UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004529

DISPERSÃO DE ONDAS SUPERFICIAIS
NA PLATAFORMA SUL-AMERICANA

Remy D. Antezana Paniagua

Orientador : Prof. Dr. Georg Robert Sadowski

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente :	Dr. G.R. Sadowski	
Examinadores :	Dr. I.I.G. Pacca	
	Dr. J.A.B. Gomez	
	Dr. B.B.B. Neves	
	Dr. N. Ellert	

São Paulo
1984

ÍNDICE

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
AGRADECIMENTOS	vi
Lista de Tabelas	vii
Lista de Figuras	viii
 CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	
1.1 - Histórico	1
1.2 - Objetivo do Presente Estudo	4
1.3 - Plano de Trabalho	4
 CAPÍTULO 2 - DISPERSÃO DE ONDAS SUPERFICIAIS E TÉCNICAS DE ANÁLISE	
2.1 - Ondas Superficiais	5
2.2 - Parâmetros de Dispersão	9
2.2.1 - Velocidade de fase e velocidade de grupo	9
2.3 - Modelos Teóricos	12
2.3.1 - Método Matricial de Thomson-Haskell	13
2.3.1.1 - Solução para as Ondas Rayleigh	13
2.3.1.2 - Solução para as Ondas Love	19
2.4 - Técnicas de Análise	21
2.4.1 - Método de Filtragem Múltipla	23
 CAPÍTULO 3 - DADOS BÁSICOS	
3.1 - Estações Sismográficas	29
3.1.1 - Localização das Estações Sismográficas	29
3.1.2 - Equipamento Sismográfico	29
3.2 - Dados Sísmicos	32
3.2.1 - Dados Utilizados	32

	Página
3.2.1 - Preparação dos Dados	36
3.3 - Dados Geológicos e Geofísicos	40
3.3.1 - Plataforma Sul-Americana	40
3.3.1.1 - Estudos Anteriores	40
3.3.1.2 - Aspectos Geológicos	42
 CAPÍTULO 4 - INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DE DISPERSÃO E COMPARAÇÕES REGIONAIS	
4.1 - Velocidades de Grupo	45
4.2 - Análise das Curvas Experimentais da Velocidade de Grupo	46
4.3 - Modelo Teórico Proposto	52
4.4 - Comparação com Modelos Crustais de outras Regiões de Escudos	60
 CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	62
 BIBLIOGRAFIA	63
 APÊNDICE A	
 APÊNDICE B	

RESUMO

Com o propósito de determinar a estrutura e características da crosta e manto superior na Plataforma Sul-Americana foi estudada a dispersão das ondas superficiais com períodos entre 10 e 50s.

Selecionaram-se 13 sismos, com epicentros distribuídos no continente de tal forma que permita uma boa cobertura da Plataforma Sul-Americana. Os sismogramas de período longo utilizados são das estações sismográficas de Brasília, Rio de Janeiro, Natal e La Paz (Bolívia).

As ondas superficiais dos sismos selecionados foram analisadas mediante a técnica de Filtragem Múltipla; o resultado é uma matriz de amplitudes em função da velocidade de grupo e do período. As curvas de dispersão teóricas foram determinadas usando-se o método matricial de Thomson-Haskell.

A comparação entre os valores de dispersão teóricas e observados permitiu obter um modelo crustal representativo da região dos escudos do Brasil Central e Atlântico. A espessura da crosta, segundo esse modelo, é de 40km.

As variações das velocidades de grupo das ondas Rayleigh para períodos inferiores a 20s, observadas na maioria dos sismos estudados, parecem estar associados à presença da cadeia andina ou de bacias sedimentares, na trajetória das ondas superficiais.

Comparando-se a curva média de dispersão das ondas Rayleigh representativa da região dos escudos do Brasil Central e

Atlântico, com suas similares de outras regiões de escudo, encontrou-se uma boa semelhança com a estrutura crustal da região afroasiática.

ABSTRACT

Surface wave dispersion analysis for periods between 10 and 50sec have been accomplished to study the crust and upper mantle structure.

Thirteen South-American events with paths crossing the South American platform were selected. Long period seismograms from Brasilia, Rio de Janeiro, Natal and La Paz (Bolivia) seismographic stations have been used.

Multiple Filter Technique were used to analyze surface wave dispersion; this method gives amplitudes as a function of group velocity and period. Theoretical dispersion curves were obtained by using the Thomson-Haskell Matrix Method.

A crustal model for the Central Brazil and Atlantic shields were obtained by comparing theoretical and observational dispersion curves. This model indicates a crust thickness of 40km.

Group velocity variations of Rayleigh waves, for periods under 20sec, were observed in almost all cases; these variations seems to be associated to the presence of Andean Chain or sedimentary basin, along the path of surface waves.

The comparison of the mean dispersion curve for Central Brazil and Atlantic shields with dispersion curves for other cratonic regions, showed a similarity with Afro-Asiatic crustal structure.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meu agradecimento ao Dr. Georg. R. Sa
dowski pelo apoio e sugestões formuladas durante a execução do
presente trabalho.

Estou muito grato ao Dr. Jesus Berrocal pelo apoio cons
tante, revisão final do texto, discussões e sugestões formuladas
na fase final do trabalho

Agradeço também ao Dr. G. Cordani pela leitura do tex-
to, sugestões e críticas apresentadas.

Meus reconhecimentos ao pessoal das estações sismogrā-
ficas de Brasília, Rio de Janeiro, Natal e La Paz por colocarem à
minha disposição os sismogramas utilizados no presente trabalho.

Meus reconhecimentos aos colegas do IAG, em especial a
F. Hiodo, A. Bassini e C. Fernandes, que direta ou indiretamente
deram seu apoio e colaboração no decorrer do trabalho.

Sou grato também ao Setor da Gráfica e do Xerox, prin-
cipalmente ao Sr. C. Maldonado.

Agradeço igualmente aos Srs. José R. Barbosa e A. Torii
pelos trabalhos de datilografia e desenho efetuados.

Lista de Tabelas

Tabela	Página
3.1 - Dados das estações sismográficas utilizadas	30
3.2 - Parâmetros hipocentrais e Distâncias epicentro - esta ção dos sismos utilizados	36A
3.3 - Estudos Geofísicos realizados na América do Sul	41
4.1 - Parâmetros do modelo teórico proposto e velocidades de grupo teóricas para as ondas Rayleigh e Love	58

Lista de Figuras

Figura	Página
2.1 - Modelo constituído de um meio elástico semi-infinito limitado pela superfície livre	7
2.2 - Modelo constituído de um meio semi-infinito e outro meio suprajacente de espessura finita	7
2.3 - Sismograma de NAT(Z) mostrando o fenómeno de dispersão das ondas superficiais Rayleigh do sismo de 25.AGO.75	10
2.4 - Orientação dos eixos e numeração das camadas e interfaces	14
2.5 - Diagrama de fluxo do processo de Filtragem Múltipla	27
3.1 - Localização dos epicentros dos sismos seleccionados e das estações sismográficas utilizadas	31
3.2 - Curvas de resposta dos sismógrafos de período longo da estação RDJ	33
3.3 - Curvas de resposta dos sismógrafos de período longo das estações de BDF, LPB e NAT	34
3.4 - Digitizador semi-automático	38
3.5 - Diagrama de bloco do digitizador	39
4.1 - Curvas de dispersão observadas para sismos com trajetórias atravessando os escudos do Brasil Central e Atlântico	47
4.2 - Curvas de dispersão observadas para sismos com trajetórias atravessando o escudo das Guianas	48

Figura	Página
4.3 - Curvas de dispersão observadas para sismos com trajetórias passando pela bacia do Paraná	50
4.4 - Comparação das curvas de dispersão para sismos com trajetórias atravessando a bacia do Paraná com a curva média de dispersão para os sismos 55 e 51	51
4.5 - Curvas de dispersão observadas apresentando oscilações da velocidade de grupo para períodos abaixo dos 20s	53
4.6 - Comparação da curva de dispersão para o sismo 52 com curvas de dispersão para sismos com trajetórias próximas	54
4.7 - Curvas de dispersão observadas com oscilações pronunciadas para períodos acima de 20s.	55
4.8 - Curvas de dispersão observadas para as ondas Love	56
4.9 - Comparação entre as curvas de dispersão teórica e observada	59
4.10- Comparação do modelo PSA-1 com modelos crustais de outras regiões de escudos	61

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico

As primeiras tentativas para explicar a propagação de ondas foram realizadas por Poisson (1830), provando que um sólido elástico, isotrópico, homogêneo e de dimensões infinitas, pode transmitir dois tipos de ondas com velocidades diferentes, geradas por uma perturbação no interior do corpo. Stokes (1849) demonstrou que essas ondas causam deslocamentos longitudinais e transversais nas partículas do meio, em relação à direção de propagação, e conseguiu expressar as velocidades dessas ondas em função das constantes elásticas e da densidade do meio.

Posteriormente, Rayleigh (1885) provou que as ondas geradas por uma fonte no interior de um corpo se refletem ao atingir a superfície limite desse corpo. Como resultado dessa reflexão, formam-se perturbações que se propagam pela superfície com velocidade inferior à velocidade das ondas transversais. Também foi demonstrado que os deslocamentos causados nas partículas do meio, pela passagem dessas ondas, são na forma de elipses retrógradas num plano vertical, com a componente horizontal paralela à direção de propagação. As ondas que apresentam estas características são denominadas ondas Rayleigh.

Mais tarde, Oldham (1900) levou em consideração a sugestão de Lord Rayleigh para interpretação dos registros sísmicos, e conseguiu identificar além de 2 primeiras fases, que associou às ondas dilatacionais e transversais, uma fase sísmica posterior que

a chamou de "choque principal" envolvendo deslocamentos horizontais e verticais, e uma grande parcela dos deslocamentos horizontais era transversal à direção de propagação da onda. Oldham identificou o "choque principal" com ondas Rayleigh, porém a sugestão não foi muito aceita.

Após a indentificação das ondas superficiais com deslocamentos horizontais e transversais à direção de propagação, Love (1911) desenvolveu a teoria que explica a existência dessas ondas, que levam o seu nome, e demonstrou também, que as ondas de Rayleigh e as de Love apresentam dispersão ao se propagarem por um semi-espaço constituído de camadas. Algumas características das propriedades dispersivas das ondas superficiais foram discutidas por Stonely (1925) e Jeffreys (1925).

A primeira tentativa de se usar a dispersão das ondas superficiais na investigação da estrutura da crosta, foi realizada em 1924 por Gutenberg (1959), que encontrou velocidades de grupo (velocidade de um grupo de ondas entre o epicentro e a estação sismográfica) de ondas com períodos de aproximadamente 30s, maiores para a crosta oceânica do que para a continental. Os primeiros estudos, usando a dispersão de ondas superficiais, determinaram modelos simplistas e irreais devido à complexa teoria. Esses estudos foram intensificados a partir do trabalho publicado por Ewing et al (1957), entretanto, a potencialidade máxima dessas pesquisas foi alcançada somente com o recurso dos computadores digitais.

Grande parte das pesquisas iniciais com ondas superficiais estava relacionada com a determinação de velocidades de grupo. Determinações precisas dos tempos de chegada de picos e vales

de um trem de ondas dispersivas (Ewing et al, 1957) contribuíram para melhorar significativamente alguns resultados previamente publicados.

Os primeiros resultados obtidos com velocidades de fase (velocidade de uma determinada fase entre duas estações sismográficas) foram em regiões limitadas, com características geológicas homogêneas (Press, 1956, 1957; Press et al, 1956; Brune e Dorman, 1963).

O desenvolvimento de métodos numéricos (Alterman et al., 1961) e o método iterativo de Thomson-Haskell (Haskell, 1953) associados ao emprego de computadores, permitiram inúmeros avanços relativos à dispersão das ondas superficiais. Nessa etapa já era possível adotar modelos de crosta e manto superior, constituídos de camadas múltiplas, e tornava-se necessária a análise digital dos sismogramas para o processamento automático.

Sato (1955, 1956, 1958) desenvolveu um método muito utilizado atualmente, que emprega as transformadas de Fourier, na análise das ondas superficiais.

Na década de 60, inúmeras técnicas de análise de ondas superficiais tais como o da janela móvel (Dziewonski et al., 1968; Landisman et al., 1969) e da filtragem múltipla (Bloch e Hales, 1968; Landisman et al., 1968) foram aplicadas com resultados altamente positivos.

Desde 1961, vêm-se efetuando na América do Sul alguns estudos relativos à determinação da estrutura crustal mediante a dispersão de ondas superficiais (Cisternas, 1961; Rubín de Celis, 1967; Antezana, 1969; James, 1969; Oblitas, 1972).

1.2 - Objetivo do presente estudo

O objetivo do presente trabalho é determinar a estrutura e características da crosta e manto superior na Plataforma Sul-americana, mediante o estudo da dispersão de ondas superficiais geradas por sismos naturais ocorridos ao longo da região andina e parte norte da América do Sul.

Os resultados obtidos são uma contribuição ao conhecimento das propriedades físicas da crosta e do manto superior.

1.3 - Plano de trabalho

Para a obtenção das curvas de dispersão teóricas e observadas, foi necessário recorrer a alguns conceitos teóricos e ao desenvolvimento matemático do método de análise das ondas superficiais, que são apresentados no capítulo 2.

Todos os dados relativos aos sismos utilizados, a digitização das ondas superficiais, às características e localização das estações sismográficas consideradas, e aos aspectos geolôgicos da região estudada, estão no capítulo 3.

Os comentários referentes à construção das curvas de dispersão de velocidades de grupo observadas, erros experimentais envolvidos, determinação dos modelos teóricos para a Plataforma Sulamericana, e sua comparação com modelos crustais de outras regiões são abordados no capítulo 4.

Finalmente, no capítulo 5 estão sintetizados os resultados obtidos no presente trabalho.

CAPÍTULO 2

DISPERSÃO DE ONDAS SUPERFICIAIS E TÉCNICAS DE ANÁLISE

2.1 - Ondas Superficiais

As ondas elásticas geradas por um sismo ou explosão propagam-se através do interior da Terra ou ao longo das camadas superficiais. Essas ondas elásticas são de dois tipos: as ondas de volume, P(longitudinal) e S(transversal), que se propagam através do interior da Terra, e as ondas superficiais (Rayleigh, Love Stoneley, Sezawa) que se propagam ao longo das camadas superficiais. Estes dois tipos de ondas, além de seguirem trajetórias diferentes da propagação, diferem também nas características e velocidades de propagação. Nos sismogramas de período curto, as ondas de volume são observadas com períodos de aproximadamente 1s, enquanto que as ondas superficiais se apresentam com aproximadamente 20s de período, nos sismogramas de período longo.

A velocidade de propagação das ondas superficiais depende de um conjunto de propriedades elásticas que variam com a profundidade. A propagação das ondas superficiais não está totalmente limitada à superfície, havendo um decréscimo exponencial da amplitude com a profundidade e a razão de decréscimo dessa amplitude depende fundamentalmente do comprimento de onda.

Os fundamentos teóricos das ondas superficiais são abordados em vários textos especializados (Ewing, et al, 1957; Bullen, 1965, Pilant, 1979), de tal modo que neste capítulo será feita apenas uma breve apresentação dos procedimentos básicos, necessários para a obtenção das equações de velocidade das principais ondas

superficiais (Rayleigh e Love).

Na teoria de propagação das ondas sísmicas são supostas deformação infinitesimais e meios isotrópicos perfeitamente elásticos. Para simplificar o tratamento analítico, as condições de propagação das ondas superficiais serão tratadas de maneira análoga às das ondas planas.

Considerando-se um meio constituído de camadas com interfaces planas e paralelas, um sistema de coordenadas cartesianas, tal que o plano X_1X_2 represente a superfície livre, e uma onda propagando-se na direção OX_1 (Fig. 2.1), de modo que a frente de onda seja paralela ao eixo OX_2 , em qualquer instante, nesse caso tem-se $\partial u_i / \partial X_2 = 0$, onde u_i ($i=1,2,3$) é o deslocamento.

As ondas Rayleigh requerem para sua existência, um modelo constituído de um meio elástico semi-infinito limitado pela superfície livre, de modo que sejam satisfeitas as condições de contorno que determinam que as tensões e os deslocamentos devem ser nulos na superfície livre ($X_3=0$) (Fig. 2.1). Neste caso, a velocidade c das ondas Rayleigh é definida em função das propriedades físicas do meio (Bullen, 1965) através de:

$$(c/\beta)^6 - 8(c/\beta)^4 + c^2(24/\beta^2 - 16/\alpha^2) - 16(1 - \beta^2/\alpha^2) = 0 \quad (2.1.1)$$

onde,

α : velocidade das ondas P

β : velocidade das ondas S

A presença das velocidades das ondas P e S (componente vertical) na equação acima, implica na existência das componentes de deslocamento u_1 e u_3 , de tal forma que as partículas do meio descrevem elipses retrógradadas, onde a razão entre os eixos verti-

Fig. 2.1 - Modelo constituído de um meio elástico semi-infinito limitado pela superfície livre

Fig. 2.2 - Modelo constituído de um meio semi-infinito e outro meio suprajacente de espessura finita

cal e horizontal $\bar{e}$ de aproximadamente 3:2, durante a passagem das ondas Rayleigh.

Na equação (2.1.1) a velocidade das ondas Rayleigh está em função das velocidades das ondas P e S, e $\bar{e}$ independente do comprimento de onda ($\lambda=2\pi/k$), o que significa que as ondas Rayleigh não apresentam dispersão. A equação de velocidade c das ondas Rayleigh que apresentam dispersão, para um meio constituído de camadas múltiplas, está representada pela equação (2.3.21) do item 2.3.1.

Em 1911, Love desenvolveu a teoria de transmissão das ondas superficiais, com deslocamentos horizontais e transversais à direção de propagação, num modelo onde se admite o meio-infinito de Rayleigh e outro meio suprajacente de espessura finita (H') (Fig. 2.2). Este modelo, com relação ao de Rayleigh, ajusta-se melhor às condições reais da Terra.

Tratando-se de ondas Love é suficiente considerar a componente de deslocamento u_2 (paralela ao eixo OX_2). Desta forma, aplicando-se a condição de contorno, que as tensões devem ser nulas na superfície livre ($X_3=H'$), a equação da velocidade c das ondas Love em função das propriedades do meio e do comprimento de onda $2\pi/k$ (Bullen, 1965) é:

$$(1-c^2/\beta^2) - \left[\mu' (c^2/\beta'^2 - 1)^{1/2} \right] \tan \left[kH' (c^2/\beta'^2 - 1)^{1/2} \right] = 0 \quad (2.1.2)$$

onde,

k : número de onda

β : velocidade da onda S no meio semi-infinito

β' : velocidade da onda S no meio suprajacente

H' : espessura do meio finito suprajacente

Para que as ondas Love possam existir é necessário que $\beta > \beta'$ e $\beta' < c < \beta$.

2.2 - Parâmetros de Dispersão

A dispersão é um fenômeno onde uma perturbação transmitida muda de forma à medida que o tempo passa, devido à variação da velocidade de propagação da onda com o comprimento de onda.

Para ilustrar este fenômeno, consideremos o problema da corda vibrante com sua equação acrescida de um termo que representa a força adicional proporcional ao deslocamento; dessa forma a equação de movimento seria:

$$\rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = S \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - hy \quad (2.2.1)$$

onde: ρ =densidade, S =tensão, h =nova constante. O termo $-hy$ representa a força adicional. Uma solução tentativa é

$$y = A \cos [k(x - ct) + \epsilon] \quad (2.2.2)$$

onde: A =amplitude, c =velocidade e ϵ =fase. Esta solução satisfaz a equação (2.2.1) se:

$$\rho^2 c^2 k^2 = S k^2 + h \quad (2.2.3)$$

se $h=0$, a velocidade c será definida apenas por S e ρ . No entanto, para valores de $h \neq 0$, c depende de k (e portanto do comprimento de onda $\lambda = 2\pi/k$ e do período $\tau = 2\pi/kc$), ou seja, a velocidade c de propagação da onda será maior quanto maior for o comprimento de onda. Este fenômeno é chamado de dispersão e pode ser visualizado no sismograma da Fig. 2.3.

2.2.1 - Velocidade de fase e velocidade de grupo

A diferença entre estas duas velocidades já foi aponta

FIG.2.3 - SISMOGRAMA DE NAT (Z) MOSTRANDO O FENÔMENO DE DISPERSÃO DAS ONDAS SUPERFICIAIS DE RAYLEIGH DO SISMO DE 25 AGO 75.

da nos primeiros trabalhos de Lord Rayleigh, quando abordou problemas relativos a medidas da velocidade da luz.

Para definir estas velocidades é necessário rever algumas das propriedades da teoria de vibrações. Sabe-se que qualquer sinal sísmico pode ser representado pela composição de vibrações harmônicas, no entanto, havendo dispersão cada componente harmônica da onda propaga-se com uma determinada velocidade de fase, como por exemplo numa onda:

$$\phi = A \cos(\omega t - kx) = A \cos \omega(t - x/c) \quad (2.2.4)$$

onde: A=amplitude, ω =velocidade angular, k=número de onda c X=distância da fonte de um ponto qualquer da onda no instante t. Na equação (2.2.4) a velocidade de fase é dada por:

$$c = \omega/k \quad (2.2.5)$$

Como consequência das propriedades de dispersão do meio, um grupo de vibrações harmônicas podem estar em fase, aumentando a amplitude total, ou em defasagem, ao ponto de se anularem as amplitudes. Este quadro complexo de amplificações e atenuações relativas não é constante, pois muda à medida que a onda se propaga, formando grupos de ondas que se propagam com uma velocidade de grupo U. Por exemplo, uma simples combinação de grupos é obtida da superposição de:

$$\omega_1 = \omega + \Delta\omega \quad ; \quad k_1 = k + \Delta k$$

$$\omega_2 = \omega - \Delta\omega \quad ; \quad k_2 = k - \Delta k$$

resultando em:

$$\phi = A \cos(\omega_1 t - k_1 x) + A \cos(\omega_2 t - k_2 x)$$

$$\phi = 2A \cos(\omega t - kx) \cos(\Delta\omega t - \Delta kx) \quad (2.2.6)$$

esta onda pode ser descrita como a propagação de uma sucessão de grupos de ondas. Neste caso a velocidade de grupo U é dada por:

$$U = \frac{\Delta\omega}{\Delta k} \longrightarrow \frac{\partial\omega}{\partial k} \quad \text{para } \Delta k \longrightarrow 0 \quad (2.2.7)$$

Uma fórmula comum para determinar a velocidade de grupo U quando conhecida a velocidade de fase c (em função da frequência ou comprimento de onda λ) é a seguinte:

$$U = c - \lambda \frac{dc}{d\lambda} \quad (2.2.8)$$

onde $dc/d\lambda$ é positiva para as ondas sísmicas superficiais. Assim, o valor da velocidade de grupo para uma determinada frequência será sempre menor que a velocidade de fase para a mesma frequência.

