

**DEFINIÇÃO DO LOCAL E DO EQUIPAMENTO
PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO
SISMOGRÁFICA NAS PROXIMIDADES DA
CNAAA**

**SELEÇÃO DO TIPO DE INSTALAÇÃO PARA O ABRIGO
DO SENSOR DA ESAR**

**Serviço de Consultoria
executado pelo
Grupo de Sismologia do IAG/USP
para a ELETRONUCLEAR**

Relatório Técnico

Novembro de 2000

**DEFINIÇÃO DO LOCAL E DO EQUIPAMENTO
PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA
NAS PROXIMIDADES DA CENTRAL NUCLEAR
ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO**

**SELEÇÃO DO TIPO DE INSTALAÇÃO PARA O ABRIGO
DO SENSOR DA ESAR**

Relatório Técnico

INTRODUÇÃO

O projeto para a Instalação de uma Estação Sismográfica nas Proximidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em atendimento as exigências do IBAMA relativas ao EIA/RIMA de Angra 2, está sendo executado pelo Grupo de Sismologia do IAG/USP, cuja primeira etapa: "*Definição do Local e do Equipamento*" está sendo efetuada através de contrato celebrado entre a Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) e a ELETRONUCLEAR. Este serviço de consultoria foi autorizado através da Autorização de Serviço GCS.C/AS/PV-099/2000.

O objetivo da segunda tarefa da primeira etapa deste projeto: **Seleção do Tipo de Instalação para o Abrigo do Sensor da ESAR** é recomendar o tipo de instalação que deverá ser construída para servir de abrigo para o sensor da Estação Sismográfica de Angra dos Reis (ESAR), no ponto que foi selecionado com este fim, com base no tipo de afloramento existente nesse ponto e nas características logísticas e de segurança do mesmo.

O presente relatório tem por finalidade descrever as atividades efetuadas para executar a segunda tarefa e apresentar os procedimentos efetuados para a escolha do tipo de abrigo selecionado, além de indicar as características e detalhes dessa instalação.

Para executar esta tarefa foi necessário efetuar mais uma viagem para Angra dos Reis para visitar o Ponto 3 (Praia 1), localizado na Praia da Marina ou Piraquara de Dentro, que foi selecionado na tarefa anterior e recomendado no Relatório Técnico de Outubro de 2000. A finalidade dessa visita foi escolher o local exato onde deverá ser construído o abrigo do sensor e recomendar o tipo de instalação mais adequado, de acordo com as características do local selecionado.

Nessa visita, que ocorreu nos dias 10 e 11 de novembro deste ano, participaram dois membros do grupo Sismológico do IAG/USP (J. Berrocal e L. Galhardo), Carlos Leopoldo Prates, da Gerência de Análise de Tensões e Antônio José Coutinho dos Reis do Escritório de Obras, mais dois operários para efetuar escavações. Para discutir as ponderações técnicas do tipo de instalação para o abrigo do sensor e alguns detalhes

sobre a sua construção, depois de ter sido escolhido o local exato onde deverá ser construído esse abrigo, participaram o Eng. Jorge Luis de Souza Guerra, do Escritório de Obras e o Eng. Roberto Luiz M. Barreto, da Gerência de Engenharia Civil. Também tivemos a oportunidade de apresentar uma idéia do projeto de construção do abrigo para o sensor da ESAR, ao Eng. Takashi Kay, também do Escritório de Obras.

SELEÇÃO DO LOCAL PARA CONSTRUIR O ABRIGO DO SENSOR

O local onde foram efetuados os testes de ruído sísmico para selecionar o Ponto 3 (Praia 1) como o mais conveniente para instalar o sensor da ESAR, está localizado no extremo leste dessa praia num afloramento próximo do mar. Não é recomendável utilizar esse afloramento para construir esse abrigo, porque além de diminuir a área de lazer do pessoal que frequenta essa praia, a estação ficaria muito exposta aos curiosos que provocariam ruídos indesejáveis caminhando e pulando nas proximidades desse afloramento.

Por esse motivo, uma das recomendações no Relatório Técnico de Outubro de 2000, é selecionar um local para o abrigo no morro que fica detrás da praia da Marina, a uma distância de até 50 m, morro acima, a partir do afloramento testado originalmente (afloramento original).

Para poder constatar a qualidade dos afloramentos foi utilizado um sismógrafo vertical de período curto com registro analógico, o mesmo que foi utilizado nos testes de ruído sísmico do relatório anterior (sismômetro S-13 e registradores Portacorder), com o qual foram registradas amostras de poucos minutos em cada afloramento encontrado.

O primeiro afloramento foi encontrado a uma distância de aproximadamente 5 metros do afloramento original subindo o morro, após ter escavado aproximadamente 50 cm. Esse afloramento parecia ser uma continuação do afloramento original, entretanto os testes efetuados mostram que não está firmemente acoplado ao maciço principal, tendo em vista que o ruído de pessoas caminhando na proximidade do sismômetro é registrado claramente inclusive no ganho de 78 dB, como pode ser visto no Sismograma 1, em anexo.

O segundo afloramento está localizado morro acima a aproximadamente 20 metros do afloramento original. Este afloramento tem uma superfície muito irregular e fica em um trecho bastante abrupto do morro, como pode ser visto nas fotografias em anexo. Inclusive foi difícil encontrar uma posição para instalar o sismômetro. Entretanto, este afloramento mostrou ser mais firme que o anterior, como pode ser observado no Sismograma 2, e muito parecido com os registros analógicos apresentados no Relatório Técnico de Outubro de 2000, para o Ponto 3 (Praia 1).

Foi escavado um terceiro afloramento a 30 metros morro acima a partir do afloramento original. Neste trecho o morro não é tão abrupto como no afloramento anterior, porém ele mostrou um ruído de alta frequência no ganho de 84 dB, como se observa no Sismograma 3.

De acordo com esses testes o local selecionado para construir o abrigo foi o segundo afloramento pesquisado, que está mostrado nas fotografias em anexo.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO ABRIGO DO SENSOR DA ESAR

- 1) O abrigo do sensor da ESAR deverá ser construído de modo a garantir estabilidade de temperatura e proteção contra vibrações provocada pelo vento na parte externa do abrigo.
- 2) A condição mais importante desse abrigo é que, uma parte dele seja construída encima do afloramento que foi selecionado e indicado acima, de modo que o pilar onde será instalado o sensor seja construído no afloramento que mostre estar firmemente acoplado ao maciço principal. Não podem ser utilizados explosivos para limpar ou nivelar o afloramento, porque isso pode danificar-lo. Antes de construir o pilar deverá ser constatada a qualidade desse afloramento fazendo uma medida de ruído instrumental.
- 3) Devido à proximidade do mar, as instalações do abrigo da ESAR terão que ser construídas de modo a evitar os efeitos da maresia e principalmente da umidade que possa resultar da percolação d'água através das paredes do abrigo ou do seu piso.
- 4) O abrigo deverá ter fornecimento de eletricidade, para iluminação, manutenção preventiva da estação e provável alimentação dos equipamentos sismográficos. Também deverá ter acesso a uma linha telefônica para transmissão de dados (sinais sísmicos) até a Estação de Registro na CNAAA.
- 5) Considerando as condições topográficas e logísticas do local selecionado para construir o abrigo, será necessário proteger-lo contra o desprendimento de pedaços de rocha da parte superior do morro e contra o ruído que possa ser provocado por pessoas ou animais que se aproximem do abrigo.

DETALHES PARA A CONSTRUÇÃO DO ABRIGO DO SENSOR DA ESAR

- 1) O abrigo do sensor da ESAR deverá ter os seguintes três compartimentos como se mostra na planta da Figura 1 e com as dimensões mostradas nessa planta:
 - Sala do Sensor
 - Sala de Controle,
 - Hall de Entrada.
- 2) As paredes externas da Sala do Sensor e da Sala de Controle deverão ser duplas de blocos de concreto ou cerâmica com 14 cm de espessura, com uma separação de 5 cm (cinco centímetros) para permitir a instalação de um material isolante térmico (lã de vidro de 5 cm de espessura e com densidade de 40 kg/m³). As paredes do Hall de Entrada não precisam necessariamente dessa proteção.
- 3) O teto do abrigo deverá ter uma cobertura com telhas metálicas brancas, tipo sanduíche, com lã de vidro como recheio (espessura de 5 cm e densidade de

16 kg/m³). Para garantir o isolamento térmico do teto as telhas deverão ser instaladas sobre uma laje de concreto de cobertura forrada com uma manta de lã de vidro, das mesmas características que a das telhas, com uma separação de até 80 cm na parte mais alta da inclinação das telhas, deixando uma abertura na parte inferior para ventilação, protegida com malha metálica fina para evitar a entrada de insetos e outros animais.

- 4) Será necessário instalar no teto do abrigo uma calha coletora d'água com um duto de escoamento para eliminar o fluxo de água na parte inferior do morro.
- 5) A posição do Hall de entrada pode ser mudada de acordo com a conveniência e para evitar o acúmulo d'água na parede posterior desse Hall, conforme se apresenta atualmente na planta da Figura 1. A posição mais conveniente tal vez seja construir o Hall na parede da frente da Sala de Controle. Neste caso a portas dessa sala e do Hall teriam que ser mudadas de posição.
- 6) As bordas e esquinas das paredes externas, principalmente a que fique de frente para o mar ou na direção preferencial do vento, não deve ter ângulos retos, e deve ter uma leve curvatura para não oferecer resistência ao vento.
- 7) As portas das duas salas devem fechar hermeticamente (portas metálicas de chapa dupla de alumínio com recheio de lã de vidro e borracha nas batentes e soleira), sendo que a porta da Sala do Sensor deverá ter uma janela (visor) de vidro grosso duplo (30x20 cm, a 1,5 metro do piso), para inspeção visual do sensor sem a necessidade de abrir a porta dessa sala. Todas as portas deverão ter um sistema de segurança para evitar que as pessoas fiquem trancadas dentro das salas acidentalmente.
- 8) O piso na Sala de Controle e no Hall deverá se nivelado, mesmo utilizando aterro se necessário. O piso na Sala do Sensor, não precisa ser nivelado, com se mostra na perspectiva da Figura 2, porém deverá ter a sua superfície externa escavada até o afloramento e protegida com uma camada de concreto com impermeabilizante.
- 9) Na Sala de Controle deverá ser construída uma bancada de madeira ou concreto (1,50 x 0,50 x 0,25 m), como se mostra na planta da Figura 1, a uma altura de 0,80 m.
- 10) As instalações elétricas devem garantir uma boa iluminação dentro dos três compartimentos, sem produzir muito calor (lâmpadas fluorescentes). Será necessário instalar duas tomadas de eletricidade em cada sala, as duas da Sala de Controle deverão ficar encima da bancada, onde também devera ficar a tomada da linha telefônica. Deverão ser instalados dutos para entrada dos cabos da força elétrica e da linha telefônica, com a caixa de controle desses cabos instalada no Hall. Observar também o duto interno para os cabos que transmitirão o sinal sísmico da Sala do Sensor para a Sala de Controle.
- 11) Na perspectiva externa da Figura 3 se mostra a posição aproximada do muro de proteção, para proteger o abrigo de pedaços de rocha que se desprendem da parte superior do morro, assim como se mostra a posição da cerca, que deverá ter uma altura de pelo menos 2 metros e estar afastada pelo menos 4 metros

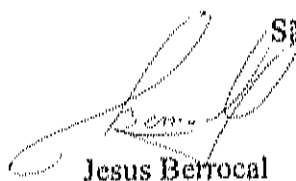
- do prédio do abrigo, com porteira fechada com cadeado. Não será necessário desmatar a área dentro da cerca, a não ser na porção muito próxima do abrigo.
- 12) Para a instalação do sensor será necessário construir um pilar de concreto, como se mostra no esquema da Figura 4. Para esse pilar ficar bem acoplado com a rocha será necessário retirar a parte superficial do afloramento que normalmente se encontra em estado de erosão, embora se mostre dura. Também deverão ser perfurados pelo menos 6 furos de 1 polegada de diâmetro por 20 cm, no mínimo, de profundidade. A superfície do pilar deve ser nivelada o quanto possível, e não deve ter acabamento nem ser pintada, a não ser como o próprio concreto.
 - 13) Deverão ser tomadas todas as providências possíveis para evitar a presença de umidade dentro das salas do abrigo, principalmente na Sala do Sensor. As paredes e o piso deverão ser impermeabilizados, utilizando um revestimento interno e externo de argamassa polimérica semiflexível (TEC 100) com tela de poliéster. Não poderão ser utilizados aparelhos para retirar a umidade que provoquem vibrações. Deverão ser instalados drenos sob o piso para coletar a água que desça do morro com uma tela metálica fina, no extremo livre, para proteção contra a entrada de insetos e pequenos animais.
 - 14) Deverá ser instalados no interior da Sala do Sensor um termômetro de precisão e um sensor de umidade, ambos com seu monitor de medição instalado na Sala de Controle. Seria conveniente, se possível, que esses instrumentos pudessem ter uma forma de registrar permanentemente os valores medidos de temperatura e de umidade, com uma amostragem de 1 vez por minuto.

OBSERVAÇÕES

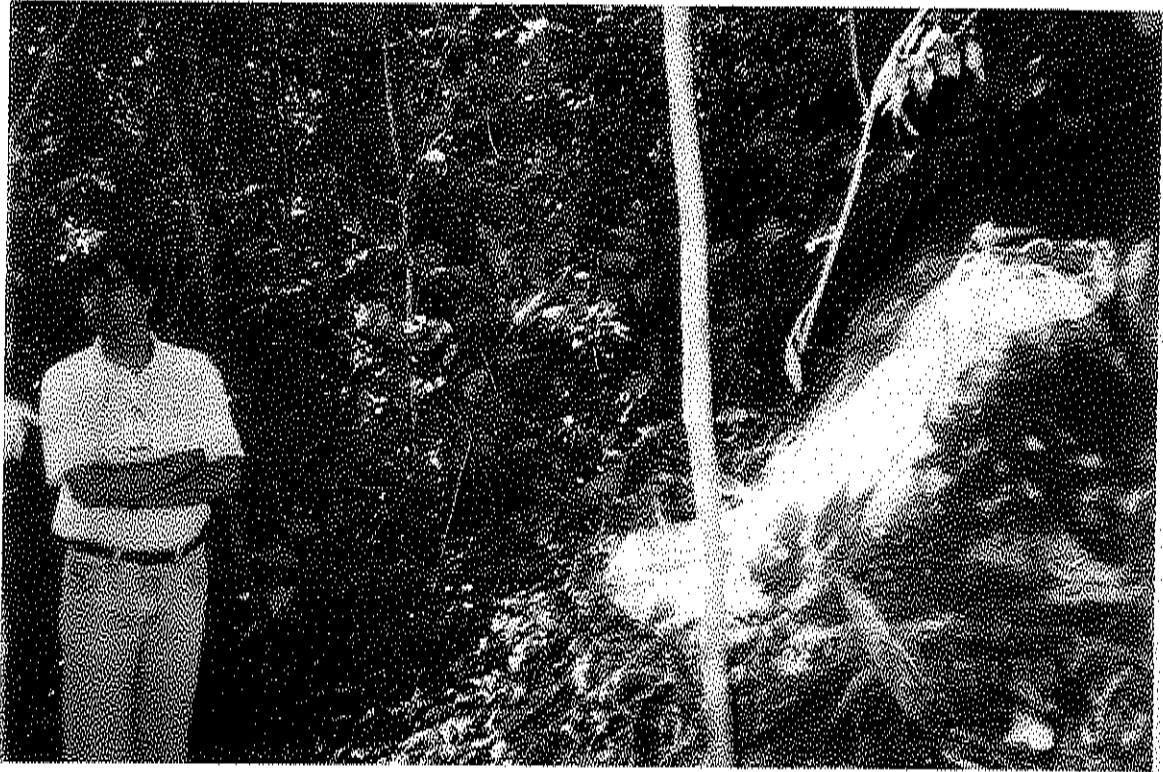
Os detalhes e especificações técnicas mencionadas acima têm por finalidade assegurar que as características do abrigo do sensor da ESAR sejam atingidas, para desse modo garantir o bom funcionamento dos equipamentos sismográficos. Ficamos a disposição para esclarecer qualquer dúvida com relação aos assuntos tratados neste relatório.

Os detalhes e especificações para a construção do abrigo do sensor da ESAR, mencionadas acima, foram recomendadas por profissionais consultados em São Paulo. Inclusive foram fornecidos os nomes dos fabricantes dos produtos mencionados, que poderão ser posteriormente passados para os engenheiros que irão executar o projeto para construir esse abrigo, se isto for necessário.

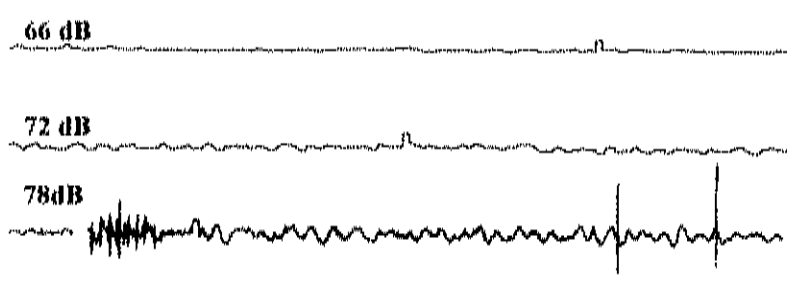
São Paulo, 30 de novembro de 2000.



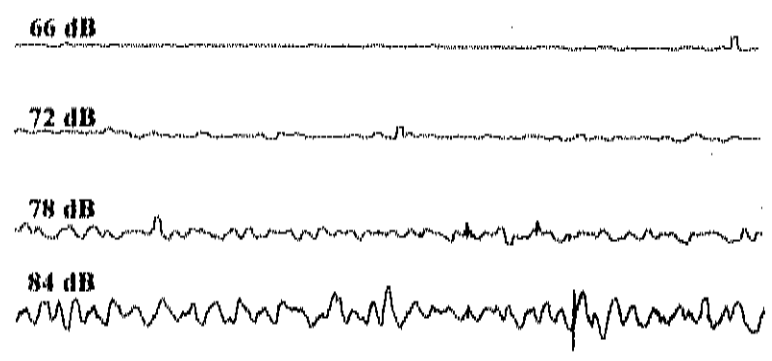
Jesus Berrocal



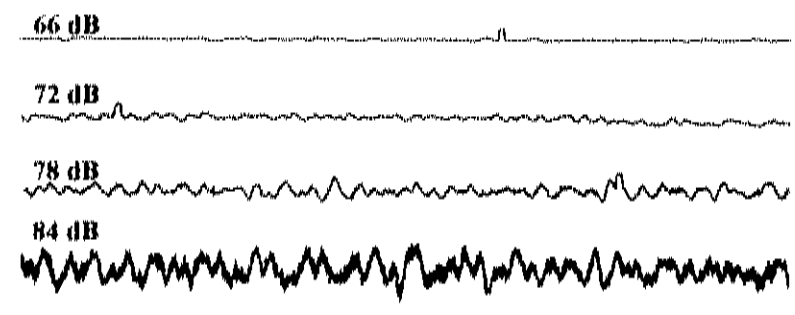
Vista parcial do local escolhido para construir o abrigo do sensor da ESAR, mostrando o afloramento para a base do sismômetro.



Sismograma 1



Sismograma 2



Sismograma 3

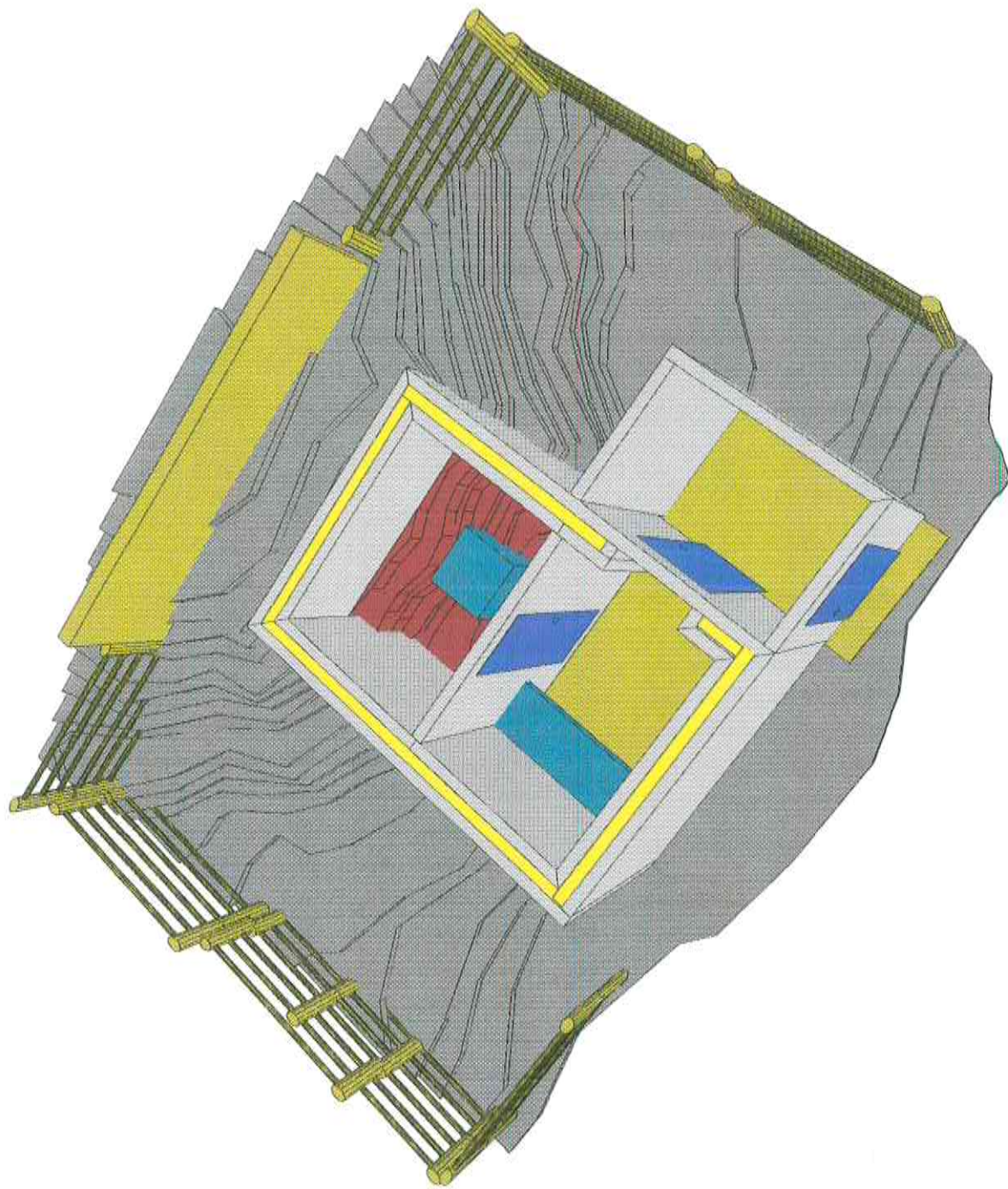


Figura 2 - Perspectiva Interna do Abrigo da ESAR

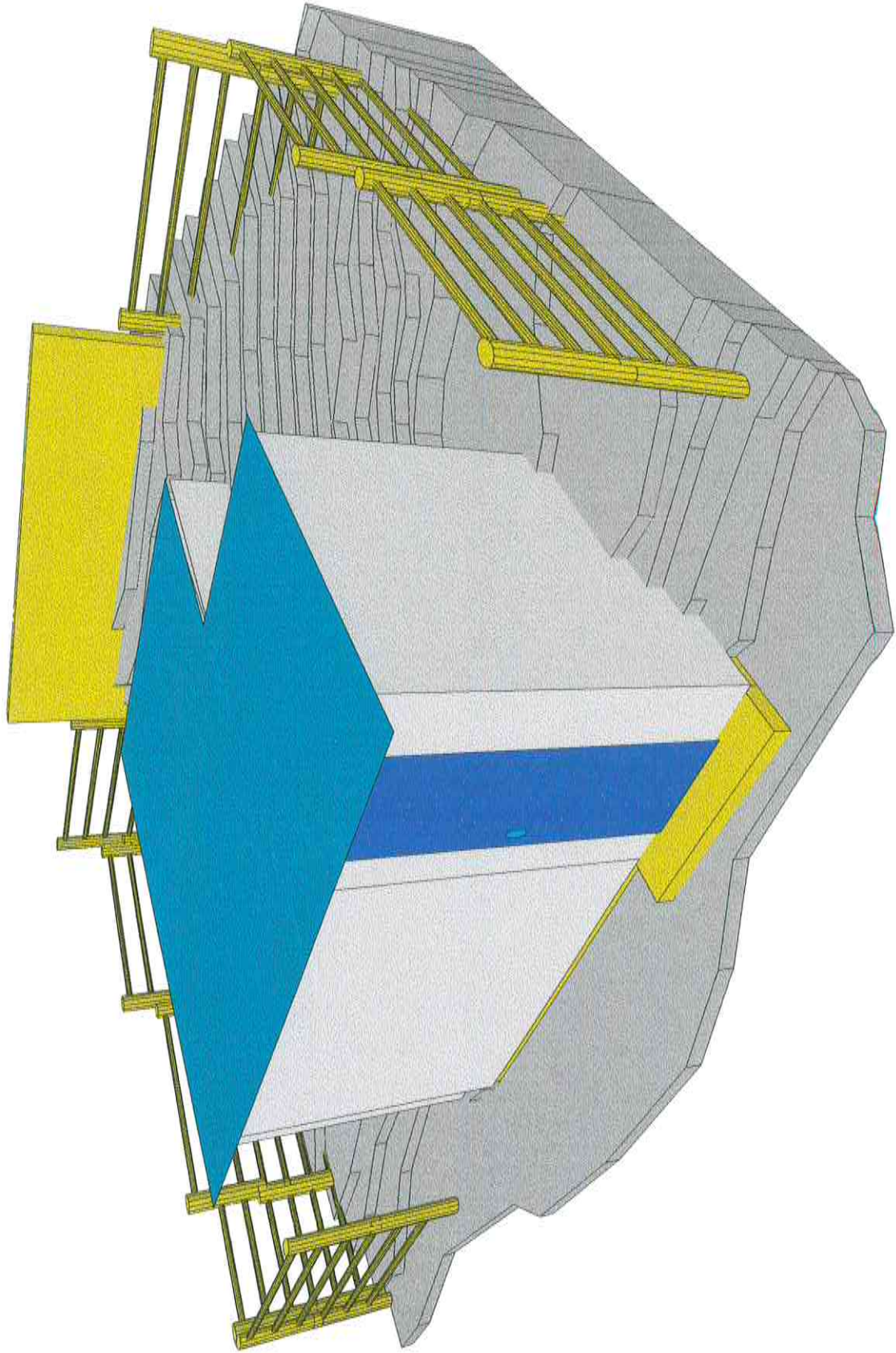


Figura 3 - Perspectiva Externa do Abrigo da ESAR

**DEFINIÇÃO DO LOCAL E DO EQUIPAMENTO
PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO
SISMOGRÁFICA NAS PROXIMIDADES DA
CNAAA**

ESCOLHA DO LOCAL PARA INSTALAÇÃO DO SENSOR DA ESAR

**Serviço de Consultoria
executado pelo
Grupo de Sismologia do IAG/USP
para a ELETRONUCLEAR**

Relatório Técnico

Outubro de 2000

**DEFINIÇÃO DO LOCAL E DO EQUIPAMENTO
PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA
NAS PROXIMIDADES DA CENTRAL NUCLEAR
ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO**

ESCOLHA DO LOCAL PARA INSTALAÇÃO DO SENSOR DA ESAR

Relatório Técnico

INTRODUÇÃO

O projeto para a Instalação de uma Estação Sismográfica nas Proximidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em atendimento as exigências do IBAMA relativas ao EIA/RIMA de Angra 2, está sendo executado pelo Grupo de Sismologia do IAG/USP, cuja primeira etapa: "*Definição do Local e do Equipamento*" está sendo efetuada através de contrato celebrado entre a Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) e a ELETRONUCLEAR. Este serviço de consultoria foi autorizado através da Autorização de Serviço GCS.C/AS/PV-099/2000.

O presente relatório tem por finalidade descrever as atividades efetuadas na primeira tarefa da primeira etapa deste projeto: *Escolha do Local para Instalação do Sensor da ESAR*, e apresentar os resultados e recomendações dos testes de ruído sísmico efetuados para a escolha desse local.

O objetivo da presente tarefa, de acordo com a respectiva Proposta de Serviço de Consultoria, é selecionar o local onde será construído o abrigo para instalar o sensor da Estação Sismográfica de Angra dos Reis (ESAR), que estará localizado nas proximidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA).

O trabalho de campo foi efetuado em três visitas à área de interesse, nos intervalos 24 a 26 de agosto, 31 de agosto a 2 de setembro, e 10 e 11 de outubro do presente ano. Nos levantamentos do ruído sísmico em Angra dos Reis, participaram, além do Grupo Sismológico do IAG/USP, os seguintes membros da ELETRONUCLEAR, Carlos Leopoldo Prates, da Gerência de Análise de Tensões, e Jorge Luis de Souza Guerra e Antônio José Coutinho dos Reis, do Escritório de Obras. Contamos também com a valiosa colaboração de Nelson Mori Jr. da Assessoria de Informática, que nos forneceu informações importantes sobre assuntos de informática e telecomunicações na CNAAA, que serão indispensáveis na elaboração das próximas etapas do projeto da ESAR, ademais de indicar-nos e possibilitar-nos a visita a pontos de interesse utilizando uma lancha de sua propriedade.

Antes de iniciar as atividades de campo, foi efetuada uma reunião na CNAAA, para solicitação de apoio para este serviço, com o Sr. José Eduardo B. Costa Mattos, Gerente do Escritório de Obras, e posteriormente, com o Sr. José Carlos do Vale Pires, Assessor da Gerência de Apoio Regional, para dar a conhecer sobre as atividades em andamento e solicitar apoio na área de informática e telecomunicações na CNAAA. Em ambas

reuniões foi concedido o apoio solicitado, de modo que foi possível concluir a primeira tarefa do serviço de forma integral e com sucesso, ademais permitirá planejar de forma segura as próximas tarefas etapas deste projeto.

LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Testes efetuados no intervalo 24 a 26 de agosto de 2000

Durante a primeira visita para trabalho de campo, foi escolhido inicialmente um ponto para registrar um nível de ruído de referência. O ponto selecionado está localizado na área que será ocupada pela futura Usina Nuclear Angra 3, próximo da rodovia BR101, onde existe afloramentos de rocha sã (Ponto 1). Este ponto apresenta a condição indispensável para uma estação sismográfica em uma região com alto índice de ruído local, de ter rocha firme de embasamento aflorando na superfície (ver Foto 1), ademais de se conhecer as distâncias até as fontes de ruído local.

Logo a seguir, foram testados alguns pontos de interesse, os quais, deveriam, além de possuir rocha firme de embasamento aflorando, estar a distâncias maiores das fontes de ruído que o ponto de referência (Ponto 1), ademais de ter linha de visão direta, para o enlace telemétrico, com os prédios das Usinas Nucleares Angra 1 ou Angra 2, onde funcionará a Estação de Registro (ER) da ESAR. Inicialmente foi visitado um ponto no morro, onde estão instaladas as torres de rádio e da Estação Meteorológica (Ponto 2), que apresenta vários afloramentos de rocha aparentemente sã, que na realidade correspondem a pedaços soltos de rocha de embasamento, como foi demonstrado pelos testes preliminares de ruído. Neste local, além de não existir afloramento de rocha sã de embasamento, existe um ruído elevado de alta frequência (~60 Hz) provocado pelo campo magnético criado pelas linhas de alta tensão que passam próximas do mesmo, que não foi eliminado com o aterramento do sismógrafo.

Foram procurados outros pontos na direção sudeste da CNAAA, primeiro na antiga pedreira, que será reativada para a construção de Angra 3, ponto esse que não foi considerado viável devido à pequena distância até as usinas (~700 m), a pesar de poder encontrar rocha de embasamento firme. Depois, foi testado um ponto (Ponto 3) em um afloramento de rocha de embasamento perto da Praia da Marina (Praia do Piraquara de Dentro), com ótimos resultados, apesar de ficar na beira da praia (ver Foto 2).

Nesse local conhecemos o Sr. Nelson Mori que nos informou que poderíamos utilizar a rede telefônica local para transmitir os dados para a Estação de Registro na CNAAA, o que eliminava a restrição dos prováveis pontos para instalar os sensores da ESAR, de ter linha de visão com a CNAAA.

Finalmente, nessa primeira visita foi testado outro ponto alto, à nordeste do Ponto 2 (Estação Meteorológica), onde aparentemente, parecia existir um afloramento firme de rocha de embasamento (Ponto 4). Neste ponto o afloramento parecia ser mais firme que no Ponto 2 (ver Foto 3), porém não tão firme como o afloramento do Ponto 3 (Praia da Marina), a ponto de acusar nitidamente a passagem de veículos pela BR, como veremos nos resultados dos testes efetuados.

Testes efetuados no intervalo 31 de agosto a 02 de setembro de 2000

Na segunda visita a região de interesse, considerando que na visita anterior o melhor ponto foi o Ponto 3 (na Praia da Marina), foi visitado um extenso afloramento vertical nas proximidades dessa praia (ver Foto 4), para o qual foi necessário utilizara a lancha do Sr. Nelson Mori. Foi analisada a possibilidade de construir o abrigo do sensor nesse afloramento, que fica a uns 400 m à leste do Ponto 3. Além do acesso ter que ser efetuado pelo mar existem as dificuldades de ter que estender a linha de fornecimento de eletricidade e a de telefone desde a Praia da Marina, fora das dificuldades existentes para efetuar as obras de construção desse abrigo pela existência de grande pedaços de rocha solta em frente ao afloramento (ver Foto 5).

Nessa mesma oportunidade, foi procurada de lancha outra alternativa nas proximidades da Praia da Marina. Foi visitado outro afloramento, localizado ao norte dessa praia, um local onde está instalado um mareógrafo (ver Foto 6), a quase 500 m ao sul da saída do Túnel de Descarga na Praia de Guariba (Piraquara de Fora). Este ponto (Ponto 5) tem acesso por terra, de modo que foi possível efetuar os testes de ruído, com bons resultados.

Finalmente, nessa segunda visita, foi selecionado um ponto com afloramento de rocha de embasamento firme na Ponta do Morrinho (Ponto 6) na Praia de Mambucaba, em frente à Vila Residencial (ver Foto 7). Este ponto mostrou os melhores resultados, com relação ao ruído sísmico, que todos os demais pontos testados, porém tem o inconveniente de que, depois de efetuados os testes neste ponto foi construída uma torre de 18 m para comunicações, em cima do morro onde se encontra o afloramento testado.

