

ATIVIDADES DE SISMOLOGIA NA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

SEISMOLOGICAL ACTIVITIES AT THE UNIVERSITY OF BRAZILIA

José Alberto Vivas Veloso

Universidade de Brasília/UnB

INTRODUÇÃO

A sismologia nasceu na Universidade de Brasília (UnB) em consequência de uma recomendação da UNESCO para que se instalasse na América do Sul uma estação sismográfica de alta sensibilidade, voltada particularmente para a detecção de sismos da faixa andina. O projeto foi consolidado graças a colaboração de várias instituições internacionais e nacionais como: o Instituto de Ciências Geológicas de Edinburg-Grã-Bretanha, que patrocinou uma expedição científica para testar locais adequados à instalação dos equipamentos, do Instituto Geofísico do Peru, que forneceu técnicos para ajudar a operar o instrumental, do CNPq que complementou verbas e facilitou a importação dos equipamentos, do Governo do Distrito Federal, que intercedeu para a instalação da estação no interior do Parque Nacional de Brasília e da Universidade de Brasília que apoiou e incorporou o projeto. Cabe ressaltar que o Distrito Federal foi o local escolhido por apresentar condições logísticas e geológicas apropriadas, garantia de segurança dos equipamentos, baixo nível de ruído ambiental e facilidades para recepção e transmissão de dados via rádio.

Em 1968, utilizando os equipamentos doados pelo Governo Britânico, a Estação Sismológica passou a operar rotineiramente seu arranjo sismográfico denominado SAAS (South American Array System), composto por 15 pontos telemétricos, espalhados pela área do Parque Nacional, formando uma figura sob a forma de um grande T cujos braços se estendem por 12 a 16 km, respectivamente. Os sinais sísmicos desse sistema eram gravados no laboratório da Estação, situado no campus da UnB. Posteriormente, novos sistemas sismográficos foram incorporados à Estação como o WWSSN (World-Wide Standardized Seismograph Network) em 1972, o IDA (International Deployment Accelerometer) em 1977 e o DWSSN (Digital World-Wide Standardized Seismograph Network) em 1982.

A partir da metade da década de 70, a Estação Sismológica começou a desenvolver um amplo programa de monitoramento sismográfico, em áreas de barragens, resultando na montagem de uma verdadeira rede sismográfica que hoje abrange cerca de 30 estações em 10 estados brasileiros.

Por decisão do Conselho Universitário, em 27 de junho de 1988, a Estação Sismológica foi transformada em Observatório Sismológico, ganhando status de departamento dentro do Instituto de Geociências da UnB. Em agosto de 1992, transferiu suas instalações para seu edifício próprio, cuja primeira etapa construída possui 1000m² e, um ano depois, inaugurou seu mais recente sistema sismográfico denominado GTSN (Global Telemetered Seismograph Network).

ESTRUTURA ADMINISTRATIVA

No contexto administrativo da Universidade de Brasília, o Observatório Sismológico está subordinado ao Instituto de Geociências, juntamente com três outros departamentos. Internamente, o Observatório está dividido em quatro setores:

- administrativo;
- informática e tratamento de sinal sísmico;
- análise e interpretação de dados e;
- manutenção e operação de equipamentos.

O corpo docente do SIS é responsável por três disciplinas obrigatórias da área de graduação do Instituto de Geociências e, anualmente, oferece uma disciplina optativa ou curso de treinamento em sismologia para o público interno e ou externo da UnB. É relativamente comum o pessoal do SIS oferecer treinamento, fora de Brasília, sobre análise preliminar, operação e manutenção de equipamentos sismográficos para pessoas e técnicos que passam a responsabilizar-se pelo funcionamento de novas estações sismográficas.

Há vários anos, o Observatório vem mantendo um quadro com cerca de 8 a 10 alunos bolsistas, normal-

mente estudantes de geologia, que são pagos com recursos do próprio SIS. Estes alunos basicamente auxiliam na interpretação e análise de dados e, eventualmente, são também envolvidos nas pesquisas do Observatório.