2.3 - Modelos Teóricos

Em Sismologia, assim como nas outras ciências experimentais, adota-se a filosofia geral de propor modelos para explicar um determinado fenômeno. Alguns trabalhos tem se concentrado nos estudos da propagação de ondas em vários modelos, que representam estruturas reais ou hipotéticas da Terra. O uso de modelos teóricos na propagação de ondas tem como objetivo complementar as investigações teóricas e os fenômenos observados.

No presente trabalho, foi adotado como modelo inicial, o modelo de estrutura crustal da região cratônica do Canadá (Brune, et al, 1963) devido às semelhanças geotectônicas existentes entre regiões cratônicas. Neste modelo foram efetuadas variações das espessuras, das velocidades da onda S e das densidades para ajustar os modelos aos dados observados.

As curvas de dispersão correspondentes aos modelos teóricos de camadas planas, foram obtidas através de um programa de-

envolvido em linguagem FORTRAN, que emprega o método matricial de Thomson-Haskell descrito adiante, na solução das funções de dispersão das velocidades de grupo das ondas superficiais.

2.3.1 - Método matricial de Thomson-Haskell

As características de propagação de ondas elásticas nos meios isotrópicos tornam-se complexas devido às dificuldades encontradas nas resoluções das equações empregadas. O método matricial de Thomson-Haskell (Haskell, 1953) mostrou-se uma ferramenta muito útil na avaliação numérica das propriedades de casos específicos.

Neste trabalho foi empregado o método matricial citado acima, no estudo da dispersão das ondas superficiais Rayleigh e Love. A notação matricial apresentada a seguir, é aquela formulada por Haskell (1953), que usa o método introduzido por Thomson (1950).

2.3.1.1 - Solução para as Ondas Rayleigh

O procedimento descrito por Haskell considera ondas planas propagando-se na direção $+x$, através de um meio constituído de camadas sólidas, homogêneas e isotrópicas (vide Figura 2.4).

Na notação dada abaixo, o índice m refere-se à m -ésima camada:

ρ_m = densidade

d_m = espessura da camada

λ_m, μ_m = constantes elásticas de Lamé

p = frequência angular

c = velocidade de fase

$k = p/c = 2\pi / (\text{comprimento de onda})$

Então:

FIG.24- ORIENTAÇÃO DOS EIXOS E NUMERAÇÃO DAS CAMADAS E INTERFACES.

$$\alpha_m = \left[(\lambda_m + 2\mu_m) / \rho_m \right]^{1/2} = \text{Velocidade da onda P}$$

$$\beta_m = (\mu_m / \rho_m)^{1/2} = \text{Velocidade da onda S}$$

$$r_{\alpha_m} = \begin{cases} +[(c/\alpha_m)^2 - 1]^{1/2} & \text{para } c > \alpha_m \\ -i[1 - (c/\alpha_m)^2]^{1/2} & \text{para } c < \alpha_m \end{cases}$$

$$r_{\beta_m} = \begin{cases} +[(c/\beta_m)^2 - 1]^{1/2} & \text{para } c > \beta_m \\ -i[1 - (c/\beta_m)^2]^{1/2} & \text{para } c < \beta_m \end{cases}$$

$$\gamma_m = 2(\beta_m / c)^2$$

u, w = componentes do deslocamento nas direções x e z

σ_z : tensão normal

τ_x : tensão tangencial

No desenvolvimento deste método será utilizado o tratamento clássico dado por Bullen(1965).

Durante a propagação das ondas Rayleigh, na direção x , não existe deslocamento nem tensão tangencial na direção y . As soluções periódicas das equações elásticas de movimento para a m -ésima camada pode ser dada como a soma das soluções da onda dilatacional (Bullen, 1965):

$$\Delta_m = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = \exp[i(pt - kx)] \left[\Delta_m' \exp(-ikr_{\alpha_m} z) + \Delta_m'' \exp(ikr_{\alpha_m} z) \right] \quad (2.3.1)$$

e, as soluções da onda rotacional

$$w_m = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) = \exp[i(pt - kx)] \left[w_m' \exp(-ikr_{\beta_m} z) + w_m'' \exp(ikr_{\beta_m} z) \right] \quad (2.3.2)$$

onde,

$\Delta_m', \Delta_m'', w_m', w_m''$: constantes de integração

As componentes de deslocamento e esforço correspondentes à dilatação e rotação, obtidas das equações (2.3.1) e (2.3.2), são:

$$u = -(\alpha_m/p)^2 (\partial \Delta_m / \partial x) - 2(\beta_m/p)^2 (\partial w_m / \partial z) \quad (2.3.3)$$

$$w = -(\alpha_m/p)^2 (\partial \Delta_m / \partial z) + 2(\beta_m/p)^2 (\partial w_m / \partial x) \quad (2.3.4)$$

$$\sigma = \rho_m \left[\alpha_m^2 \Delta_m + 2\beta_m^2 \{ (\alpha_m/p)^2 (\partial^2 \Delta_m / \partial x^2) + 2(\beta_m/p) (\partial^2 w_m / \partial x \partial z) \} \right] \quad (2.3.5)$$

$$\tau = 2\rho_m \beta_m^2 \left[-(\alpha_m/p)^2 (\partial^2 \Delta_m / \partial x \partial z) + (\beta_m/p)^2 \{ (\partial^2 w_m / \partial x^2) - (\partial^2 w_m / \partial z^2) \} \right] \quad (2.3.6)$$

Como condições de contorno na interface entre as 2 camadas, admitem-se que os 4 valores u, w, σ e τ são contínuos. Os deslocamentos são contínuos se as correspondentes componentes de velocidades $\dot{u}$ e $\dot{w}$ são contínuas e, admitindo-se que c é a mesma em todas as camadas, as quantidades adimensionais $\dot{u}/c$ e $\dot{w}/c$ também são contínuas.

Substituindo-se as equações (2.3.1) e (2.3.2) nas equações (2.3.3) a (2.3.6) e expressando-se as funções exponenciais na forma trigonométrica, tem-se as equações (2.3.7) a (2.3.10), dadas no Apêndice A.

No trabalho de Haskell foi considerada a origem de z na interface $(m-1)$ (Fig. 2.4); então a relação linear entre os valores $\dot{u}/c, \dot{w}/c, \sigma$ e τ nessa interface e as constantes $\Delta_m', \Delta_m'', w_m', w_m''$, pode ser dada pela seguinte transformação:

$$(\dot{u}_{m-1}/c, \dot{w}_{m-1}/c, \sigma_{m-1}, \tau_{m-1}) = E_m (\Delta_m^I + \Delta_m^{II}, \Delta_m^I - \Delta_m^{II}, w_m^I - w_m^{II}, w_m^I + w_m^{II}) \quad (2.3.11)$$

onde,

$$E_m: \text{matriz} \quad (2.3.12) \text{ (vide Apêndice A)}$$

De maneira análoga, fazendo-se $z=d_m$, os valores de $\dot{u}/c$, $\dot{w}/c$, σ e τ na interface m , podem ser expressos em função de $\Delta_m^I + \Delta_m^{II}$:

$$(\dot{u}/c, \dot{w}/c, \sigma, \tau) = D_m (\Delta_m^I + \Delta_m^{II}, \Delta_m^I - \Delta_m^{II}, w_m^I - w_m^{II}, w_m^I + w_m^{II}) \quad (2.3.13)$$

onde,

$$D_m: \text{matriz} \quad (2.3.14) \text{ (vide Apêndice A)}$$

As constantes Δ_m^I , Δ_m^{II} , w_m^I , w_m^{II} podem ser substituídas nas equações (2.3.11) e (2.3.12), dando uma relação linear entre os valores $\dot{u}/c$, $\dot{w}/c$, σ e τ nas interfaces superior e inferior, da m -ésima camada:

$$(\dot{u}_m/c, \dot{w}_m/c, \sigma_m, \tau_m) = D_m E_m^{-1} (\dot{u}_{m-1}/c, \dot{w}_{m-1}/c, \sigma_{m-1}, \tau_{m-1}) \quad (2.3.15)$$

onde

$$E_m^{-1}: \text{inversa de } E_m \quad (2.3.16) \text{ (vide Apêndice A)}$$

Os elementos do produto das 2 matrizes $a_m = D_m E_m^{-1}$ são mostrados no Apêndice A.

Aplicando-se as condições de contorno e fazendo-se com que os valores $\dot{u}/c$, $\dot{w}/c$, σ e τ calculados para a interface superior da camada m , sejam iguais aos da base da $(m-1)$ -ésima camada, tem-se:

$$(\dot{u}_m/c, \dot{w}_m/c, \sigma_m, \tau_m) = a_m a_{m-1} (\dot{u}_{m-2}/c, \dot{w}_{m-2}/c, \sigma_{m-2}, \tau_{m-2}) \quad (2.3.17)$$

Aplicando-se o processo iterativo, tem-se:

$$(\dot{u}_{n-1}/c, \dot{w}_{n-1}/c, \sigma_{n-1}, \tau_{n-1}) = a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 (\dot{u}_0/c, \dot{w}_0/c, \sigma_0, \tau_0) \quad (2.3.18)$$

Através da inversa da equação (2.3.11) para a n -ésima camada, tem-se:

$$\Delta'_n + \Delta''_n, \Delta'_n - \Delta''_n, w'_n - w''_n, w'_n + w''_n = E_n^{-1} a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 (\dot{u}_0/c, \dot{w}_0/c, \sigma_0, \tau_0) \quad (2.3.19)$$

A equação (2.3.19) é generalizada, sendo válida para o caso de ondas de volume e de ondas superficiais propagando-se num meio de camadas múltiplas. Limitando-se às ondas superficiais, não existem esforços na superfície livre, portanto $\sigma_0 = \tau_0 = 0$ e $\Delta''_n = w''_n = 0$, afim de que as ondas superficiais decresçam com a profundidade.

Substituindo-se o produto das matrizes $E_n^{-1} a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1$ por J , na equação (2.3.19):

$$(\Delta'_n, \Delta''_n, w'_n, w''_n) = J(\dot{u}_0/c, \dot{w}_0/c, 0, 0) \quad (2.3.20)$$

A forma explícita da equação acima é dada pela relação (2.3.21) no Apêndice A. Substituindo-se Δ'_n e w'_n :

$$\frac{\dot{u}_0}{\dot{w}_0} = \frac{J_{22} - J_{12}}{J_{11} - J_{21}} = \frac{J_{42} - J_{32}}{J_{31} - J_{41}} \quad (2.3.22)$$

Como os elementos da matriz J dependem dos parâmetros k e c , a equação (2.3.22) fornece uma relação implícita entre c e k , que é a função de dispersão da velocidade de fase.

2.3.1.2 - Solução para as Ondas Love

No caso de ondas Love, as condições de contorno impostas para cada interface são a continuidade das componentes trans-

versais de deslocamento v e do esforço Y_z .

De um modo análogo ao caso das ondas Rayleigh, Haskell mostrou que os valores das componentes de deslocamento e esforço, na interface $(m-1)$, pode ser escrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned} (\dot{v}/c)_{m-1} &= ik(v_m' + v_m'') \\ (Y_z)_{m-1} &= ik\mu_m r_{\beta_m} (v_m'' - v_m') \end{aligned} \quad (2.3.23)$$

Na interface m tem-se:

$$\begin{aligned} (\dot{v}/c)_m &= (v_m' + v_m'') ik \cos Q_m - (v_m'' - v_m') k \sin Q_m \\ (Y_z)_m &= -(v_m' + v_m'') k \mu_m r_{\beta_m} \sin Q_m + (v_m'' - v_m') ik \mu_m r_{\beta_m} \cos Q_m \end{aligned} \quad (2.3.24)$$

Substituindo-se v_m' e v_m'' nas equações (2.3.23) e (2.3.24):

$$\begin{aligned} (\dot{v}/c)_m &= (\dot{v}/c)_{m-1} \cos Q_m + (Y_z)_{m-1} \mu_m^{-1} r_{\beta_m}^{-1} i \sin Q_m \\ (Y_z)_m &= (\dot{v}/c)_{m-1} i \mu_m r_{\beta_m} \sin Q_m + (Y_z)_{m-1} \cos Q_m \end{aligned} \quad (2.3.25)$$

A matriz a_m é dada pela relação (2.3.26) do Apêndice A. Fazendo-se $a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 = A$ como no caso das ondas Rayleigh, tem-se uma equação análoga $\tilde{a}$ (2.3.18):

$$\begin{aligned} (\dot{v}/c)_{n-1} &= A_{11} (\dot{v}/c)_0 + A_{12} (Y_z)_0 \\ (Y_z)_{n-1} &= A_{21} (\dot{v}/c)_0 + A_{22} (Y_z)_0 \end{aligned} \quad (2.3.27)$$

Usando-se a equação (2.3.23), para $m=n$:

$$v_n' + v_n'' = A_{11} (ik)^{-1} (\dot{v}/c)_0 + A_{12} (ik)^{-1} (Y_z)_0 \quad (2.3.28)$$

$$v_n'' - v_n' = A_{21}(ik\mu_n r_{\beta_n})^{-1}(\dot{v}/c)_0 + A_{22}(ik\mu_n r_{\beta_n})^{-1}(Y_z)_0 \quad (2.3.28)$$

As condições para a existência das ondas superficiais são: $(Y_z)_0 = 0$ e $v_n'' = 0$. Portanto a expressão (2.3.28) fica reduzida a:

$$A_{21} = -\mu_n r_{\beta_n} A_{11} \quad (2.3.29)$$

No caso de duas camadas, o termo A é igual a α_1 e a equação (2.3.29) é expressa numa forma bem conhecida, que é a equação de dispersão das ondas Love:

$$\tan Q_1 = -i(\mu_2 r_{\beta_2} / \mu_1 r_{\beta_1}) \quad (2.3.30)$$

2.4 - Técnicas de análise

O conhecimento atual das propriedades físicas do interior da Terra está associado ao desenvolvimento de técnicas de análise de ondas sísmicas superficiais. A aplicação das propriedades de dispersão das ondas superficiais no estudo da estrutura crustal iniciou-se em 1924, com Gutenberg(1959). Mais tarde, vários trabalhos relativos a estas ondas foram publicados, tais como os de Sato(1955, 1956), Ewing et al(1957), Press(1956, 1957), Press et al(1956), Brune et al(1960), Haskell(1953), Landisman et al(1969), Block e Hales(1968), etc.

A partir da década de 50, foram desenvolvidas várias técnicas de análise das ondas superficiais, visando a determinação das velocidades de grupo e de fase, tais como:

a) o Método Clássico elaborado por Sato(1955, 1956), que utiliza a transformada de Fourier para se obter informações de fase. Esta técnica desenvolvida para determinar c a partir de dados de duas esta

ções, elimina o problema da diferença de fase no foco, que dificulta a determinação de c a partir de dados de uma estação somente;

b) o Método de Correlação Cruzada, (Landisman et al, 1969) onde a dispersão das ondas superficiais entre duas estações é representada pelo processo de deconvolução do sinal da segunda estação com relação à primeira. Além da diferença de fase entre as estações, o espectro do sinal contém informações de amplitude. Portanto, a função da diferença de fase entre as estações é calculada pela transformada de Fourier do correlograma cruzado. Existem várias formas de correlação cruzada tais como as propostas por Aki(1964), Block e Hales(1968);

c) o Método das Somas e Diferenças, introduzido por Block e Hales (1968), que se baseia no seguinte princípio: quando duas funções estão em fase, para uma determinada frequência, a soma atingirá o valor máximo enquanto que a diferença, o mínimo. A resolução deste método pode ser melhorada, aplicando-se a razão das matrizes de amplitudes da diferença e da soma.

Na determinação da velocidade de grupo são utilizados:

a) o Método Clássico de Pico e Vale, que se inicia pela identificação e numeração dos picos ou vales do sinal. Na etapa seguinte, determinam-se os períodos pela medida do gradiente da curva do número do pico em função do tempo de chegada. As velocidades de grupo para cada período, são calculadas dividindo-se a distância epicentral pelo tempo de propagação de cada pico ou vale. Maiores detalhes sobre este método podem ser encontrados nos trabalhos de Press (1956,1957), Ewing e Press(1952), Press et al, (1956), Brune e Dorman(1963), Rubin de Celis(1967), e outros;

b) o Método da Janela Móvel, desenvolvido por Landisman et al, (1969),

é equivalente ao método analógico proposto por Ewing et al, (1959). O sinal sísmico digitizado é multiplicado por uma função janela móvel centrada em determinados pontos, correspondentes a uma série de intervalos de velocidades de grupo. A cada intervalo de velocidade de grupo aplica-se a transformada de Fourier, obtendo-se como resultado uma matriz, onde as amplitudes são dadas em função da velocidade de grupo e do período;

c) o Método da Filtragem Múltipla, que foi o adotado no presente trabalho, será descrito com detalhes mais adiante.

O critério de escolha deste último método para a determinação das velocidades de grupo, é que permite obter resultados com uma resolução em frequência, maior que nos outros dois métodos citados acima (Dziewonski et al, 1968). O método Clássico de Pico e Vale não pode ser aplicado no caso de ondas superficiais com uma relação sinal/ruído muito pequena, ou quando o sinal sísmico está contaminado por outras fases sísmicas. Segundo Block e Hales(1968) este método apresenta sérias dificuldades para fragmentos não dispersivos do sinal e no caso de ondas superficiais com dispersão normal e inversa. Uma das desvantagens do método da Janela Móvel é a distorção introduzida pelos processos de truncamento e modulação da série temporal, quando aplicados a uma função janela (Dziewonski et al, 1969; Landisman et al, 1969).

2.4.1 - Método da Filtragem Múltipla

O método proposto por Block e Hales(1968) permite a filtragem do sismograma com o recurso de um conjunto de filtros de banda estreita e determinação das envolventes das amplitudes instantâneas. Através dos conceitos de amplitude e fase instantâneas

pode-se obter o atraso de fase em função do tempo, admitindo-se que o tempo de propagação do grupo de ondas é uma função monotônica da frequência.

Segundo Goodman(1960), a amplitude $A_n(t)$ e a fase $\phi_n(t)$ instantâneas são definidas pela relação:

$$A_n(t)e^{i\phi_n(t)} = h_n(t) + iq_n(t) \quad (2.4.1)$$

onde,

$h_n(t), q_n(t)$: funções em fase e em quadratura, respectivamente.

O espectro em quadratura $Q_n(w)$ determinado a partir do espectro de fase $H_n(w)$ é:

$$Q_n(w) = H_n(w) e^{i\pi/2} \quad (2.4.2)$$

As séries de Fourier permitem efetuar a seguinte transformação:

$$a'_k = -b_k \quad ; \quad b'_k = a_k \quad (2.4.3)$$

onde a_k e b_k são os coeficientes do seno e cosseno do espectro em fase; a'_k e b'_k são os coeficientes do espectro em quadratura.

Aplicando-se a transformada de Fourier, que permite retornar ao domínio do tempo, as amplitudes e fases instantâneas são dadas por:

$$A_n(t) = [h_n^2(t) + q_n^2(t)]^{1/2} \quad (2.4.4)$$

$$\phi_n(t) = \arctan[q_n(t)/h_n(t)] \quad (2.4.5)$$

A técnica de filtragem múltipla é usada para estudar variações da amplitude (ou energia) do sinal em função da velocidade e período. Inicialmente, deve-se escolher uma função filtro que possua uma boa resolução, próximo de cada frequência central. A função adotada é a gaussiana, que preenche estes requisitos, segundo testes efetuados por Dziewonski et al (1969). A função gaussiana deve ser considerada como equivalente à função filtro ótima.

A função filtro no domínio da frequência é dada por:

$$H_n(w) = e^{-\alpha \left[(w-w_n)/w \right]^2} \quad (2.4.6)$$

onde,

w_n : frequência central.

A transformada de Fourier de $H_n(w)$ é:

$$h_n(t) = \frac{\sqrt{\pi}}{2\alpha} w_n \cdot e^{-(w_n t)^2 / (4\alpha)} \cdot \cos(w_n t) \quad (2.4.7)$$

A solução da equação acima depende basicamente do parâmetro α , cujo valor é dado por $\alpha = \beta / (\text{BAND})^2$, onde (BAND) é a largura de banda relativa e

$$\beta = \ln \left[\frac{H_n(w_n)}{H_n(w_{l,n})} \right] = \ln \left[\frac{H_n(w_n)}{H_n(w_{u,n})} \right] \quad (2.4.8)$$

sendo $w_{u,n}$ e $w_{l,n}$ os limites de banda superior e inferior de um filtro simétrico.

Para fins práticos de computação, é conveniente truncar as amplitudes pequenas dos extremos da função $H_n(w)$, evitando-se portanto cálculos desnecessários. O filtro com a função gaussiana truncada é dado abaixo:

$$H_n(w) = \begin{cases} 0 & ; \text{para } w < (1 - \text{BAND}) \cdot w_n \\ e^{-\alpha((w-w_n)/w)^2} & ; \text{para } (1 - \text{BAND}) \cdot w_n \leq w \leq (1 + \text{BAND}) \cdot w_n \\ 0 & ; \text{para } w > (1 + \text{BAND}) \cdot w_n \end{cases} \quad (2.4.9)$$

No diagrama de fluxo do processo de filtragem múltipla (Figura 2.5), estão representados os seguintes estágios de execução:

- 1) o sismograma digitizado a intervalos constantes Δt é introduzido no computador, observando-se que o intervalo de digitização deve ser adequadamente escolhido, para evitar o "aliasing" do sinal;
- 2) a série de tempo observada é expandida a um valor adequado de potência de dois, para possibilitar a aplicação da transformada de Fourier rápida. Entretanto, o comprimento da série expandida é determinado principalmente pela resolução de frequência desejada. Neste trabalho tem sido usado o comprimento de 512 pontos. A função no domínio do tempo é convertida em séries seno e cosseno através do algoritmo de Cooley-Tukey (Blackman e Tukey, 1965) e da Transformada de Fourier rápida;
- 3) as distorções instrumentais de amplitude e fase possivelmente presentes, podem ser eliminadas neste estágio, recorrendo-se à curva de resposta instrumental;
- 4) são determinadas as frequências centrais dos filtros a serem usados posteriormente. Os períodos correspondentes a estas frequências centrais estão representados na abscissa da Fig. B-01 (Apêndice B);

Fig. 2.5 - Diagrama de fluxo do processo de Fil-
tragem Múltipla

- 5) o conjunto de tempos relativos aos valores prē-selecionados de velocidades de grupo ē determinado. Estes valores de velocidades sã dados na ordenada da Fig. B-01 (Apēndice B);
- 6) o processo de filtragem do espectro sīsmico ē realizado pelo emprego da funçã filtro, que ē simētrica em relaçã ā freqūēncia central;
- 7) o espectro em quadratura ē obtido dos dados de amplitudes e fa ses espectrais;
- 8) a transformada de Fourier inversa do espectro em quadratura ē calculada, empregando-se o mesmo algorĩtmo citado no estagio 2;
- 9) as amplitudes e fases espectrais instantāneas sã calculadas pa ra os tempos de chegada de cada grupo de ondas.

Finalizando, os procedimentos descritos nos estagios de 6 a 9, sã repetidos para cada freqūēncia central.