Testes efetuados nos dias 10 e 11 de outubro de 2000

A terceira visita na área da CNAAA, foi exclusivamente para efetuar novos testes no Ponto 6, na praia da Vila Residencial de Mambucaba, para verificar o efeito da torre de transmissão de 18 m que foi construída no morro onde fica esse ponto (ver Foto 8). O efeito da torre no nível de ruído sísmico neste ponto é considerável, conforme veremos mais adiante.

Equipamento Utilizado

Os testes de ruído sísmico para este serviço, foram efetuados utilizando dois tipos de sismógrafos de período curto:

- 1) Um sismógrafo com sismômetro de período curto ($T_0=1,0$ s), modelo S-13, operando na componente vertical (ver Foto 9), e um registrador modelo Portacorder, com registro em papel e tinta no formato analógico (ver Foto 10); utilizado para testes preliminares do ruído existente em cada ponto de teste. Este conjunto opera na faixa de frequências entre 0,2 e 50 Hz, devido às características tanto do sensor (período curto) como do amplificador do próprio registrador.
- 2) Um sismógrafo com um conjunto de sismômetros de período curto ($T_0=0,5$ s), modelo L-4C, operando nas componentes vertical, e horizontais Norte-Sul e Leste-Oeste, e um registrador digital modelo SSR1 (ver Foto 11), com capacidade para registro simultâneo de seis canais, utilizado para os testes de

ruído finais, nos pontos selecionados a partir dos testes preliminares. Este sismógrafo opera na faixa de frequências entre 0,2 e 50 Hz, limitado principalmente pelo sensor, tendo em vista que o registrador possui uma resposta plana nessa faixa de frequências.

Considerando a principal finalidade da ESAR, que é o registro de sismos próximos e locais que venham a ocorrer durante a vida útil das obras da CNAAA, os testes efetuados com sismógrafos de período curto, são válidos tendo em vista que o conteúdo espectral desses eventos é registrado claramente nesse intervalo de frequências. Além disso, os ruídos locais, que são os de maior incidência no ruído sísmico de fundo, têm suas frequências no intervalo em que melhor operam os equipamentos utilizados, incluindo as ondas marinhas, que têm frequências entre 0,2 e 1 Hz.

Para efetuar a localização preliminar dos pontos a serem testados foram utilizadas cartas topográficas da região de estudo, fornecidas pela ELETRONUCLEAR. A localização precisa desses pontos foi obtida utilizando um receptor GPS marca Garmim, modelo SRVY II. O equipamento utilizado nos testes de ruído sísmico em Angra dos Reis foi trasladado desde São Paulo em veículos do IAG/USP, que também foram utilizados no trabalho de campo deste serviço.

RESULTADOS CONSEGUIDOS

Generalidades

As coordenadas de todos os pontos onde foram efetuados os testes de ruído sísmico, na região que abrange a área da CNAAA, são apresentadas na Tabela 1. Esses pontos estão mostrados no mapa da Figura 1. Nessa tabela estão indicados também os números das figuras onde se apresentam os resultados conseguidos durante os testes de ruído sísmico para determinar o melhor local para a instalação do sensor da ESAR.

Tabela 1 – Dados dos pontos onde foram efetuados os testes de ruído sísmico.

Ponto	Nome	Coordenadas UTM		Altitude (m)	Teste Efetuado	
		X (km)	Y (km)		Analógico	Digital
P1	Angra 3	554,29	7.455,44	20	Fig. 1a	Figs. 1b, 1c
P2	Est. Meteorológica.	556,21	7.456,10	255	Figs. 2a-2c	-
P3	Praia 1 (da Marina)	557,36	7.454,11	02	Fig. 3a	Figs. 3b, 3c
P4	Morro	557,00	7.456,38	200	Fig. 4a	Figs. 4b, 4c
P5	Praia 2 (mareógrafo)	557,01	7.454,85	03	Fig. 5a	Figs. 5b, 5c
P6	Vila 1 (Mambucaba)	545,94	7.452,27	07	Fig.6a	Fig. 6b, 6c

Os testes de ruído sísmico foram efetuados, inicialmente utilizando uma amostragem rápida, de poucos minutos, do ruído existente em cada ponto na componente vertical, utilizando o sismógrafo Portacorder, com registro analógico, que permite mudar rapidamente tanto a amplificação do sistema quanto selecionar os filtros desejados na faixa entre 0,2 e 50 Hz. Esses testes de carácter preliminar mostram de imediato o nível de ruído sísmico no ponto testado, o qual pode ser comparado qualitativamente com o registro do ponto de referência, nos vários níveis de amplificação utilizados. O nível de menor amplificação, utilizado nos testes neste serviço, foi o de 60 dB, correspondente a uma amplificação das vibrações do terreno de 1.000 vezes, na faixa de frequência entre 0,2 e 50 Hz. Esse nível foi incrementado de 6 em 6 dB, o que corresponde a uma duplicação da amplitude dos sinais a cada 6 dB de aumento, até que o nível de ruído continue aceitável, chegando no máximo a 84 dB, que corresponde a uma amplificação de 16.000 vezes. Este ganho de 84 dB é a amplificação utilizada nas melhores estações sismográficas na região Sudeste, onde a maioria trabalha com 78 dB, devido ao ruído existente nos locais que ocupam essas estações.

Nos pontos com ruído sísmico igual ou menor que o ruído registrado no ponto de referência (Ponto 1, Angra 3), foi efetuada uma amostragem de ruído com o sismógrafo de três componentes e com registro digital. Neste caso foram registradas amostras de um minuto de registro a cada hora, em intervalos de até 14 horas, normalmente entre 18h e 08h (hora local) do dia seguinte. Com os registros em formato digital é possível a elaboração de espectros do sinal registrado, os quais permitem uma comparação quantitativa entre os níveis de ruído registrado em cada ponto testado e permitem também, ver a variação desse ruído em um mesmo ponto, ao longo das horas testadas.

Dos pontos testados, o ponto que apresentou o menor nível de ruído sísmico foi o Ponto 6 (Vila Mambucaba), no teste efetuado antes da construção da torre de transmissão, por esse motivo, na apresentação dos resultados a seguir, quando sejam utilizados os espectros de ruído, será utilizado o espectro desse ponto como base de comparação do ruído existente nos outros pontos testados, inclusive este mesmo ponto, depois da construção da torre.

Ruído existente no Ponto 1 (Angra 3)

Este ponto foi selecionado para servir como ponto de referência, principalmente por apresentar afloramento de rocha firme de embasamento, e estar localizado a distâncias conhecidas das principais fontes de ruído local, neste caso as turbinas das Usinas Angra 1 e Angra 2 (aproximadamente 1,2 km dessas usinas), a Rodovia BR101 (a menos de 50 m), que tem um tráfego permanente de veículos e as ondas marinhas do oceano Atlântico (a 100 m do mar).

Na Figura 1a apresentam-se os sismogramas analógicos do teste de ruído sísmico detectado na componente vertical, efetuado no Ponto 1, mostrando os registros obtidos com amplificações entre 60dB e 84dB. Os registros deste ponto foram utilizados como referência para avaliar o nível de ruído nos outros pontos a serem testados. A razão para isto é que a área onde será construída a futura usina Angra 3 tem sido preparada retirando a camada de rocha intemperizada, deixando a rocha de embasamento, praticamente, aflorando na superfície. Ademais se conhece a que distâncias estão localizadas as principais fontes de ruído local, conforme foi mencionado acima.

Nas Figuras 1b e 1c são apresentados os espectros construídos com os registros digitais nas componentes vertical e horizontal, respectivamente, do teste efetuado neste ponto. Neste caso e nos casos posteriores, a componente horizontal é uma resultante vetorial das componentes Norte-Sul e Leste-Oeste. Todos os espectros de ambas componentes mostrados nessas figuras e nas figuras a seguir, correspondem à amostra de ruído de maior amplitude em cada ponto testado, que foram elaborados com os 40 segundos iniciais de cada amostra. Os espectros representam a amplitude do deslocamento em nanômetros (nm ou 10^{-9} mm) em função das frequências, das vibrações provocadas pelas ondas sísmicas no terreno, depois de ter retirado a amplificação do sismógrafo.

O espectro de maior nível de ruído entre as várias amostras registradas no Ponto 1 (Angra 3) na componente vertical, é apresentado na Figura 1b e na componente horizontal, na Figura 1c, comparados em ambas figuras com espectros de maior nível de ruído, correspondentes ao Ponto 6 (Vila 1), do teste efetuado antes da construção da torre de 18 m de altura, mencionada anteriormente, em cima do morro onde fica este afloramento.

Observa-se nessas figuras que o ruído no Ponto 1 é entre 2 a 3,5 vezes maior que o nível de ruído no Ponto 6 (Vila 1), no intervalo de frequências entre 3 e 50 Hz, principalmente na componente vertical. Existem dois picos maiores, um em 30 Hz que é quase 7 vezes maior na componente vertical e mais de 13 vezes maior na horizontal, e outro pico entre as frequências de 3 a 10 Hz, com um máximo em 7 Hz que é mais de 3 vezes maior na componente vertical. O pico de 30 Hz corresponde ao ruído provocado pelas turbinas das usinas nucleares (1800 rpm) e o de 3 a 10 Hz com um máximo em 7 Hz, provavelmente ao ruído provocado pelo trânsito de veículos na rodovia BR 101. O ruído de baixa frequências, menor que 1 Hz, é provocado principalmente pelas ondas marinhas, por esse motivo ele é menor (entre 3 e 5 vezes, nas componentes horizontal e vertical, respectivamente) no Ponto 1 (Angra 3), que está mais afastado do mar, que no Ponto 6 (Vila 1), que fica na praia. Entretanto, esse nível de ruído depende também do estado do tempo durante o teste, que pode provocar ondas marinhas com maior intensidade quando o clima está instável, e depende também da posição geográfica da praia, que pode estar mais ou menos sujeita ao embate direto do mar.

Ruído existente no Ponto 2 (Estação Meteorológica)

Este ponto está localizado em um morro alto à nordeste da CNAAA, distante ao redor de 1 km das usinas nucleares, perto de 300 m da Rodovia BR 101 e a pouco mais de 600 m do mar. O acesso é efetuado por uma estrada asfaltada de uso privativo da ELETRONUCLEAR, que se inicia na Rodovia BR 101, através de uma porteira trancada com cadeado. Nesse local existem várias antenas de transmissão, inclusive a de dados da Estação Meteorológica, com áreas cercadas e com pontos de acesso para força elétrica e linha telefônica.

Nas Figuras 2a, 2b, e 2c, são apresentados os sismogramas analógicos correspondentes a testes efetuados no Ponto 2 (morro da Estação Meteorológica) em três afloramentos próximos a essa estação, dois fora da cerca e um dentro da área da estação. Esses registros mostram um nível de ruído de alta frequência, maior que o registrado no Ponto 1 (Angra 3), provocado tanto pelo campo eletromagnético criado pela linha de

alta tensão que passa próxima dos pontos testados, quanto pelo fato de tais afloramentos estarem separados pela erosão, do batólito que os originou. Este fato foi comprovado pelo ruído observado quando as pessoas caminharam nas proximidades do sismógrafo no momento dos testes, o que não ocorre quando o afloramento está firmemente acoplado com a rocha de embasamento. Foi tentado também, no caso do afloramento dentro da cerca, fazer uma conexão com o fio terra da linha de suprimento de força elétrica, com a intenção de eliminar a ruído provocado pela linha de alta tensão, porém sem resultado positivo, razão pela qual concluímos que esse ruído é de origem eletromagnética. Devido a esses motivos, não foi necessário efetuar o teste com o sismógrafo digital nestes afloramentos.

Ruído existente no Ponto 3 (Praia 1)

O Ponto 3 foi escolhido, em um afloramento que está localizado no extremo sul da Praia de Piraquara de Dentro, onde funciona o cais da Marina, administrada pelos empregados da ELETRONUCLEAR. Este ponto está localizado a 2,2 km da CNAAA e a 1,5 km da rodovia BR 101. O acesso a este ponto é efetuado por uma estrada secundária de quase 2 km de extensão, empedrada na porção inicial e de terra na porção final, a qual era utilizada para chegar até uma antigo paiol e que agora permite chegar até o cais da Marina. Na Marina existe acesso à força elétrica e a linha telefônica. Do ponto de vista de segurança, este ponto tem a vantagem de que a praia da Marinha é freqüentada principalmente pelos empregados da ELETRONUCLEAR e seus familiares.

Os testes analógicos efetuados no Ponto 3 (Praia 1) são apresentados na Figura 3a. O nível de ruído na componente vertical, neste ponto de acordo com essa figura, é menor que no ponto de referência (Angra 3). Os espectros de maior nível de ruído, obtidos dos registros digitais no Ponto 3 (Praia 1), são apresentados na Figura 3b para a componente vertical e na Figura 3c, para a horizontal, em ambos os casos comparados com os espectros de maior nível de ruído correspondentes, obtidos no Ponto 6 (Vila 1).

Os espectros de ruído sísmicos no Ponto 3 (Praia 1) têm amplitudes ligeiramente menor ou igual que os espectros correspondentes do Ponto 6 (Vila 1), quase que em todo o intervalo de freqüências entre 2 e 50 Hz, principalmente na componente vertical, e menor ainda na componente horizontal, até por volta de 12 Hz, quando a amplitude do espectro do Ponto 3 passa a ser praticamente igual que a do Ponto 1, conforme é mostrado nas Figuras 3b e 3c. Existe um pico muito claro em 30 Hz que é pouco mais de 2 vezes maior na componente vertical e menos de 2 vezes maior na horizontal. Nas freqüências entre 7 e 10 Hz, o ruído no Ponto 6 (Vila 1) é ao redor de 2 a 4 vezes maior que no Ponto 3 (Praia 1), e nas freqüências menores que 1 Hz, o ruído no Ponto 6 é também maior pouco mais de 3 vezes em ambas componentes, que o mesmo ruído do Ponto 3. O ruído de 30 Hz é o provocado pelas turbinas das usinas nucleares, por esse motivo este ruído é maior no Ponto 3, que está localizado mais próximo da CNAAA que o Ponto 6. Os ruídos entre 7 e 10 Hz e o de baixa freqüência (menor que 1Hz) são provocados pelo tráfico de veículos na Rodovia BR 101 e pelas ondas marinhas, respectivamente, para os quais o Ponto 6 é mais próximo e mais propenso ao efeito de tais ruídos, que o Ponto 3.

Ruído existente no Ponto 4 (Morro)

Este ponto está localizado a 1,5 km distante das usinas nucleares, a 250 m da Rodovia BR 101 e a 500 m do mar. O acesso é o mesmo que para o Ponto 2 (Estação meteorológica), até uma bifurcação que foi utilizada como desvio quando ocorreu o desabamento em um trecho da Rodovia BR 101 em 1989, próximo da CNAAA. Este ponto fica fora da propriedade liberada para a ELETRONUCLEAR e não tem nenhum apoio tanto para segurança, como para acesso à eletricidade e telefone.

Os testes efetuados com o sismógrafo analógico estão mostrados na Figura 4a, onde pode ver-se claramente que o nível de ruído sísmico neste ponto é parecido ou ligeiramente maior que no ponto de referência (Ponto 1). Mesmo assim foram efetuadas as amostragens de ruído com o sismógrafo digital, as quais são apresentadas nas Figuras 4c e 4d.

As amplitudes dos espectros de ruído sísmico no Ponto 4 (Morro) nas duas componentes são maiores que as dos espectros do Ponto 6 (Vila 1) praticamente em todo o intervalo de frequências entre 3 e 30 Hz. Alguns picos importantes estão entre 5 e 8 Hz que é pelo menos 2 vezes maior no Ponto 4 em ambas componentes (ruído provocado pelo tráfego de veículos na Rodovia BR 101); o pico de 20 Hz, que é mais de 16 vezes maior na componente vertical do Ponto 4, e quase 6 vezes maior na componente horizontal desse ponto, comparado com o ruído dessa frequência no Ponto 6 (ruído de origem desconhecida, provavelmente provocado pela rede de alta tensão que passa não muito longe do Ponto 4); e o pico de 30 Hz (ruído provocado pelas turbinas das usinas nucleares), que é quase 10 vezes maior na componente horizontal do Ponto 4 e quase 6 vezes maior na componente horizontal deste ponto, em relação ao mesmo pico observado no Ponto 6 (Vila 1). O ruído de baixa frequência (menor que 1 Hz) é menor (entre 2 a 4 vezes) no Ponto 4 que no Ponto 6, devido à maior distância, desse ponto, ao mar. No Ponto 4 (Morro) o nível de ruído de alta frequência (maior que 30 Hz) é muito baixo, menor que no Ponto 6, em ambas componentes.

Ruído existente no Ponto 5 (Praia 2)

O Ponto 5 está localizado na beira do mar, em um afloramento de rocha de embasamento, próxima de onde está instalado um mareógrafo, a 1,8 km das usinas nucleares e a pouco mais de 1 km da Rodovia BR 101. O acesso é feito pela mesma estrada que se utiliza para chegar ao cais da Marina, até um ponto quase 1 km antes do cais, onde tem que ser utilizada uma escada para descer quase 20 m até o mareógrafo, próximo do qual fica o afloramento do Ponto 5. Existe em este local possibilidades de ter acesso à eletricidade e a linha telefônica. Do ponto de vista de segurança, também é conveniente considerando o acesso restrito para os operadores do mareógrafo quando o mesmo é utilizado.

Os resultados do teste de ruído obtidos com o sismógrafo analógico são mostrados nos registros da Figura 5a, onde se observa que os mesmos são de melhor qualidade que os registros obtidos no Ponto 1 (Angra 3), utilizado como referência. Os espectros do ruído registrado neste ponto são mostrados nas Figuras 5b e 5c.

Os espectros correspondentes ao ruído registrado no Ponto 5 (Praia 2) é muito parecido com o espectro do Ponto 6 (Vila 1), até um pouco menor principalmente nas

freqüências maiores que 30 Hz e menores que 1 Hz, na componente vertical. O ruído de 30 Hz é maior no Ponto 5 (Praia 2) pelo menos 10 vezes maior que no Ponto 6 (Vila 1) na componente horizontal e quase 3 vezes na vertical. Este nível de ruído elevado em 30 Hz no Ponto 5 se justifica pela proximidade as usinas nucleares.

Ruído existente no Ponto 6 (Vila Mambucaba)

O Ponto 6 (Vila Mambucaba) encontra-se localizado em um afloramento existente no extremo SW da praia que fica em frente à Vila Residencial de Mambucaba, em um local conhecido como Ponta do Morrinho. Este ponto dista aproximadamente 10 km da CNAAA e quase 400 m da Rodovia BR 101. Também é possível neste local, ter acesso à eletricidade e a linha telefônica. Do ponto de vista de segurança, por estar dentro de uma Vila Residencial, existem boas condições neste quesito.

O teste de ruído sísmico efetuado com o sismógrafo analógico no Ponto 6, no dia 01 de setembro de 2000, é apresentado na Figura 6a. Nessa oportunidade o ruído existente nesse ponto foi muito menor que o do ponto de referência, e um dos menores dos testes efetuados neste projeto. Por esse motivo, os espectros de ruído sísmico correspondentes a este ponto, que são identificados como (Vila 1), foram utilizados como padrão de comparação dos espectros dos outros pontos testados para implantação da ESAR, como vimos na análise acima.

Pouco depois ao teste efetuado no início de setembro no Ponto 6, foi terminada de construir uma torre de 18 m que será utilizada para comunicações nessa região. Por esse motivo foi efetuado um outro teste nos dias 10 e 11 de outubro passados, para verificar o efeito dessa torre no nível de ruído sísmico do Ponto 6. Os espectros do nível de ruído sísmico desse teste adicional no Ponto 6, que está identificado como (Vila 2), são mostrados nas Figuras 6b e 6c, comparados com os espectros do teste efetuado antes da construção da torre nesse morro (Vila 1).

Depois da construção da torre no morro onde está localizado o Ponto 6, o ruído sísmico aumentou significativamente, como pode ser visto nas Figuras 6b e 6c, principalmente no intervalo de freqüência entre 2 e 8 Hz, onde o ruído aumentou entre 4 e 7 vezes, e no intervalo entre 10 e 30 Hz, onde o ruído aumentou em torno de 2 vezes depois da construção da torre de 18 m. O ruído de baixa freqüência, menor que 1 Hz, foi menor no segundo teste (Vila 2) quando as condições climatológicas estavam tranquilas, comparadas com as do dia do primeiro teste (Vila 1), quando estava chovendo. A construção da torre de 18 m de altura, no mesmo morro onde está localizado o Ponto 6, resultou em um aumento significativo do nível de ruído neste local, a ponto de não prestar mais este ponto para ser considerado como um provável local para construção do abrigo dos sensores da ESAR, como seria antes da construção dessa torre.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

A análise a seguir foi efetuada com base nos resultados dos testes de ruído sísmico efetuados na região que abrange a CNAAA, com a finalidade de selecionar o local para a instalação dos sensores da Estação Sismográfica de Angra dos Reis (ESAR):

- 1- Dos pontos testados, em ordem de menor para maior ruído na faixa de frequência conveniente para os objetivos do projeto (1 a 30 Hz), os que apresentam menor nível de ruído sísmico são:
 - a) Ponto 6 (Vila 1), antes da instalação da torre de 18 m no mesmo morro do afloramento testado, onde o nível de ruído das turbinas das usinas nucleares praticamente é imperceptível, embora o ruído da Rodovia BR-101 seja ligeiramente perceptível;
 - b) Ponto 3 (Praia 1), que em termos gerais apresenta um nível de ruído menor ou igual que o do Ponto 6 (Vila 1), inclusive sem os efeitos da Rodovia BR-101, porém com o ruído das turbinas das usinas nucleares perceptível, embora em níveis aceitáveis (menores que 0,1 nm de amplitude, em ambas componentes);
 - c) Ponto 5 (Praia 2), com um nível de ruído sísmico bastante parecido com o do Ponto 6 (Vila 1), inclusive mostrando um efeito da Rodovia BR-101, parecido com o deste ponto, porém apresentando o ruído das turbinas das usinas nucleares bem mais proeminente que nos pontos acima, principalmente na componente horizontal, devido a sua menor proximidade a essa fonte de ruído, que os outros pontos.
- 2- A construção da torre de comunicações no morro onde se encontra o afloramento do Ponto 6, afetou de forma significativa o nível de ruído sísmico desse local em ambas componentes, principalmente na faixa de frequência de interesse mencionada acima, por esse motivo este local não será mais considerado com um dos prováveis locais para a construção do abrigo dos sensores da ESAR;
- 3- Em termos gerais, o nível de ruído existente nos pontos 3 (Praia 1) e 5 (Praia 2), são compatíveis, e até menores, com o nível mínimo recomendado para estações sismográficas em regiões de borda de continente, que é de 10 nm em 0,2 Hz, 1 nm em 1 Hz, 0,1 nm em 5 Hz e 0,01 nm em 50 Hz; essas amplitudes de ruído só são ultrapassadas no ruído de 7 a 10 Hz (Rodovia Br-101) no Ponto 5, e no ruído de 30 Hz (turbinas das usinas) em ambos pontos, só que no Ponto 5 (Praia 2) a amplitude desse ruído é muito maior que no Ponto 3 (Praia 1), chegando a ser maior que 0,1 nm na componente horizontal contra menos que 0,04 nm na componente vertical do Ponto 3.
- 4- Em termos de comparação, apresentamos na Figura 7 o sismograma de uma explosão registrada em Belo Horizonte, com os sensores instalados num afloramento de rocha de embasamento. Nesse caso o evento registrado corresponde a um pequeno sismo de magnitude menor que 3,0 m_b , ocorrido a uma distância de 20 km. Na Figura 8, apresentamos os espectros da componente vertical, do nível de ruído sísmico do ponto de registro desse evento, o espectro da explosão incluindo o ruído, e o nível de ruído no Ponto 6 (Vila 1), antes da construção da torre. As ondas sísmicas da explosão têm amplitudes até 30 vezes maiores que as do ruído de fundo no ponto de registro e o ruído de fundo nesse ponto é entre 5 e 10 vezes maior que o nível de ruído no Ponto 6 (Vila 1), no intervalo de frequência de interesse. Nas baixas frequências (menores que 1 Hz)

o ruído no ponto em Belo Horizonte é menor que no Ponto 6, que está mais próximo das ondas marinhas.

Considerando a análise apresentada acima, podemos apresentar a seguinte conclusão:

O melhor local para a instalação dos sensores da ESAR, do ponto de vista do nível de ruído sísmico é o Ponto 3 (Praia 1), que está localizado próximo ao cais da Marina. Do ponto de vista de acesso ao local e de acesso à força elétrica e ao sistema telefônico da CNAAA, esse ponto também é recomendável.

Entretanto, o afloramento onde foi efetuado o teste de ruído, fica muito próximo da praia da Marina, que deve ser bastante concorrida no verão, de modo que esse afloramento não seria o recomendável para construir o abrigo dos sensores da ESAR.

Por esse motivo, como se indica anteriormente, foi visitado um afloramento com uma parede vertical a perto de 400 m, dessa praia, na direção leste (ver mapa da Figura 9). Porém, como foi comentado anteriormente no caso desse afloramento, além do acesso ter que ser efetuado pelo mar, existem as dificuldades de ter que estender a linha de fornecimento de eletricidade e a de telefone desde a Praia da Marina, fora das dificuldades existentes para efetuar as obras de construção desse abrigo pela existência de grande pedaços de rocha solta em frente ao afloramento (ver Foto 5).

Considerando essas dificuldades, a outra alternativa seria procurar a extensão do afloramento onde foi realizado o teste, se afastando convenientemente dessa praia (em torno de 50 m, morro cima), para o qual deverão ser efetuadas algumas escavações.

RECOMENDAÇÕES

Considerando a conclusão e as ponderações efetuadas acima, apresentamos as seguintes recomendações:

Primeira Recomendação

Com base nos resultados dos testes de ruído sísmico efetuados na área próxima da CNAAA, recomendamos que o local do Ponto 3 (Praia 1) seja utilizado para construir o abrigo para os sensores da ESAR.

Segunda Recomendação

Para escolher o ponto exato onde deverá ser construído o abrigo dos sensores nesse local, devem ser estudadas as seguintes possibilidades:

- a) Encontrar um afloramento nas proximidades do ponto testado, até perto de 50 m morro acima, efetuando escavações com esse fim; ou,
- b) Analisar a possibilidade de construir esse abrigo no afloramento vertical que fica 400 m a leste do ponto testado.

Para avaliar essas possibilidades, será necessário contar com mão de obra capaz de efetuar as escavações, e para analisar o afloramento vertical, será necessário o parecer de algum engenheiro com experiência nesse tipo de obra, nas condições existentes neste caso.

Dependendo do tipo de afloramento que seja encontrado perto do ponto testado, o abrigo a ser construído poderá ser na forma de uma construção em cima da rocha, se o afloramento encontrado for horizontal, com proteção para mudanças de temperatura e pressão ou na forma de um túnel, se o afloramento for vertical, ou uma mistura de ambos. No caso do afloramento vertical, o abrigo terá que ser na forma de um túnel escavado nesse afloramento.

Terceira Recomendação

Para evitar o aumento do ruído sísmico existente neste local, será necessário que o último trecho da estrada que chega até o cais da Marina, seja asfaltado ou empedrado, para evitar o aparecimento de buracos na pista, que possam provocar trepidações durante a passagem de veículos, principalmente os mais pesados.



Jesus Berrocal

São Paulo, 27 de outubro de 2000.

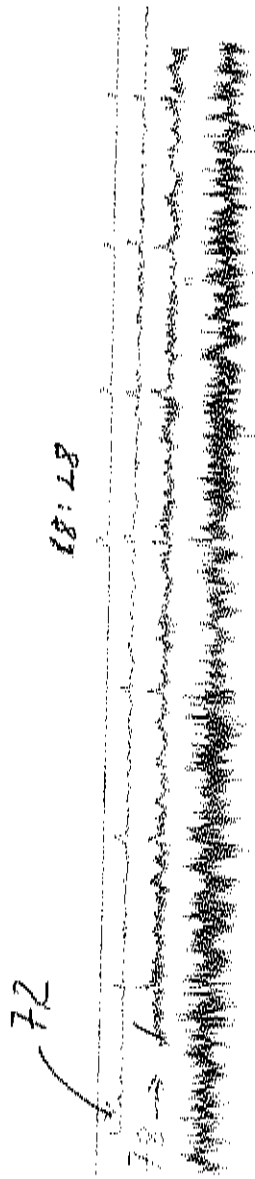


Figura 1a - Porção do registro correspondente ao teste de ruído sísmico preliminar efetuado no Ponto 1 (Angra 3), utilizando o sísmógrafo analógico. Observe que o ruído de alta frequência é bastante proeminente neste ponto. São mostrados os testes efetuados com 60, 72, 78 e 84 dB de amplificação. Este registro foi utilizado como referência para os testes adicionais. As marcas de tempo marcam intervalos de 10 segundos.

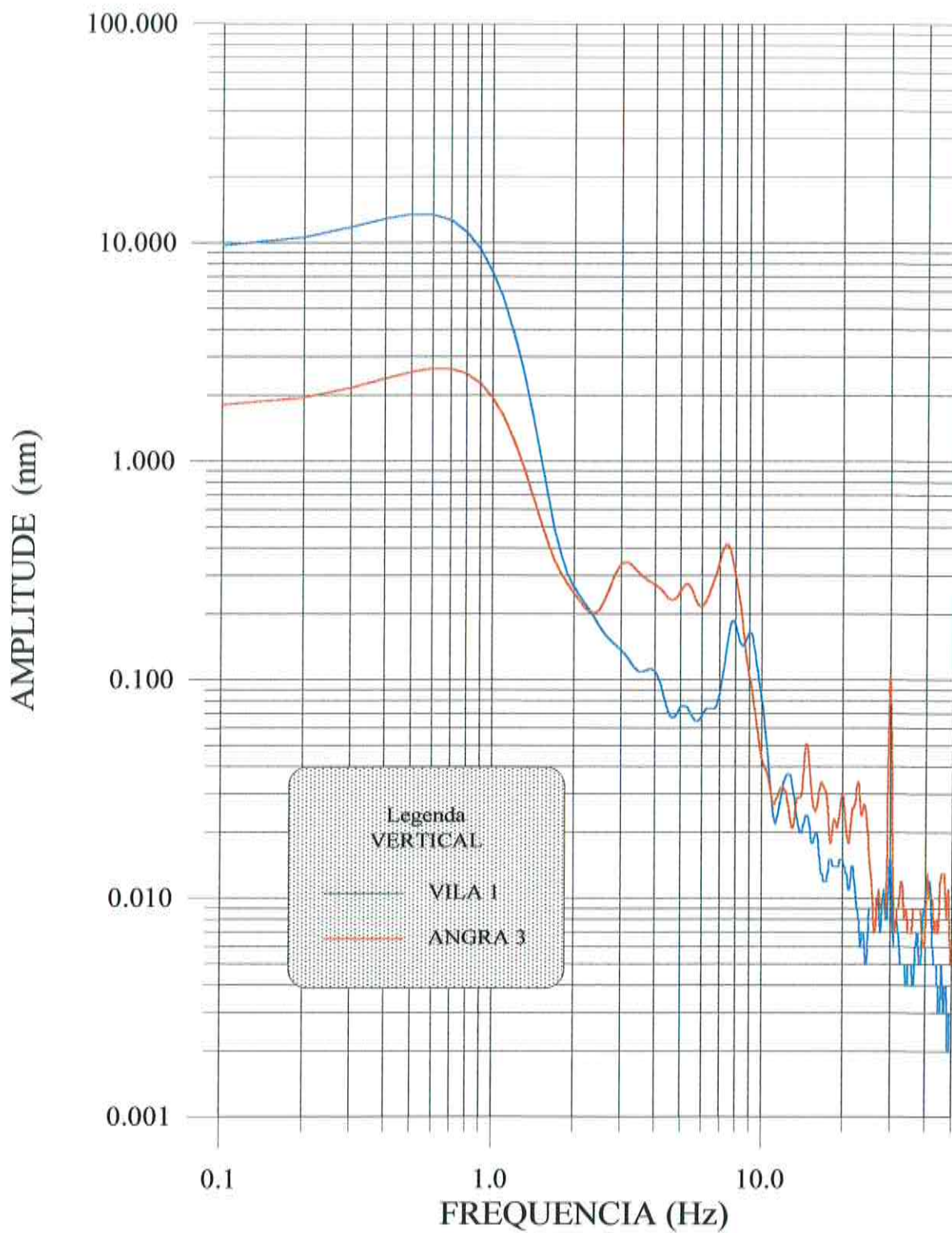


Figura 1b - Espectro do ruído sísmico no Ponto 1 Angra 3), registrado na componente vertical, comparado com espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).

