	PEREIRO	CE	VI	C	3.9	2	25.0 (NAT; C.CEARA' 17.01.68)
133	1968 01 12	22 58	06.04	38.46		PEREIRO	CE	III-IV	C	2.8	4	(POVO 16.01.68)
134	1968 01 18	07 40	06.09	38.44		SALÃO	RN	V	C	3.5	4	dia 18? (POVO 19.01.68)
135	1968 01 18	08	06.09	38.44		SALÃO	RN		C			dia 18? " "
136	1968 01 18	08 55	06.09	38.44		SALÃO	RN		C			dia 18? " "
137	1968 01 19		06.04	38.46		PEREIRO	CE		C			(G. NOTÍCIAS 21.01.68)
138	1968 02 04		06.11	38.44		JUNCO	RN	IV-V	C	3.2	4	(POVO 07.02.68)
139	1968 02 15	10 20 48	06.09	38.44	10	PEREIRO	CE	VI-VII	B	4.1	2	11.0 (NAT; POVO 24.02.68)
140	1968 02 23	11 23 02	06.09	38.44	5	PEREIRO	CE	VII	A	4.6	2	84.0 (NAT,IAG,ISC; ")
141	1968 02 23	11 37 01	06.09	38.44	10	PEREIRO	CE		I	3.0	1	(NAT) epicentro inferido
142	1968 02 23	12 21 16	06.09	38.44	10	PEREIRO	CE		I	3.0	1	(NAT) epicentro inferido
143	1968 02 23	12 33 03	06.09	38.44	10	PEREIRO	CE		C	3.8	2	(NAT; POVO 24.02.68)
144	1968 02 25	00	06.04	38.46		PEREIRO	CE		C			(D. NOITE 28.02.68)
145	1968 02 25	00 05	06.04	38.46		PEREIRO	CE		C			(FSP 01.03.68)
146	1968 02 25	01	06.04	38.46		PEREIRO	CE		C			(POVO 28.02.68)
147	1968 02 25	07	06.09	38.44		S.DOSMACACOS	RN		C			"
148	1968 02 27		06.12	38.44		JARDIM	RN		C			(G. NOTÍCIAS 29.02.68)
149	1968 02 28	11	06.12	38.44		JARDIM	RN		C			"
150	1968 03 01		06.09	38.37		DR.SEVERIANO	RN		D			(OESP 05.03.68)

N.	DATA		H-LOCAL		COORD.	GEOGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	COMENTÁRIOS			
	ANO	MES	DIA	H									M	S	LAT.	S
151	1968	03	03		06.04	38.46		PEREIRO	CE		C				ate ³ 6/03 (POVO 07.03.68)	
152	1968	03	18		06.04	38.46		PEREIRO	CE	V-VI	C	3.7	4		dia 18? (POVO 20.03.68)	
153	1968	03			06.92	39.58		FARIAS BRITO	CE	IV	C	3.0	4		(T. CEARA ² 12.03.68)	
154	1968	06	24		06.04	38.46		PEREIRO	CE		C				dia 25? (POVO 27.06.68)	
155	1968	08			06.04	38.46		PEREIRO	CE		C				(J.B. 20.08.68)	
156	1968				09.93	36.49		JUNQUEIRO	AL		C				(FSP 09.03.72)	
157	1969	04	23		04.15	38.80	5	PALMÁCIA	CE		C				dia incerto; varios ate ³	
158	1969	05	19		04.15	38.80	5	PALMÁCIA	CE		C				23/05, com rachaduras(?)	
159	1969	05	20		04.15	38.80	5	PALMÁCIA	CE		C				no SOLO. (T. CEARA ² 23.05	
160	1969	05	21		04.15	38.80	5	PALMÁCIA	CE		C				.69, POVO 24.05.69	
161	1969	05	23		04.15	38.80	5	PALMÁCIA	CE		C				e POVO 26.05.69	
162	1970	01	29		07.96	36.21		S.-C-CAPIBARI	PE	VI	C	3.9	4		(D. PE. 03.02.70)	
163	1970	01	30		07.96	36.21		S.-C-CAPIBARI	PE	V	C	3.5	4		" "	
164	1970	10	08					SÃO MIGUEL	RN		D				(SADOWSKI et al.1978)	
165	1970	11			06.93	35.53		ALAGOINHA	PB		C				(FSP 14.11.70)	
166	1970	11						CARUARU	PE		D				(SADOWSKI et al.1978)	
167	1971	08	04	23	08.04	34.90		RECIFE	PE		C				(D. PE. 05.08.71)	
168	1971	09	23					PEREIRO	CE		D				(BARROS 1972)	
169	1971				14.84	39.60		IBICARAI ¹	BA		C				(OESP 18.10.78)	
170	1972	02	27	16	24	14	300	NORDESTE ?	AL		I	3.9	0		(ISM 72, IAG) duvidoso	
171	1972	02			09.93	36.49		JUNQUEIRO	AL		C				(G. ALAGOAS 07.03.72)	
172	1972	03	04	18	45	36.51		JUNQUEIRO	AL	V	C	3.4	3	0.7	" NAT não registr.	