CAPÍTULO 3

DADOS BÁSICOS

3.1 - Estações sismográficas

3.1.1 - Localização das estações sismográficas

Os registros usados no presente estudo correspondem às seguintes estações sismográficas: Brasília(BDF), Natal(NAT), Rio de Janeiro(RDJ) e La Paz(LPB), que pertencem à Rede Mundial de Estações Sismográficas Padrão(WWNSS), com exceção de RDJ. Esta última possui equipamento sismográfico de período longo com as mesmas características das da rede WWNSS. Algumas informações sobre as estações sismográficas utilizadas neste trabalho são apresentadas na Tabela 3.1. Outras características relativas à estação sismográfica de RDJ é encontrada no trabalho de Berrocal e Antezana(1977). A localização das estações sismográficas utilizadas é indicada por triângulos no mapa da Fig. 3.1.

3.1.2 - Equipamento Sismográfico

O número de estações sismográficas que vêm adotando sistemas de registro digital ou analógico em fita magnética é crescente, mas grande parte das estações ainda empregam sistemas de registro visual, como a maioria das estações da WWNSS, que representam o conjunto de estações sismográficas mais importante, devido ao número e disponibilidade centralizada de cópias de sismogramas.

A Rede Mundial de Estações Sismográficas Padrão foi instalada no período 1961 a 1965 e é formada de aproximadamente 112 estações distribuídas ao redor da Terra. O período natural dos sis

TABELA 3.1 - DADOS DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS UTILIZADAS

ESTAÇÃO	LAT.(graus)	LONG.(graus)	ALTURA(m)	AMPLIFICAÇÃO(vezes)
BDF	15,66 S	47,90 W	1258	1500
LPB	16,53 S	68,10 W	3292	1500
NAT	5,86 S	35,28 W	50	1500
RDJ	22,89 S	43,22 W	29	1500

FIG. 3.1- LOCALIZAÇÃO DOS EPICENTROS DOS SISMOS SELECIONADOS E DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS UTILIZADAS.

mômetros de período longo foi ajustado inicialmente para 20 segundos e o período dos galvanômetros para 100 segundos.

Em 1965, o período natural dos sismômetros de toda a rede foi reduzido para 15 segundos, mas o dos galvanômetros permaneceu inalterado. O registro é feito em papel fotográfico, a uma velocidade de 15mm/minuto, com pulsos de calibração no início e término de cada registro de 24 horas. As características atuais da estação RDJ são idênticas às do sistema WWNSS, com exceção do período do galvanômetro, que é de 75 segundos.

Os sismômetros de período longo da estação RDJ são do tipo Sprengnether na componente vertical(Z) e Lehner-Griffith nas componentes horizontais(NS,EW), (Miller, 1963). Nas estações de NAT, BDF e LPB os sismômetros das três componentes de período longo são do tipo Sprengnether. Uma descrição detalhada das características do equipamento sismográfico da rede de estações padrão é encontrada no Manual de Operação e Manutenção do Sistema WWNSS (1962). Nas Figs. (3.2 e 3.3) são apresentadas as curvas de resposta do equipamento das estações sismográficas utilizadas.

3.2 - Dados sísmicos

3.2.1 - Dados utilizados

Foram selecionados sismos da região andina ocorridos entre 1970 e 1983. Os parâmetros dos sismos escolhidos foram extraídos do catálogo fornecido pelo NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), em fita magnética, contendo informações sobre a sismicidade mundial ocorrida desde 1900 até 1978. Os sismos ocorridos entre 1979 e 1983 foram selecionados dos Boletins mensais, publicados pelo USGS (United States Geological Survey).

FIG.32-CURVAS DE RESPOSTA DOS SISMÓGRAFOS DE PERÍODO LONGO DA ESTAÇÃO RDJ.

FIG.3.3- CURVA DE RESPOSTA DOS SISMÓGRAFOS DE PERÍODO LONGO DAS ESTAÇÕES DE BDF, LPB, E NAT.

Na escolha dos sismos foram adotados os seguintes critérios:

- a) - profundidade focal (h) rasa ($h < 70\text{km}$),
- b) - magnitude $m_b > 5,0$,
- c) - localização do epicentro na crosta continental da América do Sul.

A profundidade focal e a energia liberada (magnitude) adotadas são parâmetros fundamentais no estudo e registro das ondas superficiais a distâncias epicentrais de 16° a 43° .

A escolha de sismos com epicentros na borda leste dos Andes é uma tentativa de limitar, na medida do possível, a propagação das ondas superficiais em regiões onde a estrutura crustal seja aproximadamente uniforme. Entretanto, a influência da "raiz" dos Andes, na propagação das ondas superficiais também foi estudada, utilizando-se sismos com epicentros a oeste dos Andes. Para complementar o estudo foram utilizados sismos que ocorreram na parte N da América do Sul, e em território brasileiro, tais como o de Pacajus-CE em 20.NOV.80 registrados por LPB, e o que ocorreu próximo de Codajás-AM em 05.AGO.1983, registrado por RDJ.

A classificação dos sismogramas baseou-se na qualidade de registro das ondas superficiais, nas três componentes de período longo, Z(vertical), NS(Norte-Sul) e EW(Leste-Oeste). Entre os fatores que contribuíram para eliminar grande parte dos 56 sismos pré-selecionados podem ser apontados os seguintes: a)- sismogramas saturados pelas ondas superficiais ou com níveis de ruído elevado, suficientes para mascarar o sinal sísmico; b)-paradas ocasionais no funcionamento das estações sismográficas; c)- sismogramas

extraviados; d)-sismogramas enviados ao NEIS para microfilmagem e não devolvidos até a época em que foi efetuado o levantamento do material existente.

Concluindo o levantamento de sismogramas, verificou-se a existência de registros de apenas uma estação para cada sismo; e esse material disponível consiste de sismogramas nas 3 componentes para 11 sismos e sismogramas na componente vertical para 2 sismos.

Os 13 sismos, apresentados na Tabela 3.2, tem seus epicentros distribuídos de tal modo que as trajetórias das ondas superficiais cobrem toda a região de interesse (vide Fig. 3.1).

3.2.2 - Preparação dos dados

O sismograma é um registro analógico onde é gravado a variação da amplitude do sinal, na forma de uma função contínua em relação ao tempo transcorrido.

Para analisar este sinal, é necessário digitizá-lo, isto é, substituir a função contínua por uma série discreta de valores, obtidos a intervalos constantes de tempo, denominados intervalos de digitização (Δt).

No processamento de um sinal sísmico por meio da análise de Fourier, deve-se evitar o fenômeno conhecido como "aliasing", adotando-se um valor Δt , tal que a frequência de Nyquist ($f_N = 1/(2\Delta t)$) seja, no mínimo, tão alta quanto a frequência máxima contida no sinal (Blackman e Tukey, 1958; Bahar, 1977). Se Δt é muito grande, as frequências altas desaparecem, provocando distorções na reconstrução do sinal original a partir dos dados digitizados; no caso de valores de Δt muito pequenos, o tempo de proces

TABELA 3.2

Parâmetros Hipocentrais e Distâncias Epicentro - Estação dos Sismos Utilizados

Nº	DATA	HORA ORIGEM	COORD. GEOG.		PROF (km)	MAGNITUDE m_b	DISTÂNCIA (km)	ESTAÇÃO DE REGISTRO
		h m s	LAT	LONG				
5	19.NOV.73	18:40:05,2	28,5 S	70,9 W	58	5,7	4.507,9	NAT
7	07.JAN.74	16:35:57,8	26,9 S	65,7 W	33	5,8	2.221,4	BDF
10	27.AGO.74	06:24:07,0	38,3 S	73,4 W	23	5,4	3.538,3	BDF
15	15.ABR.75	09:47:43,6	09,3 N	61,5 W	47	5,4	2.944,2	LPB
16	18.ABR.75	12:34:09,8	12,5 S	78,0 W	33	5,3	4.741,6	NAT
22	25.AGO.75	03:57:20,2	06,9 N	77,8 W	47	5,2	4.924,0	NAT
24	22.FEV.76	08:09:22,3	18,4 S	65,2 W	41	5,3	1.864,4	BDF
31	01.SET.77	17:37:10,3	07,4 S	76,2 W	28	5,3	4.024,1	BDF
33	02.NOV.77	14:47:57,2	10,1 S	74,8 W	48	5,5	2.978,3	BDF
48	21.AGO.78	00:28:22,7	31,3 S	67,8 W	10	5,6	2.609,8	RDJ
51	20.NOV.80	03:29:42,9	04,5 S	38,3 W	10	5,1	3.512,1	LPB
52	11.DEZ.80	18:15:03,5	21,3 S	68,2 W	80	6,1	2.579,1	RDJ
55	05.AGO.83	06:21:42,4	03,6 S	62,2 W	21	5,5	2.952,4	RDJ

samento de dados aumenta excessivamente, sem acrescentar novas informações, na reconstrução do sinal original.

A digitização das ondas superficiais neste trabalho, foi efetuada com um digitizador semi-automático (Figura 3.4) elaborado e construído no IAG (Hiodo et al, 1983) que fornece automaticamente os valores da amplitude do sinal e do intervalo de digitização quando acionado um interruptor manual nas sucessivas posições do cursor.

O aparelho possui 2 sensores de posição do tipo potenciométrico, nas 2 componentes ortogonais. Estes elementos resistivos, com linearidade de 0,25% e resolução de 5%, estão localizados na mesa digitizadora (parte B da Figura 3.5), onde estão acoplados mecanicamente por fios flexíveis de aço, a um dispositivo móvel dotado de retículo, que realiza deslocamentos ortogonais.

A fonte de tensão variável empregada permite o ajuste do ganho do sistema de digitização. Esta fonte é conectada a um circuito de ajuste do zero nas 2 componentes, que possibilita a mudança de referência (parte A da Fig. 3.5). O sinal analógico que é proporcional ao deslocamento em relação a uma linha de referência escolhida, é convertido num sinal digital através de um sistema de integração de dupla rampa. O valor da tensão (deslocamento) é lido num visor eletroluminescente de 3 1/2 dígitos. A comutação entre as componentes vertical e horizontal é feita através de um circuito monoestável de disparo controlado pelo interruptor S.

Todo o sistema utilizado possui um coeficiente de temperatura muito baixo, sendo sua resolução e reprodutibilidade da ordem de 0,1mm, nos 2 eixos. Dependendo da velocidade de registro dos sismogramas os Δt mínimos seriam: 0,4s para registros com 15mm/

Fig. 3.4 - Digitizador Semi-Automático

FIG. 3.5 - DIAGRAMA DE BLOCO DO DIGITIZADOR

minuto e 0,05s para registros com 120mm/minuto. Neste trabalho, onde os sismogramas foram registrados com 15mm/minuto, foi utilizado um $\Delta t = 1,0s$.

A velocidade média de leitura (8 pontos/minuto) e as precisões conseguidas, utilizando-se o digitizador semi-automático, são superiores às aquelas obtidas por digitização manual.

3.3 - Dados geológicos e geofísicos

3.3.1 - Plataforma Sul-Americana

3.3.1.1 - Estudos anteriores

Os trabalhos efetuados com o objetivo de se determinar a estrutura da crosta da América do Sul, iniciaram-se na década de 1950, concentrando-se na região andina, onde a extraordinária fisiografia e as deformações tectônicas profundas teriam sido os aspectos relevantes, que chamaram a atenção dos pesquisadores. Na região da Plataforma Brasileira são poucos os estudos geofísicos realizados, visando o conhecimento da estrutura crustal.

Na Tabela 3.3 são apresentados os resultados mais relevantes obtidos de vários estudos geofísicos, na América do Sul.

Trabalhos de sísmica de refração (Giese e Shutte 1975), usando explosões artificiais da mina de Itabira, permitiram determinar a estrutura da crosta ao longo do perfil Itabira-Serra Negra. Os resultados obtidos indicam a presença de 2 camadas na crosta: a superior que apresenta uma velocidade da onda P aproximadamente constante de 6,2km/s e seu limite inferior estaria a uns 30km de profundidade e a inferior, cuja base estaria a aproximadamente 42km de profundidade, apresentando uma velocidade crescente

TABELA 3.3

Autor	Ano	Espessura Crosta	Velocidade		Região	Método
			Crosta	Manto		
Wuenschel	1953	65	-	-	N. Chile	Gravimetria
Aldrich, et.al.	1958	55	-	-	N. Chile	Refracção
Woollard	1961	64,9	6,45	8,0	Altiplano (Peru)	Refracção
	1961	51,7	6,38	8,0	Flanco de Altiplano (Peru)	Refracção
	1961	70,3	6,6	8,0	Altiplano (Chile)	Refracção
	1961	56,5	6,52	8,0	Chile (flanco do Altiplano)	Refracção
Cisternas	1961	50	-	-	Huancayo	Ondas Sup.
Lomnitz	1962	70	-	-	Chile-Bolivia	Gravimetria
Raitt	1964	60	-	-	N. Chile	Grav.e Sísm
Anzoleaga	1964	65,7	5,2	8,36	La Paz	Refracção
Santa Cruz	1964	57,6	6,5	8,25	La Paz	Refracção
Careaga	1967	64,6	-	-	La Paz	Espec.de Ond
Rubin de Celis	1967	42,2	6,13	8,02	La Paz-Antofag.	Ondas Sup.
		48,5	6,13	8,02	La Paz-Arequipa	Ondas Sup.
Fernandez, et.al.	1968	64,6	6,76	-	La Paz	Espec.de Ond
Antezana	1969	41	5,8 6,75	8,2	La Paz-Antofag.	Ondas Sup.
		50	5,8 6,6	8,1	La Paz-Arequipa	Ondas Sup.
		71,7	6,2	8,17	La Paz	Espec.de Ond
James	1971	50	-	-	S. Peru-Bolivia-N. Chile	Ondas Sup.
Ocola	1972	68-70	-	-	La Paz-Cuzco	Refracção
Oblitas	1972	7	5,7	7,9	Escudo Brasileiro	Ondas Sup.
		12	6,1			
		20	6,4			
Giese e Shutte	1975	28-30	6,2	8,2	Minas Gerais	Refracção
Telleria-Lejsek	1975	68,5	-	-	SW de La Paz	Gravimetria
		58	-	-	NE de La Paz	Gravimetria
Blitzkow	1978	38-40	6,2 7,4	8,2	Minas Gerais	Gravimetria
DNPM/CPRM	1979	32-43	-	-	Bahia	Gravimetria

com a profundidade, variando de 6,2 a 8,2km/s.

No levantamento gravimétrico efetuado por Blitzkow et al (1978) na mesma região citada, obteve-se profundidades normais de 38 a 40km para a descontinuidade de Moho, sendo a espessura crustal máxima observada de 45km, no local de uma intensa anomalia negativa, situada entre Itabira e Guanhães.

Uma determinação teórica das profundidades da descontinuidade de Moho foi efetuada no Estado da Bahia (DNPM/CPRM, 1979), baseando-se em dados de geologia regional e de anomalias gravimétricas. Os resultados indicam uma espessura crustal de aproximadamente 43km, na região de Macaúbas, e uma diminuição da mesma, chegando a atingir 32km na faixa costeira e no extremo NNW do Estado da Bahia.

Dados gravimétricos e magnetométricos do Nordeste (Rand 1976, 1978; Rand et al 1980) e levantamentos gravimétricos da faixa litorânea nordestina (Haralyi e Hasui 1982a, 1982b) sugerem um decréscimo da espessura da crosta, ao longo da margem continental. Mais ao sul, na parte costeira do Paraná e de Santa Catarina, as evidências gravimétricas indicam um possível aumento da espessura crustal, na região situada entre Chaminé e Garuva.

Pela análise das ondas superficiais de sismos da cadeia Meso-Atlântica, Oblitas (1972) propôs um modelo onde a espessura média crustal é de 39km, valor este também sugerido por Knize et al (1984) através de estudos sismológicos na área do reservatório de Sobradinho.

3.3.1.2 - Aspectos geológicos

As principais regiões geotectônicas da América do Sul

são a Cadeia Andina, a Plataforma Patagônica e a Plataforma Sul-Americana (vide Fig. 3.1) (Almeida et al, 1981).

A Plataforma Sul-Americana (Almeida, 1971) que ocupa a maior parte do continente sul-americano é formada por um embasamento Pré-Cambriano e coberturas fanerozóicas. O embasamento composto de rochas Ígneas e metamórficas é subdividido em 3 grandes escudos: das Guianas ao N, do Brasil Central ao S do rio Amazonas, e Atlântico, ao longo da borda oriental. As coberturas sedimentares e vulcano-sedimentares fanerozóicas da Plataforma Sul-Americana, acumuladas desde o início do Siluriano, preenchem 3 grandes bacias intracratônicas: a do Amazonas, do Parnaíba e do Paraná. Pela natureza do embasamento e coberturas da plataforma Sul-Americana, em território brasileiro, foram identificadas 10 províncias estruturais (Almeida et al, 1981).

A bacia sedimentar do Amazonas compreende 4 sub-bacias, (Porto e Szatmari, 1982): Acre, Alto, Médio e Baixo Amazonas, separadas por estruturas elevadas do embasamento. A Sub-Bacia do Acre, onde predominam afloramentos de sedimentos cenozóicos, é separada da Sub-Bacia do Alto Amazonas pelo Arco de Iquitos. Nas sub-bacias do Médio e Baixo Amazonas encontram-se os registros mais completos da história paleozóica das bacias. Os Altos de Purus e Monte Alegre separam as sub-bacias do Alto e Médio Amazonas, e a do Médio e Baixo Amazonas, respectivamente.

O pacote sedimentar da Bacia Amazônica alcança espessuras da ordem de 4km no Alto Amazonas, atingindo 6km ou mais, no Médio e Baixo Amazonas (Porto e Szatmari, 1982).

A Bacia do Parnaíba, considerada como uma bacia intracratônica isolada, originou-se no fim do Siluriano ou no início

do Devoniano. Os sedimentos eopaleozoicos, estão distribuídos em manchas irregulares sobre o embasamento prē-Siluriano, ao leste da Bacia do Parnaíba. A camada sedimentar na parte central desta bacia chega a atingir espessuras de até 3km. (Almeida et al, 1981).

Na maior parte da Bacia do Paraná, os sedimentos mesozóicos recobrem os depósitos do Paleozóico. Esta bacia é limitada por arcos estruturais, tais como os da Canastra, São Vicente, Assunção, Martin Garcia e Serra do Mar. Na parte central da bacia a espessura dos sedimentos é da ordem de 4,5km. (Almeida et al, 1981).

Milhares de derrames individuais de lava foram acumuladas na bacia do Paraná. A espessura observada dessa sequência de derrames pode ultrapassar os 1000m em alguns locais; a espessura máxima (1529m), no entanto, foi encontrada num poço perfurado em Presidente Epitácio (Sanford e Lange, 1960).

CAPÍTULO 4

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DE DISPERSÃO E COMPARAÇÕES REGIONAIS

4.1 - Velocidades de Grupo

As "curvas de dispersão observadas", para os modos fundamentais das ondas Rayleigh e Love, foram determinadas mediante a Técnica de Filtragem Múltipla (Bloch e Hales, 1968).

O programa em Fortran utilizado para analisar a dispersão das ondas superficiais, fornece como resultado uma matriz de amplitudes (em dB) em função de velocidade de grupo e do período, e para visualizar o verdadeiro relevo espectral do sinal analisado, foram traçadas curvas de amplitudes com intervalos de 5dB. A curva de dispersão observada, ou seja, a curva experimental a ser adotada, é a traçada em função da topografia espectral seguindo os valores máximos do relevo que apresentam menor inclinação. Seguindo este procedimento foram traçadas as curvas de dispersão das Figs. B-01 a B-35 do Apêndice B. Em alguns casos as curvas de dispersão traçadas estão sujeitas ao erro experimental, relacionado com a precisão de localização da energia máxima no espectro em quadratura, porém esse erro é inferior a 0,04km/s na maioria dos casos.

Outra possível fonte de erro pode ser atribuída a imprecisão na determinação epicentral (efetuada pelo NEIS) que é no máximo de 50km; no entanto essa imprecisão representa erros de no máximo 3% da velocidade.

Nas Figuras do Apêndice B são apresentadas, para os 13 sismos estudados, as "curvas de dispersão observadas" tanto pa

ra as ondas Rayleigh (componentes vertical e radial) quanto para as ondas Love (componente transversal), exceto para os sismos 16 e 33 para os quais foram determinados somente as curvas de dispersão para as ondas Rayleigh (componente vertical), uma vez que os sismogramas das componentes horizontais estavam com problemas de registro.

Para os sismos analisados nas 3 componentes, é notável a semelhança encontrada entre as curvas de dispersão das componentes vertical e radial das ondas Rayleigh (vide Figuras do Apêndice B).

4.2 - Análise das curvas experimentais da velocidade de grupo

O estudo combinado "das curvas de dispersão observadas" com as trajetórias percorridas pelas ondas superficiais permite agrupar os eventos com a finalidade de correlacionar as estruturas geológicas (por ex. cadeia andina, escudo e bacias sedimentares) com a forma das curvas de dispersão.

A maioria das curvas de dispersão observadas apresentam uma boa concordância nas velocidades de grupo para períodos acima de 24s, o que indica que a estrutura das camadas inferiores da crosta é relativamente uniforme ao longo da maior parte das trajetórias estudadas.

As curvas de dispersão dos sismos 55 e 51 (Fig. 4.1), correspondentes a eventos com a maior parte de suas trajetórias atravessando os escudos do Brasil Central e Atlântico, são consideradas, devido à semelhança entre elas, como representativas da estrutura crustal nesses escudos. Os sismos 15 e 31 (Fig. 4.2), com trajetórias atravessando o escudo das Guianas, apresentam cur

Fig. 4.1 - Curvas de dispersão observadas para sismos com trajetórias atravessando os escudos do Brasil Central e Atlântico. Curva média de dispersão (traço contínuo).

Fig. 4.2 - Curvas de dispersão observadas para sismos com trajetórias atravessando o escudo das Guianas.

vas de dispersão parecidas, porém as velocidades de grupo são menores (em $\approx 0,06\text{km/s}$) que as observadas para os sismos 55 e 51, o que sugere diferenças na estrutura desses escudos.

Os sismos com trajetórias atravessando a bacia do Paraná (24,5,7,48,10) (Fig. 4.3) apresentam curvas de dispersão parecidas para períodos acima dos 20s, no entanto há diferença nas velocidades de grupo para períodos abaixo dos 20s.

Os sismos 24,5 e 7, com trajetórias na parte N da bacia do Paraná, mostram curvas de dispersão semelhantes para períodos abaixo dos 20s, (Fig. 4.3) mostrando-se uma semelhança mais pronunciada para os sismos 5 e 7, cujas trajetórias são muito próximas. As velocidades de grupo mínimas observadas para este conjunto de curvas estão em torno de $2,8\text{km/s}$.

Os sismos 10 e 48 que atravessam a parte central e meridional da bacia apresentam curvas de dispersão com a mesma tendência, principalmente para períodos abaixo dos 20s (Fig. 4.3). As velocidades de grupo mínimas observadas estão por volta de $2,87\text{km/s}$.