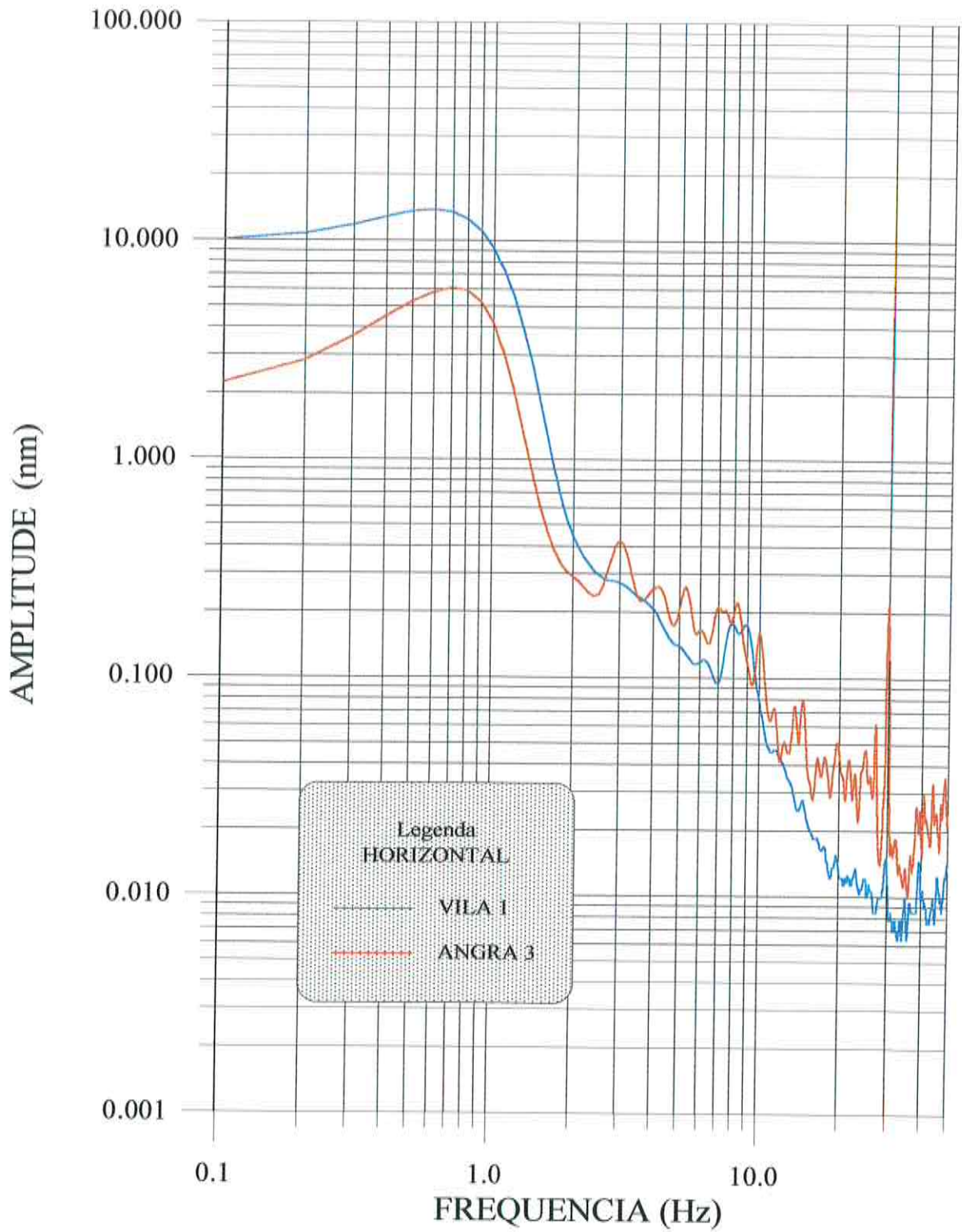
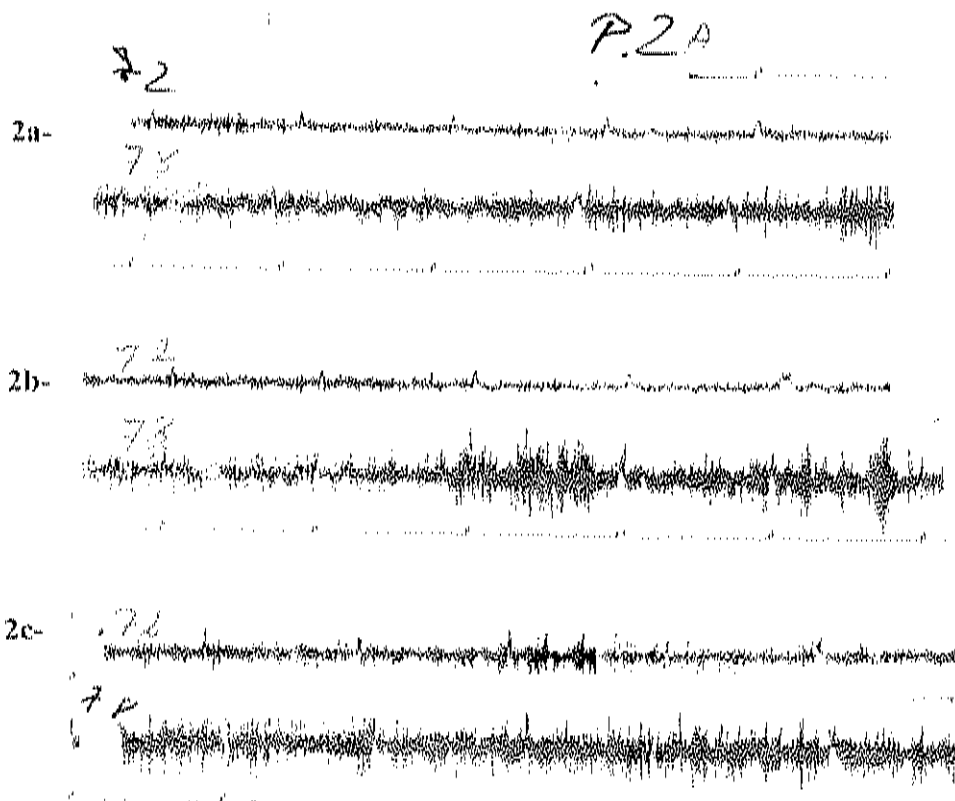


Figura 1c - Espectro do ruído sísmico no Ponto 1 (Angra 3), registrado na componente horizontal, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).



Figuras 2a, 2b e 2c – Porções dos registros correspondentes aos testes de ruído sísmico preliminar efetuado no Ponto 2 (Estação Meteorológica), utilizando o sismógrafo analógico, em três afloramentos diferentes. Observe que o ruído sísmico neste ponto em 78 dB é maior que o ruído do Ponto 1 usado como referência, nesse mesmo ganho. São mostrados os testes efetuados com 72 e 78 dB de amplificação.

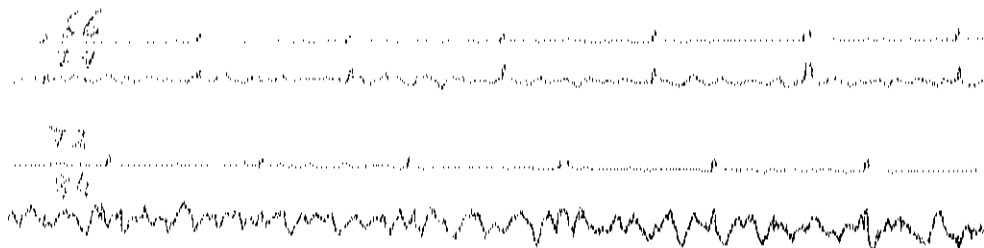


Figura 3a – Porção do registro correspondente ao teste de ruído sísmico preliminar efetuado no Ponto 3 (Praia 1), utilizando o sismógrafo analógico. Observe que o ruído sísmico neste ponto é menor que o ruído do Ponto 1, usado como referência. São mostrados os testes efetuados com 66, 72, 78 e 84 dB de amplificação.

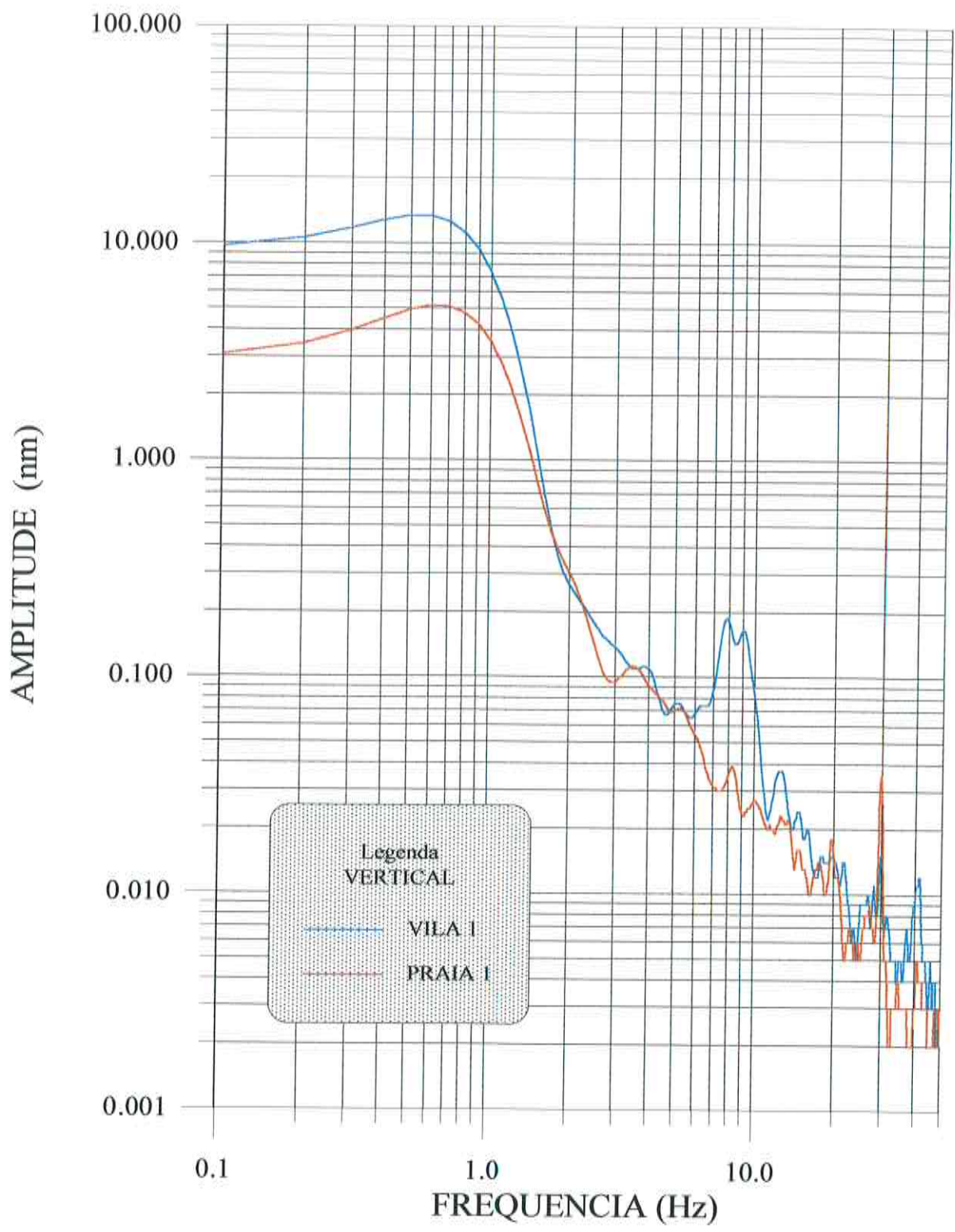


Figura 3b - Espectro do ruído sísmico no Ponto 3 (Praia 1) registrado na componente vertical, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).

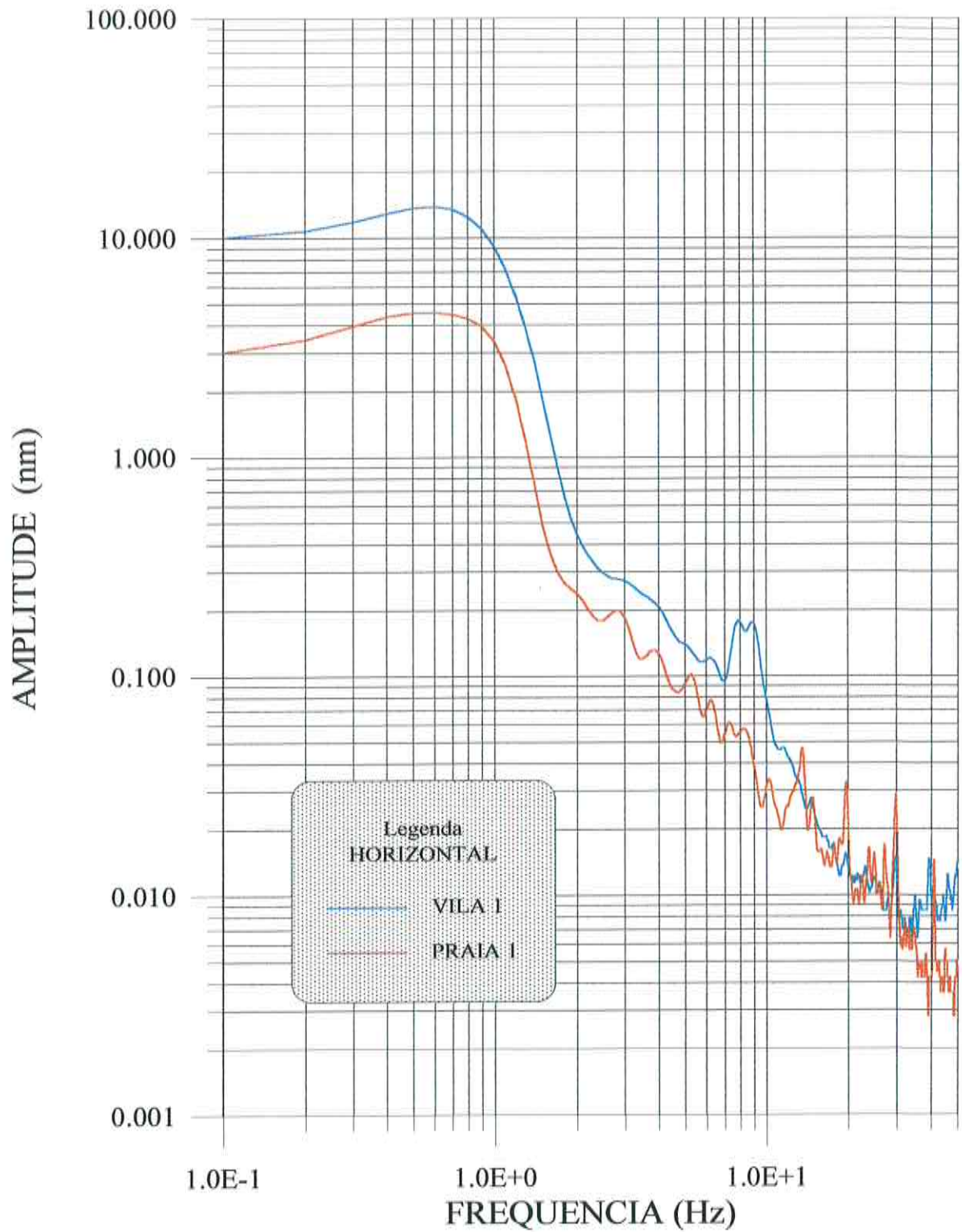


Figura 3c - Espectro do ruído sísmico no Ponto 3 (praia 1) registrado na componente horizontal, comparado com espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).

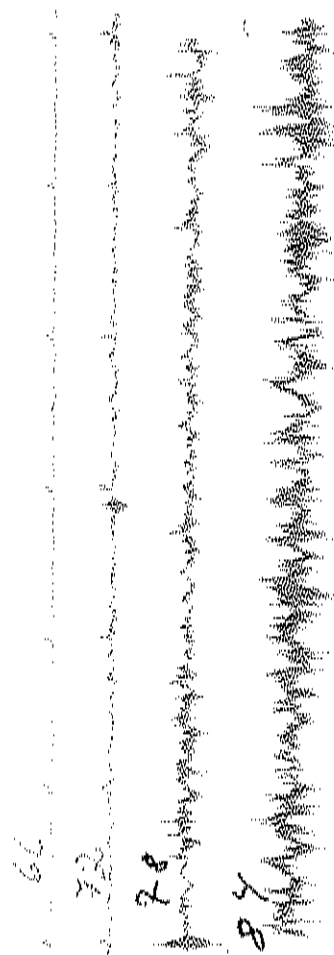


Figura 4a - Porção do registro correspondente ao teste de ruído sísmico preliminar efetuado no Ponto 4 (Morro), utilizando o sismógrafo analógico. Observe que o ruído sísmico neste ponto é parecido com o ruído do Ponto 1, usado como referência. São mostrados os testes efetuados com 66, 72, 78 e 84 dB de amplificação.

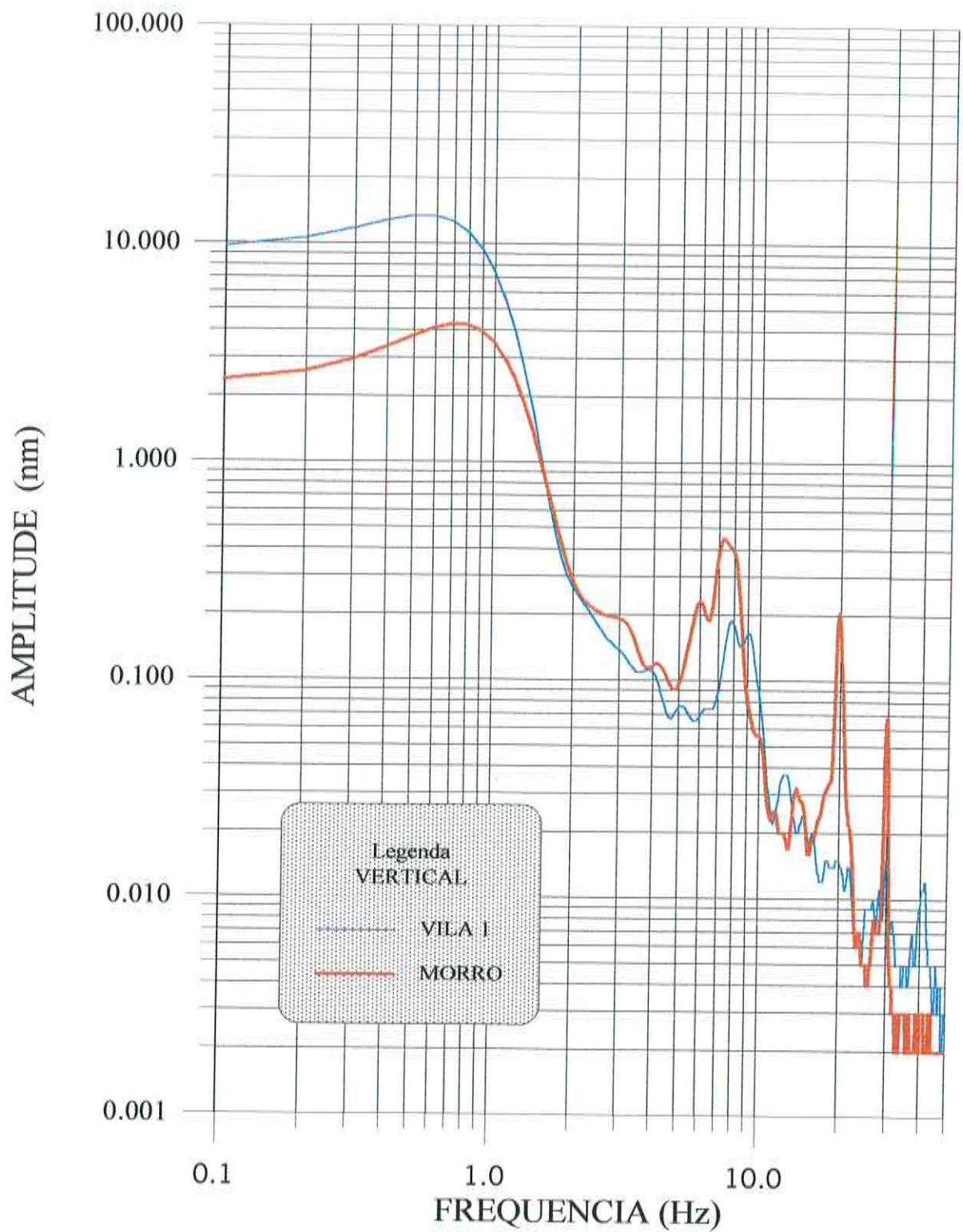


Figura 4b - Espectro do ruído sísmico no Ponto 4 (Morro), registrado na componente vertical, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1)

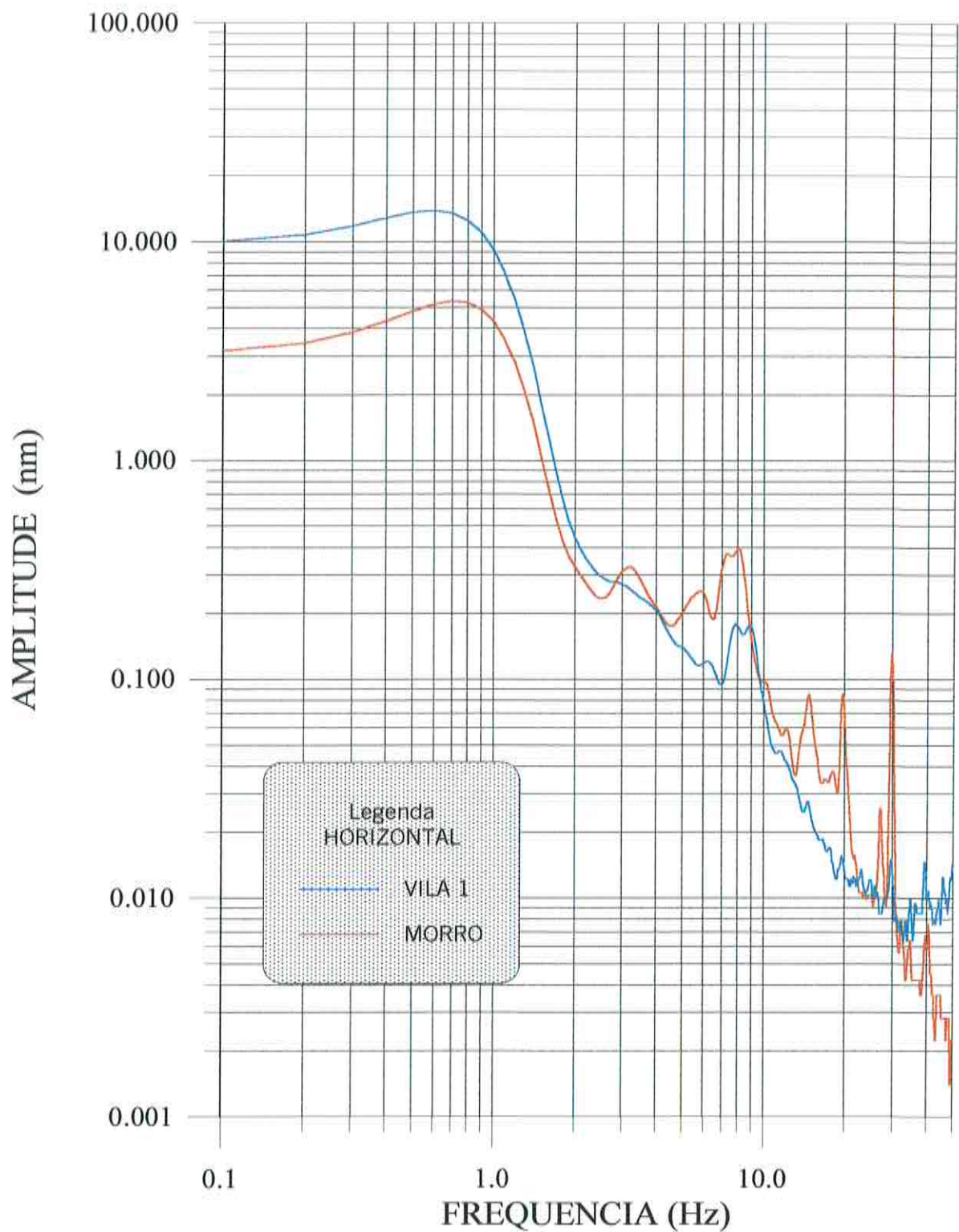


Figura 4c - Espectro do ruído sísmico no Ponto 4 (Morro), registrado na componente horizontal, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).

66

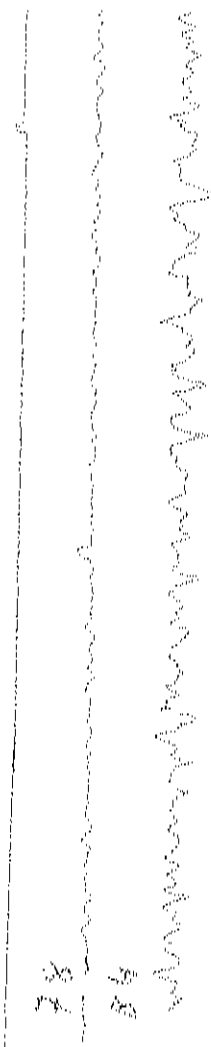


Figura 5a - Porção do registro correspondente ao teste de ruído sísmico preliminar efetuado no Ponto 5 (Praia 2), utilizando o sismógrafo analógico. Observe que o ruído sísmico neste ponto é menor que o ruído do Ponto 1, usado como referência. São mostrados os testes efetuados com 66, 78 e 84 dB de amplificação.

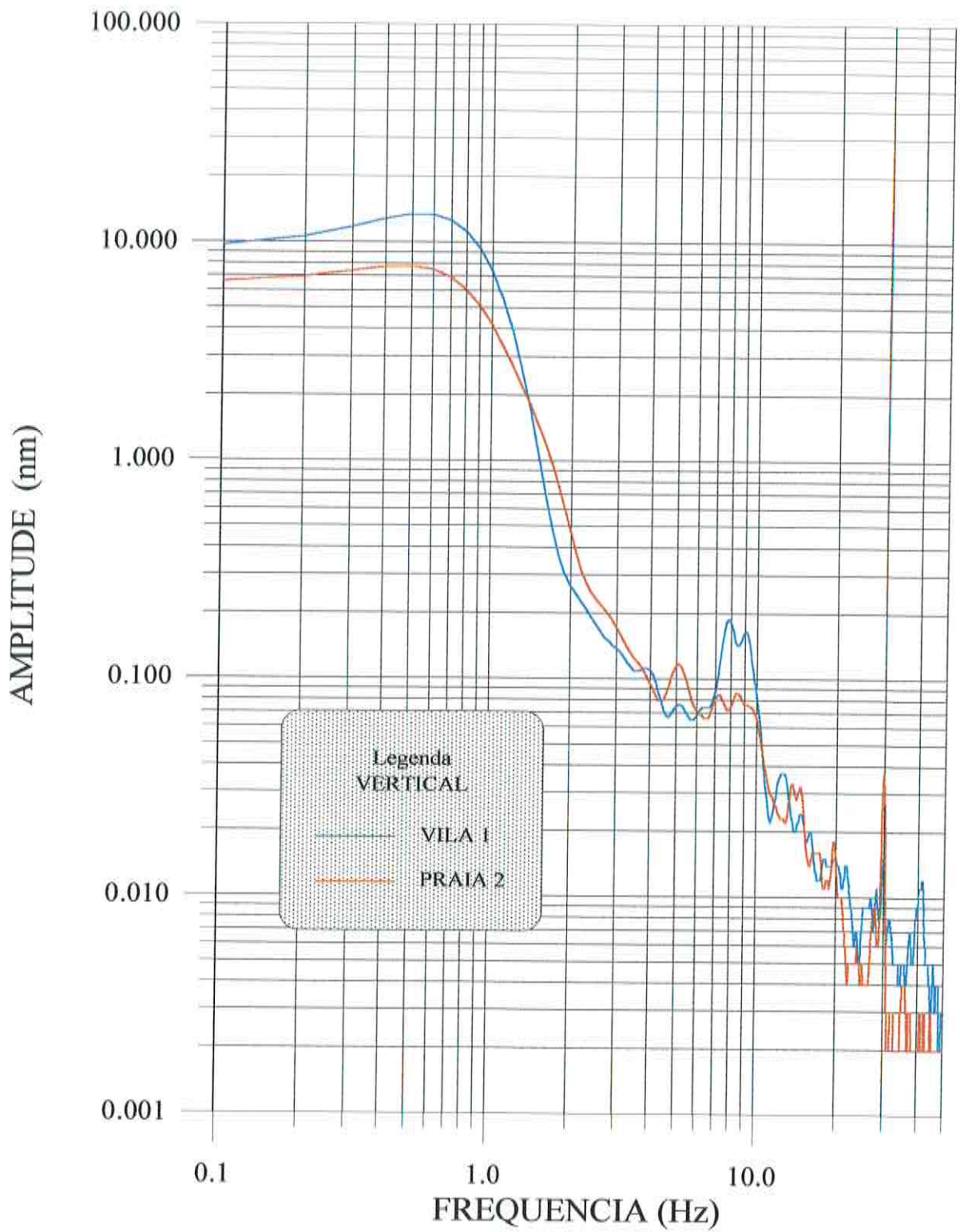


Figura 5b - Espectro do ruído sísmico no Ponto 5 (praia2) registrado na componente vertical, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).

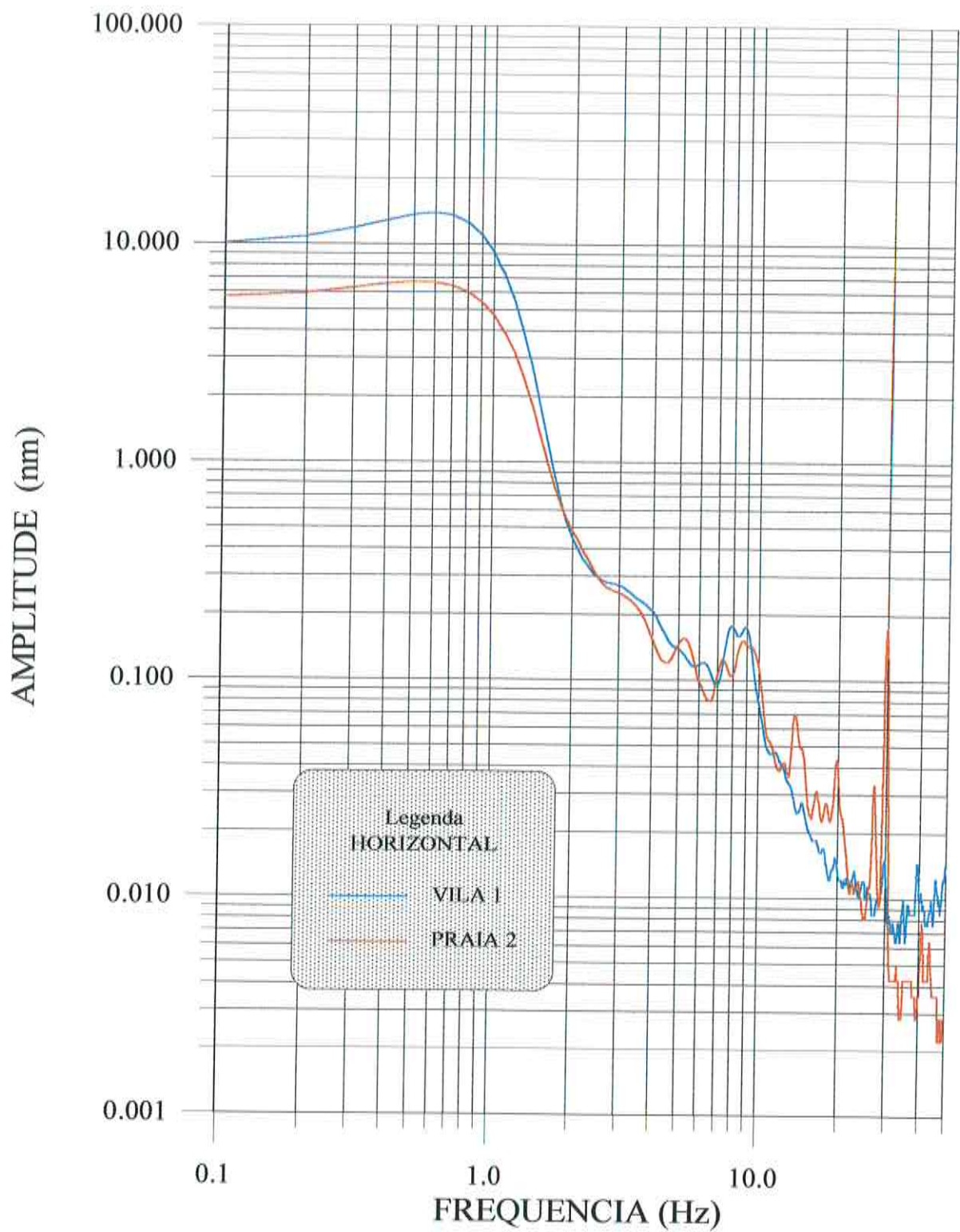


Figura 5c - Espectro do ruído sísmico no Ponto 5 (praia 2) registrado na componente horizontal, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1).

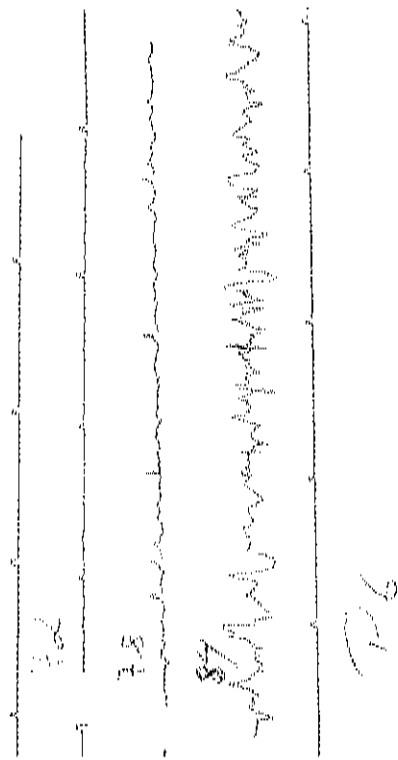


Figura 6a - Porção do registro correspondente ao teste de ruído sísmico preliminar efetuado no Ponto 6 (Vila I), utilizando o sismógrafo analógico. Esse teste foi efetuado antes da construção da torre de comunicações no morro onde está o afloramento do ponto 6. Observe que o ruído sísmico neste ponto é menor que o ruído do Ponto 1, usado como referência. São mostrados os testes efetuados com 72, 78 e 84 dB de amplificação.

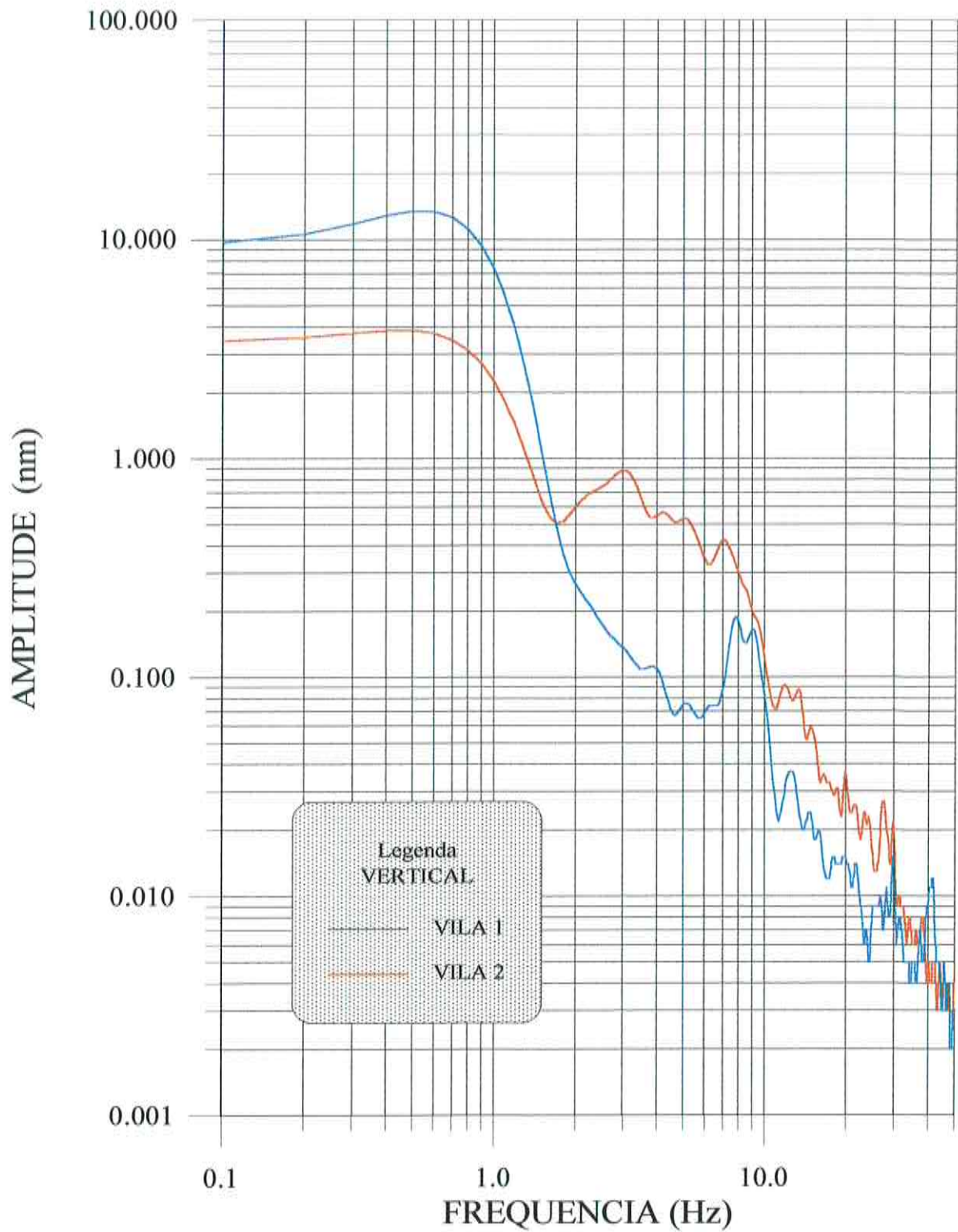


Figura 6b - Espectro do ruído sísmico no Ponto 6 (Vila 2) depois da construção da torre de 18m, registrado na componente vertical, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1) antes da construção dessa torre.