173	1972	06	04	01	30	38.50		SÃO MIGUEL	RN	IV	C	3.0	4		(D. NATAL 06.06.72)	
174	1972	12	16		06.04	38.46		PEREIRO	CE		C				(C. MANHA 17.12.72)	
175	1972							IBICARAI ¹	BA		D				(OESP 21.05.76)	

N.	DATA	H-LOCAL	COORD.	GEOCR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET.	COMENTÁRIOS		
ANO	MES	DIA	H	M	S	LAT.	S	LONG.	W	km	mb	tipo	10 km	(FONTE)
176	1973	04	10			05.28		35.82			PARAZINHO	RN	I	4 ev. de 10 a 14/04 (NAT)
177	1973	04	20			14.84		39.60			IBICARAI'	BA	C	(HABERLEHNER 1978)
178	1973	04	26	11	15	02		35.82		17.0	PARAZINHO	RN	C	3.6 1 (NAT; D.NATAL 27.04.73)
179	1973	04	26	15	54	57		35.82		17.0	PARAZINHO	RN	C	3.6 1 (NAT; " ")
180	1973	04	27	05	20	13		35.82			PARAZINHO	RN	I	2.9 1 (NAT) epi. inferido
181	1973	05	02	00	41	14		35.82			PARAZINHO	RN	I	2.9 1 (NAT) epi. inferido
182	1973	05	02	00	47	58		35.82			PARAZINHO	RN	I	3.1 1 (NAT) epi. inferido
183	1973	05	02	14	34	34		35.82			PARAZINHO	RN	IV	C 2.3 1 (NAT; D.NATAL 3.5.73 12H30)
184	1973	06	17	01	22	29		35.82			PARAZINHO	RN	I	3.0 1 (NAT) epi. inferido
185	1973	06	26	02	25	02		35.82			PARAZINHO	RN	I	3.2 1 (NAT) epi. inferido
186	1973	07	20	10	35	25		35.82			PARAZINHO	RN	I	3.9 1 (NAT) epi. inferido
187	1973	07	22	18	22	50		35.82	10	25.0	PARAZINHO	RN	VII	B 4.3 2 (NAT; D.NATAL 24.7.73)
188	1973	07	22	18	33	27		35.82			PARAZINHO	RN	I	3.1 1 (NAT) epi. inferido
189	1973	07	23	10	27	10		35.82			PARAZINHO	RN	C	2.9 1 (NAT; D.NATAL 24.7.73) 11H?
190	1973	07	23	20	35	51		35.82			PARAZINHO	RN	I	2.9 1 (NAT) epi. inferido
191	1973					08.28		35.96			CARUARU	PE	C	(D. PE. 24.10.74)
192	1974	03				04.18		38.13			BEBERIBE	CE	C	(POVO 20.03.74)
193	1974	03									PEREIRO	CE	D	(OESP 01.12.76)
194	1974	03				05.71		35.75			RIACHUELO	RN	C	(HABERLEHNER 1978)
195	1974	04	20			14.84		39.60			IBICARAI'	BA	C	" "
196	1974	10	20	18	37	32		36.06	10	0.5	TORITAMA	PE	V	C 3.6 1 (NAT; D. PE. 22.10.74)
197	1974	10	20	18	59	00		36.06			TORITAMA	PE	I	3.0 1 epicentro inferido(NAT)
198	1974	10	20	20	02	42		36.06			TORITAMA	PE	I	2.7 1 epicentro inferido(NAT)
199	1974	10	20	23	18	11		36.06			TORITAMA	PE	I	2.8 1 epicentro inferido(NAT)
200	1974	10	20	23	29	41		36.06			TORITAMA	PE	I	2.7 1 epicentro inferido(NAT)

N.	DATA	H.LOCAL	COORD.	GEGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A.AFET.	C O M E N T Á R I O S
ANO	MES	DIA	H	M	S	LAT. S	LONG. W	km	mb	tipo	10 km	(F O N T E)
201	1974	10	22	23	07.99	36.06	TORITAMA	PE	C			(D. PE. 25.10.74)
202	1974	10	23	01	07.99	36.06	TORITAMA	PE	C			"
203	1974	12	15	02	14.46	39.24	S.L. DO CURU	CE	VI	C	3.4	1 (NAT; C. CEARA' 16.12.74)
204	1975				05.71	35.75	RIACHUELO	RN	C			(HABERLEHNER 1978)
205	1976	01			14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			(OESP 21.05.76)
206	1976	03	31		14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			(J.B. 21.05.76)
207	1976	04	18		14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			(OESP 27.05.76)
208	1976	04	19				IBICARAI'	BA	D			(OESP 03.06.76)
209	1976	05	18	05	30	39.63	IBICARAI'	BA	VI	B	3.7	3 (OESP 21.05.76)
210	1976	05	19				IBICARAI'	BA	D			(OESP 03.06.76)
211	1976	05	21		14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			ITABUNA IV (OESP 26.5.76)