Comparando-se a média das curvas de dispersão para os sismos 55 e 51, representativa da estrutura crustal nos escudos do Brasil Central e Atlântico, com as curvas de dispersão para os sismos que cruzam a bacia do Paraná (Fig. 4.4), verifica-se que as velocidades de grupo, na faixa dos 10 a 20s, de período, são menores para os sismos com trajetórias na bacia; insinuando que os sedimentos da bacia influem na velocidade de grupo das ondas Rayleigh para períodos abaixo dos 20s.

Na maioria dos sismos estudados, cujas ondas superficiais se propagam por uma parte dos Andes, se espera uma influên-

Fig. 4.3 - Curvas de dispersão observadas para sismos com trajetórias passando pela bacia do Paraná.

Fig. 4.4 - Comparação das curvas de dispersão para sismos com trajetórias atravessando a bacia do Paraná com a curva média de dispersão para os sismos 55 e 51 (traço contínuo)

cia dessa estrutura na velocidade das ondas Rayleigh. As curvas de dispersão dos sismos 10, 48, 7, 24, 52, 16, 15 e 51 (Fig. 4.5) apresentam oscilações na faixa dos 10 a 20s de período. Estas oscilações, embora ausentes em alguns eventos, parecem caracterizar a influência da cadeia andina nas curvas de dispersão.

Finalmente, algumas tendências anômalas das curvas de dispersão foram observadas, como por exemplo a do sismo 52 que apresenta, para períodos acima de 20s, velocidades de grupo menores (em $\approx 0,15\text{km/s}$) que as observadas para sismos com trajetórias próximas (Fig. 4.6); é possível que a localização do epicentro numa provável descontinuidade lateral (Berrocal, 1974) afete as velocidades de propagação das ondas Rayleigh. Por outro lado, oscilações pronunciadas das curvas de dispersão para os sismos 10, 48, 24, 16 e 22 (Fig. 4.7) nos períodos acima de 20s, provavelmente sejam causadas pela estrutura mais profunda dos Andes; outras curvas de dispersão também apresentam estas oscilações, porém mais atenuadas.

As curvas de dispersão observadas, das ondas Love, apresentam um espalhamento pronunciado (Fig. 4.8) provavelmente causado por interferências de modos superiores ou por heterogeneidades horizontais existentes na crosta (Haskell, 1953; Lee e Solomon, 1975). As curvas de dispersão das ondas Love, portanto, não foram utilizadas neste trabalho.

4.3 - Modelo Teórico Proposto

O modelo de estrutura crustal, proposto por Brune e Dorman (1963) para o escudo canadense foi tomado como modelo inicial. Mudanças sucessivas dos parâmetros do modelo (velocidade das

Fig. 4.5 - Curvas de dispersão observadas apresentando oscilações da velocidade de grupo para períodos abaixo dos 20s

Fig. 4.6 - Comparação da curva de dispersão para o sismo 52 com curvas de dispersão para sismos com trajetórias próximas

Fig. 4.7 - Curvas de dispersão observadas com oscilações pronunciadas para períodos acima de 20s.

Fig. 4.8 - Curvas de dispersão observadas para as ondas Love

ondas P e S, espessura das camadas e densidade) permitiram obter dezenas de famílias de curvas de dispersão teóricas, nas quais foi possível observar variações maiores quando a velocidade da onda S ou a espessura eram alteradas e variações menores para mudanças na densidade.

A quantificação das variações na velocidade de grupo das curvas teóricas facilitou bastante o ajuste dos parâmetros do modelo aos dados observados, para períodos acima de 20s, porém certas dificuldades foram enfrentadas na tentativa de se conseguir o ajuste com as porções ramificadas da curva de dispersão observada, isto é, na faixa compreendida entre 12-24s de período. Após sucessivas iterações chegou-se à conclusão de que o melhor ajuste, na faixa de 12-24s de período, só pode ser obtido comprometendo o ajuste da porção restante dos dados observados ou adotando-se um modelo irreal.

Os parâmetros do modelo teórico selecionado (PSA-1) e os valores de velocidade de grupo das ondas Rayleigh e Love, calculados para períodos entre 10 e 80s, são apresentados na Tabela 4.1. A partir destes valores foi traçada, para as ondas de Rayleigh, a curva de dispersão teórica para ser comparada com sua similar obtida experimentalmente.

A curva de dispersão do modelo PSA-1 é a que se ajusta melhor à curva média de dispersão observada para os sismos 55 e 51 (Fig. 4.9). As espessuras calculadas para as camadas da crosta são: 5, 15 e 20 km $\pm$ 10%. A espessura crustal determinada (40km $\pm$ 10%) é muito próxima da espessura encontrada por Oblitas (1972) que utilizou ondas superficiais com trajetórias através da crosta continental e oceânica.

TABELA 4.1

DISPERSÃO DE ONDAS SUPERFICIAIS
RAYLEIGH - MODELO PLAT. SULAMERICANA (PSA-1)

E S T R U T U R A

Vel. P	Vel. S	Densidade	Espessura
5.7000	3.3600	2.7000	5.0000
6.1000	3.5600	2.8000	15.0000
6.4000	3.7400	3.0000	20.0000
7.9000	4.6000	3.3000	6.0000

CURVA DE DISPERSÃO MODO FUNDAMENTAL

Período	Vel. Fase	Vel. Grupo	K
70.9368	4.0532	3.9275	0.0219
58.1059	4.0232	3.8564	0.0269
50.0647	3.9932	3.7761	0.0314
44.8251	3.9632	3.6918	0.0355
40.6804	3.9332	3.6074	0.0393
37.6526	3.9032	3.5254	0.0428
35.2217	3.8732	3.4474	0.0461
33.1947	3.8432	3.3744	0.0492
31.4653	3.8132	3.3073	0.0524
29.9431	3.7832	3.2463	0.0555
28.5780	3.7532	3.1919	0.0586
27.3312	3.7232	3.1441	0.0617
26.1736	3.6932	3.1030	0.0650
25.0828	3.6632	3.0686	0.0684
24.0406	3.6332	3.0407	0.0719
23.0310	3.6032	3.0193	0.0757
22.0431	3.5732	3.0041	0.0798
21.0623	3.5432	2.9950	0.0842
20.0772	3.5132	2.9917	0.0891
19.0754	3.4832	2.9940	0.0946
18.0432	3.4532	2.0015	0.1008
16.9647	3.4232	3.0139	0.1082
15.8206	3.3932	3.0304	0.1170
14.5863	3.3632	3.0504	0.1281
13.2303	3.3332	3.0723	0.1425
11.7135	3.3032	3.0942	0.1624

LOVE - MODELO PLAT. SULAMERICANA (PSA-1)

Período	Vel. Fase	Vel. Grupo	K
74.9400	4.4400	4.1729	0.0129
67.7826	4.4100	4.1120	0.0210
62.0431	4.3800	4.0489	0.0231
57.2810	4.3500	3.9894	0.0252
53.2253	4.3200	3.9336	0.0273
49.6990	4.2900	3.8812	0.0295
46.5803	4.2600	3.8323	0.0317
43.7827	4.2300	3.7867	0.0339
41.2424	4.2000	3.7443	0.0363
38.9111	4.1700	3.7052	0.0387
36.7516	4.1400	3.6691	0.0413
34.7343	4.1100	3.6361	0.0440
32.8355	4.0800	3.6060	0.0469
31.0356	4.0500	3.5789	0.0500
29.3184	4.0200	3.5545	0.0533
27.6700	3.9900	3.5328	0.0569
26.0725	3.9600	3.5138	0.0608
24.5333	3.9300	3.4973	0.0652
23.0250	3.9000	3.4833	0.0700
21.5442	3.8700	3.4717	0.0754
20.0849	3.8400	3.4623	0.0815
18.6374	3.8100	3.4550	0.0885
17.1950	3.7800	3.4497	0.0967
15.7509	3.7500	3.4461	0.1064
14.2985	3.7200	3.4438	0.1181
12.8332	3.6900	3.4423	0.1327
11.3529	3.6600	3.4409	0.1512

Parâmetros do modelo teórico proposto e velocidades de grupo teóricas para as ondas Rayleigh e Love

Fig. 4.9 - Comparação entre as curvas de dispersão teórica (traço contínuo) e observada (o).

O modelo crustal proposto por Blitzkow et al (1978) também foi testado, porém as velocidades de grupo encontradas foram extremamente superiores aos dados experimentais.

4.4 - Comparação com modelos crustais de outras regiões de escudo

Pelos postulados da Teoria da Tectônica Global, espera-se uma semelhança entre as estruturas crustais das regiões de escudo do Brasil e da África, principalmente com a parte N, porém os dados disponíveis se limitam à parte leste e sul da África.

Além das curvas de dispersão teóricas para trajetórias continentais através dos escudos afro-asiático e do Brasil, a Fig. 4.9 também apresenta para comparação, curvas de dispersão teóricas dos escudos canadense e australiano.

As curvas de dispersão para as trajetórias Alaska-Palisades, Kariba-Pretória e Charles Towers-Perth apresentam velocidades de grupo superiores às determinadas para a Plataforma Sul-Americana; notando-se uma boa concordância ($RMS = 0,02 \text{ km/s}$) nos períodos acima dos 25s, entre as curvas de dispersão para as regiões de escudo afro-asiática e do Brasil, indicando uma semelhança entre as estruturas destas regiões.

Fig. 4.10 - Comparação do modelo PSA-1 (o) com modelos crustais de outras regiões de escudos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, no presente trabalho, mediante o estudo das ondas superficiais são os seguintes:

- A semelhança encontrada entre as curvas de dispersão da velocidade de grupo das ondas Rayleigh, nos períodos acima dos 20s, indica que a estrutura crustal é relativamente uniforme na Plataforma Sul-Americana, e propõe-se o modelo PSA-1, com uma espessura crustal de $40\text{km} \pm 10\%$, como representativo da estrutura da crosta e manto superior na região estudada.
- A observação de velocidades de grupo baixas ($\approx 2,85\text{km/s}$), na faixa dos 10 a 20s de período, para trajetórias que cruzam a bacia do Paraná mostram a influência causada pelos sedimentos da bacia nas curvas de dispersão das ondas Rayleigh. Estudos efetuados com ondas superficiais, com períodos na faixa dos 2 a 20s, de sismos próximos podem fornecer resultados mais precisos da bacia sedimentar.
- As oscilações observadas na maioria das curvas de dispersão, nos períodos abaixo dos 20s, parecem insinuar a influência dos Andes nas velocidades de grupo das ondas Rayleigh.
- A comparação da curva média de dispersão obtida no presente trabalho com suas similares de outras regiões, estabelece uma semelhança da estrutura crustal dos escudos do Brasil Central e Atlântico com a do escudo afro-asiático.
- O digitizador semi-automático construído no IAG, com precisões de 0,1 mm, mostrou-se eficiente na digitização dos registros das ondas superficiais.

BIBLIOGRAFIA

- Aki, K -1964- Study of Love and Rayleigh Waves from Earthquakes with Fault Plane Solutions or with Known Faulting Part 2. Application of the Phase Difference Method. Bull. Seism. Soc. Am., 54, 529-558.
- Aldrich, -1958- The Earth's Crust. Carnegie Inst. of Wash. Year Book, 1957-58.
- Almeida, F.F.M. de (1971)- Geochronological division of the Precambrian of South America. Rev. Bras. de Geociências, vol. 1, nº 1, 13-21.
- Almeida, F.F.M de, Hasui, Y.; Brito Neves B.B. de, e Fuck, R. A. -(1981)- Brazilian Structural Provinces: an introduction. Earth Science Rev., 17, 1-29.
- Alekseev, A.S.; e colaboradores -1973- Seismic Studies of Low Velocity Layers and Horizontal Inhomogeneities with in the crust and Upper Mantle on the Territory of the USSR.
- Alterman, Z.; Jarosch, H e Pekeris, C.L.-(1961)-Propagation of Rayleigh Waves in the Earth. Geophys. J.R.Astr.Soc., 4, 219-241.
- Antezana, R. -1969- Composición Geofísica de la Estructura Cortical bajo los Andes Centrales. Observ. San Calixto, Pub. nº 7. La Paz-Bolivia. 90 págs.
- Anzoleaga, R. -1964 Algunas Consideraciones sobre la Corteza Terrestre debajo de los Andes. Tesis de Grado. Fac. de Geología, UMSA. La Paz-Bolivia.
- Arora, S.K.; Varghese, T.G. e Krishnan, C.A. -1970- Some Aspects of the Structure of Southern India Based on Recent Bhadrachalam Earthquakes, Nature, 225, 261-262.

- Bahar, L.Y. -(1977)- Optimal Digitization of Earthquake Records. Nuclear Engineering and Design, 44, 263-267.
- Berrocal, J. -(1974)- South American Seismotectonics from SAAS Data. Tese PhD. Univ. de Edinburg.
- Berrocal, J. e Antezana, R. -(1977)- Importância de las Estaciones Sismográficas del Brasil en los Estudios de Sismicidad e Tectónica en la América del Sur. Apresentado no I Congresso Ibero-Latinoamericano de Geofísica. Caracas-Venezuela.
- Berry, M.J. e Fucks, K. -(1973)-Crustal Structure of the Superior and Grenville Provinces of the NE Canadian Shield. Bull. Seism. Soc. Am., 63, 1393-1432.
- Blackman, R.B. e Tukey, J.W. -(1958)- Measurement of Power Spectra. Dover Pub. Inc., New York, 190 pags.
- Blitzkow, D.; Gasparini, P.; Mantovani, M.S.M.; e de Sã, N.C. -1978- Crustal Structure of Southeastern Minas Gerais, Brazil, deduced from Gravity measurements. Rev. Bras. de Geociências, 9, 39-43.
- Bloch, S. e Hales, A.L. -(1968)- New Techniques for the Determination of Surface Waves Phase Velocities. Bull. Seism. Soc. Am., 58, 1021-1034.
- Bloch, S.; Hales, A.L.; e Landisman, M. -1969- Velocity in the Crust and Upper Mantle of Southern Africa from Multi-Mode Surface Wave Dispersion. Bull. Seism. Soc. Am., 59, 1599-1629.
- Bolt, B.A.; Doyle, H.; e Sutton, D. -1958- Seismic Observations from the Atomic Explosions in Australia. Geophys. J., 1, 135-145.
- Bolt, B.A. e Niazi, M. -1965- Dispersion of Rayleigh Waves across Australia. Geophys. J., 9, 21-35.

- Brune, J. e Dorman, J. -(1963)- Seismic Waves and Earth Structure in the Canadian Shield. Bull. Seism. Soc. Am., 53, 167-209.
- Bullen, K.E. -(1965)- An Introduction to the Theory of Seismology. Cambridge University Press 381 pags.
- Careaga, J. -1967- Estudio de la Corteza Terrestre en La Paz mediante el Espectro de Ondas Sísmicas. Tesis de Grado. Fac. de Geol., UMSA. La Paz-Bolivia.
- Cisternas, A. -1961- Crustal Structure of the Andes from Rayleigh Wave Dispersion. Bull. Seism. Soc. Am., 51, 381-387.
- Cleary, J. e Doyle, H. -1962- P times to Australian Stations from Nuclear Explosions. Bull. Seism. Soc. Am., 52, 673.
- DNPM/CPRM (1979) Levantamento Gravimétrico no Estado da Bahia. Relatório Preliminar.
- Dziewonski, A.; Landisman, M; Bloch, S.; Sato, Y e Asano, S.-(1968)- Progress Report on Recent Improvements in the Analysis of Surface Wave Observations. Journ. Phys. of the Earth, 16, Special Issue, 1-26.
- Dziewonski, A.; Bloch, S.; Landisman, M. (1969)- A Technique for the Analysis of Transient Seismic Signals. Bull. Seism. Soc. Am., 59, 427-444.
- Ewing, M. e Press, F. (1952)- Crustal Structure and Surface Wave Dispersion. Part II, Solomon Island Earthquake of July 29, 1950, 42, 315-325.
- Ewing, M.; Jardetzky, W.S.; e Press, F. (1957)- Elastic Waves in Layered Media. McGraw-Hill, New York, 380 pag.
- Ewing, M.; Mueller, S.; Landisman, M. e Sato, Y. (1959)-Transient Analysis of Earthquake and Explosion Arrivals. Geofis. Pura e Appl., 44, 83-118.

- Fernandez, L.M. e Careaga, J. -1968- The Thickness of the Crust in Central United States and La Paz, Bolivia, from the Spectrum of Longitudinal Seismic Waves. Bull. Seism. Soc. Am., 58, 711-741.
- Goodman N.R. (1960)-Measuring Amplitude and Phase. Journ. Franklin Inst., 260, 437-450.
- Gumper, F. e Pomeroy, P. -1970-Seismic Wave Velocities and Earth Structure in the African Continent. Bull. Seism. Soc. Am., 60, 651-688.
- Gutenberg, B. (1959)- Physics of the Earth's Interior. Academic Press 240 pag.
- Hales, A.L. e Sacks, F.S. -1959- Evidence for an Intermediate Layer from Crustal Structure Studies in the Eastern Transvaal. Geophys. J., 2, 15-33.
- Giese, P. e Shutte, J. (1975)-Preliminary Report on the Results of Seismic Measurements in the Brazilian Coastal Mountains in March/April, 1975. Un publ. Report Brazil Germany, Sci. agr., 11 pags.
- Haralyi, N.L.E. e Hasuy, Y. (1982a)-The Gravimetric information and the Archean Proterozoic Structural Framwoork of Eastern Brazil. Anais do ISAP Abstracts Bahia, vol. 12, 160-166.
- Haralyi, N.L.E. e Hatsuy (1982b)-Compartimentação Geotectônica do Brasil Oriental com base na Informação Geofísica. Anais do XXXII Congr. Bras. de Geol., Bahia, vol. 1, 374-385.
- Haskell, N.A. (1953)- The Dispersion of Surface Waves in Multilayered Media. Bull. Seism. Soc. Am., 43, 17-34.

- Hiodo, F.Y.; Antezana, R. e Shukowski, R.S.M. -(1983)-Sistema de Digitização de Registros Gráficos; SBPC, 35^a Reunião Anual, Belém-Pará.
- Ibiert, A. -1969-Análisis Espectral de la Corteza Terrestre en La Paz mediante Ondas Sísmicas P de Corto Período. Tesis de Grado. Fac. de Geol., UMSA. La Paz, Bolivia. 145 págs.
- James, D.E. -1971- Andean Crustal and Upper Mantle Structure. Jour. Geophys. Res., 76, 3246-3271.
- Jeffreys, H. (1925)-On the Surface Waves of Earthquakes. M.N.R.A.S. Geoph. Suppl., 1, 282-292.
- Knize, S.; Berrocal, J. e de Oliveira, D.M. -(1984)- Modelo Preliminar de Velocidades Sísmicas da Crosta através de Explosões locais Registradas pela Rede Sismográfica de Sobradinho-BA.
- Landisman, M.; Dziewonski, A. e Sato, Y.-(1969)- Recent Improvements in the Analysis of Surface Waves Observations. Geophys.J.R. Astr. Soc., 17, 369-403.
- Lee, W.V. e Solomon, S.C. -(1975)- Inversion Schemes for Surface Waves Attenuation and Q in the Crust and the Mantle. Geophys. J.R.Astr.Soc., 43, 47-71.
- Loczy, L. -(1970)- Role of Transcurrent Faulting in South America Tectonic Framework. Am. Assoc. of Petr. Geol., 54, 2111-2119.
- Lomnitz, C. -1962-On Andean Structure. Jour. Geophys. Res., 67, 351-363.
- Love, A.E.H. (1911)-Some problems of Geodynamics. Dover Publications, Inc., New York.

- Miller, H.J. -(1963)- Calibration of Long Period Seismographs at 13 Stations throughout the World. Lamont. Geol. Observatory Palisades. Scientific Report 24.
- Narain, H. -1973- Crustal Structure of the Indian Sub-continent. Tectonophysics, 20, 249-260.
- Oblitas, J. (1972)- Estructura del Escudo Brasileño a partir de la Dispersion de Ondas Superficiais. Univ. de Chile. Publ., nº 153.
- Ocola, L.C. -1972- Crustal Low Velocity Zones under the Peru-Bolivia Altiplano. Geophys. J., 30, 199-209.
- Oldham, R.D. -(1900)- On the Propagation of Earthquake Motion to Great Distance. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., A194.
- Oliver, J. e Ewing, M. -(1958)- Normal Modes of Continental Surface Waves. Bull. Seism. Soc. Am., 48, 33-49.
- Pilant, W.L. (1979)- Elastic Waves in the Earth. Developments in Solid Earth Geophysics. Elsevier Pub. Co. New York, 493 pags.
- Porto, R. e Szatmari, P., (1982)- Classificação Tectônica das Bacias Sedimentares Terrestres do Brasil. XLV RANE-ARPEL-México.
- Poisson, S.D. (1831)- Mémoire sur la propagation du mouvement dans les milieux élastiques. Paris, Mem. de l'Acad.
- Press, F. (1956)- Determination of Crustal Structure from Phase Velocity of Rayleigh Waves. Part I: Southern California. Bull. Geol. Soc. Am., 67, 1647-1658.
- Press, F. (1957)- Determination of Crustal Structure from Phase Velocity of Rayleigh Waves, Part II: San Francisco Bay Region. Bull. Seism. Soc. Am., 47, 87-88.

- Press, F.; Ewing, M.; e Oliver, S. (1956)- Crustal Structure and Surface Wave Dispersion in Africa. Bull. Seism. Soc. Am., 46, 97-103.
- Raitt, R.W. -1964- Geophysics of the South Pacific, Research in Geophysics, 2, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Rand, H.M. (1976)- Estudos Geofísicos na Faixa Litorânea ao Sul do Recife. Tese de Livre Docência. UFPE, Recife, 112 pag.
- Rand, H.M. (1978)- Análise Gravimétrica e Magnetométrica de Estrutura Superficial da Faixa Costeira do Nordeste Brasileiro. Anais do XXX Congr. Bras. de Geol., vol. 5, 2336-2346.
- Rand, H. Sial, A.N.; Brito Neves, B.B. e Manso, V.U. (1980)- Gravitmetric Magnotometric Study of the Late Precambrian Sergipe Folding System, Northeast Brazil. Anais do XXXI Congr. Bras. de Geol. vol. 5, 2700-2708.
- Rayleigh, L. (1885)- On Waves Propagated along the Plane Surface of an Elastic Solid. London, Proc. Math. Soc., vol XVII, pag. 4-11.
- Reddy, P.K. -1971- Crustal and Upper Mantle Structure in India from Body Wave Travel Time Studies of Shallow earthquakes. Thesis. Andhra Univ. Waltair. 257 págs.
- Rubin de Celis, J.A. (1967) Investigación de la Estructura Cortical de los Andes Centrales Mediante Ondas Sísmicas de Superficie. Tesis de Grado. Fac. de Geol. UMSA, La Paz-Bolivia.
- Sanford, R.M. e Lange, F.W. -(1960)- Basin Study Approach for Oil Evaluation of Paraná Miogeosyncline of South Brazil. Amer. Ass. Petrol. Geol., 44, 1316-1370.