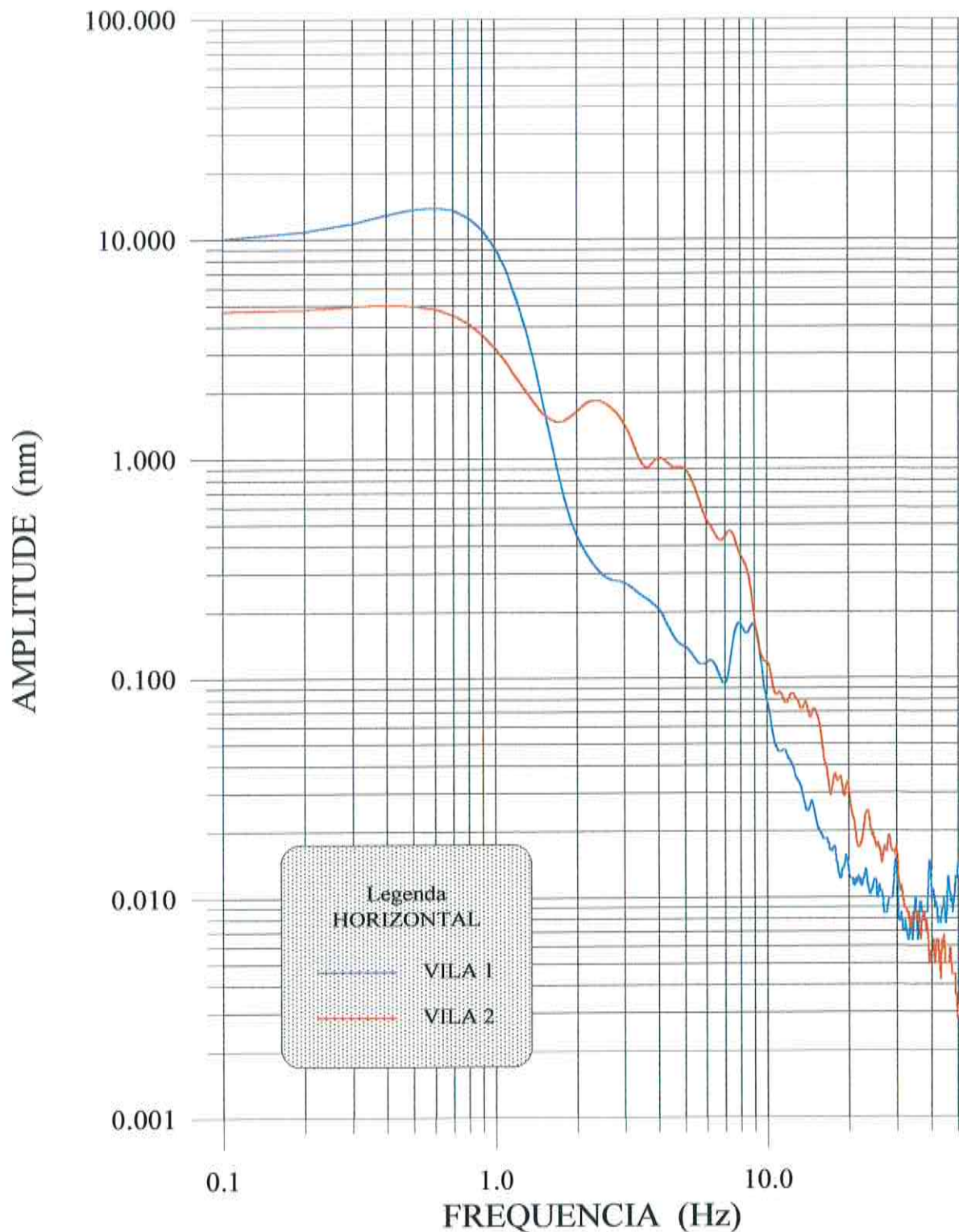


Figura 6c - Espectro do ruído sísmico no Ponto 6 (Vila 2) depois da construção da torre de 18m, registrado na componente horizontal, comparado com o espectro similar do Ponto 6 (Vila 1) antes da construção dessa torre.

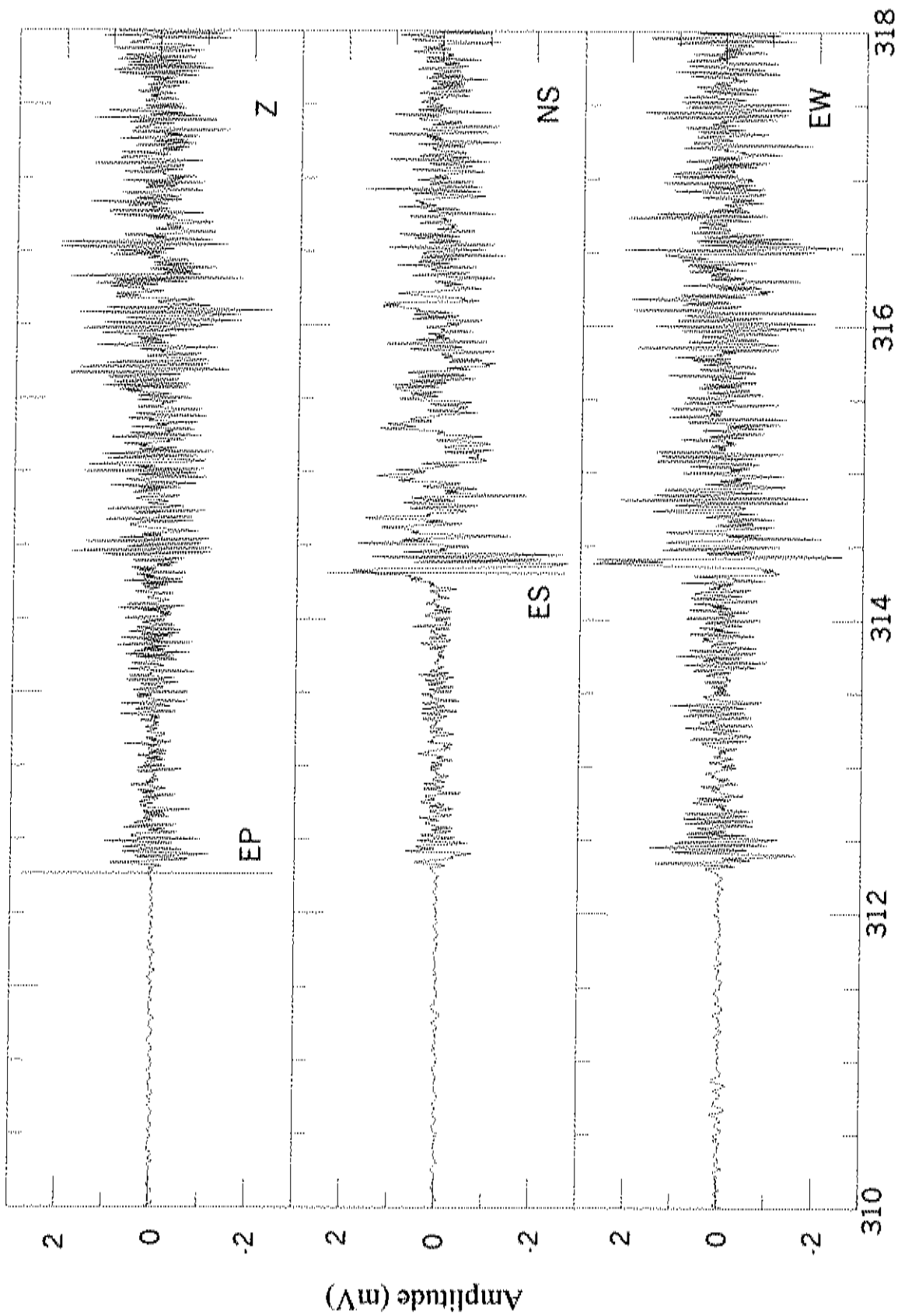


Figura 7 - Sismogramas registrados no local com afloramento de rocha.

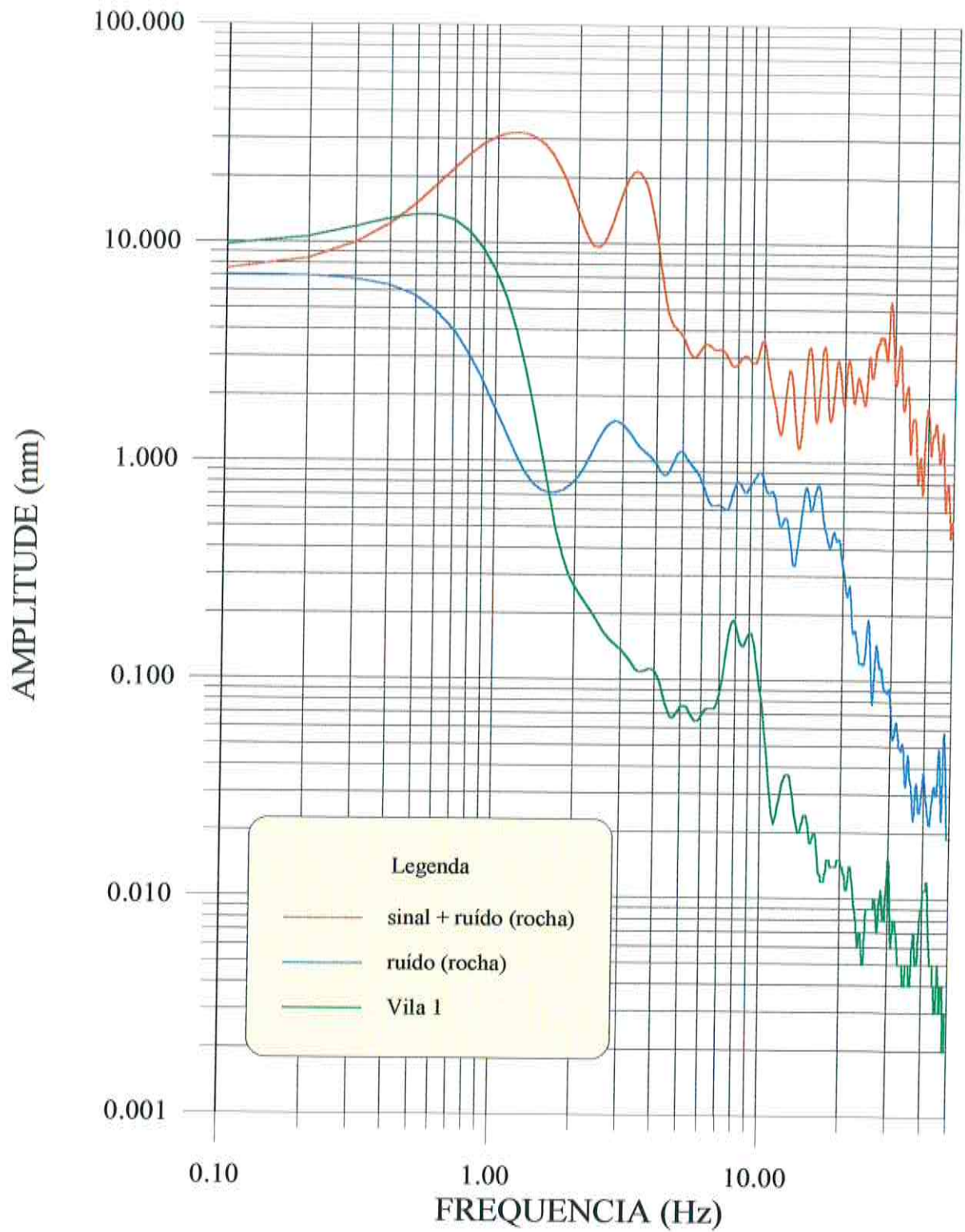


Figura 8 - Espectros da explosão e do ruído sísmico de fundo registrados em Belo Horizonte (MG), comparados com o espectro do teste do ruído sísmico no Ponto 6 (Vila 1)

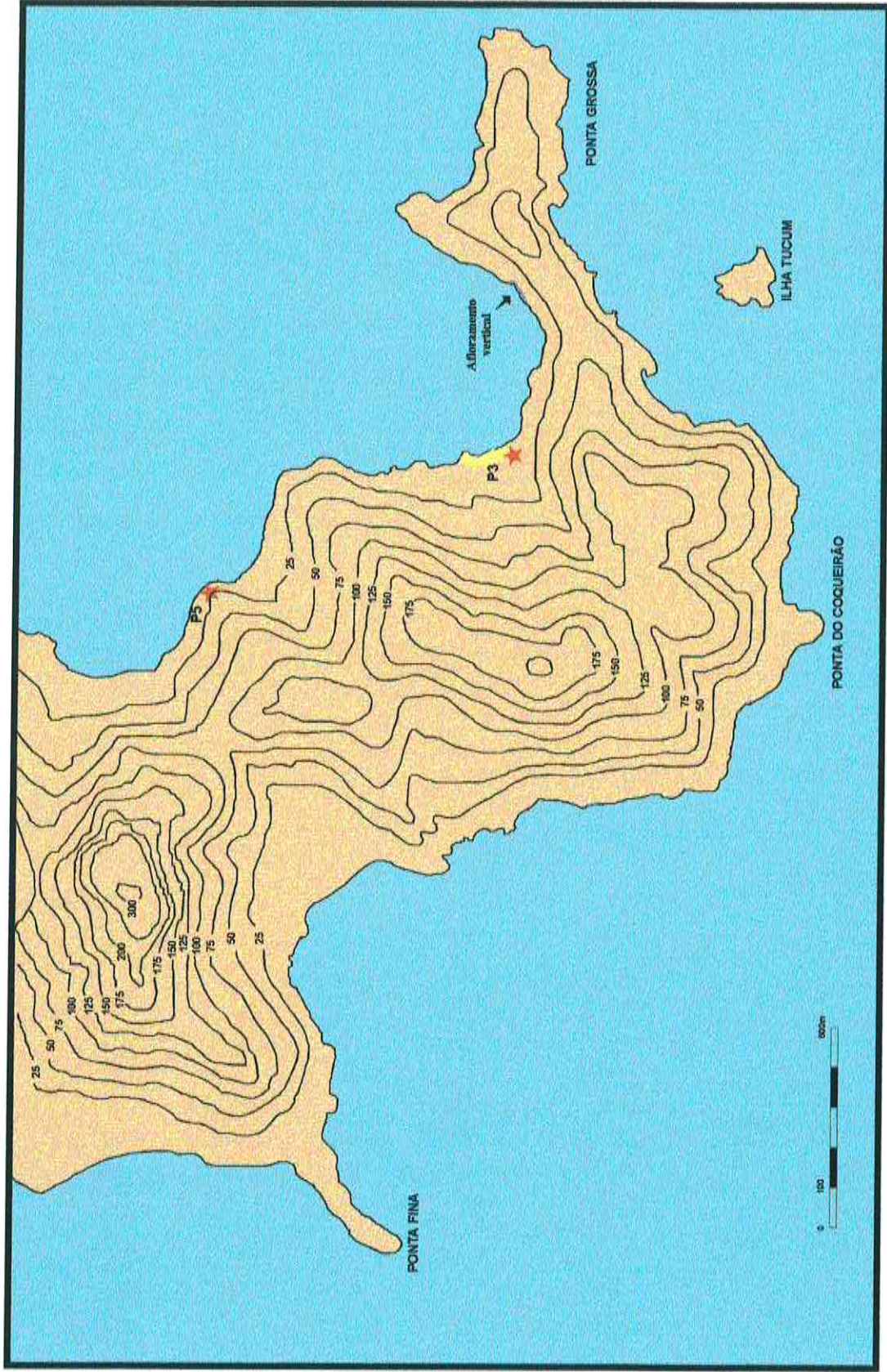


Figura 9 - Mapa de localização do Ponto 3 e do Ponto 5, mostrando a posição do afloramento com uma parede vertical à leste do Ponto 3.



Foto 1 - Ponto 1 (Angra 3) sismógrafo digital em operação.



Foto 2a - Ponto 3 (Praia 1), no fundo da praia



Foto 2b - Ponto 3 (Praia 1), sismógrafo digital instalado



Foto 3 - Ponto 4, teste com sismógrafos analógico



Foto 4 - Afloramento próximo do Ponto 3 (Praia 1)

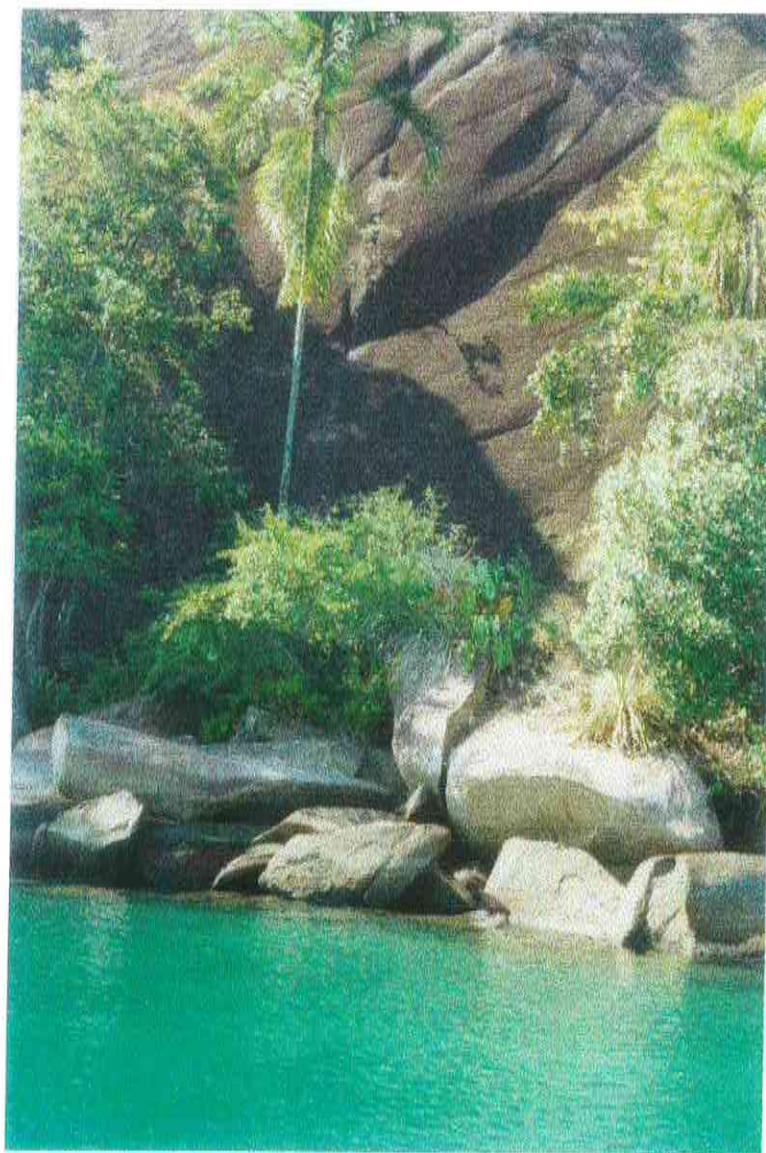


Foto 5 - Cantos rolados em frente ao afloramento da Foto 4, próximo do Ponto 3 (Praia 1)



Foto 6a - Mareógrafo próximo do Ponto 5 (Praia 2)



Foto 6b - Afloramento do Ponto 5 (Praia 2).



Foto 7 - Afloramento do Ponto 6 (Vila 1), com equipamento digital instalado

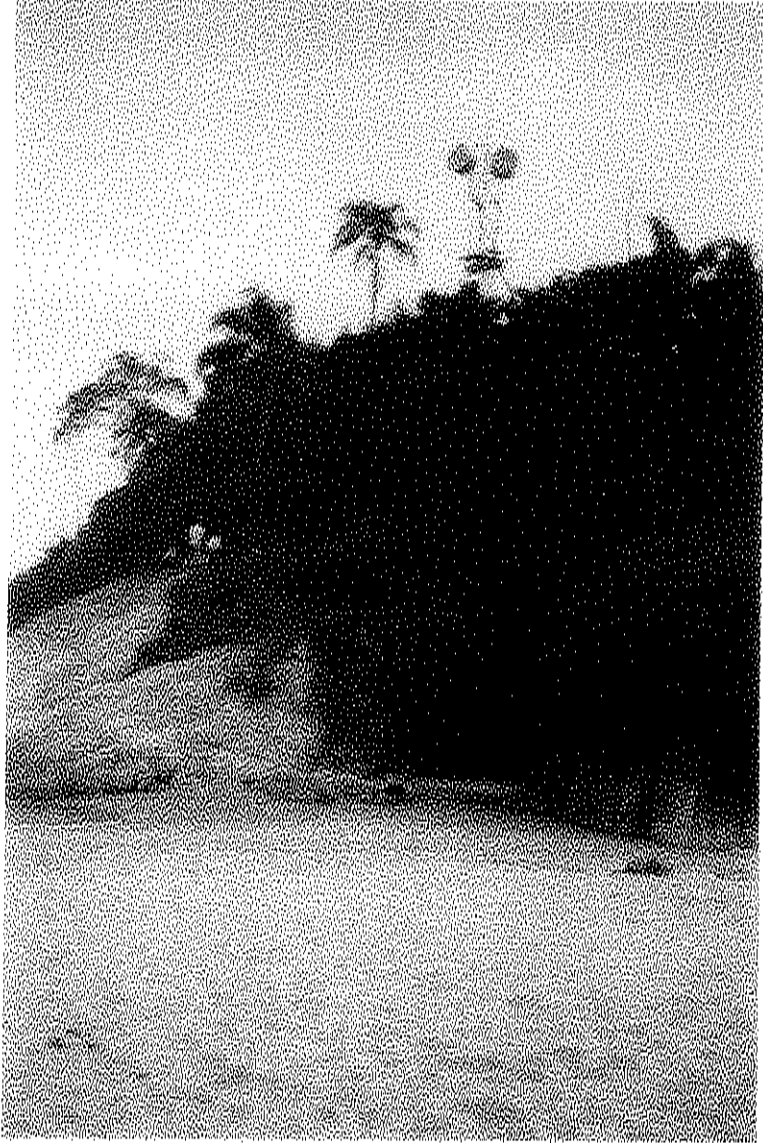


Foto 8 - Ponto 6 (Vila 2), mostrando o afloramento e a Torre de Transmissão

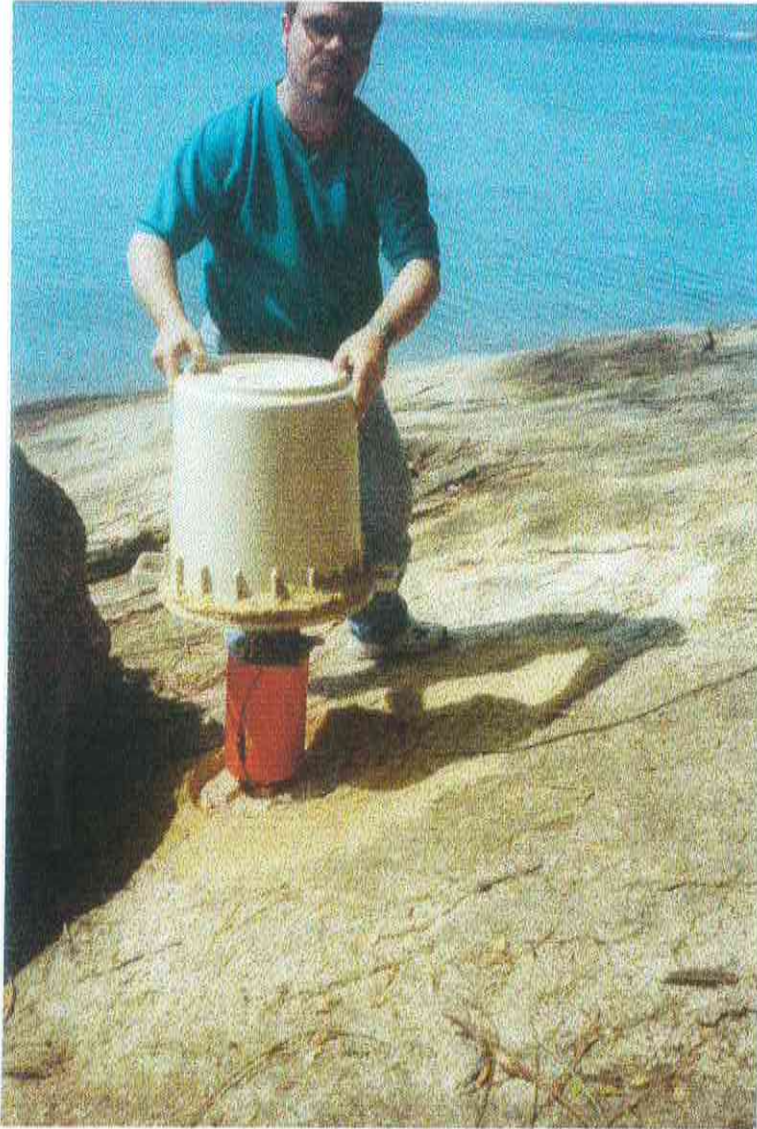


Foto 9 - Sismômetro vertical S-13 de período curto



Foto 10 - Sismógrafo analógico Portacorder



Foto 11 - Sismógrafo digital mostrando os sismômetro L4-C e o registrador SSR-1

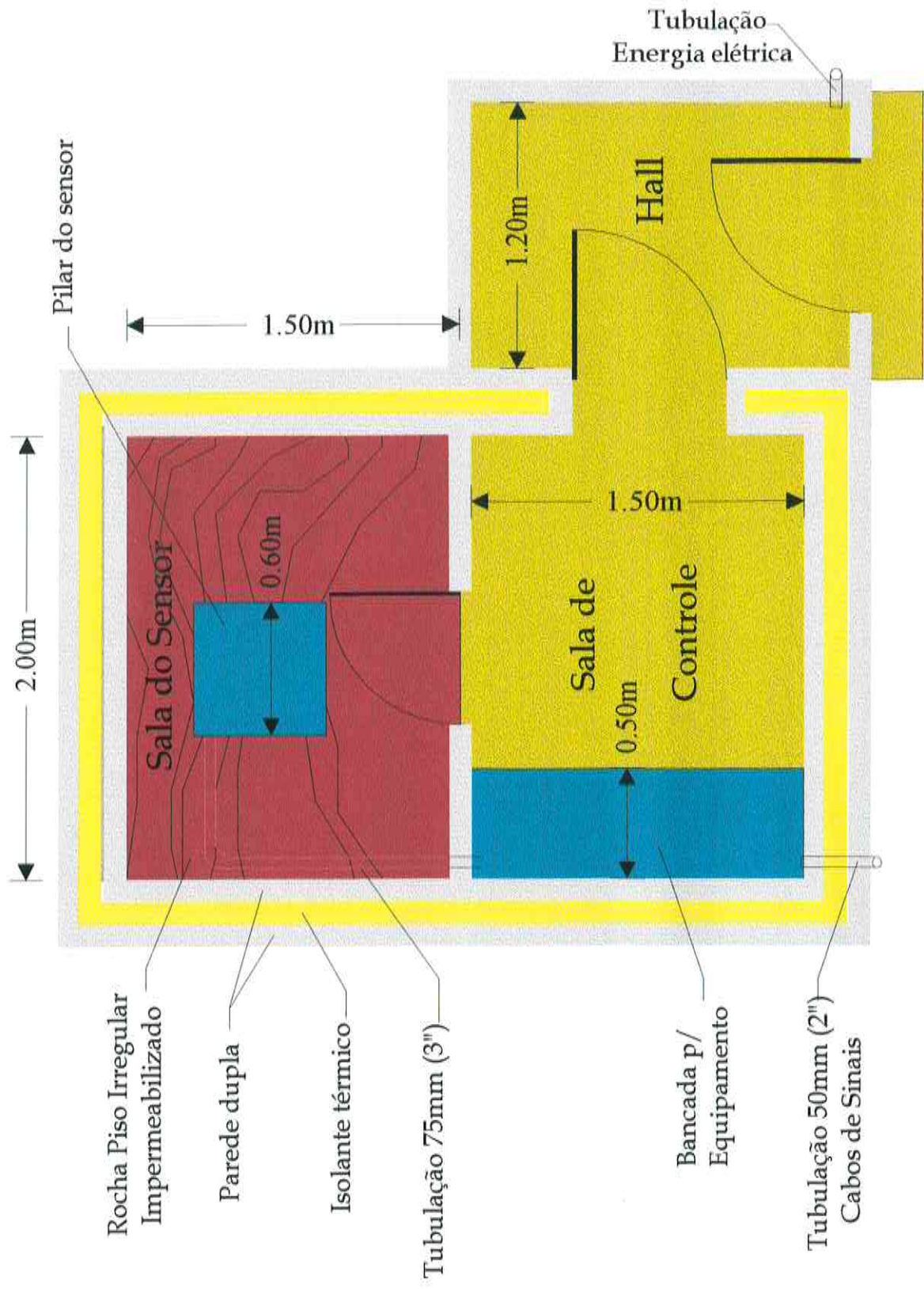


Figura 1 - Planta do Abrigo da ESAR

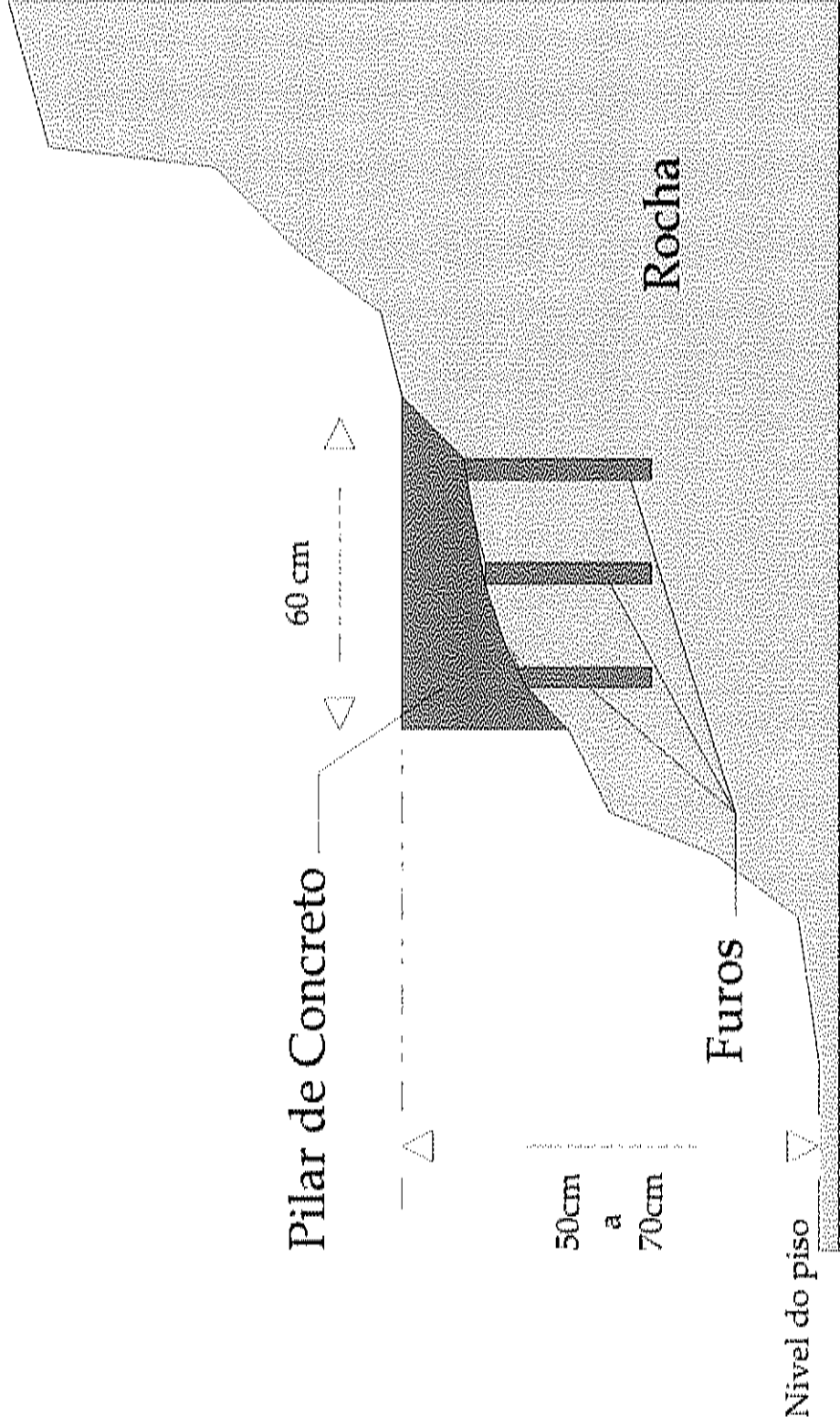


Figura 4 - Detalhe em corte do Pilar do Sensor

**DEFINIÇÃO DO LOCAL E DO EQUIPAMENTO
PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO
SISMOGRÁFICA NAS PROXIMIDADES
DA CNAAA**

**SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO SISMOGRÁFICO E
ACESSÓRIOS PARA A ESAR**

**Serviço de Consultoria
Executado pelo
Grupo de Sismologia do IAG/USP
Para a ELETRONUCLEAR**

**Relatório Técnico
Janeiro de 2001**

SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO SISMOGRÁFICO E ACESSÓRIOS PARA A ESAR

Relatório Técnico

INTRODUÇÃO

O projeto para a Instalação de uma Estação Sismográfica nas Proximidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em atendimento as exigências do IBAMA relativas ao EIA/RIMA de Angra 2, está sendo executado pelo Grupo de Sismologia do IAG/USP, cuja primeira etapa: "*Definição do Local e do Equipamento*" está sendo efetuada através de contrato celebrado entre a Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) e a ELETRONUCLEAR. Este serviço de consultoria foi autorizado através da Autorização de Serviço GCS.C/AS/PV-099/2000.