SISTEMAS SISMOGRÁFICOS

Atualmente o Observatório opera os seguintes sistemas sismográficos:

Em Brasília

Arranjo sismográfico

O antigo SAAS foi modificado e modernizado dele se aproveitando basicamente os sismômetros e a telemetria. Os 15 pontos originais do arranjo foram reduzidos para 9 e os sinais analógicos são agora digitalizados, permitindo que a detecção, gravação e análise de dados sejam automatizadas a partir de um software desenvolvido pelo IASPEI (International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior).

Sistema WWSSN

Ele também foi modernizado em 1987 quando o processo de registro em papel fotográfico foi substituído por um sistema de gravação em papel termosensível.

Sistema IDA

Continua operando com o mesmo instrumental instalado há cerca de 16 anos.

Sistema GTSN

Foi implantado através de convênio com o USGS (United States Geological Survey) e representa uma nova geração de instrumentos sismográficos que combina alta performance na aquisição de dados com tecnologia computacional, resultando informações sísmicas de extrema qualidade. Este sistema faz parte de uma rede de estações mundiais, cujos dados são transmitidos e analisados em tempo quase-real, contribuindo para a localização, praticamente imediata, de epicentros de terremotos que ocorrem em diferentes partes do mundo.

No Brasil

Estações individuais e redes sismográficas locais

Através de convênios com empresa energéticas, prefeituras municipais e instituições governamentais o

Observatório controla a operação de cerca de 30 estações sismográficas espalhadas por diferentes regiões do país. Além de analisar os dados procedentes de cada estação e emitir relatório técnico, o Observatório presta manutenção instrumental e treina pessoal com o propósito de melhorar o nível de detecção sísmica no território brasileiro.

ATIVIDADES DE PESQUISA

A principal linha de pesquisa do SIS está voltada ao conhecimento da atividade sísmica natural e induzida que ocorre no Brasil. Estes estudos são desenvolvidos a partir de dados coletados em Brasília, pela rede de estações existentes em diferentes regiões do país, ou através de expedições sismológicas organizadas pelo Observatório.

Recentemente, o SIS reativou sua área de gravimetria e tem planos imediatos de voltar a realizar levantamentos de sísmica de refração com o objetivo de reforçar suas pesquisas na parte de sismo-tectônica.

Para manter em operação um grande número de distintos, e muitas vezes sofisticados, equipamentos o SIS foi obrigado a montar um quadro técnico capaz de cuidar com eficiência de seu instrumental sismográfico. Esta situação propiciou o aparecimento de condições naturais para o desenvolvimento, adaptação e mesmo criação de alguns equipamentos desenvolvidos no próprio Observatório.

Os principais resultados são:

- algumas dezenas de trabalhos publicados;
- identificação e estudo de cinco casos de sismicidade induzida por reservatórios;
- implantação e operação de rede sismográfica a nível nacional;
- construção de instrumentos de sismologia e telemetria.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Utiliza fontes tradicionais como o CNPq para obtenção de bolsas de iniciação científica, auxílio viagem e pequenos projetos de pesquisa. Recentemente teve aprovado projeto no PADCT II para desenvolver estudos sismológicos em parte do estado de Goiás.

Mas a principal fonte de recursos financeiros para o Observatório tem origem em contratos de serviços realizados com empresas energéticas visando o monitoramento sismográfico em áreas de reservatórios. O SIS faz uso deste sistema há mais de 15 anos alcançando bons resultados.

INTEGRAÇÃO COM INSTITUIÇÕES E EMPRESAS

Dado a suas peculiaridades a Sismologia é uma ciência que exige um intenso e contínuo intercâmbio de informações e dados e por isso acaba facilitando a integração com empresas e instituições tanto nacionais como internacionais.

No Brasil

IAG-USP - na troca de dados sísmicos particularmente para a confecção do boletim sísmico brasileiro;

CEMIG-FURNAS-ELETRONORTE-ELETRO-SUL-ITAIPÚ-BINACIONAL para desenvolver estudos sismológicos nas áreas de seus principais reservatórios hidrelétricos;

Prefeituras Municipais de Caruaru-PE e Encruzilhada-BA - para operação de estações sismográficas;

SEDEC-Secretaria Especial de Defesa Civil do Ministério de Ação Social - assessoramento em assuntos de sismologia e tremores de terra no Brasil;

CORDEC-Coordenadoria de Defesa Civil-CEARÁ - para operação de estações sismográficas naquele estado;

IBGE - para o desenvolvimento de trabalhos de gravimetria;

IBAMA - para utilização de área no Parque Nacional de Brasília.