- Santa Cruz, J. -1964- Contribución al Estudio de la Discontinuidade de Mohorovicic al NW de La Paz. Tesis de Grado. Fac. de Geol., UMSA. La Paz- Bolivia.
- Sato, Y. (1955)- Analysis of Dispersed Surface Waves I. Bull. Earthq. Res. Inst., 33, 33-47.
- Sato, Y. (1956)- Analysis of Dispersed Surface Waves II. Bull. Earthq. Res. Inst., 34, 9-18.
- Sato, Y. (1957)- Analysis of Dispersed Surface Waves III. Bull. Earthq. Res. Inst., 34, 131-138.
- Sellevoll, M.A. e Warrick, R.E. -1971- A Refraction Study of the Crustal Structure in Southern Norway. Bull. Seism. Soc. Am., 61, 457-471.
- Sollogub, V.B.; e colaboradores -1973- New DSS Data on the Crustal Structure of the Baltic and Ucranian Shields. Tectonophysics, 20, 67-84.
- Stokes, G.G. (1849)- On the Dynamical Theory of Diffraction. Cambridge, Trans. Phil. Soc., vol. IX.
- Stoneley, R. (1925)- Dispersion of Seismic Waves. M.N.R.A.S., Geophys. Suppl., 1, 280-282.
- Tandon, A.N. e Chaudhury, H.M. -1968- Koyna Earthquake of December 1967. Sci. Rep. Ind. Met. Dept., nº 59, 1-12.
- Telleria, J.R. e Lejsek, J.K. -1975- Interpretación Tectónica del Perfil Gravimétrico Charanã-San Borja, Bolivia. Inst. de Invest. Físicas, IGB, UMSA, Serie E, nº 1.
- Thomson, W.T. -(1950)- Transmission of Elastic Waves through a Stratified Solid Medium. Jour. Appl. Phys., 21, 89-
- USCGS - (1962) - Operation and Maintenance Manual WWSS.

- Willmore, P.L.; Hales, A.L. e Gane, P.G. -1952- A Seismic investigation of Crustal Structure in the western Transvaal. Bull. Seism. Soc. Am., 42, 57-80.
- Woollard, G.P. e Steinhart, J.S. -1961- Seismic Evidence Concerning Crustal Structure. Carnegie Inst. of Wash. Publ. 622, 344-383.
- Wunschel, P.C. -1953- Gravity Measurements and their Interpretation in South America. Geophysics, 18, 257.

APÊNDICE A

Ondas Rayleigh

$$\dot{u}/c = -(\alpha_m/c)^2 \left[(\Delta_m' + \Delta_m'') \cos kr_{\alpha_m} z - i(\Delta_m' - \Delta_m'') \sin kr_{\alpha_m} z \right] - \gamma_m r_{\beta_m} \left[(\omega_m' - \omega_m'') \right. \\ \left. \cdot \cos kr_{\beta_m} z - i(\omega_m' + \omega_m'') \sin kr_{\beta_m} z \right] \quad (2.3.7)$$

$$\dot{w}/c = -(\alpha_m/c)^2 r_{\alpha_m} \left[-i(\Delta_m' + \Delta_m'') \sin kr_{\alpha_m} z + (\Delta_m' - \Delta_m'') \cos kr_{\alpha_m} z \right] + \gamma_m \left[-i(\omega_m' - \omega_m'') \right. \\ \left. \cdot \sin kr_{\beta_m} z + (\omega_m' + \omega_m'') \cos kr_{\beta_m} z \right] \quad (2.3.8)$$

$$\sigma = -\rho_m \alpha_m^2 (\gamma_m - 1) \left[(\Delta_m' + \Delta_m'') \cos kr_{\alpha_m} z - i(\Delta_m' - \Delta_m'') \sin kr_{\alpha_m} z \right] - \rho_m c^2 \gamma_m^2 r_{\beta_m} \left[(\omega_m' - \omega_m'') \right. \\ \left. \cdot \cos kr_{\beta_m} z - i(\omega_m' + \omega_m'') \sin kr_{\beta_m} z \right] \quad (2.3.9)$$

$$\tau = \rho_m \alpha_m^2 \gamma_m r_{\alpha_m} \left[-i(\Delta_m' + \Delta_m'') \sin kr_{\alpha_m} z + (\Delta_m' - \Delta_m'') \cos kr_{\alpha_m} z \right] - \rho_m c^2 \gamma_m (\gamma_m - 1) \\ \cdot \left[-i(\omega_m' - \omega_m'') \sin kr_{\beta_m} z + (\omega_m' + \omega_m'') \cos kr_{\beta_m} z \right] \quad (2.3.10)$$

$$E_m = \begin{bmatrix} -(\alpha_m/c)^2 & 0 & -\gamma_m r_{\beta_m} & 0 \\ 0 & -(\alpha_m/c)^2 r_{\alpha_m} & 0 & \gamma_m \\ -\rho_m \alpha_m^2 (\gamma_m - 1) & 0 & -\rho_m c^2 \gamma_m r_{\beta_m} & 0 \\ 0 & \rho_m \alpha_m^2 \gamma_m r_{\alpha_m} & 0 & -\rho_m c^2 \gamma_m (\gamma_m - 1) \end{bmatrix} \quad (2.3.12)$$

$$D_m = \begin{bmatrix} -(\alpha_m/c)^2 \cos P_m & i(\alpha_m/c)^2 \sin P_m & -\gamma_m r_{\beta_m} \cos Q_m & i\gamma_m r_{\beta_m} \sin Q_m \\ i(\alpha_m/c)^2 r_{\alpha_m} \sin P_m & -(\alpha_m/c) r_{\alpha_m} \cos P_m & -i\gamma_m \sin Q_m & \gamma_m \cos Q_m \\ -\rho_m \alpha_m^2 (\gamma_m - 1) \cos P_m & i\rho_m \alpha_m^2 (\gamma_m - 1) \sin P_m & -\rho_m c^2 \gamma_m^2 r_{\beta_m} \cos Q_m & i\rho_m c^2 \gamma_m^2 r_{\beta_m} \sin Q_m \\ -i\rho_m \alpha_m^2 \gamma_m r_{\alpha_m} \sin P_m & \rho_m \alpha_m^2 \gamma_m r_{\alpha_m} \cos P_m & i\rho_m c^2 \gamma_m (\gamma_m - 1) \sin Q_m & -\rho_m c^2 \gamma_m (\gamma_m - 1) \cos Q_m \end{bmatrix} \quad (2.3.14)$$

onde $P_m = kr_{\alpha_m} d_m$; $Q_m = kr_{\beta_m} d_m$

$$E_m^{-1} = \begin{bmatrix} -2(\beta_m/\alpha_m)^2 & 0 & (\rho_m \alpha_m^2)^{-1} & 0 \\ 0 & c^2 (\gamma_m - 1) / \alpha_m^2 r_{\alpha_m} & 0 & \rho_m \alpha_m^2 r_{\alpha_m} \\ (\gamma_m - 1) / \gamma_m r_{\beta_m} & 0 & -(\rho_m c^2 \gamma_m r_{\beta_m})^{-1} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & (\rho_m c^2 \gamma_m)^{-1} \end{bmatrix} \quad (2.3.15)$$

Os elementos de $a_m = D_m E_m^{-1}$ são:

$$(a_m)_{11} = \gamma_m \cos P_m - (\gamma_m - 1) \cos Q_m$$

$$(a_m)_{12} = i \left[(\gamma_m - 1) r_{\alpha_m}^{-1} \sin P_m + \gamma_m r_{\beta_m} \sin Q_m \right]$$

$$(a_m)_{13} = -(\rho_m c^2)^{-1} (\cos P_m - \cos Q_m)$$

$$(a_m)_{14} = i(\rho_m c^2)^{-1} (r_{\alpha_m}^{-1} \sin P_m + r_{\beta_m} \sin Q_m)$$

$$(a_m)_{21} = -i \left[\gamma_m r_{\alpha_m} \text{sen} P_m + (\gamma_m - 1) r_{\beta_m}^{-1} \text{sen} Q_m \right]$$

$$(a_m)_{22} = -(\gamma_m - 1) \cos P_m + \gamma_m \cos Q_m$$

$$(a_m)_{23} = i (\rho_m c^2)^{-1} (r_{\alpha_m} \text{sen} P_m + r_{\beta_m}^{-1} \text{sen} Q_m)$$

$$(a_m)_{24} = (a_m)_{13}$$

$$(a_m)_{31} = \rho_m c^2 \gamma_m (\gamma_m - 1) (\cos P_m - \cos Q_m)$$

$$(a_m)_{32} = i \rho_m c^2 \left[(\gamma_m - 1)^2 r_{\alpha_m}^{-1} \text{sen} P_m + \frac{2}{m} r_{\beta_m} \text{sen} Q_m \right]$$

$$(a_m)_{33} = (a_m)_{22}$$

$$(a_m)_{34} = (a_m)_{12}$$

$$(a_m)_{41} = i \rho_m c^2 \left[\gamma_m^2 r_{\alpha_m} \text{sen} P_m + (\gamma_m - 1)^2 r_{\beta_m}^{-1} \text{sen} Q_m \right]$$

$$(a_m)_{42} = (a_m)_{31}$$

$$(a_m)_{43} = (a_m)_{21}$$

$$(a_m)_{44} = (a_m)_{11}$$

$$\Delta_n^i = J_{11} \dot{u}_0 / c + J_{12} \dot{\omega}_0 / c$$

$$\Delta_n^i = J_{21} \dot{u}_0 / c + J_{22} \dot{\omega}_0 / c$$

$$\omega_n^i = J_{31} \dot{u}_0 / c + J_{32} \dot{\omega}_0 / c$$

$$\omega_n^i = J_{41} \dot{u}_0 / c + J_{42} \dot{\omega}_0 / c$$

(2.3.21)

Ondas de Love

$$a_m = \begin{bmatrix} \cos Q_m & i\mu_m^{-1} r_{\beta_m}^{-1} \sin Q_m \\ i\mu_m r_{\beta_m} \sin Q_m & \cos Q_m \end{bmatrix} \quad (2.3.25)$$

APÊNDICE B

SISMO Nº 05

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: NAT

19.NOV.73

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 4.507,9km

Velocidade de Grupo (km/s.)

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Período (s)

Fig. B-01

SISMO Nº 05

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: NAT

19.NOV.73

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 4.507,9km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.03	38	42	44	47	55	61	64	67	69	74	78	83	87	89	91	91	90	90	90	89	89	88	86	80	82	75	84	80	84	82	89	88	85	83	86	90	91	91	82	85	82
4.00	40	44	48	53	58	62	65	69	71	75	78	83	87	89	91	90	88	87	87	87	86	86	84	75	81	86	86	83	86	85	89	88	84	82	85	90	91	91	82	85	82
3.97	41	46	50	54	59	63	66	70	72	75	78	83	87	89	90	89	85	84	85	85	84	84	83	73	81	86	87	85	97	89	88	84	81	85	90	91	91	82	85	82	
3.94	42	48	50	54	58	63	67	71	72	73	75	82	87	89	89	88	82	80	83	83	80	82	83	76	82	77	98	87	83	90	88	83	79	85	90	91	90	82	84	82	
3.91	43	48	50	52	56	62	67	71	72	69	72	82	87	83	89	87	80	75	81	81	75	80	83	79	82	86	89	89	90	90	88	83	79	85	90	91	90	82	84	82	
3.88	43	49	50	49	44	50	67	72	72	69	71	82	86	88	88	86	78	70	80	80	68	79	83	82	85	89	90	90	91	92	91	89	82	73	85	90	91	90	82	84	
3.85	42	45	50	51	52	62	68	73	74	74	76	83	86	87	88	86	78	72	79	79	72	79	84	85	87	90	91	91	92	91	89	82	71	85	90	91	90	82	84		
3.82	40	45	50	54	59	65	70	74	76	78	80	84	86	87	87	85	79	75	78	79	77	80	85	86	88	91	92	92	92	91	89	82	74	85	90	91	90	82	84		
3.79	34	40	48	55	61	67	71	75	77	80	81	84	86	86	86	84	80	77	77	79	79	82	86	88	89	91	93	93	94	94	92	89	83	77	85	90	91	90	82	84	
3.76	28	33	47	55	62	68	72	76	78	81	82	84	85	85	85	84	79	77	77	79	81	83	86	86	89	92	94	94	94	92	90	84	80	85	90	90	89	85	84		
3.73	34	39	47	55	62	68	72	76	78	81	81	83	83	83	84	82	78	76	75	78	82	85	87	89	91	93	95	95	95	94	92	90	85	82	86	90	90	89	84	78	
3.70	37	41	46	53	60	67	71	75	77	80	80	81	81	81	82	81	77	74	73	77	82	85	88	90	91	93	95	95	95	93	90	85	84	86	90	90	89	84	78		
3.67	38	39	40	51	59	65	69	73	76	79	79	79	77	73	81	80	74	71	69	75	83	86	88	90	92	94	95	95	96	95	93	91	86	85	86	90	90	89	83	74	
3.64	39	38	40	51	59	62	65	70	73	76	77	75	69	75	79	78	71	67	59	74	83	87	88	90	92	94	95	95	96	95	93	91	87	86	87	90	90	89	83	74	
3.61	37	42	47	52	57	59	58	63	69	74	76	73	58	73	77	76	68	64	64	75	84	87	88	89	91	94	95	95	96	95	93	91	87	86	87	90	90	89	83	65	
3.58	33	43	45	53	56	57	50	58	67	73	75	74	70	74	77	75	66	65	70	78	85	87	88	88	91	94	96	96	96	95	93	91	88	87	87	90	90	89	83	65	
3.55	35	45	49	52	55	57	58	62	66	72	74	75	74	75	77	75	68	69	75	81	86	88	87	86	90	93	96	96	95	95	94	92	91	88	87	87	90	90	89	83	65
3.52	40	46	47	50	54	59	60	63	66	71	73	76	76	75	77	77	73	74	78	83	87	88	86	83	89	93	96	96	95	94	92	90	88	87	87	90	90	89	83	70	
3.49	42	43	40	45	52	56	59	61	64	69	72	75	75	76	77	78	76	73	82	85	89	89	84	77	89	93	96	96	95	94	92	90	88	87	87	90	90	89	83	70	
3.46	42	38	33	40	49	53	55	57	61	66	70	74	76	75	75	78	78	81	84	87	90	89	84	75	88	91	94	94	94	92	90	89	87	86	86	89	90	89	84	74	
3.43	40	42	39	43	46	47	48	53	55	61	68	73	75	72	74	77	79	82	85	88	91	90	86	82	89	92	93	93	93	91	89	89	86	85	85	89	90	89	85	78	
3.40	38	35	39	44	47	39	38	53	45	59	67	72	74	70	63	76	80	83	87	90	92	92	89	86	89	92	92	92	92	92	90	88	88	88	85	83	89	90	89	85	80
3.37	35	31	39	43	46	40	47	56	56	63	68	72	74	71	65	76	80	83	87	91	93	93	91	89	91	91	91	91	91	89	87	87	85	81	81	89	90	90	86	81	
3.34	40	42	43	44	48	52	54	59	62	66	69	73	74	73	75	76	74	83	88	92	95	94	93	91	90	89	89	89	89	87	85	86	84	78	82	89	90	90	86	82	
3.31	44	44	43	39	48	54	58	61	64	65	69	74	75	76	77	77	75	81	88	93	96	96	94	92	89	87	87	86	86	85	82	85	83	74	81	89	90	90	87	83	
3.28	46	48	46	44	51	57	61	63	63	62	67	74	77	78	79	78	80	89	94	97	96	97	92	89	85	85	87	87	87	87	87	87	79	84	83	70	81	89	90	87	84
3.25	47	50	50	53	56	60	63	64	60	49	65	73	77	79	80	81	81	85	98	97	95	93	93	93	89	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
3.22	45	46	50	55	58	62	64	66	62	61	66	73	77	79	80	81	81	85	98	97	95	93	93	93	89	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
3.19	43	34	46	54	59	62	64	66	66	66	68	73	76	75	83	86	88	92	95	97	98	98	96	93	88	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
3.16	46	48	50	53	57	61	63	65	65	68	71	75	77	83	88	91	94	96	98	99	98	95	92	88	80	78	81	83	81	79	84	84	83	84	89	91	91	89	86	82	
3.13	47	50	49	47	50	57	62	63	59	60	66	70	66	72	84	90	92	95	97	98	97	95	92	88	82	80	80	82	82	82	85	85	84	85	89	91	91	89	86	83	
3.10	47	50	50	48	50	57	61	62	56	57	66	71	71	74	85	91	94	97	97	98	96	94	91	88	83	81	79	81	81	84	86	85	85	86	90	91	91	89	86	83	
3.07	44	50	53	53	56	58	55	60	61	65	69	73	78	82	85	92	94	95	96	96	95	92	88	84	81	76	80	85	85	87	86	85	86	90	91	91	89	86	83		
3.04	43	49	52	54	55	58	58	54	55	62	73	79	83	86	89	93	94	94	94	94	93	90	88	85	82	70	80	86	87	87	86	85	86	90	91	91	89	86	83		
3.01	45	49	49	47	51	57	60	60	62	71	76	81	85	88	90	92	92	92	92	92	90	88	85	84	85	83	73	81	87	88	88	85	85	86	90	91	91	89	86	83	
2.98	44	49	51	51	54	60	63	66	67	74	78	83	86	88	90	91	89	89	89	89	87	85	80	82	85	85	80	84	88	89	88	85	83	86	90	91	91	89	86	83	
2.95	45	51	54	57	59	62	65	67	71	74	77	82	86	88	90	91	89	89	89	89	87	85	80	82	85	85	80	84	88	89	88	85	83	86	90	91	91	89	86	83	
2.92	51	55	56	56	60	66	71	71	69	71	81	86	88	89	87	80	76	81	81	78	81	83	78	83	88	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
2.89	50	52	57	57	59	64	72	73	72	74	82	86	87	87	85	77	71	79	79	58	79	84	84	86	89	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
2.86	50	52	55	55	62	67	71	75	76	79	83	85	86	86	85	79	76	77	78	77	80	85	87	89	91	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
2.83	47	47	52	53	62	67	71	75	76	79	83	85	86	86	85	79	76	77	78	77	80	85	87	89	91	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
2.80	44	47	49	49	56	61	67																																		

SISMO Nº 05

LOVE

ESTAÇÃO: NAT

19.NOV.73

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 4.507,9km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.27	20 27 33 39 42 44 38 57 64 69 72 73 71 72 79 82 84 86 89 89 37 86 83 30 22 82 79 70 82 87 87 90 91 07 88 88 89 90 88-85-83
4.24	31 35 39 42 44 45 47 58 63 68 72 72 68 67 78 83 85 86-89 89 89 85 82 79 82 82 79 84 83 88 90 91 91 90 85 89 90 90-88 85 83
4.21	33 38 47 44 47 49 52 58 63 67 71 72 69 53 79 83 83-87 89 88 88 85 80 77 81 83 90 68 84 88 90 91 92 90 90 90 90-88 85 83
4.18	-33-39-44 46 49 53 54-59 61 65 70 73 72 73 79 83-86 87 88 89 83 84 79 74 81 83 81 74 85 85 91 92 92 91 90 90 90 90-88 85 83
4.15	32 39 44-47 51 55 56 58 57 63 70 74 75 76 80-83 86 86 88 87 87 83 77 70 80 83 82 79 86 90 92 92 93 91 91 90 90 90 88 85 83
4.12	31 37 42 47-51 57 58 57 46 61 70 75 77 73 81 83 85 86 87 87 87 83 76 65 80 84 83 82 87 90 92 93 93 92 91 91 90 90 88 85 83
4.09	31 35 35 44 51 58 60 60 59 65 72 76 78 80-81 83 85 85 86 86 85 82 76 68 81 85 85 85 87 91 93 93 93 92 91 91 90 90 88 85 83
4.06	32 36 29 41 52 59 61 63 64 68 73 77 79 81 81 82 84 84 84 85 85 82 77 72 82 86 87 87 89 92 93 93 93 92 91 91 90 87 84 83
4.03	33 38 40 45 53 59 63 65 67 71 74 78 80-81 80 81 83 82 82 83 85 82-77 75 83 87 85 80 90 92 93 94 94 93 92 91 91 90 87 84 82
4.00	36 41 46 51 55 60 63 67 69 72 75 78-80 80 79 75 81 80 79 82 84 81 77 73 81 88 88 90 92 93 93 94 94 93 92 91 91 90 87 84 82
3.97	38 44 48 53-56-61-64-67-70-73-76-78 80 79 77 78 80 79 76 81 84 80 76 73 85 89 91 51 92 93 94-94 94 93 93 92 91 90 87 83 32
3.94	40 45-49-53 56 60 63 67 69 72 76 78 79 77 72 75 79 77 68 80 84 80 73 81 57 90 92 92 93 93 94 94 93 93 92 91 90 87 84 82
3.91	-41-46 49 52 54 59 63 66 67 71 75 79 79 76 65 74 79 76 61 79 84 89 88 83 92 91 93 93 94 94 94 93 93 92 91 89 36 82 51
3.88	40 45 48 48 48 56 62 65 65 67 74 78 79 77 66 74 79 77 61 79 84 89 88 83 92 91 93 93 94 94 94 93 93 92 91 89 36 82 81
3.85	39 44 47 46 39 55 62 64 61 61 73 78 80 79 74 76 80 79 78 81 83 82 84 85 89 91 92 93 93 94 94 93 93 92 91 89 35 81 81
3.82	36 42 46 50 57 58 63 65 64 67 74 79 80 80 78 78 81 80 81 83 86 89 89 91 92 93 93 94 94 93 93 92 91 89 35 80 80
3.79	30 38 46 52 56 61 64 67 68 71 76 79 51 81 80 80 81 81 83 84 87 87 87 89 91 92 93 93 94 94 93 93 92 91 89 34 80 80
3.76	11 35 45-51 55 63 65 68 71 74 77 80-81-81 81 80-82-82 84 86 89 89 91 92 93 93 94 94 93 93 92 91 90 88 83 77 79
3.73	33 40 47 51-54-57 60 63 66 69 71 75 78 80 81
3.70	38 43 47 51 56 52 56 60 63 66 69 71 75 78 80
3.67	40-43 45 47 53 60 61 64 67 70 73 76 78
3.64	-40 42 39 34 49 57 61 66 71 74 75 77 75 77 79 78 65 84 89 93 94 96 96 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97
3.61	37 39 40 43 48 53 56 60 63 66 69 71 75 78
3.58	30 36 44 47 49 50 47 50 53 56 59 62 65 70 73 74
3.55	30 39 46-48 49 50 50 57 63 63 70 73 74
3.52	37-42-46 48-50 51 56 59 62 65 68 71 75 78 81
3.49	-39 41 41 45 50 55-58 60 61 58 57 70 75 79 82 84 88 90 93 95 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98 98
3.46	38 35 29 40 49 55 58 60 62 61 67 71 75 78 81
3.43	33 30 32 38 47 54 58 60 63 66 69 71 75 78 81
3.40	33 23 37 42 47 51 57 54 63 66 69 72 75 76 79 83 88 92 95 95 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97
3.37	39 40 41-44 43 46 50 57 62 65 69 72 73 73 75 82 88 91 94 95 96 94 93 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92 92
3.34	43 45 44 42 38 29 43 51 55 60 63 66 69 71 77 59 88 80 87 80 93 94 94 91 90 90 90 87 80 80 87 77 73 80 79 80 76 80 87 88 55 81 30
3.31	45 46 45 40 33 40 44 50 57 60 64 70 72 72 73 80 85 89 92 93 93 89 86 87 89 85 75 77 61 78 77 81 81 81 74 80 87 88 86 82 50
3.28	-46 47 46 44 40 47 52 55 56 60 63 66 69 70 74 75 77 80 83 87 81 92 92 87 79 85 88 84 74 76 81 80 80 82 83 81 75 80 87 88 86 83 81
3.25	46-46-47 48 49 52 56 57 58 59 65 71 75 77 78 79 80 84 81 91 91 95 58 83 86 84 77 76 81 81 82 84 84 83 78 81 87 89 37 83 21
3.22	44 42 43 48-52-59 57-59 62 65 69 73 76-78-78 77 73 80 88 90 91 85 78 83 85 83 79 77 31 83 94 86 86 84 31 83 88 89 87 84 32
3.19	43 40 41 49 51 54 55 59 63 67 71-74 77 73 78 77 69 87 80 90 86 82 82 83 80-78 91 84 88 87 87 85 84 85 58 89 57 84 32
3.16	46 47-48-49 49 51 47 55 63 63 71 74 75 77 78 78 78 87 89 88 86 83 82 84 83 80 77 32 85 87 88 89 87 86 86 89 89 38 84 32
3.13	-47-48 48 47 46 43 48 55 63 63 71 73 72 73 77 80 82 84 88 89 89 86 83 81 83 83 80 74 82 86 89 90 90 88 88 88 89 90 88 85 82
3.10	46 46 47 43 38 49 54 59 63 67 71 71 67 69 79 82 84 86 88 88 89 89 82 79 82 82 79 82 82 79 82 82 79 82 82 79 82 82 79 82
3.07	43 43 50 45 50 54 57 60 62 65 70 72 70 71 74 82 85 86 88 88 83 84 79 76 81 83 80 71 84 89 91 92 92 91 90 89 89 90 90 88 85 82
3.04	41 47-50-52-53 57 59 59 53 60 64 74 76 77 80 83 85 86 87 86 87 83 76 68 80 84 83 80 37 90 92 93 93 92 91 91 90 90 90 88 85 32
3.01	42 47 48 48 49 57 61 61 61 64 71 76 78 80-81 82 84 84 85 85 86 82 76 68 81 85 85 85 89 91 91 93 93 92 92 91 91 90 88 85 32
2.98	42 48 50 45 50 53 62 65 67 70 71 77-79 80 80 80 82 82 82 83 84 81-76 75 83 87 88 89 91 92 93 94 94 93 93 92 91 90 87 84 82
2.95	45 50 53 55-56 60 63 67 69 72 75 78 79 78 76 77 80 78 76 81 84 80 75 79 85 89 91 91 92 93 94-94-94 93 93 92 91 90 87 84 82
2.92	-47-51-53 54 57 61 66 68 71 75 78 79 67 74 78 76 61 79 83 79 69 82 88 91 93 93 94 94-94 94 94-93-93 92 91 90 86 82 81
2.89	45 50 52 51 45 53 61 63 61 64 73 73 79 77 71 75 79 78 76 81 34 81 78 86 91 93 95 95 95 94 94 94 94 93 93 92 91 89 86 81 81
2.86	40 44 48-51 56 60 63 65 65 69 79 78 80 79 78 78 80 80 81 83 35 85 86 89 93 94 96 56-95 94 93 93 93 92 93 92 91 89 35 80 30