O objetivo da terceira tarefa da primeira etapa deste projeto: **Seleção do Equipamento Sismográfico e Acessórios para a ESAR** é efetuar uma seleção preliminar do equipamento sismográfico e acessórios necessários para instalar e operar a ESAR (os acessórios incluem equipamentos de aquisição e processamento de dados e comunicação, como micro-computadores, moduladores/demoduladores e outros; software necessário e instrumentos para instalação e manutenção dos equipamentos da ESAR). As especificações incluirão dados relativos a sensibilidade, precisão, alimentação elétrica e outras pertinentes aos equipamentos.

O presente relatório tem por finalidade descrever as atividades efetuadas para executar a terceira tarefa e apresentar as características técnicas do equipamento e tomada de preços aos vários fornecedores internacionais de equipamento sismográfico de banda ampla e registro digital. Nos relatórios anteriores foram descritas as atividades que foram efetuadas para a seleção do local de menor ruído sísmico e foram fornecidas as características das instalações que servirão de abrigo do sensor da ESAR.

O local selecionado na Praia da Marina para construir o abrigo do sensor, permite a possibilidade de contar com fornecimento de energia elétrica e de linha telefônica nesse abrigo.

REQUERIMENTOS PARA EQUIPAR A ESAR

1) - Estação Remota

a.- Um sismômetro triaxial de banda larga, que opere no intervalo de frequências entre 0,01 e 50 Hz

b.- Um digitalizador de 24 bits, que será instalado próximo do sensor triaxial, em uma sala localizada alguns metros do abrigo do sismômetro

c.- Um receptor GPS (Global Positioning System) com antena e cabo, para controle da hora do sismógrafo, que será instalado em um mastro próximo do abrigo da estação remota, que permita receber sinais dos satélites desse sistema.

d.- Um modem para comunicação telefônica compatível com o equipamento a ser adquirido e de acordo com as características da linha telefônica.

e.- Um painel solar de 75 W, com regulador e 2 baterias de 100 Amp/hora (fabricação nacional), que será instalado em um mastro próximo do abrigo da estação remota, para alimentação de energia elétrica ininterrupta do sismógrafo. Essa alimentação poderá ser substituída por um carregador ligado à rede elétrica local e a 2 baterias de 100 Amp/hora.

f.- Os equipamentos na estação remota deverão ter dispositivos de proteção contra descargas atmosféricas, em todas as conexões dos cabos de entrada e saída do abrigo. As características desses dispositivos serão especificadas posteriormente de acordo com o andamento do projeto.

g.- Instrumentos de medição de temperatura e umidade serão necessários no início da operação da ESAR para monitorar as condições ambientais dentro do abrigo, principalmente na sala do sismômetro.

2) Estação de Registro

a.- Um microcomputador tipo PC para aquisição permanente dos dados digitais da estação (PC de Aquisição - PCA), que será instalado dentro do Centro de Operações de uma das usinas, e que terá as seguintes especificações mínimas: Pentium III, HD de 10 GB, 64 MB RAM, drive de disco flexível, leitora de CD ROM, placa de rede Ethernet e monitor de 17 polegadas.

b.- Um microcomputador tipo PC para servir como interface entre o PCA e o sistema de informática do IAG/USP, que será instalado dentro do Centro de Operações de uma das usinas, e que terá as seguintes especificações mínimas: Pentium III, HD de 10 GB, 64 MB RAM, drive de disco flexível, leitora de CD ROM, placa de rede Ethernet e monitor de 17 polegadas.

c.- Um modem para comunicação telefônica compatível com o equipamento a ser adquirido e de acordo com as características da linha telefônica. Esta interface poderá ser do tipo que vem instalada dentro dos PCs, dependendo também do equipamento a ser adquirido.

d.- Programas para o sistema operacional e aquisição, transferência e análise preliminar dos dados.

e.- Uma unidade de "no-break" de 1,2 KVA, para garantir a continuidade do fornecimento de energia.

Observações:

- i) O PC descrito no Item 2 tem uma dupla finalidade, servir como interface entre o PCA e o sistema de informática do IAG/USP e também para substituir o PCA em caso deste PC sofrer alguma falha de operação.
- ii) Ambos minicomputadores deverão ser ligados na rede Internet das Usinas Nucleares de Angra dos Reis.

4) Equipamento e instrumentos para Instalação e Manutenção

- a.- Um *notebook*, Pentium 3, 450 MHz, com porta serial.
- b.- Um osciloscópio digital com dois canais e velocidade de 100 mHz
- c.- Um multímetro digital com visor de forma de onda

Observação: O serviço da instalação inicial do sismógrafo da ESAR será efetuado por um engenheiro da companhia fornecedora do equipamento.

PESQUISA NO MERCADO INTERNACIONAL PARA O FORNECIMENTO DO EQUIPAMENTO SISMOGRÁFICO PARA A ESAR

Foi efetuada uma intensa pesquisa via Internet e através de contatos de fornecedores conhecidos de equipamento sismográfico, para selecionar o equipamento mais apropriado para a ESAR.

Foram selecionados os seguintes fornecedores:

- 1.- Digital Technology Associates , Inc.
- 2.- Refraction Technology Inc.
- 3.-, Kinematics Inc.

O primeiro desses fornecedores trabalha com os sensores triaxiais de banda larga e digitalizadores, construídos pela firma Inglesa GURALP e com software produzido pela mesma firma. Os outros dois fornecedores trabalham com os sensores similares ao anterior, construídos pela firma Sulça STRECKEISEN, porém esses fornecedores também fabricam seus próprios digitalizadores e registradores, assim como o software correspondente.

Existem outras firmas que fabricam sensores triaxiais de banda larga, como é o caso da firma Geotech – Teledyne, porém esse sismômetro é relativamente novo e não se tem, por em quanto, referências sobre sua qualidade, como se tem dos outros dois mencionados acima.

ORÇAMENTOS FORNECIDOS

Nos Anexos 1, 2 e 3 são apresentados os três orçamentos e material informativo enviados pela firmas fornecedoras.

Anexo 1

A Digital Technology, de origem norte-americana, é a fornecedora oficial dos sismômetros GURALP e digitalizadores que são fabricados pela firma com o mesmo nome localizada na Inglaterra. O sismômetro CMG-3ESP é um sensor triaxial que opera na faixa de frequência entre 0,01 e 50 Hz, com uma saída de 20 V de velocidade diferencial equivalente a 2×1000 V/m/s, nas unidades que operam até 0,033 Hz.

A firma Digital Technology forneceu dois orçamentos. O orçamento No. Q705C oferece o digitalizador CMG-DM24/S3, que é uma unidade para três canais com resolução de 24 bits e 1MB de memória RAM (expansível até 16), para ser instalada separadamente do sismômetro CMG-3ESP. Por outro lado, o orçamento No. Q705D oferece o digitalizador CMG-DM24/3, que é uma unidade similar a anterior, porém, instalada em cima do sismômetro CMG-3ESP. O digitalizador CMG-DM24/S3 pode ser expandido para seis canais.

Ambos tipos de digitalizadores oferecidos pela Digital Technology, incluem um receptor GPS para o controle preciso do tempo da estação sismográfica.

A Digital Technology também fornece nos seus orçamentos, juntamente com o digitalizador, o programa SCREAM, que pode ser utilizado diretamente em microcomputadores em conjunto com o programa ANYWARE, também desenvolvido pela GURALP.

Finalmente, nos orçamentos da Digital Technology é oferecida a participação de um engenheiro dessa firma para efetuar a instalação inicial desse equipamento.

Anexo 2

A firma norte-americana Refraction Technology é fabricante dos registradores digitais e sistemas telemétricos REF-TEK, que ganharam a concorrência internacional para suprir de sismógrafos ao *Program for Array Seismic Studies of the Continental Lithosphere* (PASSCAL), que é um programa do consórcio de universidades americanas para estudos sismológicos (IRIS).

Na Pro Forma Invoice No. 6651-A essa firma oferece no Item 1 o digitalizador 72A-07/G/ND, que é um conversor para três canais digitalizados com 24 bits de resolução e 2 MB de memória RAM. Esta unidade também é fornecida com receptor GPS interno.

Está também cotizado o sismômetro triaxial de banda larga STS-2, que opera na faixa entre 0,083 e 50 Hz.

Essa firma também contempla o envio de um engenheiro para a instalação inicial desse equipamento.

Anexo 3

A firma Kinematics, também de origem norte-americana, e bastante conhecida no ambiente sismológico internacional, principalmente na fabricação de sismógrafos de registro analógico. Eles são os fornecedores oficiais no hemisfério ocidental dos sensores STRECKEISEN.

Essa firma enviou o orçamento No. KMI B0512 incluindo a cotação do sismômetro STS-2 e do digitalizador/registrator modelo Quanterra Q4120, com 4 canais com

resolução de 24 bits, 8 Mb de RAM, 2,1 Gb de disco. Esta unidade além de digitalizar os sinais sísmicos, também é um registrador digital multicanal.

Não foi solicitada a esta firma o orçamento dos serviços de instalação tendo em vista que o digitalizador oferecido não satisfaz as especificações requeridas, considerando que o modelo Quanterra é uma unidade que inclui obrigatoriamente o registrador, que não será utilizado, além de encarecer o valor deste equipamento.

ANÁLISE TÉCNICA DAS PROPOSTAS

Inicialmente são analisadas as propostas da Digital Technology que apresentam dois modelos de digitalizador.

O conjunto sismômetro CMG-3ESP com o digitalizador CMG-DM24/3 instalado em cima dele, oferecido pela Digital Technology (Anexo 1) e que tem capacidade para três canais, normalmente é utilizado em levantamentos que utilizam estações sismográficas temporárias, que operam durante alguns meses a um ano e nos quais normalmente esse conjunto é instalado em abrigos enterrados. Por outro lado, o conjunto sismômetro CMG-3ESP com o digitalizador CMG-DM24/S3 separado, (expansível até seis canais no modelo DM24/S6), normalmente é utilizado em observatórios sismológicos permanentes ou semipermanentes, nos que é necessária a utilização de seis canais e nos que não há necessidade de perturbar a estabilidade do abrigo do sismômetro por períodos muito longos, quando, por exemplo, há necessidade de algum reparo no digitalizador.

A necessidade de se utilizar o digitalizador de seis canais ao invés de três normalmente é devido à possibilidade que existem nos observatórios sismológicos de precisar de canais extras para efetuar testes de outros sensores ou de registrar outros dados, como, por exemplo, a temperatura dentro do abrigo do sensor ou o nível de umidade. Algumas vezes, a capacidade da memória do registrador ou o interesse específico no tipo de evento sísmico que possam ter diferentes grupos que tem acesso a esses dados, obriga a ter que separar os dados de alta frequência dos de baixa frequência, que neste caso são amostrados com diferentes taxas.

Basicamente as propostas recebidas oferecem dois modelos de sismômetros e dois modelos de digitalizadores. Para analisar esses equipamentos utilizaremos a Tabela 1 para os sismômetros e a Tabela 2 para os digitalizadores.

Na Tabela 1 são comparados os sismômetros CMG-3ESP e o STS-2. Ambos equipamentos tem características que satisfazem os nossos requerimentos. Eles têm a maioria das características muito parecidas. Entretanto, o modelo STS-2 é mais conceituado pela comunidade sismológica internacional, a pesar do prazo de entrega, normalmente, ser de 12 meses. O modelo CMG-3ESP é um sensor que também tem boa aceitação principalmente nos levantamentos que requerem uma mobilização maior, porém também são utilizados em muitos observatórios sismológicos permanentes. Este modelo tem as vantagens de ser mais barato e ser entregue em um prazo de 6 meses.

Os manuais de operação e manuais técnicos para os dois tipos de sismômetros são bem documentados e contem a informação técnica necessária. O programa PASSCAL utiliza ambos modelos de sismômetros.

Na Tabela 2 são comparados os digitalizadores modelos CMG-DM24 e 72A-07. Esses equipamentos também satisfazem os nossos requerimentos e ambos têm características parecidas. O modelo 72A-07 faz parte do conjunto de equipamentos fornecidos a PASSCAL o qual é uma boa referência já o modelo CMG-DM24/S6 é um modelo relativamente novo, modificado a partir do modelo DM24/3 que vem montado junto com o sismômetro precisamente para oferecer uma unidade independente do sensor.

O digitalizador 72A-07 pode ser utilizado tanto com o sismômetro STS-2 da STRECKEISEN quanto com o sensor CMG-3ESP da GURALP.

O prazo de entrega destes digitalizadores normalmente não são cumprido quanto dos sismômetros. Uma vantagem do modelo oferecido pela Digital Technology é que tem menor preço.

Tabela 1.- Comparação dos Sismômetros

Características	CMG-3ESP	STS-2	Observação
Fabricante	GURALP	STRECKEISEN	
Fornecedor	Digital Technology	Kinematics	
Tamanho	168mm(D), 318mm(A)	235mm (D), 260mm(A)	(D) = diâmetro (A) = altura
Peso	16Kg	13Kg	
Resposta de Freqüência	0,01 – 50 Hz	0,083 – 50 Hz	
Constante Eletromagnética	2x1000 V/m/s	1500 V/m/s	
Freqüência de Ressonância	140Hz (Vertical) e >140Hz (Horizontal)	>140Hz (vertical) >80hz (Horizontal)	
Mudança de Temperatura	+/- 10°C	+/- 10 °C	Varição permitida antes de ter que centralizar a massa
Tensão de Alimentação	+12 V	10 a 30 Vde	
Consumo de energia	1,0 W	1,8 W	
Centralização de massa	Controle Remoto	Automática com Comando externo	
Trava de massa	Mecânica externa	Mecânica externa	Independente para cada componente
Sinal de Calibração	Sim, um sinal selecionável para os três componentes.	Sim, com sinais separados para cada componente.	
Menor Cotação	US\$10.795,00	US\$13.400,00	

Tabela 2.- Comparação dos Digitalizadores

Características	CMG-DM24	72A-07/G/ND	Observação
Fabricante	GURALP	REF-TEK	
Fornecedor	Digital Technology	Refraction Technology	
Tamanho	225mm (L) 210mm (P) 300mm (A)	210mm (L), 324mm (P) 197mm(A)	
Peso		7kg	
Amostragem	4 a 200 aps	1 a 1000 aps	
Resolução	24 bit	24 bit	
Número de Canais	3 a 6	3	
Ganho	120 dB em 10Hz (programável)	126 dB acima de 50 Hz (programável)	
Filtros do sinal de entrada	3 polos e FIR p/baixa frequência	FIR 80% Nyquist	
Sinal de Calibração	Amplitude e frequência ajustável, senoidal ou pulso	Amplitude e frequência ajustável, somente pulso	
Memória de armazenamento	De 1 a 16 Mb	2 Mb	
Precisão do relógio	± 0,8 ppm -20° a +65° C	± 0,5 ppm (entre -20°C a +40°C)	
Receptor GPS	Externo	Interno	
Funções de Controle do Sensor	Trava de massa, Centralização e Calibração.	Calibração e Centralização	
Tensão de Alimentação	10 a 36 Vdc	10 a 15 Vdc	
Consumo de energia	3,0 W	2,7 W	

EQUIPAMENTO E ACESSÓRIOS A SEREM ADQUIRIDOS NO PAÍS

- 1) Uma unidade de "no break" de 1 KVA, marca SMS, modelo Manager II. Valor R\$ 250,00.
- 2) Um painel solar de 75 W, com regulador e 2 baterias de 100 Amp/hora, marca Heliodinâmica. Rodovia Raposo Tavares, Km 41, Vargem Grande Paulista, SP, Telef. 011 790 0888. Valor R\$ 1.700,00.
- 3) Material e componentes eletro-eletrônicos e outros para instalação da RESAR, R\$ 1.000,00

INSTRUMENTOS PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESAR

- 1).- Um *notebook*, Pentium III, 500 MHz, 128 Mb RAM, HD 10 Gb, CD 24X, Fax Modem 56 Kb, marca COMPAQ. Valor R\$ 5.690,0.
- 2) - Um osciloscópio com dois canais e velocidade de 100 mHz, marca Goldstar, modelo OS-8100A. Comercial Eletrônica UNITROTEC, Rua Santa Efigênia No. ..., São Paulo, SP, Telef. 011 223 1899. Valor R\$ 3.307,00.
- 3) - Um multímetro tipo Scope Meter, marca Minipa, modelo MS83. TECNOTOOLS, Rua Santa Efigênia, 467 CEP 01207-001, São Paulo, SP. Valor R\$ 1.050,00.
- 4) - Uma fonte AC/DC simétrica ajustável marca Minipa, modelo MPC-303D. TECNOTOOLS, Rua Santa Efigênia, 467 CEP 01207-001, São Paulo, SP. Valor aproximado R\$ 973,00.
- 5).- Conversor de tensão DC/AC de 200W, marca NODAJI, Rua Aurora, 159/161, CEP 01209-000, Tel. 011 3361 5857. Valor R\$ 250,00

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1) As propostas recebidas incluem equipamentos já conhecidos e utilizados pelo Grupo de Sismologia do IAG/USP, com exceção do digitalizador CMG-DM24/S3, por este motivo podemos confirmar que os orçamentos recebidos estão dentro das nossas expectativas.

2) Existem vantagens de comprar todo o equipamento de um só fornecedor, entre as quais as mais importantes são:

- a) Do ponto de vista técnico as conexões e calibrações são efetuadas pelo fornecedor para o conjunto.
- b) Para efeitos de manutenção e de garantia, teremos um só responsável.
- c) Facilidades na importação e liberação da alfândega, porque haverá somente um único processo.
- d) Será mais adequado para o engenheiro do fornecedor que execute a instalação inicial.

3) Neste caso podemos considerar as propostas da firma Digital Technology. A proposta No. Q705C (Anexo 1), que considera o digitalizador separado do sensor, inclui praticamente todo o equipamento sísmográfico necessário para a ESAR, com exceção dos modems, além de incluir o custo da visita do engenheiro dessa firma. Neste caso o custo é US\$ 24.700,00, sem incluir dois modems com valor de US\$ 1.050,00, perfazendo um total de US\$ 25.750,00.

4) Por outro lado, é possível combinar os equipamentos oferecidos por um fornecedor com os oferecidos por outro fornecedor. As combinações possíveis poderiam ser:

- a) Adquirir o sismômetro STS-2 sem o cabo da Kinemetrics (orçamento KMI B0512, Anexo 3) e digitalizador 72A-07 mais o cabo e os acessórios do Item 1 (só 2 modems) da proposta da Refraction Technology No.6651-A (Anexo 2), além do software e serviços de instalação. Este conjunto custa um total de US\$ 31.469,00, sem incluir os PCs, que têm um valor de US\$ 4.758,00, perfazendo um total de US\$ 36.227,00.
- b) Adquirir o sismômetro GURALP mais os PCs e monitores (Proposta da Digital Technology Q705C, Anexo 1) e digitalizador 72A-07 mais os acessórios do Item 1 (só 2 modems) da proposta da Refraction Technology No.6651-A (Anexo 2), software e serviços de instalação. Este conjunto custa um total de US\$ 33.622,00.
- 5) Os equipamentos e acessórios para a instalação e manutenção da ESAR a serem adquiridos no país, perfazem um valor de R\$ 2.950,00
- 6) Os instrumentos necessários para instalação e manutenção da ESAR listados acima custam um total de R\$ 11.270,00, equivalente à aproximadamente US\$ 5.700,00.

Considerando as conclusões acima, podemos sugerir as seguintes recomendações:

PRIMEIRA RECOMENDAÇÃO

O equipamento recomendado para ESAR, considerando um compromisso entre o preço e a qualidade do sistema, é o descrito na Conclusão 4b. Este conjunto sensor GURALP/digitalizador REF-TEK é atualmente utilizado em vários observatórios sismológicos.

SEGUNDA RECOMENDAÇÃO

No caso em que o preço não seja proibitivo, recomendamos o equipamento para a ESAR o descrito na Conclusão 4a. Este conjunto reúne as duas unidades de maior preferência no meio sismológico.

TERCEIRA RECOMENDAÇÃO

No caso em que o aspecto econômico seja fundamental, recomendamos o equipamento para a ESAR o descrito na Conclusão 3. Este conjunto tem as vantagens mencionadas na Conclusão 2, além do que, a utilização do digitalizador DM24/S3, permite ampliar o número de canais até 6 que pode ser necessário, no caso que tenhamos que monitorar a temperatura e umidade da sala do sensor para nosso controle. Esta alteração no número de canais custaria um adicional de US\$ 3083,00 na cotação Q705C da Digital Technology.

São Paulo 12 de Janeiro de 2001



Luis Galhardo Filho


Jesus Berrocal

A N E X O 1

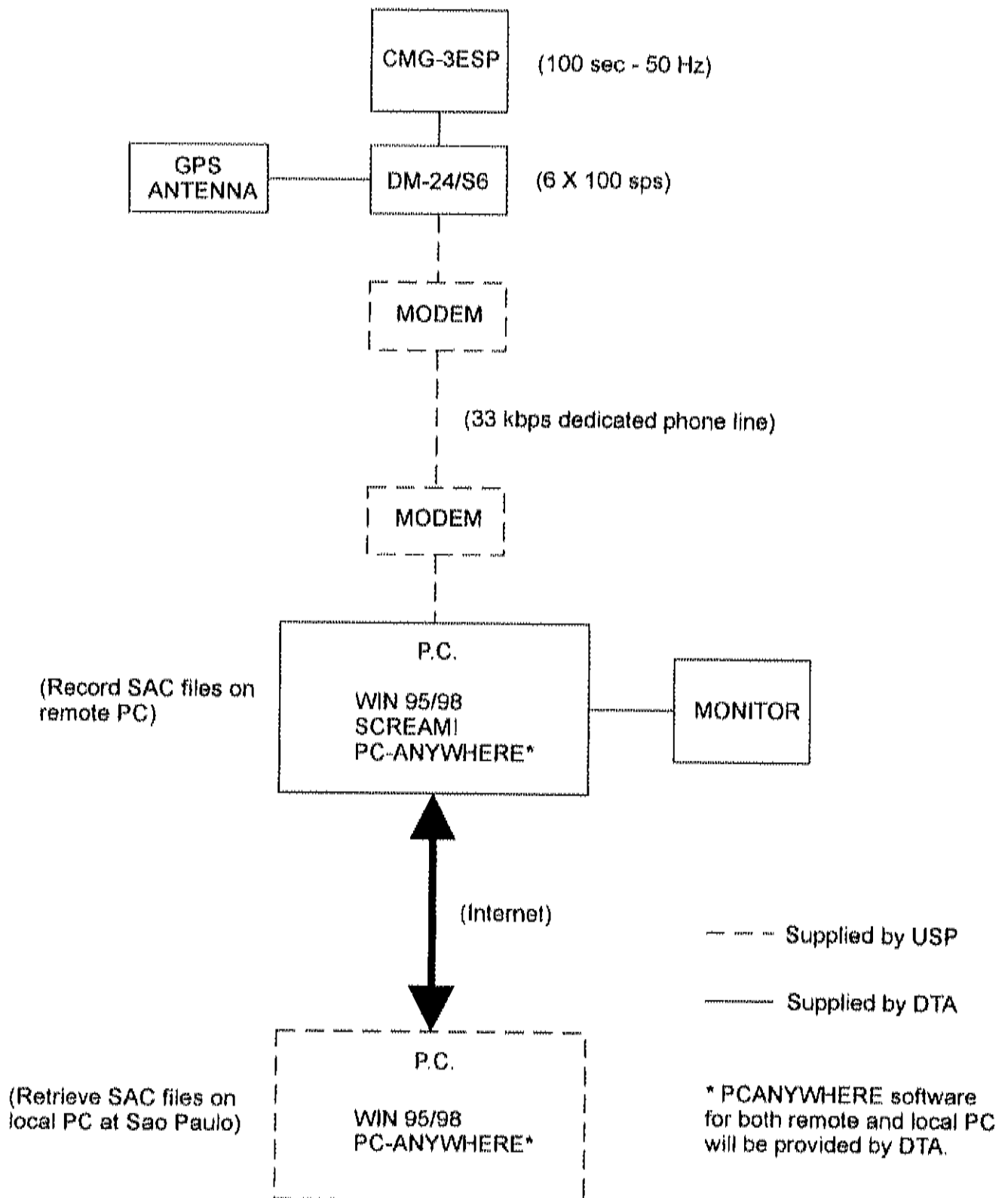
**Orçamentos preparados pela
Digital Technology Associates, Inc**

DIGITAL TECHNOLOGY Associates, Inc.	Digital Technology Associates, Inc. 1330A Galaxy Way, Concord, CA 94520 Tel: 925-682-2508 ♦ Fax: 925-682-2072		QUOTATION


Date: 10-Jan-01	Validity: 60 days	Delivery: 180 days	Quotation No: Q705C PL Code: B/23
Terms: Letter of Credit	Shipping: FOB Customer Destination		Request No: J. Berrocal 10-Jan-01
Prepared for: Luis Galhardo U. Sao Paulo		Prepared by: 	

Item	Qty	Description	Unit Price	Total \$
1	1	Guralp CMG-3ESP Broadband Seismometer, with 100 sec to 50 Hz flat velocity response	\$10795.	\$10795.
2	1	Guralp CMG-DM24/S3 three channel Digitiser Module, with GPS2 Satellite Receiver, 20 m GPS2 cable and SCREAM! Data Acquisition Software.	\$4126.	\$4126.
3	2	Hewlett Packard Vectra VL8 Pentium III, with Windows 98 128 MB RAM and 10 GB HDD	\$2011.	\$4022.
4	2	Hewlett Packard 17-inch Monitor	\$368.	\$736.
5	2	PC Anywhere Software	\$220.	\$440.
6	1	On-site engineer (On site 4 days, travel 4 days, air fare to Sao Paulo. In-country expenses excluded)	\$3720.	\$3720.
Total, FOB DTA				\$23839.
Shipping				\$690.
Insurance				\$171.
TOTAL, CIF Sao Paulo				\$24700.

BROADBAND SYSTEM - RIO DE JANEIRO STATE, USING 6-CHANNEL SURFACE DIGITIZER (Q705B)

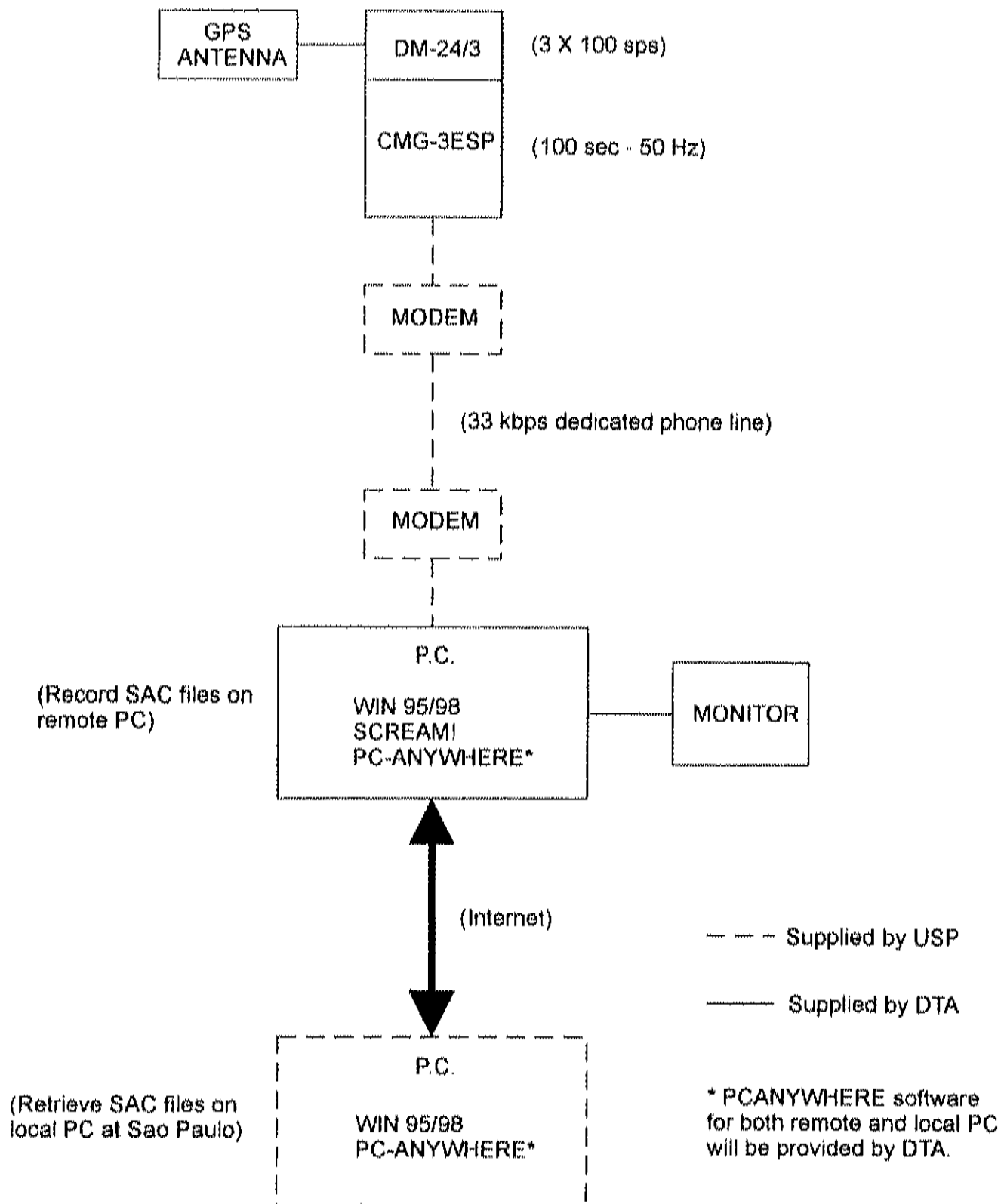


DIGITAL TECHNOLOGY Associates, Inc.	Digital Technology Associates, Inc. 1330A Galaxy Way, Concord, CA 94520 Tel: 925-682-2508 ♦ Fax: 925-682-2072	QUOTATION
--	---	------------------

Date: 10-Jan-01	Validity: 60 days	Delivery: 180 days	Quotation No: Q705D PL Code: B/23
Terms: Letter of Credit	Shipping: FOB Customer Destination		Request No: J. Berrocal 10-Jan-01
Prepared for: Luis Galhardo U. Sao Paulo		Prepared by: 	

Item	Qty	Description	Unit Price	Total \$
1	1	Guralp CMG-3ESP Broadband Seismometer, with 100 sec to 50 Hz flat velocity response	\$10795.	\$10795.
2	1	Guralp CMG-DM24/3 24-bit Digitiser Module, with GPS2 Satellite Receiver, 20 m GPS2 cable and SCREAM! Data Acquisition Software. Mounted on item 1	\$2804.	\$2804.
3	2	Hewlett Packard Vectra VL8 Pentium III, with Windows 98 128 MB RAM and 10 GB HDD	\$2011.	\$4022.
4	1	Hewlett Packard 17-inch Monitor	\$368.	\$736.
5	1	PC Anywhere Software	\$220.	\$440.
6	1	On-site engineer (On site 4 days, travel 4 days, air fare to Sao Paulo. In-country expenses excluded)	\$3720.	\$3720.
		Total, FOB DTA		\$22517.
		Shipping		\$690.
		Insurance		\$160.
		TOTAL, CIF Sao Paulo		\$23367.

BROADBAND SYSTEM - RIO DE JANEIRO STATE, USING 3-CHANNEL ROUND DIGITIZER ON SENSOR (Q705A)

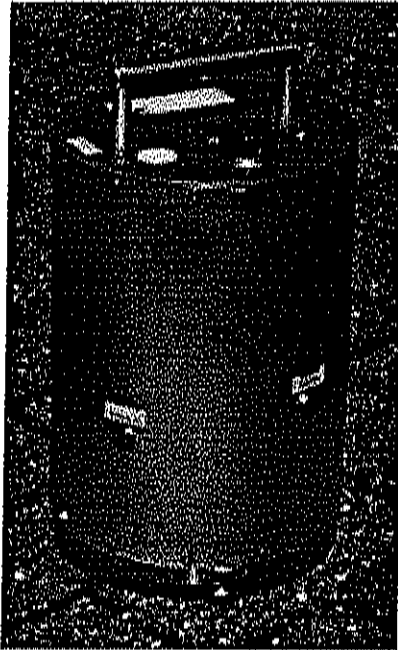




Specification

GURALP CMG-3ESP

BROADBAND SEISMOMETER



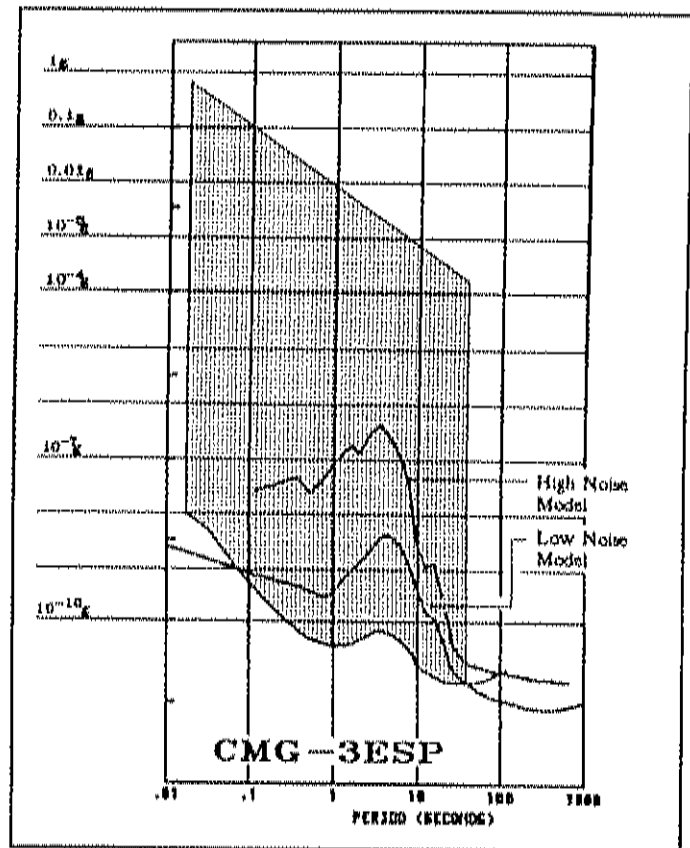
CMG-3ESP Broadband Seismometer

The sealed, three-component housing is suited for surface vault, sub-surface vault, and post-hole installation. A downhole lock and lock installer are available. All external metal parts are stainless steel. A water-proof breakout box and handheld control unit are available.