No exterior

USGS-United States Geological Survey - para a operação e manutenção do sistema GTSN;

NEIS-National Earthquake Information Center-Boulder-CO - para intercâmbio de dados sísmicos;

University of California-San Diego - para operação do sistema IDA;

CERESIS-Centro Regional de Sismologia para América do Sul-Lima, Peru - para intercâmbio de informações sismológicas;

Universidad Nacional de Assunción-Paraguay para operar estação sismográfica no Paraguai.

QUADRO DE PESSOAL

É a seguinte a distribuição de pessoal do SIS:

- Docentes:

3 professores com nível de mestrado;

- Técnicos:

1 engenheiro eletrônico com nível de mestrado;

3 técnicos em eletrônica com nível médio;

1 técnico analista de sismogramas;

- Administração:

1 administrador com nível superior;

1 secretário;

1 auxiliar;

- Alunos bolsistas - 6 estudantes do curso de geologia;
2 estudantes de nível médio.

LISTA DE PUBLICAÇÕES - 1991 - 1993

a) Trabalhos publicados

BARROS, L. V. - 1991 - Detectores de eventos sísmicos. Anais II Con. Int. SBGf, Salvador, BA., 1:502-507.

BARROS, L. V., CARVALHO, J. M. & VELOSO, J. A. V. - 1991 - Sistema de telemetria para arranjos sismográficos. Anais II Con. Int. SBGf, Salvador, BA., 1:497-501.

BARROS, L. V. - 1993 - Avaliação do detector murdock na presença de ruídos. Anais III Con. Int. SBGf, Rio de Janeiro, RJ., 1:556-561.

BARROS, L. V. - 1993 - Projeto e implementação de filtros digitais FIR-Forma Direta. Anais III Con. Int. SBGf, Rio de Janeiro, RJ., 1:575-578.

BARROS, L. V., VELOSO, J. A. V., CARVALHO, J. M., FONTENELE, D. P. & GOMES, I. P. - 1993 - Automação do sistema de registro e análise de sinais sísmicos do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília. Anais III Con. Int. SBGf, Rio de Janeiro, RJ., 1:562-565.

FERNANDES, D. P., VELOSO, J. A. V., CARVALHO, J. M. FONTENELE, D. P. & GOMES, I. P. - 1991 - Seismic activity in Caruaru (PE): February/March 1991 - Preliminary Analysis. Anais II Con. Int. SBGf, Salvador, BA., 2:536-541.

FERNANDES, D. P., RIBEIRO, R. K., BLUM, M. L. B., CUNHA, M. I. R., NEVES, A. E. & MELO, G. A. - 1991 - The April 1991 Iraçuba (CE) - seismic event and its after shocks. Anais II Con. Int. SBGf, Salvador, BA., 2:542-546.

FERNANDES, D. P., BLUM, M. B. & RIBEIRO, R. K. - 1991 - The Goiás Seismic Zone - a new approach. Anais II Con. Int. SBGf, Salvador, BA., 2:553-558.

FERNANDES, D. P., ASSUMPCÃO, M. & VELOSO, J. A. V. - 1991 - The Rio Grande do Sul offshore earthquake, February 12th 1990. Anais II Con. Int. SBGf, Salvador, BA., 2:559-564.

VELOSO, J. A. V., ASSUMPCÃO, M., CARVALHO, J., BARBOSA, R., FONTENELE, D., BASSINE, A., GOMES, I., BLUM, M., RIBEIRO, R. K. - 1991 - Sismicidade recente nos Estados de Minas Gerais e Bahia. 1º Workshop Neotecto. Sed. Cont. Lenz na Se Brasil, Soc. Bras. Geologia, Nuc. M. Gerais, 1:57-61.

VELOSO, J. A. V., CARVALHO, J. M., FERNANDES, E. P., BLUM, M. L. B., & ARAUJO, D. P. - 1991 - Microearthquakes and the Balbina Lake; A possible case of induced seismicity in the Amazon area. Anais II Con. Int. SBGf, 2:508-512.