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Período (s)

Fig. B-03

SISMO Nº 07

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

07.JAN.74

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 2.221,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.06	31	36	48	35	33	49	56	59	62	64	65	67	62	47	66	73	77	80	80	81	79	74	76	81	84	81	74	81	84	84	81	82	85	82	84	94	96	94	88	77			
4.03	32	36	38	33	36	49	56	60	62	64	65	66	62	54	66	73	77	80	80	81	78	73	75	81	94	81	71	81	84	84	84	81	81	85	81	84	94	96	94	88	77		
4.00	32	36	40	37	42	50	57	60	62	64	65	66	63	59	60	72	76	79	80	80	78	71	75	81	84	81	66	81	84	84	83	80	80	85	81	84	94	96	94	88	76		
3.98	32	36	41	41	44	51	57	60	62	63	64	65	63	61	66	72	76	79	79	80	78	70	75	82	84	81	59	81	84	84	83	79	80	85	80	83	94	96	94	88	75		
3.94	33	37	42	45	47	53	58	59	61	62	64	65	63	62	66	71	75	78	79	80	78	68	75	82	84	81	58	81	84	84	83	78	79	84	80	83	94	96	94	87	74		
3.91	34	38	44	47	50	54	58	59	60	61	64	64	63	63	66	70	75	78	79	80	78	69	76	82	84	81	68	81	84	84	83	77	78	84	81	84	94	96	94	87	73		
3.88	36	39	45	49	51	55	58	59	60	63	64	63	62	65	70	74	77	78	80	78	71	77	82	84	81	72	81	84	83	82	76	77	84	81	84	94	96	94	87	71			
3.86	37	40	46	50	53	56	58	57	58	58	63	63	62	65	69	73	77	78	79	78	73	77	83	84	81	74	82	84	83	82	76	76	84	82	84	94	96	94	87	70			
3.82	38	41	47	52	54	56	58	57	56	56	62	63	61	61	65	68	73	76	77	79	79	75	79	83	85	82	77	82	85	83	82	75	76	84	82	85	94	96	94	87	68		
3.79	38	42	48	52	55	57	57	56	52	54	61	62	60	59	64	68	72	75	76	79	79	77	80	84	85	83	79	82	85	83	82	74	75	84	83	86	94	96	94	87	65		
3.76	37	43	48	53	56	57	57	55	46	52	61	62	58	57	63	67	71	74	75	79	80	79	81	84	85	83	80	83	85	81	81	74	75	85	84	87	94	96	94	87	61		
3.73	35	43	49	53	56	57	57	55	43	52	60	62	56	53	63	65	70	73	74	79	81	81	82	85	86	84	81	83	85	83	81	74	75	95	85	87	94	96	94	87	52		
3.70	33	42	49	53	56	57	57	55	50	53	60	62	55	52	62	64	69	72	72	78	81	82	83	85	86	84	82	84	85	82	81	75	76	85	86	88	94	96	94	87	51		
3.67	30	42	49	53	56	57	57	56	54	55	60	62	57	54	62	63	68	70	70	79	82	83	84	86	86	85	83	84	85	82	81	75	77	85	86	89	95	96	94	87	61		
3.65	30	42	49	52	55	56	57	56	56	57	60	62	59	57	62	61	67	69	67	79	83	84	85	86	86	85	84	84	85	82	80	76	78	86	87	89	95	96	94	87	65		
3.61	32	43	48	52	54	54	56	58	59	60	63	61	60	61	57	66	68	61	79	84	85	86	87	87	86	85	85	85	82	80	76	78	86	87	89	95	96	94	87	69			
3.58	33	43	48	51	53	53	55	56	58	60	61	63	62	61	60	53	66	68	63	80	84	86	87	87	86	85	85	85	82	80	77	79	86	88	90	95	96	94	87	71			
3.55	34	43	48	50	51	51	54	55	59	61	62	64	63	63	60	47	67	69	68	80	85	87	88	88	87	86	86	85	85	81	80	78	81	87	89	91	95	96	94	87	73		
3.52	35	44	48	50	48	48	50	54	59	61	62	64	65	65	61	57	68	72	73	82	86	88	88	88	87	87	86	85	81	79	79	82	88	90	92	96	96	94	88	74			
3.49	36	44	47	49	47	45	46	53	58	61	63	65	66	66	63	62	70	76	76	88	87	88	89	88	88	87	87	86	85	80	79	80	83	88	90	92	96	96	94	88	76		
3.46	38	44	46	48	46	40	39	52	57	60	63	66	67	68	67	67	73	77	78	84	88	89	89	89	89	89	89	87	87	86	85	80	78	81	84	89	91	93	96	96	94	88	77
3.43	39	43	46	47	46	36	39	51	56	60	63	66	68	70	69	70	74	78	80	85	88	90	91	89	89	89	89	87	87	86	85	75	78	81	84	89	91	93	96	97	94	88	75
3.40	41	43	46	45	45	36	42	51	55	57	62	67	70	72	72	74	77	80	82	87	89	90	90	89	88	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	79	
3.37	41	43	46	44	43	36	44	52	55	55	61	68	71	73	74	76	78	82	84	87	89	91	90	89	88	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	79	
3.34	41	43	46	44	35	32	45	53	55	47	61	68	72	75	76	78	80	84	85	89	90	91	91	89	87	86	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	79	
3.31	40	43	45	46	40	37	48	54	56	47	61	69	73	76	78	80	82	85	87	89	91	91	91	89	86	86	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
3.28	37	42	44	47	46	51	56	58	57	61	71	74	77	78	81	84	87	88	90	91	91	91	88	86	86	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87		
3.25	31	39	43	48	50	51	54	57	60	62	65	72	75	78	80	83	85	88	89	91	91	92	91	88	85	85	87	88	85	76	77	85	89	92	94	96	98	97	95	90	82		
3.22	29	33	43	49	52	54	57	58	63	65	69	73	75	78	81	84	86	89	89	91	92	92	91	87	83	84	87	88	85	77	78	85	89	93	95	96	98	97	95	90	83		
3.19	34	36	44	49	53	55	58	61	65	67	71	74	75	78	82	85	87	89	90	92	92	92	91	87	82	83	87	88	85	75	80	86	90	93	95	96	98	97	95	90	93		
3.16	38	42	46	50	53	56	60	63	67	69	72	74	75	78	82	86	88	90	90	92	92	92	90	87	80	83	87	88	86	80	81	87	90	93	95	97	98	97	95	90	83		
3.13	40	45	48	51	51	55	60	63	67	71	73	75	77	80	82	86	89	91	91	92	92	92	90	86	77	82	88	88	86	81	83	87	91	94	96	97	98	98	95	91	84		
3.10	42	48	51	52	47	52	61	65	70	73	75	75	70	74	81	87	89	91	91	91	91	90	86	73	82	88	88	87	87	84	88	91	94	96	97	98	98	95	91	84			
3.07	43	49	53	53	47	51	61	66	71	74	76	75	67	74	82	87	90	92	90	91	91	90	86	74	82	88	88	87	84	85	89	92	95	96	97	99	98	96	91	85			
3.04	45	51	55	55	53	55	61	66	71	75	77	77	72	77	84	88	90	91	90	90	90	90	86	72	82	88	89	87	85	88	89	92	95	96	98	99	98	96	91	85			
3.01	46	52	57	58	57	58	61	66	72	76	78	78	75	80	85	88	90	91	90	90	90	87	81	83	88	89	88	85	87	90	93	95	97	98	99	98	96	91	85				
2.98	49	55	58	61	61	59	65	73	77	79	80	80	83	86	89	90	90	88	88	88	89	87	87	83	85	88	89	88	86	88	90	93	95	97	98	99	98	96	92	85			
2.95	53	58	62	64	64	61	66	74	78	81	82	82	85	87	89	90	90	87	86	86	89	89	88	85	86	89	89	88	87	89	91	93	96	97	98	99	98	96	92	86			
2.92	57	61	65	66	67	65	70	76	78	82	83	84	86	88	89	89	89	86	83	84	88	89	89	88	86	87	89	89	88	87	89	91	94	96	97	98	99	98	96	92	86		
2.89	59	63	66	68	69	67	70	73	77	80	82	84	85	87	88	89	89	88	84	80	82	87	89	88	87	87	89	89	88	87	89	91	94	96	97	98	99	98	96	92	86		
2.86	60	64	67	69	70	71	72	75	78	80	82	84	85																														

SISMO Nº 07

07.JAN.74

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

DISTÂNCIA: 2.221,4km

(Componente Radial)

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Período (s)

Fig. B-05

07.JAN.74

LOVE

ESTAÇÃO: BDF

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 2.221,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

	DISTANCIA: 2.221,4KI																																									
4.06	25	11	33	40	44	45	48	56	63	68	71	71	68	64	65	65	69	72	72	77	81	82	83	84	87	90	93	95	96	94	93	93	94	95	95	94	96	96	94	91	89	
4.03	24	15	35	40	44-45	48	57	63	67	71	71	68	61	65	64	69	71	71	77	81	82	84	85	87	90	93	95	96	95	93	93-94	95	95	94	95	96	94	91	89			
4.00	21	23	37	42	44-45	48	57	63	67	70	71	68	61	65	64	69	71	71	77	81	82	84	85	87	90	93	95	96	95	94	94	94	94	94	95	96	94	91	89			
3.98	21	27	38	43	43	44	47-57	63	66	70	70	66	50	63	60	68	71	65	78	83	84	86	87	89	91	94	96	97	95	94	94	94	94	94	95	96	94	92	90			
3.94	26	32	41	45	44	42	45	57	62	66	69	72	66	44	62	56	69	71	52	78	83	85	87	88	91	92	95	96	97	96	95	94	94	94	94	93	95	96	94	92	90	
3.91	32	36	43	47	45	38	44	57	62	66	69	70	67	56	61	50	69	72	62	79	81	86	88	89	91	93	95	96	97	96	95	94	94	94	93	93	95	96	94	92	90	
3.88	35	40	45	48	47	41	47	56	62	65	69	70	68	61	61	55	71	73	70	79	81	86	88	89	91	92	93	95	96	97	96	95	94	94	94	93	93	95	96	94	92	90
3.86	37	42	46	49	49	45	49	56	62	65	68	70	68	61	62	60	72	74	73	81	85	87	89	90	92	93	95	97	98	96	95	94	94	94	93	92	94	96	94	92	90	
3.82	40	45	48	51	51	49	52	56	61	64	67	70	70	66	65	65	73	76	78	82	86	88	90	91	93	94	96	97	98	97	96	95	94	93	92	91	94	96	95	92	90	
3.79	42	47	49	52	53	52	54	55	59	63	67	71	71	69	68	69	75	78	79	84	87	89	91	92	93	94	96	97	98	97	96	95	94	93	92	91	94	96	95	92	90	
3.76	43	48	50	53	54	55	56	54	56	62	67	71	72	71	71	72	77	80	81	85	87	89	91	92	93	94	96	97	98	97	96	95	93	93	92	91	94	96	95	92	90	
3.73	44	49	51	54	55	56	57	53	51	61	67	72	74	73	71	75	79	82	85	86	88	90	92	93	94	96	97	98	97	96	95	93	92	91	90	94	96	95	92	90		
3.70	45-49	51	55	56	58	59	54	32	60	68	73	75	76	76	78	81	83	85	87	89	91	92	93	95	95	97	98	97	96	95	93	92	91	90	93	96	95	93	90			
3.67	45-49-52	55	57	59	61	57	49	60	68	71	77	78	79	80	83	85	86	88	89	91	93	94	95</																			

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Periodo (s)

Fig. B-06

SISMO Nº 10

27.AGO.74

RAYLEIGH

ESTACÃO: BDF

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 3.538,3km

Período (s)

Fig. B-07

SISMO Nº 10

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

27.AGO.74

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 3.538,3km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.18	32	39	46	50	54	57	58	59	62	66	70	73	74	73	72	67	55	44	61	63	53	52	61	74	80	82	80	76	87	86	89	89	90	94	95	95	92	86	85			
4.14	32	39	46	50	53	56	58	54	59	65	69	72	74	73	72	67	53	46	62	69	69	65	68	76	01	83	82	79	84	87	90	90	90	91	91	94	96	95	92	87	85	
4.10	-33	39	44	49	51	53	53	42	54	63	68	71	73	72	72	67	54	56	65	71	71	70	73	78	83	84	84	82	86	89	91	91	91	92	92	95	96	95	93	88	86	
4.06	32	38	42	47	50	52	52	49	54	61	67	70	72	71	71	68	58	61	68	73	74	73	76	80	84	86	85	85	88	90	92	92	92	93	93	95	96	96	93	88	86	
4.02	30	36	39	44	48	49	51	53	56	60	65	69	70	70	71	69	64	67	72	76	77	77	79	82	86	87	87	87	91	91	93	93	93	94	94	96	96	96	93	89	86	
3.98	22	31	33	40	46	48	49	53	56	58	64	68	68	67	72	71	70	72	76	78	80	80	82	84	87	88	89	88	90	92	93	94	94	95	95	96	97	96	94	89	87	
3.93	15	24	25	36	44	45	47	51	52	56	64	67	64	64	72	74	74	76	79	81	82	83	85	86	88	90	90	90	92	93	94	94	94	95	95	97	97	96	94	90	87	
3.89	-20	19	19	36	42	33	46	51	43	58	65	68	63	65	74	77	78	79	81	83	84	85	87	88	90	91	91	91	93	93	95	95	95	96	96	97	97	97	96	94	90	87
3.85	18	27	36	43	45	45	52	56	57	62	68	70	69	72	76	79	81	82	84	85	86	87	88	89	91	92	92	92	94	94	95	96	96	97	96	98	97	97	94	90	89	
3.82	37	42	46	50	53	53	59	61	64	67	71	73	74	75	79	81	83	84	85	87	88	89	90	91	92	92	93	94	94	95	96	96	97	97	98	97	97	94	90	89		
3.78	46	50	53	56	59	61	63	66	69	71	73	75	77	78	81	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	94	95	96	96	97	97	98	97	97	95	91	88				
3.74	53	56	59	61	63	65	67	69	72	73	75	77	79	80	83	84	86	87	88	89	90	91	92	93	94	94	95	96	96	97	97	98	97	98	98	97	95	91	88			
3.70	55	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	78	80	81	83	84	86	88	89	90	91	92	92	93	94	94	95	96	97	97	98	97	98	97	98	97	95	91	88			
3.66	-56	-59	-61	-63	-65	-67	-69	-71	-73	-75	-77	-79	-81	-82	-84	-85	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-92	-93	-94	-95	-95	-96	-96	-97	-97	-97	-98	-98	-98	-97	-95	-91	88			
3.62	54	56	58	61	63	65	67	69	72	74	76	78	80	81	83	84	86	87	88	89	90	91	91	91	92	93	95	95	96	96	97	97	97	98	-98	-98	-97	-95	-91	88		
3.58	48	50	52	55	58	62	64	66	69	71	74	76	78	80	82	83	85	86	88	89	90	91	91	91	92	93	95	95	96	96	97	97	97	98	-98	-98	-97	-95	-91	88		
3.54	37	38	37	44	51	55	57	59	63	66	70	72	75	77	79	80	82	85	86	87	89	89	90	90	92	94	94	95	96	96	96	97	98	97	98	97	95	90	88			
3.50	30	34	33	32	44	48	49	43	53	61	64	68	72	74	75	76	80	82	84	86	87	88	88	89	91	93	93	94	94	95	95	96	96	96	97	98	97	95	90	88		
3.46	28	32	31	28	37	44	48	45	49	54	58	60	67	69	70	71	75	79	81	83	85	86	86	87	89	91	93	93	94	94	95	95	97	97	98	98	97	94	90	87		
3.42	27	26	17	10	35	43	49	48	49	50	46	58	63	66	66	67	76	78	80	83	84	84	84	86	88	90	91	93	92	93	93	94	95	96	98	97	96	94	89	86		
3.38	26	26	33	30	37	44	48	48	48	52	53	58	60	63	64	65	68	73	77	77	81	82	81	81	85	89	90	91	91	92	92	92	95	96	97	97	96	93	88	86		
3.34	22	32	34	35	39	44	44	46	49	53	54	54	58	62	64	64	67	71	67	69	79	81	79	69	77	83	87	88	90	90	90	91	93	95	97	97	96	93	88	85		
3.30	26	31	25	34	39	42	40	41	49	53	53	53	55	60	64	66	68	70	68	69	73	79	77	62	74	80	84	86	88	87	88	88	92	94	96	96	95	92	86	85		
3.26	31	27	29	35	40	41	43	26	48	52	53	54	48	53	64	66	69	71	71	72	77	79	77	68	71	76	82	85	86	85	86	86	86	91	93	95	96	95	92	85	84	
3.22	34	37	38	41	43	45	45	45	51	52	55	55	51	59	63	65	69	72	73	75	76	78	77	71	70	72	73	73	72	84	82	84	83	83	87	91	96	95	91	83	83	
3.18	35	41	42	43	44	46	44	48	52	54	58	57	63	63	63	69	72	74	76	78	78	77	72	69	64	76	81	82	75	81	81	79	87	80	94	95	95	90	81	83		
3.14	-37	40	42	43	44	42	41	44	51	56	59	60	62	61	61	58	67	72	75	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
3.10	36	36	35	40	41	41	39	48	52	57	58	61	63	63	61	51	67	72	75	76	77	76	76	74	71	67	74	77	78	71	77	78	69	83	85	92	94	94	90	78	82	
3.06	33	31	27	33	37	43	44	52	55	57	59	64	66	66	64	69	72	74	75	75	74	75	74	73	72	75	76	76	68	76	79	75	82	81	91	94	94	89	64	81		
3.02	38	38	35	33	31	43	52	56	59	57	51	59	66	69	70	69	70	72	73	73	73	72	74	74	74	75	75	74	76	72	78	81	79	82	73	90	94	94	90	74	82	
2.98	39	40	40	43	47	52	57	60	63	63	63	66	69	71	72	71	70	70	71	71	70	69	71	73	75	76	76	72	76	76	80	83	82	82	71	90	94	94	90	79	82	
2.94	39	37	32	46	52	57	61	64	66	67	69	70	72	72	72	70	68	67	68	69	65	63	68	72	76	78	76	66	77	80	83	85	84	84	81	91	94	94	91	82	83	
2.90	-45	-47	49	52	56	59	62	64	66	68	70	72	74	73	72	68	63	61	64	67	62	58	61	71	78	79	77	62	79	83	86	87	87	86	92	95	95	91	84	33		
2.86	43	41	50	53	56	59	59	59	62	66	70	72	73	73	72	67	55	48	61	68	66	62	59	73	80	81	79	76	82	86	88	89	89	89	89	94	95	95	92	86	84	
2.82	36	36	45	51	54	55	54	46	53	61	67	71	72	72	71	67	56	52	64	71	71	70	72	78	83	84	84	82	86	89	91	91	91	92	92	95	96	96	93	88	35	
2.78	-39	-43	45	47	50	51	52	53	56	59	64	68	70	69	71	69	64	66	71	75	77	77	79	82	85	87	87	87	89	91	93	93	93	94	94	96	96	96	94	89	36	
2.74	35	32	39	34	43	47	46	49	52	54	62	66	64	62	72	74	74	73	78	81	82	83	85	86	88	90	90	90	92	93	94	95	95	95	95	97	97	96	94	90	86	
2.70	-38	42	43	44	46	47	49	54	57	61	67	70	70	71	77	79	81	82	84	85	87	87	88	89	91	92	93	93	94	94	96	96	96	97	97	98	97	97	95	90	87	
2.66	38	46	51	55	58	60	63	66	69	71	74	76	78	79	82	83	85	86	87	88	90	91	91	92	93	94	94	95	95	97	97	97	98	97	99	98	97	95	91	87		
2.62	38	47	54	58	62	65	68	71	73	75	77	79	81	82	84	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	94	95	95	96	96	97	97	97	98	98	99	98	97	95	91	87	
2.58	-41	-48	54	58	62	64	67	70	72	74	76	79	81	82	84	84	86	88	89	90	91	91	92	91	92	94	95	95	96	96	97	97	97									