A 24-bit digitiser module with up to 16 megabytes of RAM, model CMG-DM24, can be added on top of the CMG-3ESP. The CMG-SAM Storage and Acquisition Module with a 4 Gb removable SCSI hard disk, is available.

The CMG-3ESP seismometer is used for traditional short period monitoring applications up to 50Hz (the lowest spurious resonance is above 140Hz) and for projects where flat intermediate period response to 30 seconds is needed. Optional responses, including that of the USGS National Seismograph Network, can be provided.

The CMG-3ESP height was reduced in early 1998 to 12.5 inches from handle to foot.



CMG-3ESP TRANSDUCER SPECIFICATIONS

Outputs and Response

Full scale outputs:	20 V dc differential velocity (2x1000 V/m/s for 30 sec sensor) 10 Vdc mass position output (1000 V/m/s ² for 30 sec sensor)
Standard response:	Flat velocity 0.033 to 50 Hz
Optional response:	Flat velocity 0.01 to 50 Hz
Optional NSN response:	Flat accel. 0.005 to 0.033 Hz, flat velocity 0.033 to 50 Hz
Clip level and self noise:	See figure on page 1

Controls

Mass recentering:	Controlled remotely
Mass lock:	External access through ports in jacket
Remote mass lock:	Available as an option
External calibration input:	The cal input can be connected to each axis separately

Physical

Lowest spurious resonance:	140Hz, vertical; >140Hz, horiz.
Temperature change before recentering required:	±10 deg C
Mass recentering range:	±4 deg. from horizontal
Operating temperature range:	-10 to +65 deg C
Pressure jacket material:	Stainless steel
Base plate and top cap:	Stainless steel
Power/signal connector:	Milspec connector on top cap, KPT02E-16-26P Stainless, 1500 psi connector available
Pressure relief valve:	On top cap
Carrying handle:	On top cap
Case diameter:	168mm (6.61in.)
Case height with handle:	318mm (12.5in.)
ESPV vertical unit height:	280mm (11in.) including electronics
Weight	35 lb (16 kg)

Power

Standard power supply:	±12 Vdc
Optional power supply:	+12 Vdc with internal dc-dc converter
Current at +/- 12Vdc:	±40 mA
Current at + 12 Vdc:	75 mA
For optional 4.5V output:	39 mA @ 12 Vdc
Additional calibration current:	+25 mA

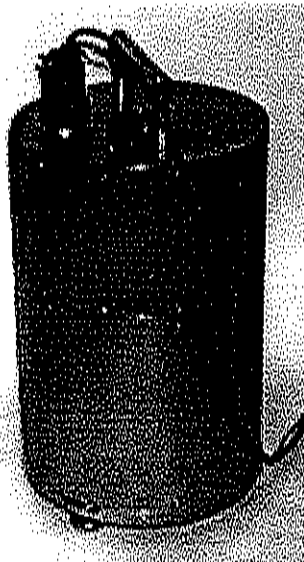
Options, Accessories, & Reference Data

Refer to separate document for Handheld Control Unit and Pascal Universal Breakout Box. Refer to separate documents for digitizer and storage module information.

Downhole Accessories

Refer to separate brochure, 'Guralp Broadband Downhole Systems.'

Model CMG-3ESPV is available in waterproof borehole version for single-component applications.



DM24/3 Module on CMG-40T Sensor



DM24-S6 Six-channel Module

Features:

- Model CMG-DM24/3 module mounts on Guralp CMG-1T, CMG-3ESP, CMG-3T, and CMG-40T three-component broadband sensors
- Model CMG-DM24-S6 module converts up to six analog signals. The portable housing is waterproof.
- The Guralp Compressed Format (GCF) data compression uses a difference scheme, depending on the dynamic range required
- Up to four simultaneous outputs at sample rates available from 200 sps to 4 sps
- Each data block (1Kb standard) has source ID and GPS time stamp. (Separate GPS receiver)
- Built-in microprocessor system provides configuration and broadband sensor control
- STA/LTA event trigger, with pre-trigger bandpass filtering, provides concurrent continuous and event data
- Up to 16 Megabyte intermediate storage in low power RAM
- Optically isolated RS232 or RS422 outputs

Slow-speed 'Environmental' Inputs

Up to eight single-ended slow-speed inputs can be connected by the user. Sampled at 4 sps, these inputs can be for geotechnical, meteorological or environmental parameters such as tilt, pore pressure, carbon dioxide, or wind speed. The environmental information accumulate in a separate data block.

Output Format

Each block contains data from one component which is identified uniquely by two fields (Stream ID) in the header. Other header fields contain the GPS time of the first sample of the block, compression ratio, and number of samples in the block. The first sample always is on an integer second, and blocks always contain an integer number of seconds of data. The final header field specifies the compression format, sample rate and number of samples in the block. The maximum block size is 1k (1024 bytes, consisting of the 16-byte header plus two fields (8 bytes) for the Forward Integration Constant (1st sample absolute value) and Reverse Integration Constant (allows checking after decompression) and a maximum 1000 bytes of data. The data fields contain either one 32 bit difference, two 16 bit differences or four 8 bit differences. All data in a block are in the same compression format. If the data dynamic range requires a different compression format, blocks can be shorter than 1000 data bytes, but block boundaries always occur on integer seconds.

Transmission Efficiency

The transmission protocol has a minimum overhead, consisting of a 4-byte header and 2-byte tail (for the block checksum). To further improve the efficiency, 32-bit blocks, if required, are transmitted without the most significant byte of the difference fields. The following table gives examples of the block sizes and data rates. As a general rule it is possible to use a transmission baud rate that is adequate for data in the 16-bit format, as the internal buffering in the Digitiser Module allows for event data that will be in 32-bit format and which only temporarily would require a higher bandwidth link. Data will accumulate in the buffer faster than it can be transmitted, but as seismic activity decreases the buffer will empty automatically. Internal buffering also accomodates the burst of data from the slow-speed (environmental) channels that occur every few minutes. The required link speed can be estimated by adding the bit rates for all selected channels and sample rates.

Block sizes and data rates for a 3-component system at average (16-bit) compression

Sample Rate, sps	Bytes/ Sec	Secs/ Block	Samples per blk	Block Size, bytes	TX block size	Bits/ sec, 1C	Bits/ sec, 3C	Baud rate
200	400	2.5	1000	1024	1030	4120	12360	19200
100	200	5	1000	1024	1030	2060	6180	9600
20	40	25	1000	1024	1030	412	1236	1800
4	8	125	1000	1024	1030	82	246	300

CMG-DM24 SPECIFICATIONS

Digitiser Performance

Standard output format	24 bits
Noise-free resolution, NPR	22.5 bits @ 20 sps, 21.5 bits @ 100 sps
Absolute accuracy, standard	0.5%
Absolute accuracy, optional	0.1%
Type	5th order single bit low pass noise shaper
Analog transducer outputs	3-C signals

Seismic Channels

Number of Channels	3 (model /3), 3 or 6 (model S6) @ 24 bits
Inputs	Differential with transient protection ±10 Vdc range
Input Impedance	1 M Ohm, 10 nano Farad
Common Mode Rejection	120 dB at 10 Hz

Environmental Channels

Number of Channels	8 (optional 16) @ 16 bits
Inputs	Single ended ±9 V range

Sensor Control Functions

Lock sensor (active low CMOS)
Unlock sensor (active low CMOS)
Center sensor (active low CMOS)
Calibration enable for vertical, N/S, E/W (can be enabled separately)

Sensor Calibration Signal

Amplitude and frequency adjustable; sine or square wave

Digital Signal Processor

Type and Speed	M56001, 20 MHz
Hardware Sampling Rate	2 KHz
Selectable Sample Rates	User selects up to four even integer rates, serially, beginning with 200 sps and dividing the prior rate by 2, 3, 4, 5, 8, or 10.
Anti-alias Filters	3 pole
Low Pass Filters	FIR
In-band Ripple	-140 dB
Trigger Modess	STA/LTA

GPS

GPS Power	Supplied via GPS connector on the digitizer
GPS Time Format	NMNI or TSIP (Trimble)

Clock

Oscillator	8×10^{-7} , standard; 5×10^{-8} , optional (oven-controlled)
Interface for external receiver	GPS
Sync to external receiver	<200 usec

RAM Storage

Optional RAM, megabytes	1, 2, 4, 8, 16 Mb
-------------------------	-------------------

CMG-DM24 SPECIFICATIONS

Power

Customer power supply	+10-36Vdc
Current at 12 Vdc with 4 MS RAM	145 mA (three-components)
Additional current for OCVXO option	100 mA

Output Options

RS232	100 m
RS422	1000 m (24 AWG or larger conductors)
Optical	10 km
DPSK/FSK	10 km

Physical (DM24/3 model)

Diameter	167mm (6.6")
Height	101mm (4")
Operating temperature range	-20 to +65°C

Physical (DM24-S6 model)

Width	225 mm (8.8")
Depth	210 mm (8.2")
Height	300 mm (11.8")
Operating temperature range	-20 to +65°C

Top Cap Connectors

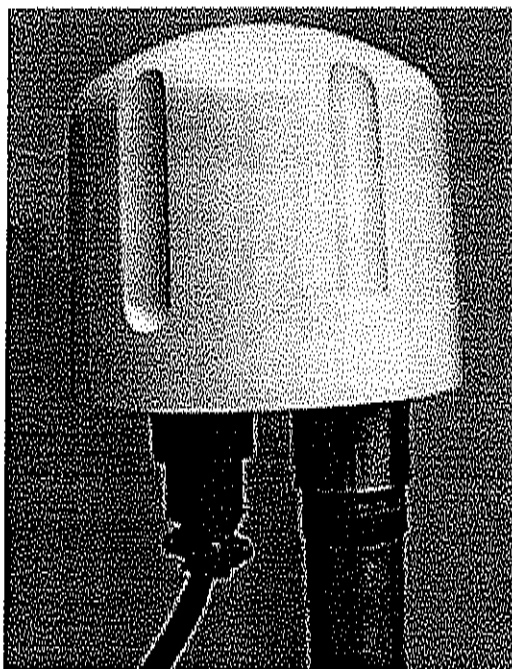
Digital outputs	10 way
Analog outputs	32 way
GPS input	10 way



Specification

GURALP CMG-GPS2

GPS SATELLITE RECEIVER



The GPS2 GPS Receiver incorporates an antenna, GPS receiver electronics, wide range input isolated dc power supply and output line drivers.

The antenna and associated electronics are inside a specially designed enclosure. The enclosure is sealed with o-rings and manufactured from a hard rigid polyurethane material.

GPS data (position, date/time and status) are output in NMEA format at 4800 baud once per second. The time synchronization pulse (100 ms duration) is output at 1 pps. Both outputs use RS232 (or optionally RS422) line drivers for cables lengths up to 100 meters or more.

CMG-GPS2 SPECIFICATIONS

Outputs

Time mark: 1 pps
Pulse width: 100 ms
Output rate: 4800 baud, 1 stop, no parity

GPS Receiver Electronics Data Format

Garmin GPS20-000 sensor board
NMEA

Antenna

Garmin GA-27 antenna

Physical

Operating temperature range: -20 to +60°C (-4 to 140°F)
External insulation required for operation at -20°C
Enclosure material: Hard rigid polyurethane
Mounting flange: 3/4 - 14 NPT pipe thread in stainless flange
Diameter: 100 mm (4 in)
Length: 120 mm (4.7 in)

Mating Connector

Power/signal connector: MS3116F-12-10S

RS232 Outputs

TX GPS K
RX GPS J
Ground G
1 Hz pulse C
Power 0 V A
Power + V (10.5 - 36 Vdc) B

Optional RS422 Outputs

+TX C
-TX J
+RX D
-RX K
+1 Hz pulse F
-1 Hz pulse C
Power 0 V A
Power + V (10.5 - 36 Vdc) B

PC 9-Pin Serial Inputs

TX GPS 2
RX GPS 3
Ground 5
1 Hz Pulse (RS232) 8

Power

Nominal current at +12 V supply 85 mA
for continuous operation

Options

Specify RS232 (100m) or RS422 (500m)

A N E X O 2

**Orçamento preparado pela
Refraction Technology, Inc**



Refraction Technology, Inc. 2626 Lombardy Ln., #105, Dallas, TX 75220,
 Phone: (214) 353-0609 FAX: (214) 353-9659
 E-mail: info@reftek.com

Pro Forma Invoice No. 6651-A

Prepared For:
IAG-USP

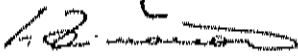
Ship To: Same

Reference:

Date:		PFI Validity:		Payment Terms:		Delivery:	
January 9, 2001		Until March 15, 2001		Letter of Credit or Advanced Payment		14 Wks After receipt of Clean, Irrevocable L/C or receipt of advanced payment	
Item	P/N or Model	Description	Qty	US Dollars			
				Unit	Ext.		
1 Field Recorder							
1.01	72A-07/G/ND	High Resolution Digitizer, 3 channels 24-bit, internal GPS, no internal disk	1	9.720	9.720,00		
1.02	72-8197	1 MB Static RAM	2	72	144,00		
1.03	RT422-B02	PCB, Error correcting serial, RTP	1	600	600,00		
1.04	RTRT275-B02	PCB, Test Bus Calibration Card	1	720	720,00		
1.05	ME475A	Black Box modem Async/Sync Short Haul Modem (two for line connection and one spare unit)	3	525	1,575,00		
1.06	Inverter	DC/AC inverter for modem	1	75	75,00		
Subtotal Section 1						12.834,00	
2 BroadBand Seismometer Cable							
2.01	122-8401-100	Cable, Signal and Power to control box, 100 Ft. (30 m)	1	360	360,00		
Subtotal Section 2						360,00	
3 Data Acquisition computer							
3.01	Custom-PC	Custom PC with the following minimum specifications: Windows NT, 64 Meg RAM 8.4 Gb hard drive, 200 MHz Pentium Processor, CD Read/Write, and Ethernet capability	1	<i>customer to supply</i>			
3.02	Monitor15	Monitor 15"	1	<i>customer to supply</i>			
3.03	PWRCORDEUR	Cable, Power, AC, Europe	1	<i>customer to supply</i>			
3.04	MUPS620/INT	Smart UPS, 620/220, 50 Hz (for monitor)	1	<i>customer to supply</i>			
3.05	PWRCORDEUR	Cable, Power, AC, Europe	1	<i>customer to supply</i>			
3.06	RTPD	Installed software will include: RTPD for data acquisition & management, communication and error correction; NCI for remote station communication and status monitoring;	1	nc	nc		

3,07	SUDSKIT	Data conversion library for processing in different formats, such as SUDS, SEISAN, SEG Y, SAC, etc.	1	100	100,00
			Subtotal Section 3		100,00
4	Central Station				
4,01	Custom-PC	Custom PC with the following minimum specifications: Windows NT, 64 Meg RAM 8.4 Gb hard drive, 200 MHz Pentium Processor, CD Read/Write, and Ethernet capability	1		<i>customer to supply</i>
4,02	Monitor15	Monitor 15"	1		<i>customer to supply</i>
4,03	PWRCORDEUR	Cable, Power, AC, Europe	1		<i>customer to supply</i>
4,04	MUPS620/INT	Smart UPS, 620/220, 50 Hz (for monitor)	1		<i>customer to supply</i>
4,05	PWRCORDEUR	Cable, Power, AC, Europe	1		<i>customer to supply</i>
4,06	RTPD	Installed software will include: RTPD for data acquisition & management, communication and error correction; NCI for remote station communication and status monitoring;	1	nc	nc
4,07	SUDSKIT	Data conversion library for processing in different formats, such as SUDS, SEISAN, SEG Y, SAC, etc.	1	100	100,00
			Subtotal Section 4		100,00
5	RTPD Server Installation Service Charges				
5,01	Air	Round trip airfare to Brazil	1	2,000	2,000,00
5,02	Per Diem	Per diem rate	4	200	800,00
5,03	Field	Field Engineer to perform PC setup and RTPD installation	3	800	2,400,00
			Subtotal Section 5		5,200,00
TOTAL FOB FACTORY					18,594,00
Estimated Shipping					350,00
TOTAL CIF SAO PAULO					18,944,00

FOR REFRACTION TECHNOLOGY

 for
Kenny Almanza, Sales Engineer



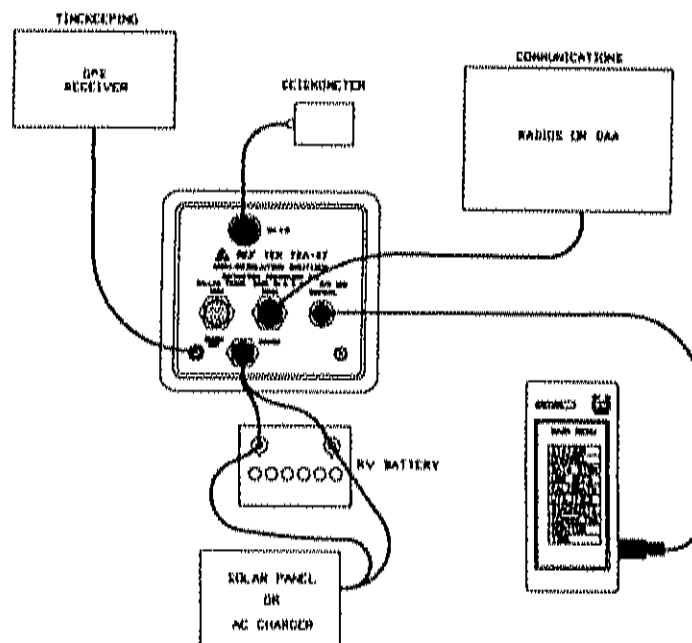
HIGH RESOLUTION DIGITIZER

The 72A-07 High-resolution Digitizer provides a flexible approach for collecting seismic data in the field. The 72A-07, aside from having a 24-bit analog-to-digital converter, is compatible with other REF TEK 72A data acquisition units designed for the Program for Array Seismic Studies of the Continental Lithosphere, ("PASSCAL"). The modular design of the hardware and software allows for reconfiguring the system for various types of applications.

The Digitizer can be used with natural sources for local, regional, and global studies. The dynamic range of the digitizer exceeds 126 dB over a 50-Hz bandwidth (125 sps), which is ideal for digitizing and telemetering broadband seismometers as well as traditional geophones or accelerometer-type sensors.

The field station typically consists of the following major components:

- Seismometer
- REF TEK 72A-07 High Resolution Digitizer
- Communications Links
- Timekeeping Subsystem (GPS or Omega)
- Power Source
- EHT-10 Field Set-up Terminal



Block Diagram of a Typical 72A-07 Field Station

Field Station:

The figure on the first page shows the relationship of the field components. The 72A-07 would normally be connected to a three-component seismometer and a lead-acid battery which is charged by a solar panel or AC mains power. Operating parameters would be downloaded from the EHT-10 Field Set-up Terminal by a local operator or remotely via the telemetry link. After verifying status of the 72A-07, the EHT-10 would be disconnected and the Digitizer would operate unattended.

The communications elements are connected to the COMM connector. The 72A-07 supports both the transmission of data and the receipt of commands over a full or half-duplex voice-grade channel. This is accomplished because the 72A-07 contains a 9600-baud error correcting modem. The communications elements are normally either narrow-band radios or telephone lines.

Timekeeping to UTC can be maintained by either the inbound communications link if operating in a radio mode or with lease lines, or with an externally connected GPS Timekeeping Subsystem. Either method of remote or local timekeeping will maintain the internal time to an accuracy better than 1 millisecond.

72A-07 Description:

The 72A-07 provides the basic data acquisition functions for each recording location. Each Digitizer collects data based on a series of parameters downloaded from the Set-up Controller. A Digitizer can have from one to three active channels. In addition to its basic functions, the unit has two spare card positions which may be used for additional memory or calibration circuits.

The 72A-07 can collect and digitize data within a bandwidth of 0 to 412 Hertz. The sampling rate can vary from 1 to 1,000 samples per second, ("sps"). The sample resolution is 24 bits, and the signal recording range is 126 dB at 125 sps which produces a 50-Hz bandwidth. The 0-dB line is full scale.

As data is acquired according to the operating parameters, it is stored in the internal CMOS static RAM memory for transmission to the central. The base 512 kbytes of RAM can be expanded in 512-kbyte increments up to 12 Mbytes. This is accomplished by installing one or more RT284 mass memory assemblies in the 72A-07.

Data acquisition, storage, and transmission is managed by the real-time, multitasking, EPROM-based operating system RT/68K. Data is stored and transmitted as completely identifiable packets.

Communications Links:

Communications between the 72A-07 and the central receiving system may be accomplished by hardwiring, by narrow-band radios, or by telephone circuits. This is possible because each end of the communications link can consist of optional 9600-baud error correcting modem circuits. Refer to the REF TEK 112 data sheet.

The equipment can be directly connected in the hardwired configuration. When communicating over phone lines, a Data Access Arrangement, (DAA), approved in the country of use, must be inserted between the equipment and the telephone circuits. When communicating over radios, the amplitude of the modems must be matched with the radios being used.

In some cases when radios are used, repeaters are necessary to extend beyond line of site. In this case a radio receiver and transmitter can be interconnected using a REF TEK RT336 modem card. The RT336 performs error detection and correction and resynchronizes the signal before retransmission. This process ensures transmission errors are not repeated (two RT336 cards are required for a duplex repeater).

Performance Specifications - REF TEK 72A-07

Physical

Size:	12 3/4" D X 8 1/4" W X 7 3/4" H
Weight:	15 pounds (est.)
Case Type:	Cross-linked polyethylene
Finish:	None; material color gray
Operating Temperature:	-20 to +60° C. (The disk is only guaranteed to operate from 5 to 55° C.; however, each complete Digitizer will be tested for operation at -20, 22, and 60° C.)
Storage Temperature:	-40 to +70° C.
Watertight Integrity:	Air pressure: 2.5 psi; Immersion: 48 hours at six feet.
Shock:	A three-foot drop on any axis will not result in mechanical or electrical failure (non-operational).
Vibration:	A 5 to 500-Hz sinewave acceleration, 5-G's peak, 30 minutes on each axis, will not result in mechanical or electrical failure (non-operational).

Power Requirements

Operating States:	Operational (3-ch): 2.7 watts
Supply Voltage Range:	10 to 15 VDC
Internal Batteries:	The perpetual clock and RAM use a 2.4-volt, rechargeable, nicad battery. The battery is mounted on the power supply card and recharges during operation. It has a 60-day estimated life for retaining data integrity after main power is off.

Analog-to-Digital Converter

General Description:	The RT327-B01 is a three-input-channel Analog-to-Digital Converter, ("ADC"), which consists of three independent 24-bit ADC's which sample at a base rate of 256 kHz, utilize digital FIR filters to anti-alias filter the raw data, and decimate the data to produce the selected output sample rate.
Number of Channels:	Three per card
Input & Impedance:	Differential; 2 Megohms impedance
Full Scale Input Voltage:	For unity gain selection: ± 5 VDC peak For 30 dB gain selection: ± 0.16 VDC peak
Common Mode Voltage:	± 1 volts maximum
Common Mode Rejection:	Greater than 60 dB
Channel Crossfeed:	None

Sample Rate: Programmable from 1,000 to 1 sps per channel.
ADC Non-linearity: -110 dB, typical
LSB Voltage: For unity gain selection: 1.192 μ V
For 30 dB gain selection: 37.70 nV

Host Central Processor Unit

General Description: The RT319-B02 is a general-purpose CPU card using the Motorola 68HC000 microprocessor as the controller. A number of specialized integrated circuits are used to enhance the performance of the system. Software including the operating system is stored in Erasable Programmable Read-only Memory, ("EPROM"). The software executes both from EPROM and RAM. The card contains a combination watchdog timer and power-fail detect circuit to protect the data contained in RAM and to automatically reboot the CPU in the event of a CPU or power supply failure.

Operating System RT/68K: Real-time multitasking operating system stored and executed from EPROM.

I.D. for Unit: A 14-bit binary code is set on the backplane to reflect the serial number engraved on the case of the 72A-07.

Communications Assembly

General Description: The Communications Assembly contains several specialized peripheral circuits for communicating externally. Three forms of communication are possible including SCSI used for mass storage devices, serial for modem or radio communications, and serial for commands and timekeeping.

Time Base: 1,000 Hz. The sample interval and the time for time-tagging of data packets is derived from a 16.128-MHz source. Time is derived on power-up or reset from the perpetual clock. The time is updated by the GPS Timekeeping System if connected or may be manually set using terminal commands.

Accuracy: The time-base frequency will be within ± 0.5 ppm from -20° to $+40^{\circ}$ C.

Timekeeping: Timekeeping requires two signals. One is a square wave or pulse which has a rising edge that occurs at one-second intervals. The second is a serial command used by the B port on the RT112-B01 CPU Assembly which is sent from the timekeeping device once a second to announce the time to the .000th second of the next 1-Hz pulse.

Modem Assembly (Option) The Modem Assembly contains a 68HC000 microprocessor and modem circuitry to permit operation at 9600 baud (V.29 9600 using QAM with SDLC framing). The 68000 processor runs with RT/68K real-time multitasking operating system permitting full duplex communications with error detection and correction.

Internal Hard Disk (Option) A 234 Mbyte (formatted) hard disk drive may be installed in the 72A-07. When RAM is 70% full, SCSI dump will be made to disk.

April, 1992

PORTABLE ACQUISITION SYSTEMS

72A-08 HIGH RESOLUTION SEISMOGRAPH

The Model 72A-08 High Resolution Seismograph is the ideal instrument for collection of broadband data in the field. Typical applications include broadband passive crustal studies and regional/global seismology.

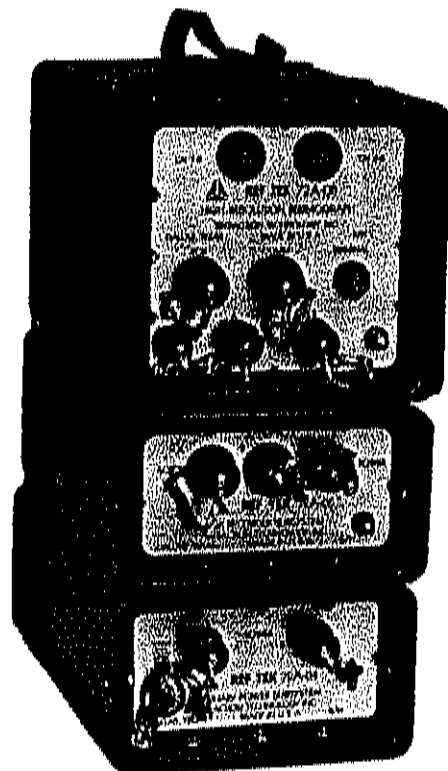
The recorder features 24-bit A/D converters with a broadband dynamic range of 130 dB or better at sample rates of 125 sps or lower based upon independent tests. The digitizers are monolithic CMOS and utilize delta-sigma modulation. A digital signal processor (DSP) allows FIR digital filtering, scaled appropriately (-140 dB) for anti-aliasing. The DSP permits the use of multiple data streams with multiple simultaneous sample rates. Sample rates as high as 1,000 samples per second per channel may be achieved with 20+ bits of resolution.

The standard unit offers three channels at 24 bits and three at 16 bits. Optionally, the system may be ordered with three channels of 24 bits only, or six channels at 24 bits. This permits the recording of seismometer (broad band or short period) and accelerometer signals simultaneously, yielding recording from strong motion to below the Low Noise Model (>200 dB range).

Two selectable gains are available for field recording; the standard is unity and 30 dB gain. Other combinations may be ordered instead.

Eight trigger types are offered: continuous, event (STA/LTA), level, cross, time & repeat, time list, external, and radio. Recording will normally be accomplished on an attached Model 72A-05 Disk Recording Subsystem (see page 3). Timing is normally provided using a Model 111A GPS Receiver/Clock.

The 72A-08 has low power consumption, 2.9 W for three channels or 3.6 W for six channels.



Model 72A-08 High Resolution Seismograph
(Shown With the Models 72A-05 and 72A-04)



Model 72A-07 High Resolution Digitizer

72A-07 HIGH RESOLUTION DIGITIZER

The 72A-07 High Resolution Digitizer offers a flexible, low-cost approach for collecting high dynamic range seismic data in the field. Typical applications include active and passive crustal studies, local and regional seismicity, and aftershock studies.

The 72A-07 features the same A/D converter as the High Resolution Seismograph, Model 72A-08, described above. Multiple data streams are permissible, but not the multiple simultaneous sample rate feature of the 72A-08. Eight trigger types are offered. Three channels are standard, six optional.

The Digitizer will record to either an internal disk or Model 72A-05 external disk. The Digitizer will accommodate an internal GPS receiver or external Model 111A GPS receiver.

Power consumption is 1.8 W for the basic 3-channel system. Add 0.3 W for GPS in power cycle mode and 1 W for a disk at 100 sps, 3 channels with 0.5 Mb RAM, or 0.6 W with 1.5 Mb RAM.

REMOTE COMMUNICATIONS:

For telemetry applications, an optional 9600 baud, error-correcting modem board will be installed in the 72A-07 for continuous or polled telemetry over voice-grade radio or telephones. A serial card is available for RS-232 digital communication applications. Finally a Remote Access Computer, Model 114 is available as an intelligent interface for dial-up and other applications. Please refer to page 5 for details.

A N E X O 3

**Orçamento preparado pela
KINEMATRICS INC.**



KINOMETRICS INC.

222 Vista Avenue Pasadena, CA 91107 U.S.A (626) 795-2220 FAX (626) 795-0860

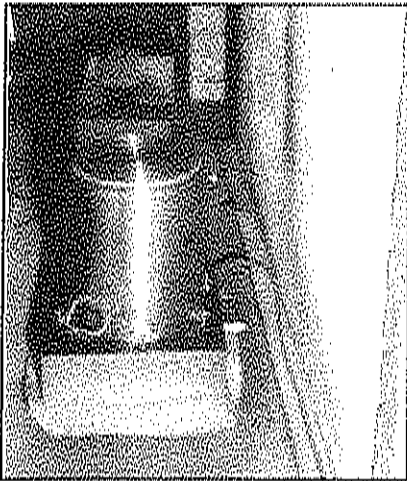
Broad Band Station for Brazil

Invoice to: University of Sao Pablo - Brazil
Delivery: 120 days after open P.O.
Payment: Advanced Payment or Irrevocable and Confirmed
Letter of Credit through a U.S. Bank

Quotation Ref: KMI B0512
Date: 1/10/01

Item	Description	QTY	Unit	Extension
1.	Free Field Station	1	\$	31,082.00 \$
1.1	Broadband Sensor, STS-2	1	\$	13,400.00
1.2	Recorder, 4 channels Q4120 with 68030 CPU, 8 Mb main memory, 2.1 Gb disk, 4-channel high resolution ADC/DSP module, SCI I/F, 4 serial I/O, GPS clock and antenna with controller in 12-V-powered, sealed enclosure	1	\$	17,232.00
1.3	Cable STS-2 to Q4120 3 mt.	1	\$	450.00

5



Installation of a STS2 seismometer in a stainless casing. It protects the instrument against humidity and temperature leakage.
For direct and good coupling to the ground the seismometer is put on a thick granite plate.
The photo is taken from the station BUG.

Technical specifications of the STS-2 broadband

seismometer

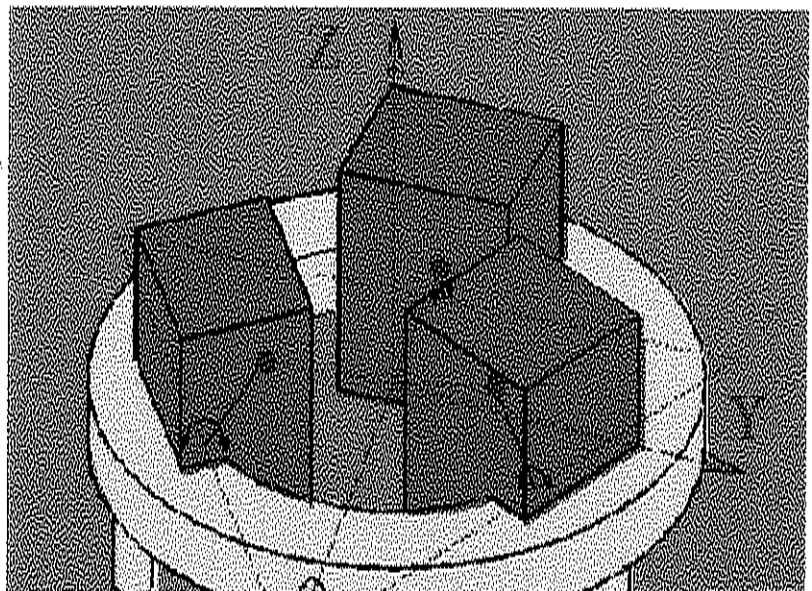
1) General

Principle of operation	Force balance
Mechanical sensors	3 identical inertial pendulums in a cube-corner geometry. The mechanical free period is virtually infinite.
Seismometer output signals	2 horizontal (X,Y) and vertical (Z) broadband velocity response
Size	Cylindrical package 235 mm dia., 260 mm high
Weight	13 kg
Environmental protection	Vacuum tight, low-stress construction

Construction principle of the STS2 broadband seismometer.