212	1976	05	25	05	30	39.57	COARACI	BA	VI	B	3.9	3 (OESP 26.05.76)
213	1976	05	30		14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			(OESP 03.06.76)
214	1976	06	07	21	05.70	35.50	IELM. MARINHO	RN	C	3.4	3	0.7 área aprox. (GLOBO 9.6.76)
215	1976	06	08		05.70	35.50	IELM. MARINHO	RN	C			(GLOBO 09.06.76)
216	1976	06					PARAZINHO	RN	D			(SADOWSKI et al. 1978)
217	1976	07	02		15.25	40.25	ITAPETINGA	BA	C			(OESP 13.07.76)
218	1976	07	12	11	15.25	40.25	ITAPETINGA	BA	IV-V	C	3.2	4 "
219	1976	07	23				IBARETAMA	CE	D			(T. CEARA' 31.07.76)
220	1976	07	26	21	04.83	38.80	IBARETAMA	CE	IV	C	3.0	4 (T. CEARA' 02.08.76)
221	1976	07	29	15	04.83	38.80	IBARETAMA	CE	V	C	3.5	4 "
222	1976	08	09		14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			(D. TARDE 13.08.76)
223	1976	08	11	17	14.84	39.60	IBICARAI'	BA	V	C	3.5	4 "
224	1976	08			04.83	38.80	IBARETAMA	CE	C			(OESP 14.08.76)
225	1976	10			14.84	39.60	IBICARAI'	BA	C			(GLOBO 30.10.76)

N.	DATA		H.LOCAL		COORD.	GEOGR.	ERRO	LOCALIDADE	ESTADO	INT. MM	CAT	MAGNITUDE	A-AFET.	COMENTÁRIOS
	ANO	MES	DIA	H										
226	1976	11			04.83	38.80		COITE	CE		C			(OESP 01.12.76)
227	1977	02	24		05.71	35.75		RIACHUELO	RN		C			(D. NATAL 26.02.77)
228	1977	02	25	10	05.71	35.75	10	RIACHUELO	RN	VI-VII	B	3.6	3	1.4 (POTI 27.02.77)
229	1977	02	28		05.71	35.75		RIACHUELO	RN		C			(D. NATAL 01.03.77)
230	1977	03	12	04	04.83	38.80		IBARETAMA	CE	VI	C	3.9	4	(T. CEARA' 14.03.77)
231	1978	02	14		06.28	36.03	15	SANTA CRUZ	RN	V	B	3.7	3	2.4 dia 14?(D.NATAL 18.02.78)
232	1978	10	14	21	14.84	39.60		IBICARAI'	BA		C			(OESP 18.10.78)
233	1978	10	17	10	14.84	39.60		IBICARAI'	BA		C			dia 17? (OESP 18.10.78)
234	1979	05	29	17	09.80	37.10	50	BATALHA ?	AL		I	2.9	1	(IAG) explosão ?
235	1979	07	02	21	13.40	39.90	50	STA. INÊS ?	BA		I	2.4	1	(IAG) explosão ?
236	1979	07			04.60	40.70		IPUEIRAS	CE		C			(POVO 21.11.80)
237	1979	08	14	21	14.40	39.40	100	UBATAN ?	BA		I	2.1	1	(IAG) explosão ?
238	1979	09	13	12	12.80	38.10	50	CAMAÇARI ?	BA		I	2.8	1	(IAG) explosão ?
239	1979	12	02	09	12.80	39.30	100	S.A.JESUS ?	BA		I	2.4	1	(IAG) explosão ?
240	1980	01	08	18	03.30	42.50	200	MAGALHÃES ?	MA		I	1.9	1	(IAG) explosão ?
241	1980	08	17	03	13.20	38.80	70	NAZARE' ?	BA		I	2.6	1	(IAG) explosão ?
242	1980	09	18	07	12.60	38.20	40	CAMAÇARI ?	BA		I	2.7	1	(IAG) explosão ?
243	1980	11	16	11	12.67	38.70	50	STO. AMARO ?	BA		I	3.0	1	(IAG) explosão ?
244	1980	11	19	04	04.70	38.40	50	CURUPIRA ?	CE		I	2.9	1	(IAG) prov. Pacajus
245	1980	11	20	00	04.30	38.40	10	PACAJUS	CE	VII	A	5.2	2	1000. (IAG,NEIS, POVO 21.11.80)
246	1980	11	20	02	04.30	38.40	30	PACAJUS	CE		I	2.2	1	(IAG) epi. inferido
247	1980	11	20	01	04.30	38.40	30	PACAJUS	CE		I	1.6	1	(IAG) epi. inferido
248	1980	11	20	03	04.30	38.40	30	PACAJUS	CE		I	1.9	1	(IAG) epi. inferido
249	1980	11	20	04	04.30	38.40	30	PACAJUS	CE		I	1.6	1	(IAG) epi. inferido
250	1980	11	21	18	04.30	38.40	30	PACAJUS	CE		I	2.4	1	(IAG) epi. inferido
251	1980	11	28	22	03.10	43.30	100	URB.SANTOS ?	MA		I	3.1	1	(IAG)
252	1980	12	14	01	08.40	37.70	50	CARURU	PE		I	1.8	1	(IAG)
253	1980	12	24	03	12.70	38.80	30	STO. AMARO ?	BA		I	2.4	1	(IAG) explosão ?