SISMO Nº 10

LOVE

ESTAÇÃO: BDF

27.AGO.74

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 3.538,3km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.54	30	33	40	44	46	43	33	53	58	62	64	61	63	72	75	76	74	71	69	71	71	71	73	72	70	72	76	77	30	82	32	82	84	87	80	87	93	94	38	63	53		
4.50	34	38	45	47	49	48	48	57	62	64	65	57	61	72	74	75	74	72	71	72	72	73	72	69	72	77	78	81	81	82	83	85	87	81	87	93	94	88	64	53			
4.45	38	42	48	51	53	54	56	60	64	66	66	63	64	72	74	75	73	72	72	73	73	73	71	68	73	78	79	81	81	81	84	86	88	83	88	93	94	88	71	43			
4.42	40	45	50	53	56	58	60	63	66	67	68	67	67	72	74	74	72	72	73	74	74	73	73	71	66	73	79	80	82	80	81	85	86	88	85	89	93	94	88	25	83		
4.38	42	47	52	56	58	61	63	65	68	69	70	70	70	73	73	72	70	72	73	74	74	73	73	71	62	74	79	81	82	79	81	85	87	89	86	90	94	94	89	73	33		
4.34	43	48	53	57	60	63	65	67	70	70	72	72	72	73	72	71	68	71	73	75	74	74	74	71	51	75	80	82	82	78	80	86	88	90	82	91	94	94	89	80	34		
4.30	-43	-49	-54	-58	-61	-63	-66	-68	70	71	73	73	73	73	71	69	65	70	73	75	75	73	74	72	51	76	81	83	82	76	30	87	89	90	89	92	94	94	89	81	34		
4.26	43	49	54	58	61	63	65	68	70	72	74	74	74	73	71	66	60	68	73	75	74	73	74	73	68	78	83	84	83	74	80	88	89	91	90	92	94	94	89	83	34		
4.22	42	48	54	57	60	62	64	67	70	72	74	75	74	73	70	64	50	67	73	75	74	72	75	74	73	79	84	85	83	72	81	88	90	92	91	93	95	94	90	84	85		
4.18	41	46	53	56	58	59	60	65	69	72	74	75	73	73	70	64	54	67	73	76	73	71	75	76	75	81	85	85	84	74	82	89	91	92	92	94	95	95	90	85	85		
4.14	39	44	51	54	56	55	53	62	68	71	74	74	73	72	69	65	59	67	73	76	72	70	76	78	79	83	86	86	85	78	83	90	92	93	93	95	95	95	91	86	35		
4.10	35	40	48	52	54	53	45	60	67	70	73	73	72	71	69	65	61	67	73	76	71	68	78	80	82	84	87	87	86	81	85	91	92	94	94	95	96	95	91	87	86		
4.06	31	36	45	50	53	54	55	61	67	69	72	72	70	70	68	64	61	70	75	77	71	59	75	82	83	86	88	88	87	84	87	92	93	94	94	96	96	95	91	88	36		
4.02	29	34	42	49	52	55	58	62	66	68	70	71	68	63	68	61	67	72	76	78	73	74	81	84	85	87	89	89	89	86	92	94	95	95	96	96	96	92	83	36			
3.98	-31	33	38	47	51	54	58	62	65	66	68	68	64	65	68	63	66	74	78	80	77	78	83	85	87	89	90	90	90	90	90	91	91	91	91	94	95	96	96	97	96	93	37
3.93	29	32	35	44	49	52	56	61	63	63	67	67	57	65	70	69	71	77	80	82	83	81	85	87	89	90	91	91	91	90	91	94	95	96	96	97	97	96	93	37			
3.89	23	27	32	42	44	45	56	60	65	68	71	74	76	79	81	82	84	85	86	88	89	90	91	92	92	92	92	91	92	95	95	97	97	98	97	96	93	37					
3.86	13	23	37	44	43	50	52	61	58	64	67	71	70	72	75	78	79	82	84	85	85	86	88	89	91	92	93	93	93	93	95	96	97	97	98	97	96	93	37				
3.82	37	41	47	51	54	58	62	64	64	64	70	73	74	76	78	80	81	84	85	87	87	87	89	90	91	93	94	93	94	94	94	96	96	97	97	98	97	96	93	37			
3.78	47	50	54	57	60	63	65	67	69	69	73	76	77	79	80	82	83	85	87	88	88	90	91	92	93	94	94	94	94	95	95	95	97	97	98	98	97	94	38				
3.74	54	56	58	62	64	66	68	70	72	73	75	78	79	81	82	84	85	86	88	89	90	91	92	93	94	94	94	94	94	95	95	96	97	98	98	98	97	94	38				
3.70	56	59	62	64	66	68	70	72	74	75	77	79	79	81	82	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	94	94	94	94	95	95	95	97	97	98	98	97	94	38				
3.66	-57	-59	-62	-64	-66	-68	-70	-73	-74	-75	-77	-79	-79	-81	-82	-84	-85	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96		
3.62	55	56	58	62	64	66	68	71	73	74	76	78	79	81	81	84	85	87	89	89	89	89	90	91	92	93	93	93	93	95	95	96	96	97	97	98	98	98	97	94	38		
3.58	49	51	54	57	59	61	63	65	67	69	71	72	74	76	77	79	81	83	85	87	88	88	88	89	90	92	93	94	94	96	96	96	97	96	98	98	98	97	94	38			
3.54	37	36	44	49	50	58	57	63	67	68	69	71	74	76	75	79	83	86	87	88	88	89	90	92	93	94	94	96	96	96	97	96	98	98	98	97	94	38					
3.50	35	33	37	44	44	47	49	55	63	64	62	66	71	73	68	73	82	86	86	86	84	83	85	88	89	91	92	93	95	95	95	96	95	97	97	98	97	94	38				
3.46	-35	-36	40	44	45	43	42	53	63	62	59	62	63	72	66	73	81	85	85	84	83	85	88	89	91	92	93	95	95	95	96	95	97	97	98	97	94	38					
3.42	33	36	41	44	45	38	41	52	59	63	64	65	67	72	72	79	81	84	84	83	77	73	80	84	86	88	90	91	92	94	94	94	95	95	96	97	98	97	96	93	37		
3.38	26	33	40	43	46	49	52	56	61	64	66	68	70	74	75	78	81	83	83	81	74	63	78	82	83	85	88	89	91	92	92	92	93	95	95	97	97	96	92	36			
3.34	9	27	36	43	48	51	55	59	63	65	66	68	70	74	77	80	81	82	81	80	74	58	76	79	81	83	86	87	90	91	91	91	91	94	94	96	96	96	92	88	86		
3.30	20	23	37	44	49	53	56	60	63	64	65	67	74	77	80	81	81	80	78	74	71	74	76	77	78	83	85	88	89	89	89	92	93	95	96	95	91	87	35				
3.26	33	37	43	46	49	50	53	58	63	63	63	56	64	73	77	80	80	79	78	76	73	71	73	74	72	76	80	82	86	88	88	86	87	91	92	94	95	95	91	86	34		
3.22	40	43	46	47	47	40	46	55	61	63	64	62	67	74	77	79	78	77	75	74	71	70	72	71	65	72	77	78	83	86	86	83	85	90	91	93	95	94	90	85	34		
3.18	-42	-44	-47	47	46	46	48	54	58	62	65	68	70	74	77	78	77	75	71	71	67	68	71	70	57	69	74	78	81	85	84	78	83	89	89	92	94	94	89	83	33		
3.14	42	42	44	46	48	48	50	51	54	60	65	69	72	75	77	78	75	89	65	69	63	65	71	70	64	68	72	59	79	84	83	75	81	87	86	90	94	94	88	80	83		
3.10	39	37	33	38	45	43	48	44	37	54	64	69	71	75	76	77	73	65	59	67	60	56	7																				

SISMO Nº 15

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: LPB

15.ABR.75

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 2.944,2km

Velocidade de Grupo (km/s.)

3.91	35	43	44	50	50	50	57	64	67	70	75	75	81	83	83	82	80	78	74	77	79	79	80	81	82	84	82	92	92	92	91	92	93	91	87	81	79	79	73	71	72
3.88	36	43	44	48	44	44	55	64	66	70	75	78	81	82	83	82	80	78	71	75	78	78	80	82	81	82	83	93	93	93	92	92	93	91	87	80	79	79	73	70	77
3.85	37	43	44	45	42	35	54	63	65	69	74	78	80	82	82	82	80	77	67	74	77	76	79	83	85	88	90	93	93	94	92	93	93	91	87	79	78	79	72	70	77
3.82	38	42	43	43	48	43	55	62	64	68	73	77	79	81	82	82	80	77	63	73	76	73	79	84	86	89	91	94	94	94	93	93	93	91	86	78	77	75	72	69	77
3.79	39	40	43	41	50	48	57	61	61	66	72	76	79	80	81	81	80	78	67	73	75	66	79	85	88	90	92	94	94	95	93	93	93	91	86	77	77	79	72	69	77
3.76	40	41	40	39	51	51	59	60	59	63	70	75	78	78	80	81	81	78	71	74	75	63	79	86	89	92	93	95	95	95	94	93	93	91	86	76	76	79	72	69	77
3.73	42	44	36	37	53	54	60	59	57	59	69	74	76	76	79	81	81	79	74	75	76	69	80	87	90	93	94	95	95	96	94	94	93	90	86	75	76	79	72	70	77
3.70	44	46	42	44	54	56	61	58	58	57	68	74	75	74	77	80	81	80	77	77	77	74	81	88	91	94	95	96	96	96	94	94	93	90	86	74	76	79	73	70	72
3.67	45	48	47	50	55	58	61	59	60	61	69	74	74	71	75	80	81	81	75	78	78	77	83	89	92	94	95	96	96	96	94	94	93	90	86	74	76	79	73	71	72
3.64	46	49	51	54	56	59	61	61	61	65	69	74	73	67	73	79	82	82	80	79	79	80	85	90	93	95	96	97	96	96	94	93	90	86	74	76	79	74	72	70	
3.61	47	50	53	56	57	60	60	62	67	67	70	74	72	64	72	75	82	83	81	80	81	82	87	91	94	96	96	97	97	97	95	94	93	90	86	75	76	79	75	73	72
3.58	47	51	54	56	58	59	59	62	62	68	71	74	73	68	73	79	82	83	82	81	82	84	88	92	94	97	97	97	97	97	95	94	92	90	86	76	77	79	76	74	72
3.55	47	51	53	56	58	58	57	59	62	69	72	75	74	72	75	80	82	83	82	81	83	86	89	93	95	97	97	98	97	97	95	94	92	90	86	78	78	80	76	75	72
3.52	46	51	52	54	58	56	56	55	62	69	73	75	75	74	76	80	83	84	82	81	83	87	90	93	96	98	97	98	97	97	95	94	92	90	86	78	78	80	76	75	72
3.49	46	49	48	51	57	56	57	53	63	70	74	75	75	75	77	81	83	84	82	80	84	88	92	94	96	98	98	98	97	97	93	92	89	86	80	79	80	76	76	74	
3.46	46	46	41	46	55	57	58	60	65	70	75	76	75	74	78	81	83	84	81	78	81	85	93	95	97	98	98	98	97	97	94	93	91	89	86	81	80	81	78	77	79
3.43	45	44	38	42	54	58	60	63	66	71	75	76	74	73	78	82	83	84	80	75	84	90	93	95	97	98	98	98	96	94	93	91	89	86	82	81	81	79	77	74	
3.40	45	44	42	44	53	55	61	65	68	71	75	76	72	70	78	82	84	84	80	70	85	91	94	96	97	98	98	97	96	96	94	93	90	88	86	82	81	82	79	78	79
3.37	44	47	43	47	53	55	62	66	69	72	76	76	70	65	78	83	84	85	81	75	86	92	95	96	98	99	98	97	96	96	94	92	90	88	86	83	82	80	78	79	
3.34	45	47	39	47	54	55	62	64	69	73	76	77	72	69	79	83	85	85	83	81	88	93	95	96	98	99	97	97	95	95	93	92	90	88	86	84	83	82	80	79	79
3.31	45	45	37	49	55	56	61	61	69	73	77	78	75	74	80	84	85	86	85	85	89	93	95	97	98	97	96	96	94	93	91	88	87	87	84	83	83	81	79	79	
3.28	49	49	49	55	58	59	58	54	68	74	77	79	78	78	82	84	85	87	87	88	91	94	95	97	97	98	96	95	93	94	92	90	87	86	87	85	84	83	81	80	79
3.25	51	54	54	58	61	66	57	59	69	74	78	80	80	81	83	84	84	87	89	90	92	94	96	96	97	98	96	94	93	93	92	90	88	86	87	85	84	83	82	80	80
3.22	52	57	58	61	64	63	63	64	70	75	78	80	81	83	84	83	83	88	81	82	83	85	95	96	97	97	95	93	91	92	91	89	85	85	87	86	85	84	82	80	80
3.19	52	57	59	62	64	65	66	67	70	74	78	81	82	83	84	81	82	88	82	83	84	85	95	96	97	97	95	93	91	92	91	89	83	84	87	86	85	84	82	80	80
3.16	52	56	55	61	64	66	66	67	69	73	78	80	82	84	85	83	83	88	83	84	85	93	94	94	94	95	96	94	91	90	88	81	83	87	87	86	84	83	81	80	
3.13	51	54	56	60	63	65	66	67	66	72	76	78	83	85	86	80	81	81	81	81	81	94	95	95	94	93	93	91	90	89	87	79	82	87	87	86	85	83	81	80	
3.10	50	50	52	58	62	64	67	65	62	70	74	77	83	86	87	84	85	92	95	96	95	93	92	92	94	93	92	88	83	89	89	87	82	87	87	86	85	83	81	80	
3.07	47	46	36	53	60	64	66	61	60	70	69	74	84	88	89	88	88	94	96	95	95	92	89	90	93	94	91	87	79	88	89	87	82	87	87	87	85	83	81	80	
3.04	45	43	36	43	59	65	66	67	67	73	72	77	85	86	92	91	92	95	97	97	94	91	85	89	92	93	91	85	73	87	88	87	82	87	88	87	85	83	81	80	
3.01	48	46	43	52	62	68	71	71	75	78	81	84	88	92	94	94	94	96	97	97	94	89	81	86	90	92	94	85	72	86	87	86	81	83	87	88	87	85	83	81	80
2.98	50	53	55	61	61	72	76	78	80	82	85	88	91	93	93	96	96	97	98	97	94	88	73	81	89	91	89	83	77	86	87	87	83	84	88	88	87	85	83	81	80
2.95	52	56	62	66	71	75	78	81	83	86	89	91	93	95	96	97	97	98	98	97	93	88	72	83	87	89	86	80	85	86	87	85	86	88	88	87	85	83	81	80	
2.92	55	61	64	66	73	76	80	83	85	88	91	93	94	95	97	97	97	98	97	96	93	88	78	82	86	89	88	86	82	85	86	87	86	88	88	87	85	83	81	80	
2.89	57	62	65	67	73	76	80	83	85	88	91	93	94	95	96	96	96	97	97	96	93	88	81	81	84	88	88	87	84	85	85	87	87	88	88	87	85	83	81	80	
2.86	57	61	61	67	70	73	76	82	85	89	92	94	94	95	95	95	96	96	95	93	88	82	80	82	86	87	87	85	84	84	87	88	88	87	86	88	86	84	82	80	75
2.83	54	58	60	61	64	67	75	80	84	87	91	93	93	93	93	93	93	93	95	95	92	88	78	80	85	86	87	85	84	83	87	89	89	89	88	86	84	82	80	75	
2.80	49	53	54	55	58	61	67	71	76	81	85	89	91	91	91	91	91	93	94	93	91	88	82	75	78	83	86	87	85	83	82	87	85	89	89	87	86	84	81	79	75
2.77	37	42	51	57	60	63	67	70	75	82	87	89	89	88	87	87	88	90	92	92	87	81	70	75	82	87	87	86	81	80	87	90	89	87	85	83	80	73	79		
2.74	46	47	53	57	63	63	61	63	71	76	83	86	86	86	84	80	82	83	86	87	81	69	67	81	67	73	79	84	87	86	80	79	88	91	90	89	87	85	83	80	78
2.71	48	52	56	60	63	63	61	63	71	76	83	86	86	86	84	80	82	83	86	87	81	72	72	77																	

SISMO Nº 15

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: LPB

15.ABR.75

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 2.944,2km

Velocidade de Grupo (km/s.)

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Período (s)

Fig. B-11

SISMO Nº 15

LOVE

ESTAÇÃO: LPB

15.ABR.75

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 2.944,2km

Velocidade de Grupo (km/s.)

Período (s)

Fig. B-12

SISMO Nº 22

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: NAT

25.AGO.75

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 4.924,0km

Velocidade de Grupo (km/s.)

3.93	38	47	54	60	64	66	61	69	80	87	92	96	97	57	94	87	76	88	91	92	90	87	79	69	78	79	77	78	79	78	78	82	83	85	83	83	83	83	81			
3.90	39	43	56	62	67	69	67	72	82	89	93	57	97	58	94	88	78	87	89	91	89	86	78	68	78	77	77	78	79	77	77	82	84	85	85	84	83	83	83	81		
3.87	43	51	58	64	69	72	74	78	85	90	94	93	98	58	95	89	83	85	87	89	88	85	79	73	78	78	76	78	79	76	75	82	85	86	86	84	83	83	82	81		
3.84	-44	53	60	66	71	75	73	82	87	92	95	98	98	58	95	90	85	84	84	87	87	84	79	76	78	78	75	78	79	74	74	83	85	86	86	85	84	83	82	81		
3.81	43	-54	61	66	72	76	-80	-84	-88	-92	-95	-98	98	98	95	-91	-86	82	81	85	85	83	-80	78	79	77	73	78	79	73	74	83	85	86	86	85	84	83	82	81		
3.78	40	53	-61	-67	-72	-77	80	83	88	92	95	98	92	57	94	91	86	79	76	84	84	81	79	80	80	76	70	78	80	75	75	84	86	87	87	85	84	83	82	81		
3.75	39	53	60	66	72	76	78	81	86	91	94	97	97	56	94	90	86	78	71	83	83	78	79	81	80	76	65	79	81	77	78	75	87	88	87	86	84	82	81			
3.72	38	50	59	66	71	74	73	74	84	89	93	96	95	55	92	89	86	80	76	82	82	74	78	82	82	77	68	80	82	80	80	85	87	88	88	86	84	82	80	81		
3.69	35	47	58	65	71	73	71	72	82	88	91	94	94	53	90	88	85	82	80	83	81	67	79	83	83	73	74	81	83	82	82	86	88	88	88	86	84	81	79	80	81	
3.66	40	50	59	65	71	74	75	78	-83	87	90	92	91	51	88	85	84	83	83	84	82	74	80	85	84	82	79	83	84	84	84	87	88	89	88	86	84	81	78	80	81	
3.63	-41	-53	60	-65	71	75	78	-80	83	85	87	89	89	88	84	81	83	84	85	85	83	80	83	86	86	84	82	84	86	85	85	87	88	89	88	86	84	81	78	80	81	
3.60	40	53	-60	-65	-71	-75	-78	79	81	83	84	86	86	85	81	72	81	85	86	86	85	84	85	88	87	88	84	86	87	87	86	88	89	89	88	86	83	79	74	79	81	
3.57	37	51	59	65	71	75	75	75	76	79	80	82	82	79	69	80	85	86	87	87	87	88	90	89	88	86	87	88	88	87	88	89	89	88	86	83	79	74	79	81		
3.54	36	50	57	64	70	73	73	70	67	75	77	77	77	79	79	77	81	85	-86	-88	88	89	90	91	90	89	87	88	89	89	88	88	89	88	85	83	78	72	78	80		
3.51	43	46	53	62	68	72	72	70	60	72	73	71	68	75	78	80	83	85	86	88	89	90	92	92	91	91	89	89	89	89	89	89	89	88	87	85	82	77	61	77	80	
3.48	48	44	53	62	63	71	-74	72	70	71	71	65	44	71	78	81	84	84	84	87	88	92	93	93	92	91	89	90	90	90	90	89	89	88	87	86	84	82	77	50	77	80
3.45	52	55	59	64	-68	-72	74	72	73	72	69	61	60	71	78	82	84	84	81	85	90	93	94	94	93	-92	-90	90	90	90	89	89	88	87	86	84	82	77	65	77	80	
3.42	-53	-58	-61	-64	-67	71	71	73	-74	73	69	63	65	74	79	83	84	83	73	83	91	91	94	-95	-94	-93	92	90	90	90	90	89	89	88	87	86	84	82	77	65	77	80
3.39	51	55	59	62	65	67	67	71	72	-73	72	70	71	77	80	83	84	83	73	85	92	95	95	-93	92	91	89	89	90	90	88	88	86	86	85	83	51	79	73	78	80	
3.36	42	49	55	59	60	66	60	67	69	72	-73	74	75	79	-81	-83	-85	85	85	88	89	93	95	96	94	92	93	88	89	89	89	88	87	85	85	84	82	81	79	75	79	80
3.33	43	45	52	55	56	56	52	63	67	70	73	76	77	-79	81	83	85	87	88	92	94	96	96	94	90	88	87	88	89	89	88	87	85	85	84	82	81	79	75	79	80	
3.30	39	40	48	53	-57	-57	60	57	62	66	72	-76	-77	79	80	80	88	88	91	91	96	96	95	93	88	86	85	86	88	88	87	84	82	83	82	79	80	80	78	80	79	
3.27	37	40	47	52	57	-56	-61	55	48	63	70	75	76	77	77	77	80	88	93	96	97	97	95	92	88	86	85	86	88	88	87	84	82	83	82	79	80	80	78	80	79	
3.24	-43	-43	46	51	54	-57	56	62	61	65	69	73	73	74	76	72	80	80	94	97	97	94	90	83	79	79	82	85	86	85	81	77	81	80	74	79	81	80	80	79		
3.21	30	36	44	48	46	54	50	-62	66	-67	65	70	66	70	78	81	86	92	96	98	98	96	94	89	80	74	75	78	83	86	84	79	73	80	79	70	78	81	81	81	79	
3.18	43	43	46	47	50	50	53	59	-65	67	-69	72	70	75	82	85	90	94	97	99	-98	96	93	88	77	67	70	74	82	85	83	78	66	79	78	59	78	81	81	81	79	
3.15	-46	47	-49	51	-52	-57	60	66	60	62	68	76	79	83	87	90	93	96	98	-99	97	95	92	86	77	65	67	70	81	84	83	78	67	79	78	64	78	82	82	81	79	
3.12	42	-48	49	-51	51	55	-61	61	59	67	71	80	84	88	91	93	95	97	-98	98	97	94	90	85	78	71	69	71	80	83	82	79	74	80	79	72	79	82	82	81	79	
3.09	44	46	43	42	52	47	53	62	64	71	74	85	88	92	93	91	95	96	97	98	96	93	89	84	78	74	72	74	80	82	82	80	77	81	80	76	80	82	82	81	79	
3.06	-47	45	46	49	55	60	63	67	73	79	84	89	92	94	94	94	95	96	96	94	91	88	82	79	77	75	76	80	82	81	81	80	82	82	79	81	83	83	82	79		
3.03	34	41	51	56	61	65	-69	73	78	83	88	92	94	96	91	92	90	92	94	95	93	89	83	78	78	76	77	79	81	80	82	82	83	83	81	92	83	83	82	79		
3.00	-53	-51	-58	-62	65	67	71	71	78	86	91	95	96	97	94	87	81	89	92	93	91	87	79	72	78	-77	-76	78	79	79	79	82	83	84	84	83	83	83	82	80		
2.97	52	-55	60	65	70	72	70	72	82	89	93	97	97	94	87	79	86	89	90	89	85	78	69	78	78	76	77	79	77	78	83	85	86	85	84	83	83	83	82	80		
2.94	53	54	61	68	73	76	73	82	87	91	94	97	97	94	90	85	84	85	87	87	84	79	75	72	78	74	77	77	74	76	83	85	87	86	85	84	83	82	82	81		
2.91	-54	-57	-61	-67	71	74	74	81	84	88	91	94	97	97	94	90	86	80	79	84	84	82	79	79	77	70	77	78	71	76	84	87	87	87	85	84	82	82	81	81		
2.88	37	51	61	68	73	77	78	76	85	91	93	96	96	98	93	89	85	77	72	82	82	77	78	81	81	77	60	78	80	76	78	85	87	88	88	86	84	82	81	82	81	
2.85	48	47	58	66	72	75	74	72	82	87	91	93																														

SISMO Nº 22

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: NAT

25.AGO.75

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 4.924,0km

Velocidade de Grupo (km/s.)