2) Electro-Mechanical

Generator constant
Response
Seismic signal output



Auxiliary outputs	+/- 10 V single-ended, 100 ohms serial										
Electronic self-noise	approx. 6 dB below USGS low-noise model between 8.33 mHz and 10 Hz										
Clip level	+/- 13 mm/s ground velocity equivalent to the following accelerations: <table> <tr> <td>g (peak-peak)</td> <td>at Hz</td> </tr> <tr> <td>0.17</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>0.017</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0.0017</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>0.00055</td> <td>0.03</td> </tr> </table>	g (peak-peak)	at Hz	0.17	10	0.017	1	0.0017	0.1	0.00055	0.03
g (peak-peak)	at Hz										
0.17	10										
0.017	1										
0.0017	0.1										
0.00055	0.03										
Dynamic range	see figure "STS2 SEISMOMETER NOISE AND CLIP LEVEL" in the manual										
Parasitic resonances	vertical: > 140 Hz, horizontal: > 80 Hz										
Power	< 1.8 W at 10 - 30 V DC, electrically insulated										
Control inputs	"high": 3 - 30 V, 0.5 mA; "low" : <0.5 V; optically isolated										
Calibration inputs	Calibration coils 30 ohms each, approx. 0.002 g/mA (oblique), maximum current 50 mA each										
Temperature range	+/- 10 C without mass recentering										
Mass centering	automatic on external command										

3) Instrument Response

The response of the seismometer to ground displacement [V/m] at frequency f is described by the transfer function

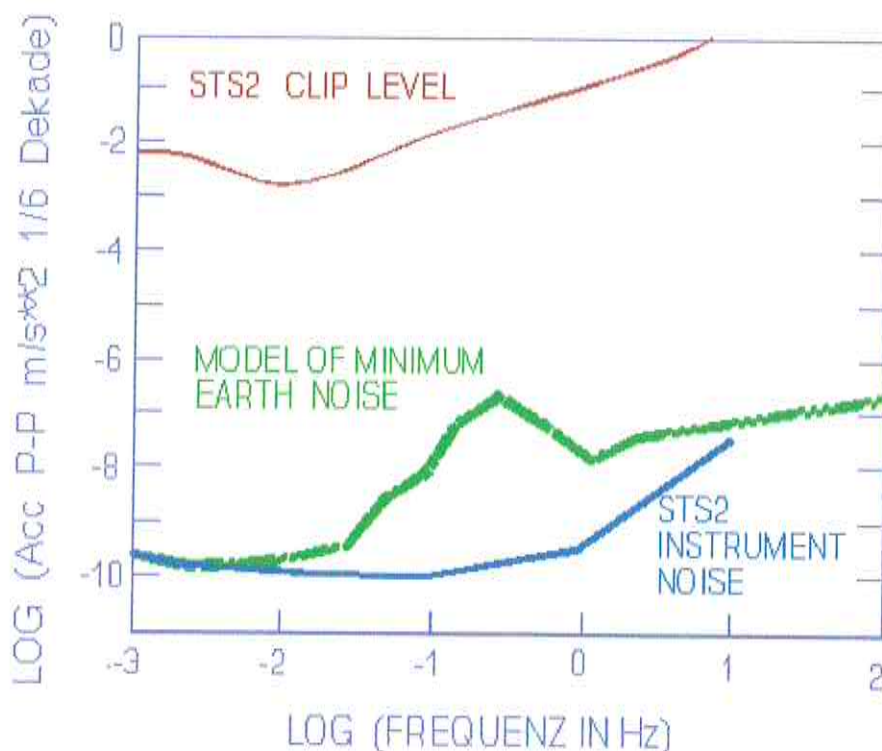
$$D(f) = 2\pi i f G / (1 - 2i f_0 h / f - (f_0 / f)^2)$$

where G = generator constant, 1500 [Vs/m]
 f_0 = corner frequency, 0.00833 [Hz]
 h = fraction of critical damping, 0.707
 i = $\sqrt{-1}$

In units of counts/nm the expression for the ground displacement transfer function is given as

$$D(f) = 2\pi i f C / (1 - 2i f_0 h / f - (f_0 / f)^2)$$

where C = 0.6 [counts/nm/s]



a) frequencies below 1 Hz

At low frequencies the STS-2 seismometer may simply be considered as a long-period, velocity-transducer, three-component seismometer with a free period of 120 s and damping factor of 0.707 of critical damping. These parameters are factory-adjusted to within 1%.

b) frequencies between 1 and 10 Hz

Between 1 and 10 Hz, the velocity response of the STS-2 is flat within ± 0.15 dB (about ± 1.5 % with respect to amplitude) related to the theoretical transfer function given above. The group delay time in this frequency range is nearly constant, about 4 ± 1 ms.

c) frequencies above 10 Hz

The flat velocity response of the STS-2 extends somewhat beyond 50 Hz. In practice, however, the overall response at high frequencies depends not only on the seismometer but also on its coupling to the ground. While coupling may influence the amplitude and the phase of the transfer function noticeably, its influence on the signal delay time is small. The group delay time observed on a shaking table is nearly constant 3 ± 1 ms at frequencies between 10 and 50 Hz. The amplitude response may be expected to be constant within ± 1.5 dB (15% with respect to amplitude).



KINOMETRICS INC.

Home
About KMI
Job Opportunities
Contact Us
What's New
Products
Solutions
Projects
Foreign Rep
Downloads
Y2K
References/FAQ
Links
Comments
USGS

Quanterra Q4120 Advanced Broad Band Acquisition System



General Description

The Q4120 is an advanced integrated data acquisition system that incorporates Quanterra's proven broad-band technology. The system combines a 4 or 8-channel high-resolution digitizer having greater than 24-bit

resolution and independent digital signal processors (DSP). It has a powerful CMOS computer system with RAM, DAT tape and disk memory. The unit supports both Quanterra's world-standard dial-up interface, a real-time packetized protocol, and TCP/IP communications. Sampling rates available to the user are sub 1-Hz up to 1 kHz.



140+dB resolution A/D + DSP:

The Q4120 incorporates one or two independently optically-isolated 4-channel high-resolution analog front ends, an 8-channel DSP module, a power conversion module, a CPU/RAM module containing 8 or 16 Mb. Optical isolation of the two channel groups, a unique Quanterra feature, allows attainment of full resolution using 2 sensors.

The analog front-end incorporates Quanterra's own patented delta-sigma modulator and operates at a fixed sample rate of 32 kHz, with other rates derived by digital filtration and decimation in the DSP module. This is the same technique employed in Quanterra's Q52K-1 and Q680 family of 24-bit digitizers that are in use worldwide in leading programs such as the IRIS GSN, TERRAScope, and US National Seismic Network. Our design is unique in that we are not limited by the use of under-performing "24-bit" chips.

The CPU/DSP module is an enhanced CMOS 68030 that uses up-to-date VLSI in-circuit programmable gate arrays. The CPU/DSP supports Quanterra's *SHEAR* data acquisition and real-time dial-up data access software. Sampling configuration (rates, filter characteristics, detectors, etc.) are programmable on a per-channel basis. The users may install their own FIR or IIR digital filters to provide any sample rates independently on all channels that are integer divisible into 2 kHz.

Minimum or Linear Phase Filters:

The FIR digital filters are specified in simple ASCII text files, and may be either linear-phase (constant delay) or minimum-phase, which are causal. Causal filters may be essential where unambiguous onset times are a principal requirement. The system may simultaneously support both minimum and linear-phase filters. The user may also specify recursive filters to perform simple functions such as high-pass and band-pass where full broad-band coverage is not desired.

Real-time Packetized Transmission:

All Quanterra processors support a protocol jointly developed by Quanterra and Martin-Marietta for use in the IRIS Global Seismic Network (GSN) stations. The protocol allows selective user-definable priority transmission of specific data types, such as broad-band event or long-period continuous, over a simple serial asynchronous link, or over a standard TCP/IP socket interface. Extensive CRC error correction and sliding-window retransmission virtually eliminate the possibility of incorrectly received data. The protocol also contains system advisory messages and event detections from the remote stations. It also allows central-site triggering and reconfiguration without stopping data acquisition.

The transmitting system, or DA (data acquisition) processor will retain all data that are not acknowledged for later transmission. As buffer memory fills in the DA, previously acquired data will be overwritten in reverse-priority order to give the highest probability that the user's preferred data is transferred through the link. The link temporarily may be cut completely, and the receiver powered down without loss of data. Software to receive the packetized data are available for both MS Windows™ and Sun SPARC™ systems. Quanterra is developing the Sun package jointly with UC Berkeley and IRIS. It will provide central-site collection of data from multiple SHEAR-equipped systems.

Extensive Logging:

Quanterra's SHEAR package records on tape and disk not only the basic compressed data, but extensive timing information, detection logs, and complete logs of console text, all in FDSN-standard SEED format. Even a log of every keystroke is maintained for remote access users! These capabilities provide extensive performance analysis, and support remote maintenance, an essential feature in today's advanced systems, and a principal reason for selection of Quanterra's field-proven technology in demanding applications such as the Global Networks.

Data Compression:

Quanterra's SHEAR package records on tape and disk not only

the basic compressed data, but also extensive timing information, detection logs, and complete logs of console text. It is all recorded in FDSN-standard SEED format. Even a log of every keystroke is maintained for remote access users! These capabilities provide extensive performance analysis, and support remote maintenance, an essential feature in today's advanced systems for global networks.

Data are stored using Federation of Digital Seismic Network standard Level 1 or Level 2 compression algorithms used on IRIS stations, and developed by Quanterra. The compression method achieves up to 600% improvement over 32-bit data, and features quick and efficient decompression and exact reconstruction. Field systems directly generate mini-SEED format data. This allows maximum data integrity through subsequent processing: Data are distributed and transferred exactly as recorded.

Dial-up Data Access:

Quanterra developed the world-wide de facto standard dial-up interface for broad-band seismic data. Quanterra's proven *SHEAR* software includes sophisticated file and resource management allowing data storage to be configured optimally for a user's requirements. As an example, our systems support transmission by Kermit of binary, compressed 'mini-SEED' data files containing an entire day of event segments, or any user-specified data request. The 'bufserv' data manager indexes recorded data by time to allow user requests to retrieve only relevant data. Data files transmitted are uniquely named automatically according to time and data type. With Quanterra compression, binary data file transfer can be up to 5 times as efficient as the best compression provided by high-speed modems on ASCII text files.

TCP/IP Network Access:

Because Quanterra's *SHEAR* application software package operates with a true real-time operating system, many features are built in, such as remote login, data transmission to multiple independent clients, and standard functions such as telnet, ftp, and a Berkeley "sockets" programming interface. Quanterra's latest-release *SHEAR* package supports a powerful data collection over a TCP/IP network using the commonly available "finger" program that is familiar to most e-mail users with a single command-line from your workstation, such as:

```
finger "retrieve:i bh? 94/7/22  
94/7/23"@mystation.university.edu
```

you can collect all channels of broad-band (bhz,bhn,bhe)
compressed data covering the user-specified time interval of 94/07/22

through 94/07/23. Time intervals may be specified to the nearest second.

SHEAR @software:

Our sophisticated system and application software gives our field systems capabilities that are impossible in simple 'field' boxes and 'recorders'. The system includes multiple, simultaneous data access modes, simple reconfiguration, remote status acquisition, diagnostics, and software updates (by dial-up or network), TCP/IP login, and more. SHEAR is real, mature software, for your critical data acquisition needs.

Desk-Top or Rack-Mount Package:

The Q4120 is also available in a small totally-shielded metal package that requires minimum space and is suitable for installation in a facility. Connection is made via standard "D" connectors:

Table 1. Q4120 Specification Summary	
Channels:	3, 4, 6 or 8. Multiple units may be slaved for more.
Resolution:	approx 145 dB below 100 Hz. min 130 dB @ 500sps
Format:	32-bit integer, compressed
Input Range:	5-40V P-P. 0.1mV preamp available
Filtering Digital:	8 ' ADSP2105 + TMS320C31
Sample Rate:	1 kHz highest available to user, others derived from 2kHz. Initial rate 32kHz.
Time Base:	Precision TCXO 1PPM/o C. Time base is phase locked without sampling time-base distortion
CPU:	68030 CMOS CPU
Memory:	4Mb EPROM, up to 16Mb RAM
Serial Ports:	6, of which 2 support dial-up
Time:	Integral Quanterra GPS1 with antenna + 16m cable
Power:	5-30W 12VDC, depending on configuration
Physical:	Sealed, Polyethylene, 22 X 22 X 11 in
I/O Interface:	External SCSI, Ethernet TCP/IP optional
Price:	Very economical. Configurations vary. Contact Quanterra.

Quanterra Q4128GS-10/E16 System Specifications:	Specifications of the Q4128GS-10/E16 illustrate a member of Quanterra's Q4120 family. Other members of the family include alternate configurations of disk, tape, processors, and channels:
Table 1: Q4128GS-10/E16 System Specifications	
Channels:	8 total. Two 4-channel groups separately galvanically and optically isolated
Sample Rate:	32000 Hz, simultaneous. user rates: 1000, 500, 400, 250, 125, 200, 100, 50, 20, 10, 1 Hz
Resolution and Dynamic Range:	LSB (Least Significant Bit) = 2.34mV. 148 dB max. ($\pm 10.5 \cdot 10^6$ digital counts)
Bandwidth:	0-0.8 Nyquist (-6dB point). Response controlled by digital FIR filter
Noise and Distortion:	Terminated input noise level typical -142 dBrmsrel to Full Scale, 0.25-50Hz. May exceed 146 dBrmsrel at sub-Hz frequencies and constant temperature, matched to high-dynamic range sensor, such as STS-2.
Full Scale:	± 20 V differential input. Optional external preamp available for passive sensors
Operating Temp Range:	-10 to 45 °C ambient temperature external to sealed enclosure
Signal Processing:	Digital. One fixed-point ADSP2105 used per channel, one floating-point TMS320C31 master. User-loadable linear or minimum-phase FIR or IIR filters.
Sensor Calibration:	None built-in. Optional calibration/state-of-health module available
Timing:	GPS C/A code. 1msec accuracy to UTC. Position error 100 meter RMS Sampling timebase phase-locked to GPS using software-controlled slew-limited low-distortion loop. Integral to Q4120 processor module
Main Processor:	One 25 MHz Motorola MC68EC030 microprocessor on Q4120 module
Storage:	One 1052Mb SCSI disk drive mounted to panel
Memory:	16Mb RAM on plug-in module

Communications:	4 asynchronous serial ports. 1 port used for dial-up modem, 1 for terminal, others available for data transmission
Networking:	Plug-in module supports standard TCP/IP protocols, with remote login via telnet, and data transmission via finger and ftp
Software:	ULTRA-SHEAR, resident on disk, fully installed, user-configurable
Environmental:	Sealed, polyethylene environmental enclosure. 22 X 22 X 11 in
State of Health Monitoring:	None built-in. Optional calibration/state-of-health module available
Construction:	Fabrication to ANSI/IPC-A-600D Class 3. Single-board digital, factory replacement and repair only. Each 3/4 analog channel group on a single board. Field-replace-able individual analog-channel pre-processors
Power:	12VDC, 2A average. Isolating DC/DC converters

**INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS
DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE
ANGRA DOS REIS (ESAR)**

Relatório Técnico 01

**Serviço de Consultoria
Executado pelo
Grupo de Sismologia do IAG/USP
Para a ELETRONUCLEAR**

ABRIL DE 2002

INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE ANGRA DOS REIS (ESAR)

Relatório Técnico 01

INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se ao Serviço de Consultoria solicitado pela ELETRONUCLEAR, que está sendo efetuada pelo Grupo de Sismologia do IAG/USP através do Termo de Compromisso TC/GCC.T-143/01 celebrado entre a Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) e a ELETRONUCLEAR e da Ordem de Execução (GANT) 001/01.

Este serviço tem como finalidade a instalação da Estação Sismográfica de Angra dos Reis (ESAR) para auscultar a atividade sísmica regional e próxima ao local das usinas nucleares Angra 1 e Angra 2. Foram efetuadas as seguintes atividades mencionadas no Item 3 da Proposta de Serviço de Consultoria, as quais serão relatadas com detalhe neste documento:

- 3.1.- Assessorar a FUSP na importação do equipamento sismográfico;
- 3.2.- Comprar acessórios, equipamento e programas de informática para a operação da ESAR e para a transferência dos dados sísmicos para o Laboratório de Aquisição de dados Sismológicos do IAG/USP;
- 3.3.- Assessorar à ELETRONUCLEAR na inspeção das obras do abrigo da ESAR, para garantir que o mesmo seja construído corretamente;

ASSESSORAMENTO PARA COMPRA DO EQUIPAMENTO SISMOGRÁFICO

Foram efetuados contactos com as firmas fornecedoras dos equipamentos sismográficos recomendados para serem instalados na ESAR. Foram negociadas as seguintes mudanças com relação à recomendação original:

O digitalizador 72A-07/G/ND, que é um conversor para três canais digitalizados com 24 bits de resolução e 2 MB de memória RAM, foi substituído por um digitalizador mais moderno, com características similares, modelo DAS 130-01/3, ver Quotation 720-C da firma REFTEK em anexo.

Os demais acessórios, incluindo o receptor GPS, os moduladores, cabos e conectores estão incluídos nessa Quotation, assim como os microcomputadores PC e o software de aquisição.

O sensor triaxial é o mesmo modelo STS2 que foi recomendado originalmente, ver Quotation KMI B0512-B da KINEMATRICS, em anexo.

Os tramites para a importação desses equipamentos foram iniciados pela FUSP em dezembro de 2001, de modo que esperamos a chegada dos equipamentos da REFTEK para o mês de maio de 2002 e o sensor da KINEMATRICS, para outubro de 2002.

COMPRA DE ACESSÓRIOS, E EQUIPAMENTO PARA A INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESAR

Estão sendo comprados os seguintes acessórios para a instalação da ESAR

- Uma unidade de "no break" de 1 KVA, marca SMS, modelo Manager II.
- Um carregador de baterias com uma bateria de 100 Amp/hora para alimentação dos instrumentos do abrigo do sensor.
- Materiais e componentes eletro-eletrônicos e outros para instalação da ESAR,

Estão sendo adquiridos os seguintes equipamentos para serem utilizados no Laboratório de Sismologia do IAG/USP para efetuar a manutenção da ESAR

- Um *notebook*, Pentium III, 500 MHz, 128 Mb RAM, HD 10 Gb, CD 24X, Fax Modem 56 Kb, marca COMPAQ.
- Um osciloscópio com dois canais e velocidade de 100 mHz, marca Goldstar, modelo OS-8100A.
- Um multímetro tipo Scope Meter, marca Minipa, modelo MS83.
- Uma fonte AC/DC simétrica ajustável marca Minipa, modelo MPC-303D.
- Um gerador de funções/frequência, modelo MFG-4210 da Minipa.
- Um termômetro-hidrômetro MT-241.

VISITAS PARA ACOMPANHAR A CONSTRUÇÃO DO ABRIGO DA ESAR

Foram efetuadas, durante o intervalo novembro 2001-março 2002, cinco visitas dos técnicos do Grupo de Sismologia do IAG/USP, para o local onde estava sendo construído o abrigo do sensor da ESAR. O abrigo está localizado no extremo Sul da Praia de Piraquara de Dentro onde funciona o Cais da Marina administrada pelos empregados da ELETRONUCLEAR, nas proximidades da Praia de Itaorna, onde operam as usinas nucleares de Angra dos Reis.

Durante as três primeiras visitas foram efetuadas algumas recomendações aos encarregados da construção do abrigo, tais como aproveitar o formato do afloramento de rocha para redirecionar a planta do abrigo, mudar a posição da porta da sala do sismômetro para não ter que cortar a rocha, construir uma bancada para instalar o digitalizador aproveitando o afloramento e construir um respiro para a bateria no *hall* de entrada. Além disso foi indicada a posição dos condutos internos para os cabos, o posicionamento das portas para travar por fora, foi recomendado o tipo de iluminação na sala do sensor com uma lâmpada de 220 Volts para reduzir a temperatura dessa lâmpada incandescente.

Em anexo são apresentadas algumas fotografias do abrigo do sensor da ESAR, em várias etapas da construção.

Nessas visitas foram efetuados testes adicionais de ruído no local do abrigo do sensor da ESAR, para verificar se as obras que estavam sendo efetuadas teriam afetado a base do sensor.

Nas últimas visitas foi instalado um sismógrafo digital de banda larga para testar o local com um equipamento similar ao que será instalado na ESAR. Os dados desse teste, coletados na última visita estão sendo analisados e serão apresentados no próximo relatório técnico.

RESULTADO DOS TESTES DE RUÍDO NO ABRIGO DO SENSOR

Nas Figuras 1 e 2 se apresentam os espectros de ruído conseguidos depois de terminado o abrigo, juntamente-com os espectros de ruído obtidos durante a seleção dos locais para o sensor da ESAR.

Na Figura 1 podemos observar que o espectro de ruído horizontal da última amostragem, quando o abrigo já estava construído, é ligeiramente menor para as frequências maiores que 1 Hz, exceto nas frequências de 20 e 30 Hz, e ligeiramente maior para as baixas frequências (abaixo de 1 Hz). Na Figura 2, vemos que o espectro de ruído vertical da última amostragem é ligeiramente menor para todas as frequências da figura, exceto nas frequências de 20 e 30 Hz.

Esses resultados mostram que a base do sensor não foi afetada durante a construção do abrigo da ESAR e que em termos gerais, houve uma pequena melhora na qualidade do ruído, comparado com os testes efetuados durante a seleção do local para o sensor da ESAR. O ruído de 30 Hz tem aumentado em amplitude, provavelmente por um aumento na produção das turbinas das usinas nucleares em comparação da época em que foram feitos os testes para selecionar o local da ESAR. O pico em 20 Hz é uma novidade que não existia naquela época.

Esses picos não devem afetar a detecção de sismos próximos que são registrados com alta frequência, normalmente entre 10 e 30 Hz, considerando que a pesar desses picos sobressaírem no nível de ruído local, eles possuem amplitudes relativamente baixas (menores que 0,2 nm).

CONCLUSÕES

Foram efetuadas as atividades do presente serviço, de acordo com o programado na Proposta de Serviço de Consultoria.

Os equipamentos para instalação da ESAR foram redefinidos mantendo a proposta na Primeira Recomendação do Relatório No. 3 da etapa anterior do presente projeto, incluindo alguns equipamentos mais modernos, com vantagens técnicas e de menor preço.

Os instrumentos adicionais estão sendo adquiridos conforme a listagem apresentada na Proposta de Serviço de Consultoria, os quais serão utilizados no recebimento, calibração, instalação e manutenção dos equipamentos sismográficos da ESAR.

Os testes de ruído efetuados durante o acompanhamento da construção do abrigo do sensor da ESAR, mostraram que esse abrigo foi construído de acordo com as recomendações do Grupo de Sismologia o que permitiu conservar as características do afloramento testado originalmente.



Jesus Berrocal

São Paulo, 25 de abril de 2002.

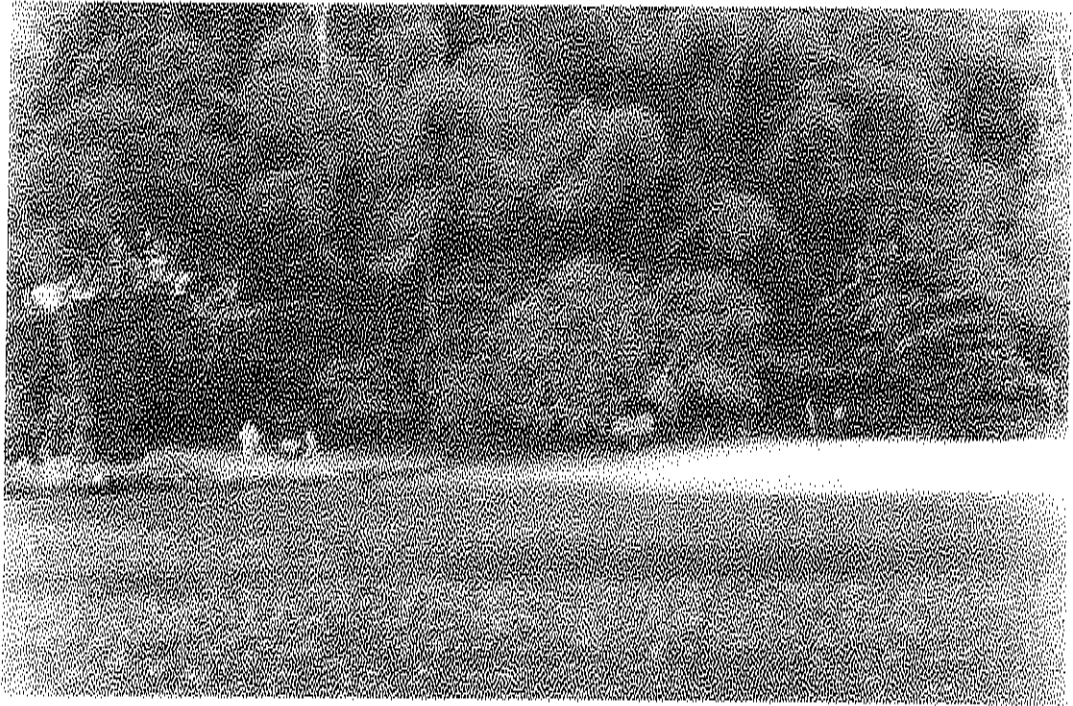


Foto 1 - Vista panorâmica da ESAR.

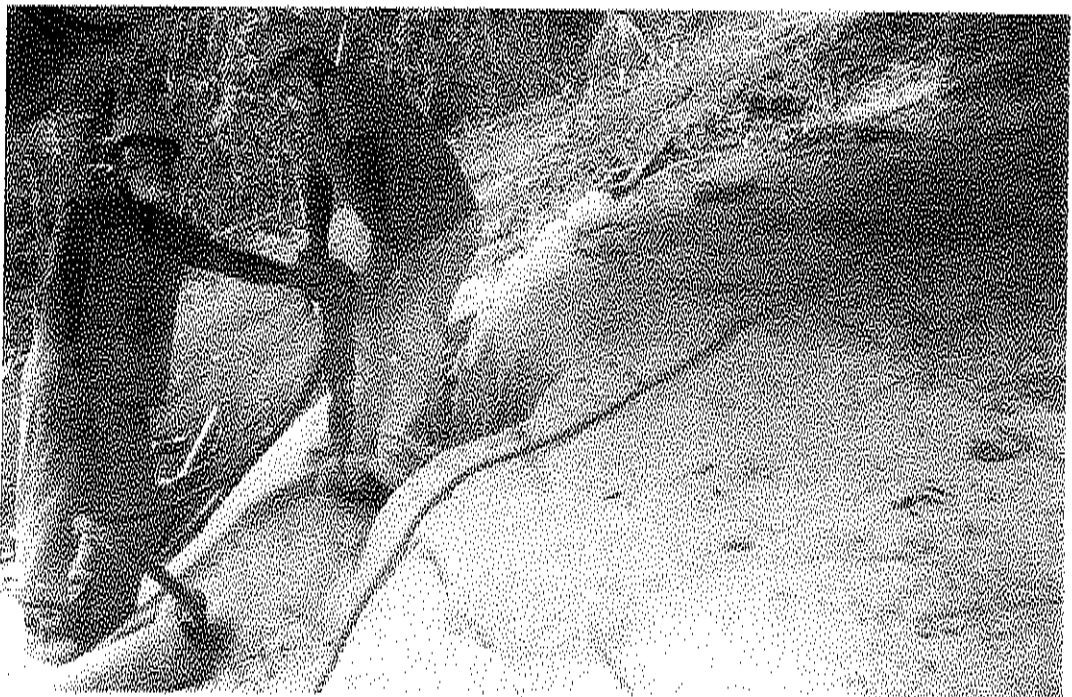


Foto 2 - Afloramento utilizado para a ESAR.

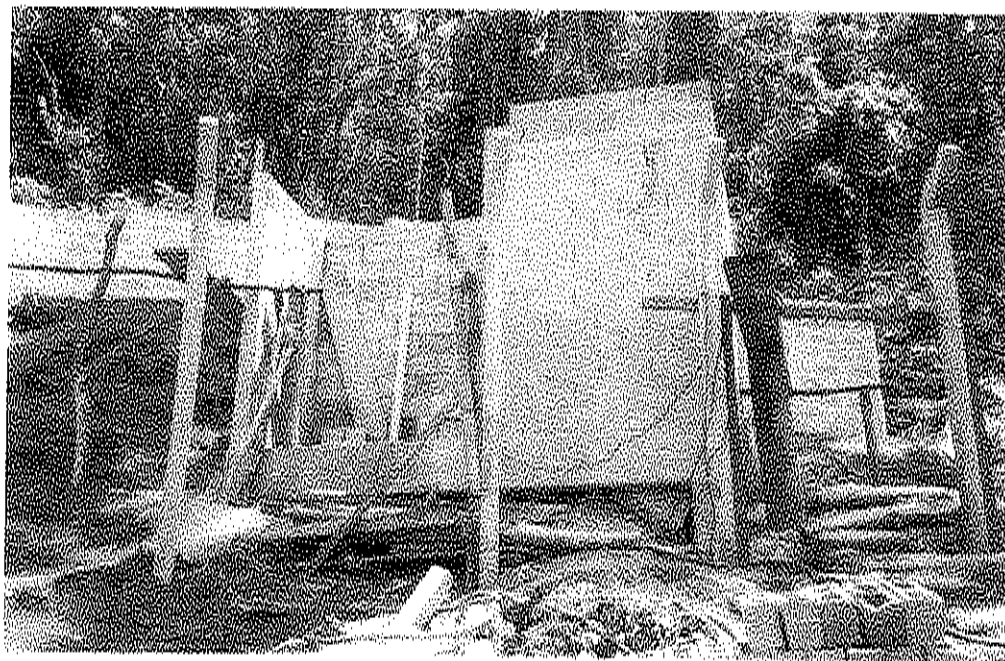


Foto 3 - Início da construção do abrigo da ESAR.

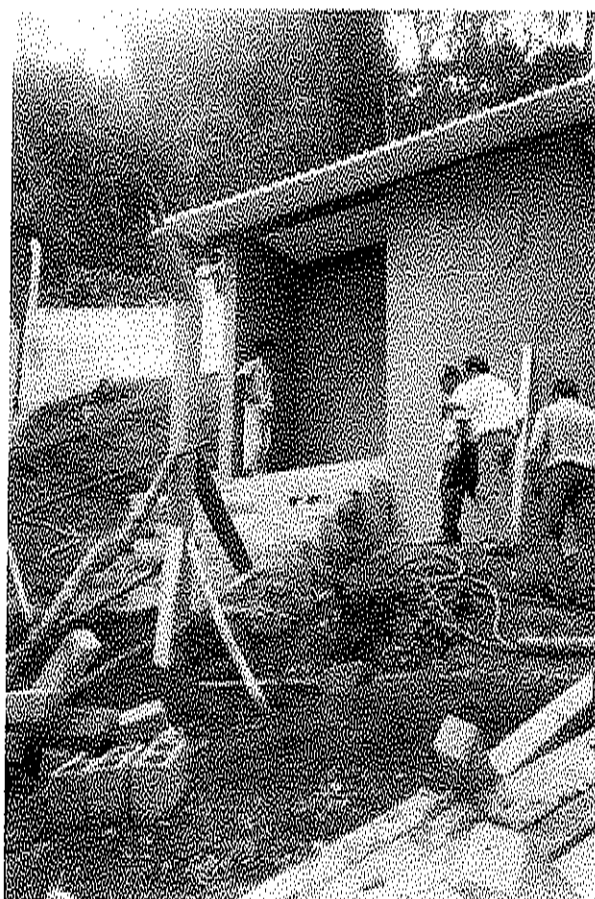


Foto 4 - Fase avançada da construção do abrigo da ESAR.

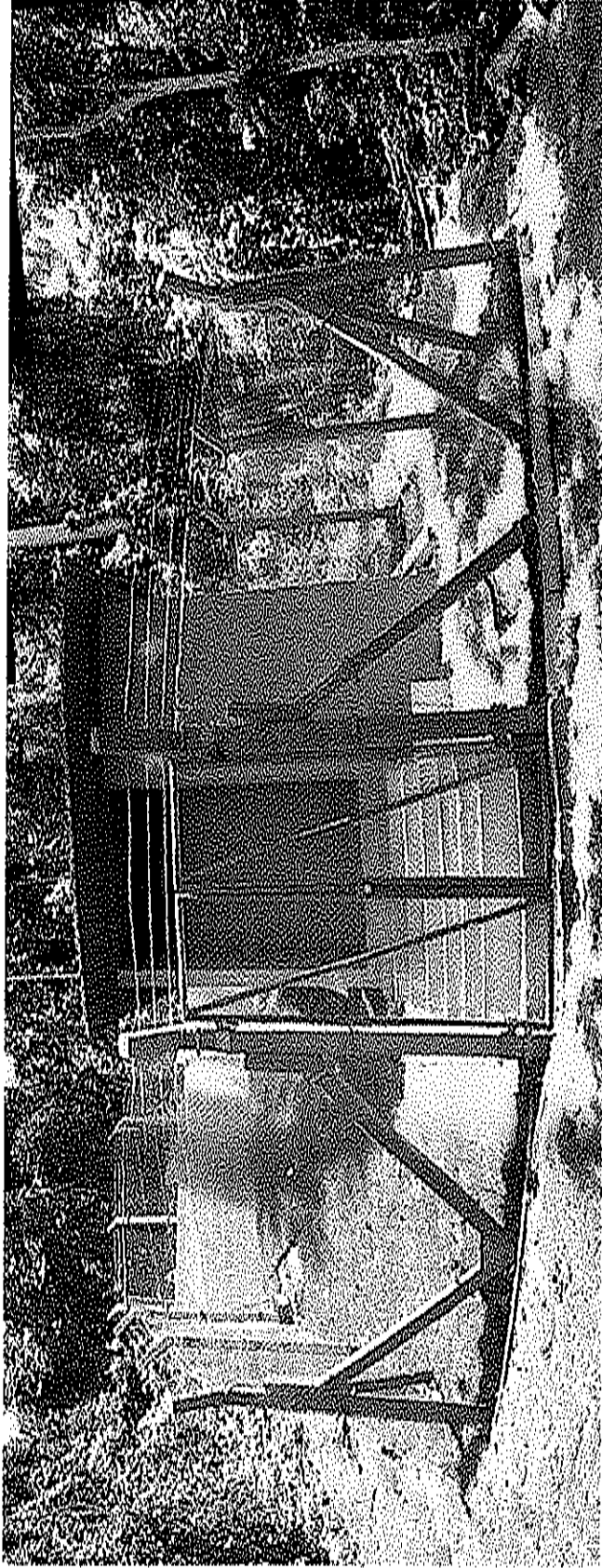


Foto 5 - Vista do abrigo da ESAR concluído.