VELOSO, J. A. V. - 1992 - Cases of RIS in the Brazilian Amazon Area. Tenth Word Conf. of Earth Eng. Madrid-Spain, 1:269-273.

VELOSO, J. A. V., - 1992 - Terremotos induzidos pelo homem. Ciência Hoje, 14:66-72.

VELOSO, J. A. V., & CARVALHO, J. M. - 1993 - GTSN - Um novo Sistema sismográfico para o Observatório Sismológico da UnB. Anais III Con. Int. SBGf, 1:572-574.

b) Resumos de Trabalhos

BLUM, M. L. & ASSUMPCÃO, M. - 1992 - Determinação e precisão de hipocentros em Palhano, CE, pp. 141., Você Pesquisa Então Mostre, 2º Sem. Pesq. DPP-UnB.

MELLO, G. A., BLUM, M. L. & VELOSO, J. A. V. - 1992 - Dados sobre a sismicidade brasileira: 1991 - 1992. pp. 152, Você Pesquisa Então Mostre, 2º Sem. Pesq. DPP-UnB.

BLUM, M. L. & VELOSO, J. A. V. - 1992 - O estudo da atividade sísmica em Arcado-MG, Outubro de 1991. pp. 142, Você Pesquisa Então Mostre, 2º Sem. Pesq. DPP-UnB.

MONTEIRO, N. P. & FERNANDES, E. P. - 1992 - Levantamento Gravimétrico do Brasil. pp. 153, Você Pesquisa Então Mostre, 2º Sem. Pesq. DPP-UnB.

BLUM, M. L. & VELOSO, J. A. V. - 1992 - Tremores de Terra de Arcado-MG, 20, 1º Enc. Ens. Pesq. do IG-UnB.

FERNANDES, E. P. & RIBEIRO, R. K. - 1992 - Faixa sísmica de Goiás: Evidência de Sutura Continental. 8, 1º Enc. Ens. Pesq. do IG-UnB.

VELOSO, J. A. V., BARROS, L. V., CARVALHO, J. M., FONTENELLE, D. P. & GOMES, I. P. - 1993 - Automação do sistema de registro e análise de sinais sísmicos do SIS. pp. 8, Você Pesquisa Então Mostre, 3º Sem. DPP-UnB.

SOUZA, M. T. & VELOSO, J. A. V. - 1993 - Tremor de terra de Aruanã - o maior já registrado no Estado de Goiás. pp. 25, Você Pesquisa Então Mostre, 3º Sem. DPP-UnB.

VELOSO, J. A. V. - 1993 - Seismic environment, effects and countermeasures related with Brazilian Earthquakes. S-2, IASPEI-94, Wellington, NZ.

c) Relatórios Técnicos

- 14 relatórios elaborados para a CEMIG;
- 13 relatórios elaborados para FURNAS;

Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 13(1), 1995

- 13 relatórios elaborados para a ELETRONORTE;
- 12 relatórios elaborados para ITAIPÚ-BINACIONAL
- 05 relatórios sobre a ocorrência de tremores de terra para prefeituras municipais;
- 05 relatórios especiais sobre temas de sismologia para entidades diversas.

d) Material de Divulgação

- CARTILHA SÍSMICA - brochura colorida com 10 páginas de informações sobre tremores de terra no Brasil e procedimentos que devem ser tomados diante da ocorrência de sismos. Elaborada em colaboração com a SEDEC.
- MAN-MADE EARTHQUAKES - folder bilingue, com informações sobre a ocorrência de sismos induzidos por reservatórios no Brasil. Elaborada para ser divulgada durante a realização da ECO-92, Exposição Brasil.
- OBSERVATÓRIO SISMOLÓGICO - folder com informações sobre o novo sistema GTSN lançado durante a inauguração do edifício do SIS.

INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

O observatório funciona em edifício próprio cuja primeira etapa, com 1000m², foi construída e equipada com recursos gerados pelo SIS. O prédio possui um jardim interno que separa duas alas; a da administração e salas individuais da outra parte que abriga os sistemas de registro, computação e análise de dados e oficinas. Na parte posterior do edifício existe uma garagem para abrigar os quatro veículos do SIS.