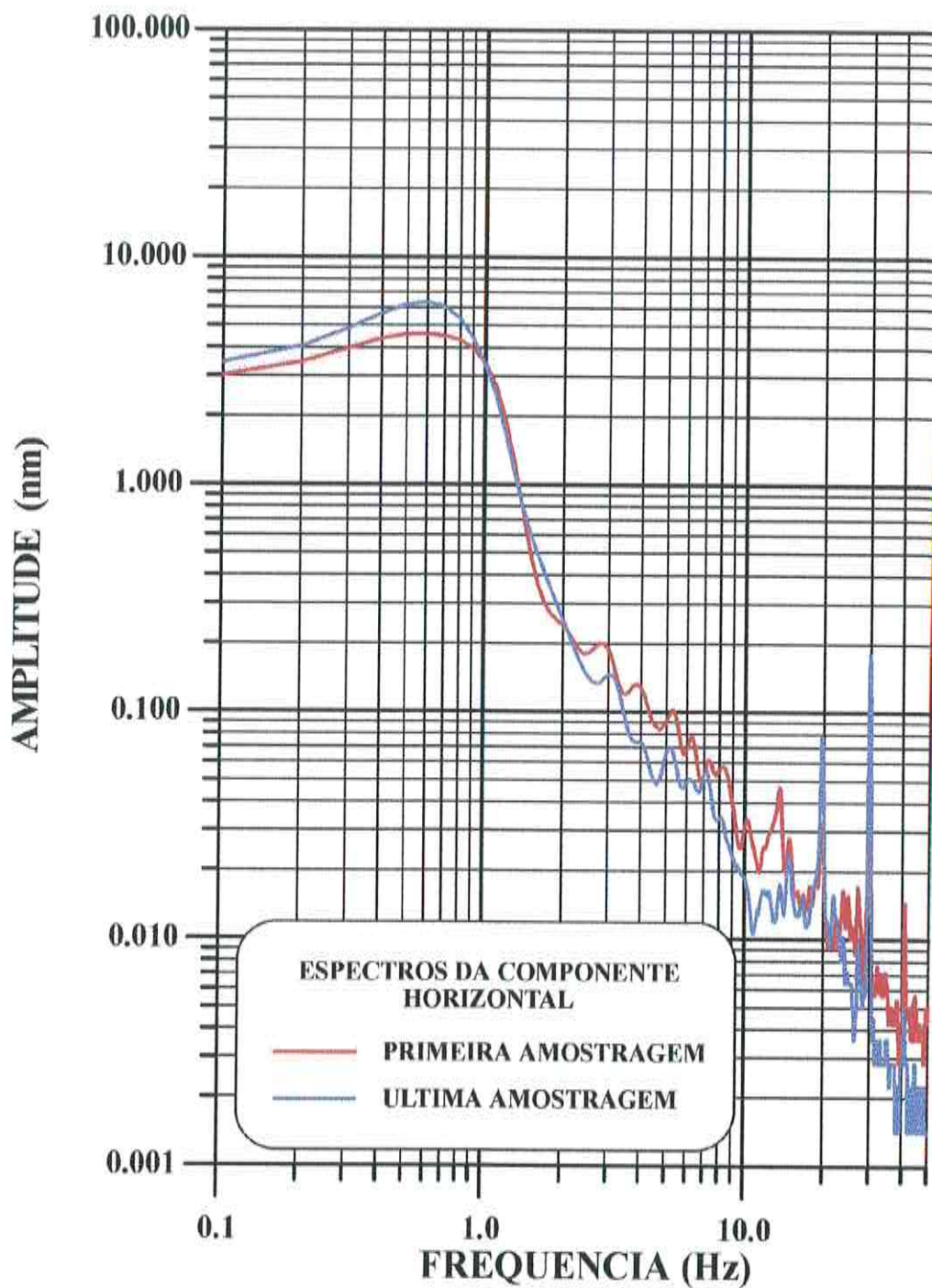


Figura 1 - Espectros de ruído na componente horizontal, a primeira amostragem foi obtida durante a seleção do local do abrigo da ESAR e a última amostragem, quando terminaram a construção do abrigo.

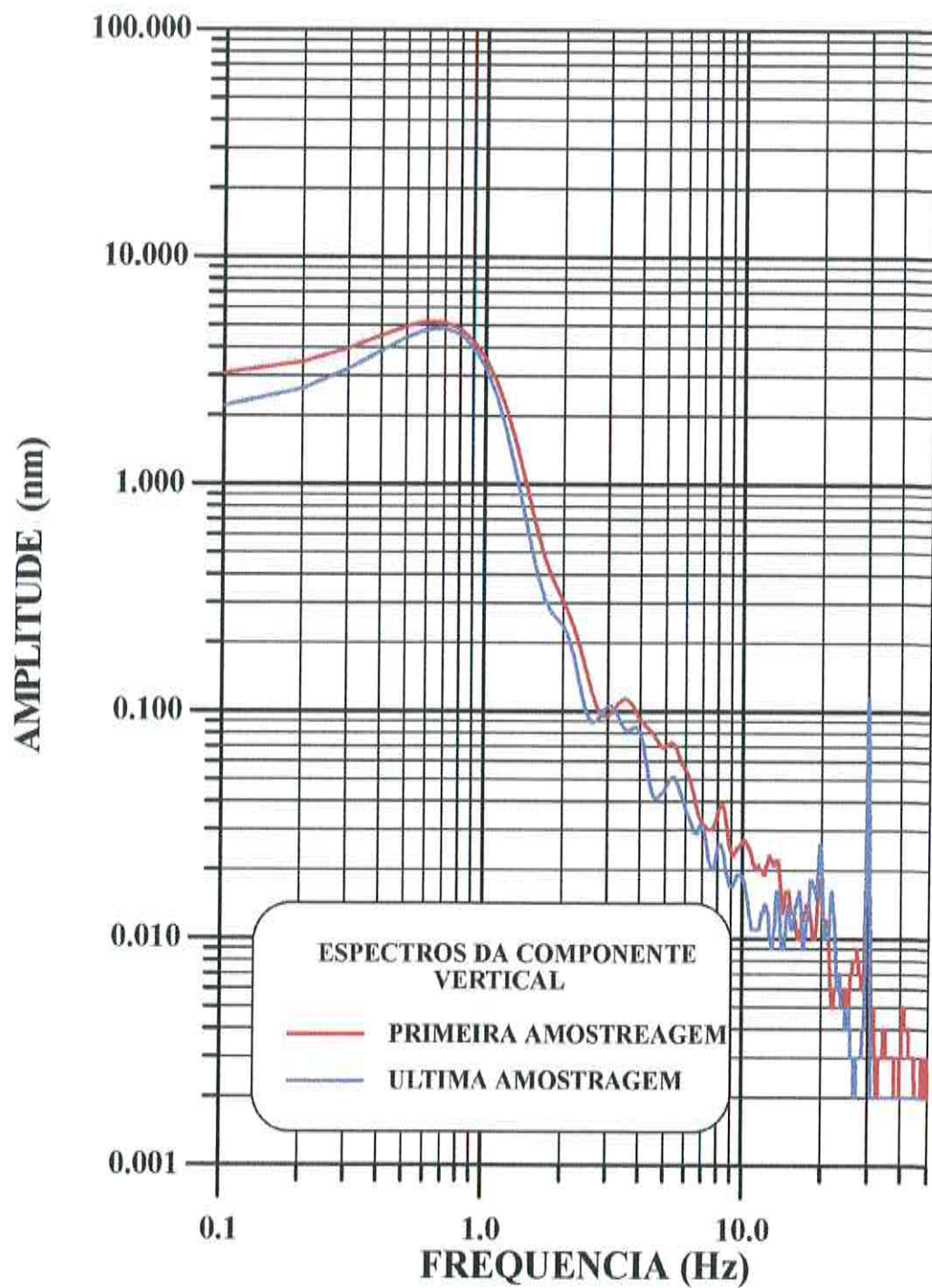


Figura 2 - Espectros de ruído na componente vertical, similares da Figura 1.



REFRACTION TECHNOLOGY, INC.

2626 Lombardy Lane,
 Suite 105
 Dallas, Texas, USA 75220
 Ph: 214-353-0609
 Fax: 214-353-9659
 Email: info@reftek.com

Date
 04/09/2002

PRO FORMA INVOICE
7020 REV. A

Ship To: Fundacao de Apoio Universidade de Sau Pa Av. Afranio Peixoto, 14 Butanta CEP 05507-000 Sau Paulo SP Brazil		Bill To: Fundacao de Apoio Universidade de Sau Pa Av. Afranio Peixoto, 14 Butanta CEP 05507-000 Sau Paulo SP Brazil	
Terms Cash in Advance	Ship Via Best Way Air	Shipping Terms FOB Ref Tek Dock	Customer Ref Pre Paid
Salesperson: Miller		Est Ship Date: 05/24/2002	Estimated Delivery:
Ordered By			

Line Item	Cu st	Tax	Rev	Part Number	Unit Price	Qty Ordered	Extended Amount
001		N	✓	130-01/3 DAS, 3rd Generation, 3 Channel	5,500.00	1. EA	5,500.00
002		N	✓	130-GPS GPS Receiver	500.00	1. EA	500.00
003		N	✓	130-MICRODRIVE-1G-KIT Disk, 1 GB, Compact Flash II, Adapter, Carrying Case	500.00	1. EA	500.00
004		N	✓	RT527-B01 Assembly, PCB, Sensor Control Board, 130-01	495.00	1. EA	495.00
005		N	✓	ME775A-FSP Driver, Mini, Female, MP9	600.00	3. EA	1,800.00
Line Item Comments: Field Recorder Modem Black Box modem Async/Sync Short Haul Modem (two for line connection and one spare unit).							
007		N	✓	130-8018 Assembly, Cable, PC Command & Control	60.00	1. EA	60.00
008		N	✓	RTP/RNC Software, REF TEK Protocol Server Application, DAS control	200.00	1. EA	200.00
Line Item Comments: Install on PC							
009		N		RTUKIT Kit, REF TEK Utilities	100.00	1. EA	100.00
Line Item Comments: Install on PC							
010		N		130-8076-33 Assembly, Cable, 130 to Generic Sensor, 33ft (10m)	80.00	1. EA	80.00
011		N		130-8071 Assembly, Cable, 130 to STS-2 Sensor, 33' (10m)	360.00	1. EA	360.00
012		N	✓	MDESKTOP-CUST Computer, Desktop, Pentium, Customer Specific	1,598.00	2. EA	3,196.00
Line Item Comments: PC-CUSTOM - Minimum Specifications Pentium III, 700 Mhz, 128Mb RAM, 30GB HD, CDRW,							



REFRACTION TECHNOLOGY, INC.

2626 Lombardy Lane,
 Suite 105
 Dallas, Texas, USA 75220
 Ph: 214-353-0609
 Fax: 214-353-9659
 Email: info@reftek.com

Date
 04/09/2002

PRO FORMA INVOICE
7020 REV. A

Ship To: Fundacao de Apoio Universidade de Sau Pa Av. Afranio Peixoto, 14 Butanta CEP 05507-000 Sau Paulo SP Brazil		Bill To: Fundacao de Apoio Universidade de Sau Pa Av. Afranio Peixoto, 14 Butanta CEP 05507-000 Sau Paulo SP Brazil	
Terms Cash in Advance	Ship Via Best Way Air	Shipping Terms FOB Ref Tek Dock	Customer Ref Pre Paid
Salesperson: Miller		Est. Ship Date: 05/24/2002	Estimated Delivery:

Line Item	Cu st	Tax	Rev	Part Number	Unit Price	Qty Ordered	Extended Amount
<i>Ethernet card, 17" monitor, keyboard, mouse and accessories</i>							
013	N			FIELDINSTALL Service, Field Engineering, Installation			
Line Item Comments: Install Software into CUSTOM-PC at Ref Tek, Dallas, TX					800.00	1. EA	800.00
014	N			SW-SEISAN7.1 Software, Seisan CD and Manual			
Line Item Comments: Install on PC					0.00	1. EA	0.00
015	N			130-8015-33 Assembly, Cable, GPS to 130 Das, External, 33ft (10m)			
					0.00	1. EA	0.00
016	N			130-8004 Assembly, Cable, Ethernet / Modem, External			
					0.00	1. EA	0.00
017	N			PT06A124P Connector, PT06A-12-4P-SR			
					0.00	1. EA	0.00
018	N			OPSDOCSET Manual, operations reference, REF TEK digitizers			
					0.00	1. EA	0.00

Sub Total 13,591.00

For Refraction Technology Inc.

Pnina Miller

Pnina Miller

TOTAL ORDER VALUE \$ 13,591.00

Notes:

Estimated Delivery: 24 May 2002 (SHIPPING INSTRUCTIONS IN FILE)
 Payment Received on 2/12/2001
 Brazilian representative



KINEMATRICS INC.

222 Vista Avenue Pasadena, CA 91107 U.S.A (626) 795-2220 FAX (626) 795-0868 www.kinometrics.com

Invoice to: FUNDACAO DE APOIO A UNIVERSIDADE DE
SAO PAULO
Av. Afranio Peixoto, 14
Butanta
CEP 05507-000, Sao Paulo, SP
Brasil
(Projeto ESAR)

Delivery: 8 months after open P.O.
Payment: Advanced Payment or Irrevocable and Confirmed
Letter of Credit through a U.S. Bank or
Advanced Wire Transfer

Quotation Ref: KMI B0512-B
Date: 12/13/01

Approved by: Mauricio Ciudad-Real

(Digitally Signed by Mauricio Ciudad-Real)

Item	Description	QTY	Unit	Extension
------	-------------	-----	------	-----------

1.	Broadband Sensor, STS-2	1	\$ 14,740.00	\$ 14,740.00
----	-------------------------	---	--------------	--------------

FOB Pasadena, CA: \$ 14,740.00

Payment Terms Information.

Letter of Credit must be Irrevocable, Confirmed
through a US Bank and Payable at Sight, please
use the following information:

Kinometrics Inc.
222 Vista Avenue
Pasadena, CA 91107

For Wire Transfer please use to the following
information:

Kinometrics Inc.
c/o Chase Bank of Texas NA
712 Travis Street
Houston TX 77002

(713) 216-4697 phone
(713) 216-4402 fax

A/C # 00101422575 ABA# 113000609

Representative Information.

Representações Técnicas Maihak Ltda.
Avenida Angelica, 2091
01227-Sao Paulo - SP - Brazil
Phone: 011-55-11-3256 6936
Phone: 011-55-11-3257 6584
Fax: 011-55-11-3256-6936
Contact: Mr. Herbert Gruber
Email: gruberco@uol.com.br

Note: Representative for Marketing & Promotion
only. Orders must be placed directly to
Kinometrics, Inc.

Shipment Information.

Dimensional Weight: 74 lbs.
Volume: 22x22x22 inches

Proposta para Transmissão de Dados da ESAR

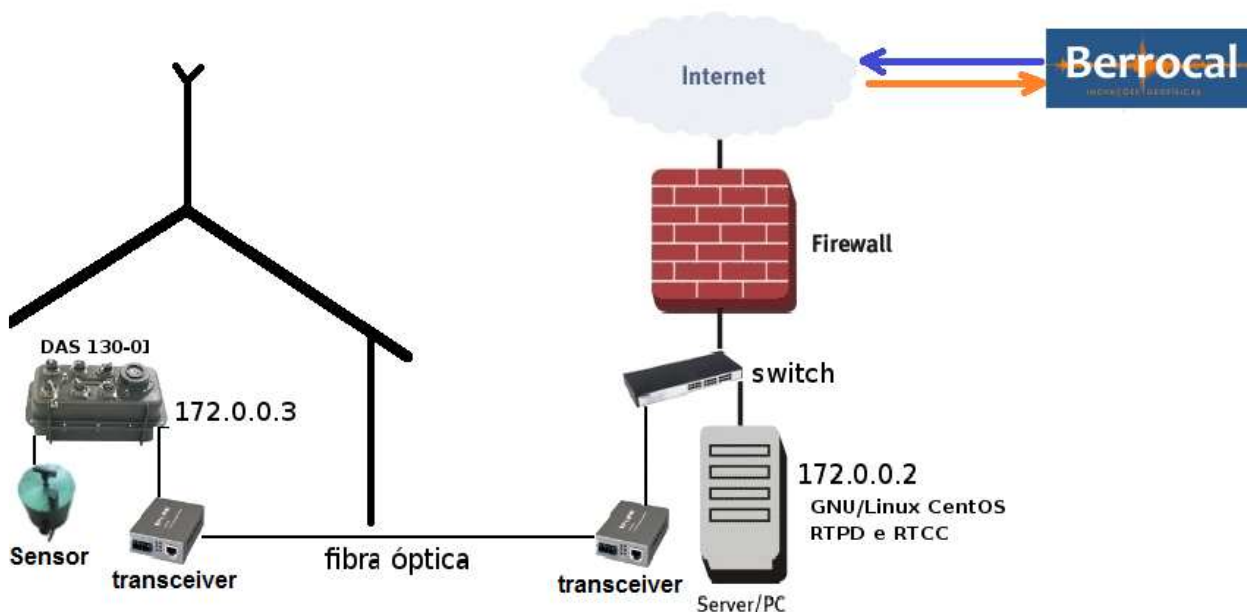


Figura 1. Esquema da configuração da rede de transmissão de dados da ESAR.

Atualmente a transmissão de dados da **ESAR** à **Berrocal Ltda.** é feita via internet, enviando os dados a cada hora ao servidor localizado em São Paulo. Na **Figura 1** é mostrada esquematicamente a configuração da rede de transmissão de dados da ESAR. Nesta figura o *server-PC* está localizado numa área protegida do reator Angra 2, especificamente na sala de computadores do prédio da ULD.

Os computadores da sala ULD serão remanejados a outro local, por esse motivo o sistema de transmissão de dados da ESAR deve ser modificado. Para tal, estamos propondo duas soluções de transmissão de dados por internet: uma por satélite e a outra por banda larga 3G.

Transmissão de dados via internet por satélite

A empresa Berrocal tem experiência na transmissão de dados sísmológicos por satélite, tendo na atualidade uma estação sísmográfica na região do estado de Rondônia, onde os dados são enviados em tempo real ao servidor da empresa localizado em São Paulo. A qualidade de transmissão é muito boa com *delay* máximo de dois segundos e equipamentos funcionando normalmente a altas temperaturas e humidade, características típicas dessa região.

Para implantar este sistema na ESAR é necessário dos seguintes equipamentos e características técnicas (ver esquema na **Figura 2**):

- Modem
- Antena
- Um IP válido para o modem

Este sistema pode usar bateria, mas na ESAR já temos fornecimento de energia elétrica. O sistema opera sem problemas num ambiente com

temperatura e umidade relativa de -40°C a $+60^{\circ}\text{C}$ e 0% a 90%, respectivamente. A antena opera normalmente em regiões de matas, mas o local deve ter o campo de visão aberto para o satélite.

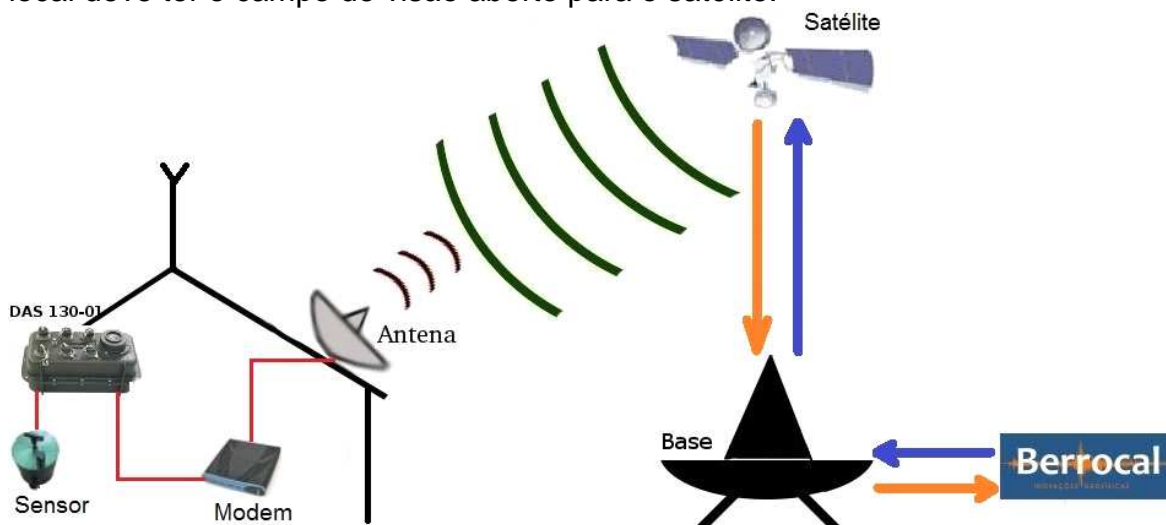


Figura 2. Esquema da configuração de transmissão de dados por satélite.

É necessário adquirir um IP fixo válido para o modem, desta forma é criada uma intranet para o registrador DAS-130-01.

Transmissão de dados via internet banda larga 3G

Em uma das visitas da Berrocal a ESAR, realizou-se teste da qualidade do sinal da internet banda larga 3G, o teste feito foi para a operadora Claro. O teste mostrou um sinal muito bom, na ordem de 52%, concluímos que não seria necessário instalar uma antena amplificadora para o modem 3G. Na **Figura 3** mostra-se esquematicamente a rede de transmissão de dados via internet banda larga 3G.

Nos testes de transmissão de dados via 3G feitos no local da Berrocal, observou-se que a comunicação via modem 3G ficou até um máximo de quatro dias, depois de este tempo e em alguns casos menos dias, a comunicação era perdida, sendo necessário reiniciar o roteador manualmente para restabelecer a comunicação. Sempre será necessário reiniciar o roteador 3G ao se perder a comunicação, segundo informação dos vendedores de roteadores 3G tradicionais.

Esta tecnologia ainda não está consolidada satisfatoriamente para transmissão de dados em tempo real para períodos longos de tempo, por exemplo, anos, já que acontecem quedas na transmissão por vários motivos, um dos mais principais seria a falta de banda em momentos de pico de transmissão. Mas, pode-se usar esta tecnologia fazendo algumas modificações: uma seria conectando um PC-*rugged* ao DAS-130, onde os dados seriam salvos no HD deste PC e sendo acessíveis remotamente e, outra implementando um circuito eletrônico de modo a que o modem 3G seja reiniciado a cada certo tempo, por

exemplo, duas em horas, para enviar os dados do HD do *PC-rugged* ao servidor em São Paulo. O modem 3G ficaria ligado só durante a transmissão dos dados, o restante do tempo ficaria desligado.

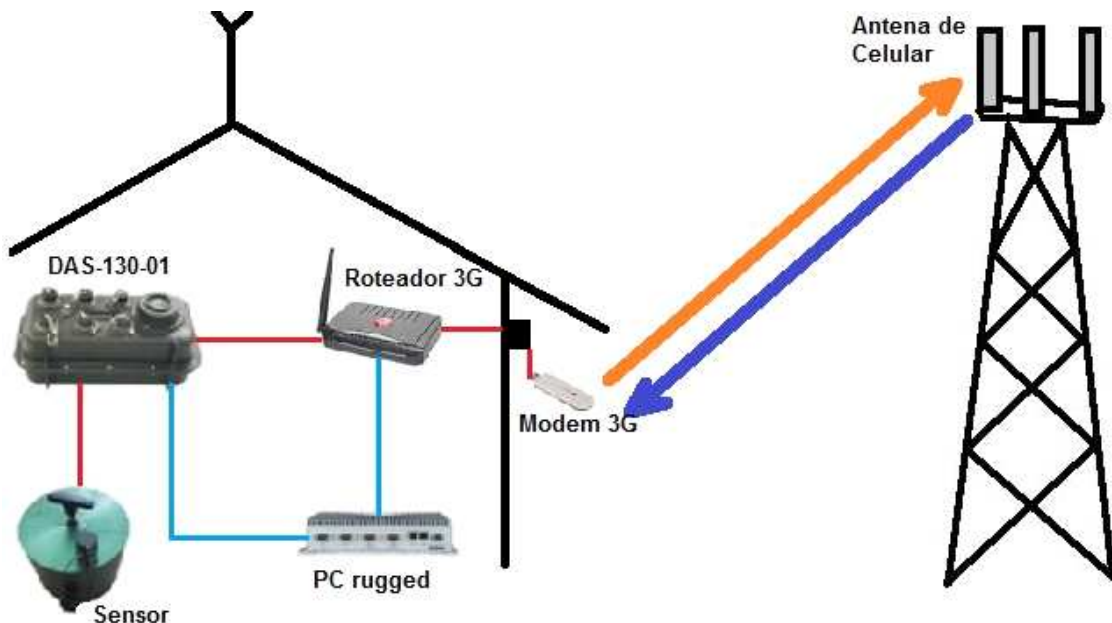


Figura 3. Esquema da configuração de transmissão de dados por 3G.

Elaboraremos um cronograma para a mudança do sistema de transmissão de dados da ESAR, até a data prevista teremos uma solução mais adequada levando em conta as condições da região de ESAR, para tal se fará uma visita à estação para mais testes da tecnologia 3G.

São Paulo, 17 de setembro de 2012

Edgar Rondán Sanabria

Complementações das Instalações do Abrigo do Sensor

27 de Novembro de 2001
Eng. Luis Galhardo Filho
IAG – USP

Detalhes da construção a serem implementados:

- 1) Visor na porta da Sala do Sensor.
- 2) Porta da Sala de Controle com isolamento térmico.
- 3) Venezianas fixas na porta de entrada e parede do Hall.

1) Visor na porta da Sala do Sensor.

A porta de acesso a Sala do Sensor deverá ter um visor em vidro para se observar às condições internas do sensor sem a necessidade de abri-la, durante as manutenções.

Este visor pode ter um tamanho de 20cm de altura por 30 cm de largura, e deve ser colocado na porta a uma altura do chão de aproximadamente 1,65m do (centro do visor ao chão).

O vidro utilizado é do tipo comum usada em janelas e com boa transparência, deverá ser duplo e com espaçamento entre eles (para o isolamento térmico).

Esta porta deve ter um bom fechamento e ser vedada com feltros ou borrachas em torno de seu batente, selando hermeticamente a sala de poeira e fluxo de ar.

2) Porta da Sala de Controle com isolamento térmico.

Esta porta deve ser do tipo com bom isolamento térmico para complementar a estabilidade térmica destas salas. Também se deve ter um bom fechamento e ser vedada com feltros ou borrachas em torno de seu batente, selando hermeticamente a sala de poeira e fluxo de ar.

3) Venezianas fixas na porta de entrada e na parede do Hall.

No hall de entrada deverá haver circulação de ar para saída de gases eletrolíticos que possam se formar por causa das baterias em funcionamento que ficarão neste Hall.

Para esta circulação de ar, pode ser instalada uma veneziana de 20cm por 30cm, colocada na porta de entrada na parte de baixo a uns 20cm ou 30cm do chão.

Na parede do Hall deve existir uma outra abertura que pode ser construída em tijolos de vidro vazados (com respiros) colocadas na parte de cima desta parede, aproximadamente 2,00m do chão. Os tijolos de vidros vazados servirão tanto para permitir a circulação de ar como para a iluminação natural desta sala.

Tanto as venezianas ou tijolos de vidro *devem ser vedados com tela antimosquiteiro*, de preferencia em nylon, colocadas na parte interna e externa destas aberturas.

O fechamento da porta de entrada do Hall deve ter uma boa vedação contra insetos e poeira.

Toda tubulação que da acesso ao hall deve ser vedado com espumas ou borracha de silicone, após serem utilizadas (cabos já passados).

Descrição da parte elétrica e suas tubulações:

A instalação elétrica do abrigo deve ter internamente um quadro geral com pelo menos 3 circuitos distintos:

I) O primeiro circuito (representado no desenho anexo como 1 e 1A) servirá para a iluminação e para uma tomada da Sala do Sensor. Este circuito deverá ter somente este uso para evitar que induções ou ruídos eletromagnéticos causados por variações de cargas seja sentido pelo sensor. Normalmente o disjuntor deste circuito estará desligado, desenergizando os cabos que chegam até a Sala do Sensor.

Este circuito deve fornecer tensão de 127vac e corrente de pelo menos 3 A (ampères).

A luminária deve ser instalada na parede para fácil manutenção e utilizar uma lâmpada de filamento de potência de 60 watts.

A chave de luz da Sala do Sensor deve ficar separada das outras chaves de luzes de preferência na sala de controle (para acendimento sem abrir a porta da Sala do Sensor).

A tubulação que leva os condutores para dentro da Sala do Sensor (da luminária e da tomada) deve ser em PVC (Não metálico) e somente carregar os condutores do circuito desta sala.

II) O segundo circuito elétrico (representado no desenho anexo como 2A e 2B) servirá para alimentar a iluminação da Sala de Controle e do Hall.

As luminárias das Salas de Controle e Hall podem ser instaladas no teto e utilizar lâmpadas de filamento ou fluorescentes.

III) O terceiro circuito elétrico (representado no desenho anexo com o número 3) servirá para ligar as tomadas da sala de controle e Hall.

Este circuito deve fornecer 127Vac e capacidade de corrente para 5 A (600W).

As tomadas devem ser de 3 pinos com o terceiro pino ligado ao aterramento.

Tabela de Carga Geral:

N.º do Circuito	Tipo de uso	Tensão [V]	Potência [VA]
1	Iluminação e tomada da Sala do Sensor	127	200
2	Iluminação da Sala de Controle e Hall	127	200
3	Tomada Sala de Controle e Hall	127	600
Total	Abrigo do Sensor		1,0 KVA

Observações gerais:

No projeto da instalação Elétrica pode-se ter mais circuitos (inclusive sobressalentes) ou circuitos diferentes dos sugeridos anteriormente. Salvo que os circuitos que estiverem dentro da Sala do Sensor devem ser independentes das outras instalações.

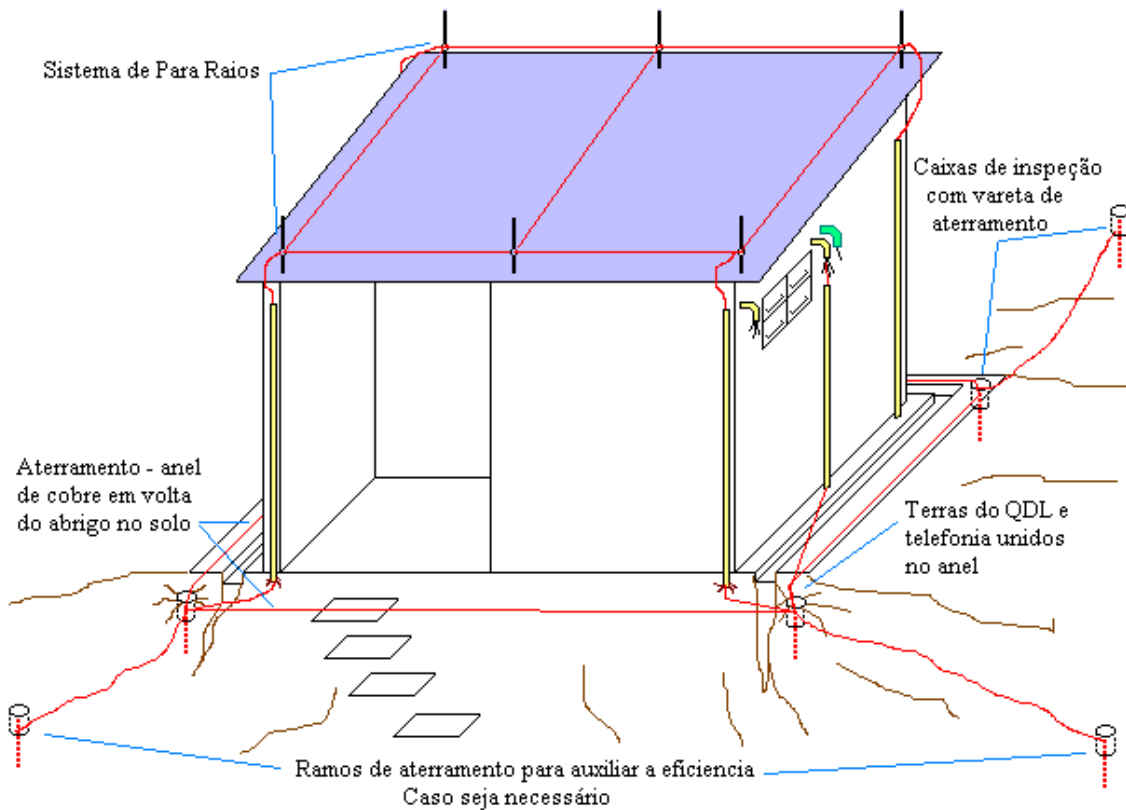
As tubulações internas podem ser aparentes ou embutidas.

A tubulação especial de 3" para a passagem dos cabos dos instrumentos (destacada em verde no desenho anexo) deve ser instalada com guia de passagem para facilitar a passagem destes cabos. Nas pontas internas destas tubulações pode-se instalar uma caixa de passagem com espelho cheio, para dar acabamento.

O quadro geral de eletricidade (QDL) **tem de ser aterrado e com dispositivos de supressão contra descargas Atmosféricas** em todos os condutores que vem de fora para dentro, inclusive com ligação no neutro e terra. Estes dispositivos de supressão contra descargas atmosféricas podem ser instalados ao lado do QDL e posteriormente a conclusão das instalações elétricas. As especificações, modelo e marca deste dispositivo de supressão contra descargas atmosféricas, pode ser sugerido ou instalado por nos durante a instalação dos instrumentos de sismologia.

O aterramento e a qualidade deste aterramento tem de ser suficiente para a segurança elétrica e humana. Uma sugestão para o aterramento é a instalação de um anel de fio Nu com bitola de 50 mm² enterrada em volta do abrigo a no máximo 1 m de distancias da parede (Pode ser cimentado ou concretado junto com a construção). Nos 4 cantos da edificação deve haver varetas de aterramento com caixas de inspeção.

Como o solo do local é rochoso à resistência elétrica do aterramento neste anel, pode não ser suficiente. Para aumentar a condutividade pode se instalar uns braços de cordoarias saindo do anel e se espalhando pelo solo em torno da área do cercado com outras varetas de aterramento perfurando o solo nas pontas.



O sistema de para raio pode ser montado também com cordoarias em torno da edificação (como representado no desenho anterior) formando uma espécie de Gaiola de Faraday e ser ligado no mesmo anel de aterramento da elétrica.

Cabos e Linhas de Telefonia:

A ESAR (Estação Sismológica de Angra dos Reis) deverá ter pelo menos 2 pares de linhas telefônicas que cheguem até a Usina de Angra onde ficará o equipamento de registro dos dados. Para isso faremos uso do cabo telefônico que chega até a marina no local da Estação.

Não são necessárias as linhas serem ligadas na central PABX ou Telefônica.

O cabo telefônico deve ter **4 pares de fios no mínimo** chegando até o quadro de telefonia, dentro do Abrigo do Sensor. Dois destes pares serão usados e conectados, os outros dois serão deixados como reservas.

O ponto interno de telefone na Sala de Controle tem 2 tomadas de telefone com pares de fio independentes indo até o quadro de telefonia.

O quadro interno de telefonia (DG) deve ter um barramento de terminais com **soquetes e protetores elétricos**. Este quadro deve ser aterrado e ligado junto com o aterramento elétrico.

As tubulações internas podem ser aparentes ou embutidas e independentes das tubulações de elétrica.

Finalização:

Os detalhes deste memorial podem ser modificados para adaptação ao local, principalmente quanto ao posicionamento dos elementos. As especificações quanto à quantidade, capacidade e dimensões devem ser respeitadas e somente alteradas sob consulta, salvo exceções descritas.