Pertence ainda ao Observatório uma construção subterrânea - casamata - com cerca de 80m² onde funciona o sistema sismográfico WWSSN e parte do arranjo sismográfico. Em uma outra edificação, também localizada no interior do Parque Nacional de Brasília, opera a estação de campo do sistema GTSN que possui dois sismômetros instalados em poços de 30 e 100 metros de profundidade.

Os principais equipamentos do Observatório são seus sistemas sismográficos destacando-se o mais moderno deles denominado Global Telemetered Seismograph System (GTSN). Ele é constituído de duas partes principais: a estação de campo, situada a 20km da UnB, onde funciona os sismômetros "broad-band" que geram dados que são digitalizados no próprio local e enviados por rádio até a estação central localizada no SIS. Ai os dados são gravados, analisados e enviados aos Estados Unidos (Albuquerque Seismological Laboratory) através de ligação via satélite que permite comunicação contínua e bidirecional entre os dois centros.

Como descrito anteriormente, pertencem ainda ao Observatório os sistemas WWSSN, IDA e Arranjo Sismográfico.

a) Recursos Computacionais

- 01 estação de trabalho SUN, com 32 MB RAM, 424 MB HD, fita magnética e CD ROM
- 06 PC 386 com capacidade variáveis, marcas Compaq e Swan
- 02 PC XT utilizados na administração
- 06 PC 486, em fase de compra
- 01 Terminal de vídeo IBM interligado à rede BITNET
- 03 Impressoras Laser Jet III
- 05 Impressoras Epson LQ-1170 e LQ-870
- 01 Impressora Rima
- 01 Worm Drive Laser-3363
- 01 CD-ROM driver unit
- 01 Scan Jet-Plus
- 01 Plotter HP-7475-A
- 01 Mesa digitalizadora HP-Sketchpro
- 01 Tape backup de 250MB
- 02 No-Break, Best-Power de 1,12KVA
- 01 Sistema No-Break acoplado a um gerador de 7,5 KVA

b) Instrumentos de Eletrônica

- 01 Analisador de espectro FM-1000
- 02 Osciloscópios analógicos de dois canais e 25MHz
- 01 Osciloscópio digital de dois canais e 100MHz
- 02 Freqüencímetros de 200mhz
- 04 Multitestes digitais
- 02 Estações de solda
- 01 Watímetro Bird

c) Instrumentos Sismográficos e outros

- 03 Registradores do tipo MEQ-800
- 01 Registrador do tipo Portacorder
- 03 Sismômetros do Mk-III
- 02 Sismômetros SS-1
- 10 Painéis solares de 1,75A
- 01 Rack de telemetria para quatro canais
- 03 Pares de rádio (transmissor/receptor) em VHF e UHF
- 04 Pares de antenas Yagi para VHF e UHF
- 01 Gravímetro Lacoste & Romberg
- 01 Magnetômetro de campo total Geometrics
- 01 Electro Resistivímetro ER 300
- 01 Sismógrafo OYO de seis canais para refração
- 01 Megômetro modelo TM-1000W
- 01 Par de rádio Motorola FM Handle-talkie

PERSPECTIVAS FUTURAS

Julgamos existir no país um amplo campo para o desenvolvimento de pesquisas sismológicas englobando desde temas tradicionais até os estudos mais modernos e sofisticados ligados a aspectos estruturais de nossa litosfera. Neste enfoque, o Observatório pretende aperfeiçoar sua infra-estrutura e crescer parte de seu quadro de pessoal para consolidar alguns projetos já em andamento e facilitar o surgimento de vários outros de modo a atender com maior presteza a futura demanda de trabalhos e pesquisas.

O Observatório tem intenção, a curto prazo, de contratar um sismólogo a nível de PhD, um engenheiro eletrônico e criar condições para empregar técnicas de refração sísmica. A médio prazo, pretende modernizar um grupo de estações sismográficas para melhorar o monitoramento sísmico a nível nacional. Pretende também tornar-se um centro de visitação pública e criar condições adequadas para divulgar e esclarecer, ao público e as autoridades, corretas informações principalmente sobre tremores de terra que acontecem no Brasil.