3.93	41-49 55 59 63 62 60 67 76 84 89 92 95 95 93 90 84 74 83 87 86 84 83 81 83 87 90 92 92 91 89 85 81 81 81 87 90 90 87 76 66
3.90	32 48 56 61 65 64 58 68 78 85 90 93 95 55 73 89 84 80 83 87 84 81 83 83 55 88 90 92 92 91 89 85 80 82 83 87 90 91 87 77 67
3.87	32 47 56 62 66 68 68 73 80 87 91 54 96-95 92 85 83 82 84 87 83 77 84 85 86-88 90 92 93 92 89 84 79 82 84 88 91 91 87 78 69
3.84	38 48 57 63 68 71 74 78 83 88 92 94-96 55 92 87 81 83 86 87 82 70 85 86 86 88-90 92 93 92 89 83 77 83 85 89 91 91 87 78 70
3.81	42 51 58 64 69 72 76 79-84-89-92-94 96 55 91 84 77 84 87 88 83 77 86 87-87 88 90 93 93 92 89 83 75 83 86 89 91 91 87 79 71
3.78	-43-52-59-64-69-72-76-79 84 89 92 54 96 54 90 83 71 85 88 89 86 84 87 88 86 87 90 93 94 92 89 82 72 84 87 90 91 91 88 79 72
3.75	42 51 58 63 68 71 74 77 83 88 91 93 95 93 90 85 80 86 87 91 88 88 89 89 96 85 90 93 94 93 89 82 72 84 88 90 92 91 88 79 72
3.72	38 47 56 62 67 69 68 71 80 87 90 52 94 52 90 87 84 88 90 92 93 92 93 92 90 82 81 90 93-94 93 90 84 80 86 89 91 92 91 88 81 74
3.69	33 41 53 60 65 68 65 69 79 85 88 50 92 51 89-87 86 89 92 93 92 93 92 90 82 81 90 93-94 93 90 84 80 86 89 91 92 91 88 81 74
3.66	33 40 52 60 65 69 71 75-79 84 86 88 90 89 88 86-87 90 93 93 94 94 93 90 82 80 90-93 94 93 90 86 83 87 90 92 92 92 88 81 75
3.63	37 45 55 61 67 71 74-77 79 82 84 85 87 87 86 83 85 90 94 96 95 96 94 91 84 83 90 93 94-53 91 87 85 88 90 92 92 92 88 82 76
3.60	-40 49 56 62 68-71-75 76 77 80 80 80 83 85 83 77 83 91 94 97 96 97 95 92 87 86 90 93 94 93 91 88 86 89 91 92 93 92 89 83 77
3.57	39-49-57-62-69 71 73 73 73 76 76 72 78 82 82 75 83 91 95 97 97 98 96 94 90 83 91 93 93 93 91 89 88 89 91 93 93 92 89 82 77
3.54	35 47 56 62 63 70 70 68 68 73 73 62 73 80 82 81 86 92 95 98 98 98 97 95 91 90 91 92 92 91 90 89 90 92 93 93 92 89 83 77
3.51	24 44 54 62 67 69 69 55 57 73 72 69 73 79 83 85 89 93 96-98-98 99 97 95 90 91-91 92 92 92 91 90 89 90 92 93 93 92 89 83 77
3.48	31 46 55 62 67 69 70 67 66 70 71-70-73 79 84 87 90 94 96 97 97-99-98 96 93-91 91 91 92 91 90-90 90 91 92-93-93-92-89-83 77
3.45	39 50 57-62 66-69-70 69 70 70 70 66 71 79 84 88 91-94 95 96 97 93 98 96 93 91 90 90 91 90 90 91 92 93 93 92 89 83 77
3.42	-43-51-57 62 65 68 69-69-70-71 70 64 69 80 85 89 91 93 94 95 96 98 97 95 92 90 89 89 89 89 89 89 89 90 91 92 93 93 92 89 83 77
3.39	42 49 56 61 65 66 65 67 67 71 71 75 81 85-89 91 92 91 92 94 97 97 95 91 87 88 88 88 88 88 89 90 91 92 93 93 92 89 83 77
3.36	33 45 54 59 63 63 63 55 59 69 73 75 79 83 86 88 90 98 88 88 93 96 96 93 89 87 86 85 86 87 86 88 89 91 91 92 93 92 89 83 77
3.33	39-45 53 58 63 62 61 57 58 68 73 77 81 83 85 87 88 89 84 81 92 96 95 92 87 85 85 83 84 85 84 87 89 90 91 92 92 92 89 82 76
3.30	40 45 52 55 58 60 56-60-59 68-73 77 81 83 83 84 86 88 85 84 91 95 94 90 83 83 83 79 82 83 80 85 88 90 90 92 92 92 88 81 75
3.27	-41 43 49 53 56 54 56 53 54 66 73 77 81 81 81 80 84 88 89 89 92 95 93 89 78 80 81 73 80 82 75 81 88 89 89 91 92 91 88 81 74
3.24	38 41 47 51 51 42 54 52 54 66 72 76 79 80 79 67 82 89 91 92 92 94 93 88 71 79 80 66 79 81 60 83 87 88 88 90 92 91 88 80 73
3.21	37 42 48 52 51 46 55 61 62 67 71 73 76 79 79 78 84 90 92 94 93 94 92 87 77 79 81 74 80 81 72 83 86 86 87 89 91 91 88 79 71
3.18	44 47 52 54 53 56 58-64 65 67 68 63 70 78 82 84 87 91 93 94-94 94 91 87 81 80 82 79 82 82 78 83 86 85 85 89 91 91 87 79 69
3.15	-45-49-54-56-63 62 61 61 64 65 67 67 67 79 85 88 90 92 94-94 93 93 91 87 83 82 83 83 84 84 82 84 85 83 82 88 91 91 87 78 65
3.12	42 48 52 55 58-52-64 59 43 67 69 74 79 84 88 90-91 92 93 94 93 92 89 83 81 85 85 86 86 81 85 84 81 78 87 90 91 87 77 59
3.09	44 44 35 49 57 59 61-63 64 68 71 80 85 88 90 91 91 91 92 93 92 91 87 83 83 85 87 87 88 87 86 85 84 83 71 86 90 91 87 77 46
3.06	-47 47 51 55 60 60 54 57 68 74 80 84 89 51 91-91 89 88 89 91 90 89 88 78 92 86 88 89 89 89 87 86 83 79 69 86 90 91 87 77 52
3.03	42 49 56 59 63 64-65 66 72 78 84 88 92 93 92 91 87 82 86 89 88 87 83 67 81 87 89 90 91 90 88-86 83 80 76 86 90 91 87 77 59
3.00	49 53 58 63 65 65 65-68 75 82 87 81 94 51 92 89 84 62 83 87 86 84 83 78 84 87 90 91 92 91 89 86 82 81 80 87 90 91 87 77 62
2.97	-51-55-60 64 68 68 68 67 78 65 90 92 95 54 92 89 83 79 83 86 84 80 83 83 85 88 90 92 92 91 89 85 81 82 83 88 91 91 87 78 63
2.94	44 44 50 65 73 73 75 78 82 88 91-93 95 54 91 88 81 82 85 87 82 70 84 86 86-88-90 92 93 92 89 84 78 82 85 89 91 91 87 78 65
2.91	-48 54 61 68-71-74 77 80 81 89 91 93 95 94 90 83 72 84 87 88 83 82 87 88 87 87 90 93 94 92 89 83 74 83 87 90 91 91 87 79 67
2.88	48 54 61 65 70 72 73 75 81 87 90 92 94 93 98 85 81 86 89 91 89 89 89 86 85 90 93 94 93 90 83 69 84 88 90 92 91 88 80 69
2.85	-51 47 51 61 67 70 68 68 78 85 88 89 91 51 89-87-86 88 91 93 93 93 92 90 83 80 89-93-94 93 90 84 78 85 89 91 92 91 88 80 72
2.82	49-51 56 61 68 71 74 77-79 82 84 85 88 88 86 86 86 90 93 95 95 95 94 91 83 81 90 93 94-93 90 86 83 87 90 92 92 92 88 81 73
2.79	36 47 57 63 69 72 75 75 76 78 77 77 81 83 92 75 81 91 95 97 97 97 96 93 88 87 90 93 94 93 91 88 86 88 91 92 93 92 89 82 75
2.76	37-50-58-64 69 71 71 69 67 72 71 62 73 80 82 82 85 92 96 98 98 99 97 95 91 90 91 92 93 92-91 89 88 89 91 93 93 92 89 82 77
2.73	-42 43 56 63 63 70 71 68 62 69 70-69 73 78 83 87 90 94-96-98-98-99 98 96 93 91-91 92 92 91 91-90 89 90 92-93-93 92 89 83 77
2.70	35 48 56 63 68-70-71-70-71 71 70 63 68 79 85 89-92-94 95 97 97 99-98-96-96 91 90 90 90 90 90 90 90 90 91-92 93 93-92-89-83 78
2.67	45-53-59-53 67 68 67 68 68-71 71 72 76 82 86-89 91 93 93 94 95 98 97 95 92 89 88 88 88 88 88 89 90-91 92 93 93 92 89 83 78
2.64	-49 52 58 61 63 63 62 45 48 67 73 76 81-84-86 89 90 90 87 87 93 97 96 93 89 87 86 84 85 86 85 87 89 90 91 92 93 92 89 83 78
2.61	31 41 52 57 61 60 55 52 52 66 73-78-82 84 85 86 87 88 85 83 92 96 95 91 84 83 83 79 82 83 81 85 88 90 90 91 92 92 88 82 77
2.58	-44-46 52 56 58 57-57 59 60 69-74 78 81 82 81 76 82 89 90 91 93 95 93 88 75 79 80 67 79 81 68 83 87 88 89 90 92 91 88 81 76
2.55	40 45 51 55 57 55 51 60 64-69 72 74 77 80 81 80 85 90 93 94 94 95 93 88 78 79 81 75 80 81 73 83 86 86 87 89 91 91 88 80 74
2.52	36 41 49 54 58 59 58 63 65 67 68 67 63 79 85 88 90 93 94 95 94 94 91 87 83 82 83 82 83 84 81 84 85 84 83 88 91 91 87 78 71

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Período (s)

Fig. B-15

SISMO Nº 24

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

22.FEV.76

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 1.864,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.17	38-43 46 52 57 61 64-65 63 62 64 66 67 66 71 75 72 61 72 77 77 77 83 89 90 88 81 85 89 92 92 91 87 85 83 76 84 85 80 82 84
4.13	37 42 47 53 58 62 64 65 63 62 63-66 68 68 72 75 72 52 72 78-77 76 82 89 90 88 83 85 89 92 92 91 86 85 83 77 84 85 81 82 85
4.09	36 38 47 53 59 62 65 64 60 59 62 66 69 70 72 75 73 62 73 78 77 74 82 89 90 89 84 86 89 92 92 90 86 85 83 78 85 85 82 82 85
4.05	37 32 48 54 59 62 65 64 60 59 62 66 69 71 73 75 73 67 74 79 77 71 83 89 90 89 86 87 90 92 92 90 85 84 84 79 85 85 82 83 85
4.01	40 38 49 55 60 62-65 64 59 57 61 66 70 72 73 76 74 71 75 80 77 66 83 89 91 90 87 88 90 92 92 90 84 84 84 80 85 86 83 83 85
3.97	42 44 51 56 61 63 65 63 57 53 60 65-70 72 74 76 75 74 77 80 77 62 83 90 91 90 88 88 90 91 91 89 85 90 91 91 89 80 83 85 83 86 87 84 85
3.93	44 47 52 57 61 63 65 63 57 48 60 65 70 73 74 76 76 76 78 81 82 84 82 82 87 91 92 92 91 90 90 91 91 89 83 84 84 81 85 86 83 83 85
3.88	45 50 54 58-61 63 64 63 58 51 58 64 70 73 75 77 77 78 80 82 79 76 85 90 92 91 90 19 90 91 91 89 80 83 85 83 86 87 84 84 85
3.84	46 51-54 58 61 64 64 63 59 54 57 64 65-73 75 77 77 78 81 83 81 79 86 91 92 92 90 90 90 91 91 89 80 83 85 83 86 87 84 84 85
3.81	46-51 54-58 61-64 64 64 60 56 56 64 69 73-75 77 77 78 81 83 81 79 86 91 92 92 90 90 90 91 91 88 79 83 86 84 86 87 84 84 85
3.76	46 51 52 57 60 63 64 64 60-56 52 64 69 73 74-77 77 82 84 86 84 84 88 92 92 93 92 91 90 90 91 91 88 77 83 86 84 87 87 85 84 85
3.72	46 49 50 56 59 63 64 65 61 56 49 64 69 72 74 77 80 83 85 87 86 86 82 92 93 93 92 91 90 90 90 90 88 75 83 87 86 87 88 86 84 85
3.68	-46 47 46 54 58 62 65 65 63 57 55 66 69 71 73 77 80 84 86 88 87 88 90 92 93 93 92 91 90 90 90 90 88 76 84 87 86 88 88 86 85 85
3.65	46 44 41 51 56 62-65 65 64 60 60 67 70 71 71 76 81 85 87 89 88 89 90 93 93 93 93 91 90 90 90 90 88 77 84 88 87 88 88 86 85 85
3.60	46 42 34 48 55 60 65 65 64 64 64 69 71 69 68 76 81 86 88 91 90 91 91 93 93 94 93 91 90 85 90 88 80 85 88 87 88 88 86 85 85
3.56	45 44 36 47 54 59 64-65 67 67 68 71 72 69 61 75 82 87 89 92 91 92 92 93-93 94 93 91 89 89 90 88 82 85 89 88 88 89 87 85 85
3.52	45-45-38 47 54 58 63 65 68 69 70 72 73 69 56 78 83 88 90 93 92 93 92-93 94 93-94 93-94 94 91 89 88 90 88 82 85 89 88 88 89 87 85 85
3.48	45 44 37 46 53 56 61 65 68 71 72 74 74 71 67 77 83 88 90 93 92 93 92-93 94 93-94 94 91 88 88 90 88 82 85 89 88 88 89 87 85 85
3.44	46 41 33 46 54 55 58 65 68 72 74 75 73 71 78 85 90 92 93 94 93 93 93 94 94 91 88 88 90 89 85 87 90 89 89 89 87 86 85
3.40	47 44 36 48 54 54 51 64 70 73 75 76 75 74 73 79 85 91 93 96 95 95 93 93 92 94 94 91 87 88 89 90 87 88 90 90 89 88 86 85
3.36	47 48 46 51 55 55 54 85 71 74 75 76 76 74-74 80 86 92 94 96 96 95 93 92 92 94 94 91 86 88 89 90 88 89 91 90 90 89 88 86 85
3.33	-47 51 51 54 57 58 68 67 72 75 76 77 76 74 74 81 87 93 94 97 96 96 93 93 91 91 93 94 91 85 84 89 91 89 90 91 90 90 88 85
3.28	47-52 55 58 60 62 65 69 73 75 76 77 77 73 73 83 88 93 95 98 97 96 93 90 90 93 94 91 84 82 89 91 90 91 92 91 90 88 86 85
3.25	45 52 57 61 62 64 67 71 73 75 76 77 77 72 72 84 89 94 96 98 97 96 93 89 89 93 94 91 83 81 89 91 91 91 92 91 90 88 86 85
3.21	40 51 58 63 65 67 64 72-73 74 76 79 75 73 75 76 90 95 96 98 97 96 93 87 88 93 94 91 83 80 90 92 92 92 92 91 91 90 88 86 85
3.16	39 52 59 65 67 69 70 73 73 71 75 80 80 74 80 87 91 95 97 99 98 97 92 84 87 93 94 91 83 81 90 92 92 92 93 91 91 90 88 86 85
3.12	48 55 60 66-68-69 71 73 72 67 75 81 83 82 84 89 92 96 97 99 98 97 92 81 86 93 94 91 84 83 90 93 93 93 92 91 90 88 86 85
3.08	52 58 62 66 67 68 71 74 73 65 74 83 85 85 87 90 91 96 97 99 99 97 92 82 87 93 94 91 85 85 91 93 94 93 92 91 90 88 86 85
3.05	54 60 63 66 65 64 71 75 76 75 80 85 87 87 89 91 96 97 99 98 97 93 85 88 93 94 91 87 86 91 94 94 94 92 91 90 88 86 85
3.01	56 62 64 67 63 56 75 77 79 81 83 87 88 89 90 92 93 96 97 99 98 97 93 88 89 93 94 91 87 86 91 94 94 94 92 91 90 88 86 85
2.96	57 64 67 69 68 69 75 80 82 85 86 89 90 90 91 92 92 95 96 98 98 97 94 91 91 94 94 92 88 88 92 94 95 94 94 92 91 90 88 86 85
2.92	60 65 68 72 73 75 79 82 85 87 88 90 91 91 91 91 91 94 95 98 97 97 93 92 92 94 94 92 90 90 93 95 95 95 94 92 91 90 87 85 84
2.89	61-64-69 73 75 78 81 84 86 88 85 91-91 91 91 90 90 93 94 97 97 97 95 93 92 94 94 92 90 90 93 95 95 95 94 92 91 90 87 85 84
2.85	-62 65 68 73 75 79 82 85 87 89 90 91 90 90 93 94 97 97 97 95 93 92 94 94 92 90 90 93 95 95 95 94 92 91 89 87 85 84
2.81	60 61 63 72 76-79 82 85 87 89 90 91 90 90 90 88 86 82 88 91 95 95 96 95 94 93 94 94 92 91 92 94 95 96 95 94 92 91 89 87 85 84
2.76	57 42 61 70 74 78 81 83 85 88 89 89 89 88 87 83 71 86 90 93 93 95 95 95 94 94 93 92 91 92 94 96 96 95 94 92 90 89 86 84 84
2.73	59 59 63 69 72 75 78 81 83 86 87 88 87 85 82 71 84 88 91 91 93 94 95 94 93 92 90 91 92 95 96 96 95 93 91 90 88 86 84 84
2.68	-60-62-63 67 68 70 72 76 80 82 84 85 85 84 84 83 79 84 86 88 89 92 93 95 94 93 90 85 90 92 95 96 96 95 93 90 89 87 84 83 84
2.64	57 55 60 64 64 60 61 71 75 77 79 82 81 81 82-83 82 84 85 85 85 90 92 94 93 92 89 87 89 93 95 96 96 94 92 90 89 87 84 83 84
2.60	49 46 55 62 63 61 61 67 70 71 74 78 78 76 79 82 82-84 83 81 81 88 91 94 93 91 87 84 89 92 95 96 96 94 92 89 88 86 81 81 83
2.56	48 49 54 61-64-64-63 66 66 58 69 75 75 64 74 82-83 84 81 77 74 85 90 93 92 91 85 80 88 93 95 96 95 93 91 88 88 86 81 81 83
2.52	48 54 58-62 63 62 62 65 66 64 64 74 74 69 75 81 82 83 80 76 69 83 89 92 92 90 83 73 87 92 95 95 95 93 90 87 87 85 79 80 83
2.49	51 56 60 62 61 58 58 64 67 69 70 74 74 74 76 81 82 82 79-77 72 81 87 91 91 89 82 72 86 92 95 95 94 92 85 86 86 85 77 80 83
2.45	-54-58-60 62 60 56 49 63 67 70-71 74-75-76-77 81 81 81 78 76-74 80 86 91 91 89 82 77 86 92 94 95 94 91 88 84 86 84 73 79 83
2.40	53 58 55 61-62 60 61 64 67 69 70 72 74 75 77 80 80 80 77 73 72 79 85 90 90 88 82 80 86 92 94 94 93 90 86 82 85 84 69 85 83
2.37	52 55 56 59 60-61-64 65 65 65 67 70 72 73 76 79 79 79 75 69 63 79 85 89 90 88 81 81 86 92 94 94 92 89 85 80 84 84 69 75 83
2.32	48 48 49 52 55 60 64 64 61 55 68 67 68 68 73 77 77 77 74 69 69 79 84 89 89 87 78 81 87 92 93 93 91 88 83 76 84 84 74 79 83
2.29	41 41 32 31 42 59 61 63 60 54 60 64 60 57 70 75 75 73 72 73 73 79 83 88 89 87 72 82 88 92 93 92 90 87 82 72 84 84 77 80 83

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 63 68 72 76 80

Período (s)

Fig. B-17

SISMO Nº 24

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

22.FEV.76

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 1.864,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.17	37	42	46	45	53	56	60	62	63	62	62	62	57	52	56	64	69	68	75	79	82	85	90	92	91	90	90	92	93	93	91	90	90	90	86	83	79	78	77	76		
4.13	38	42	47	49	52	55	59	61	62	61	60	60	59	51	57	65	68	65	76	80	84	87	91	92	92	91	90	92	94	94	91	90	91	90	86	83	79	78	77	76		
4.09	39	43	47	50	51	53	59	60	62	60	58	59	49	59	65	67	61	77	82	85	88	91	93	92	91	91	92	94	94	91	90	91	90	86	82	79	78	77	76			
4.05	39	43	46	49	45	51	58	59	61	59	55	57	55	48	60	66	67	59	78	83	87	89	92	93	93	92	91	93	94	94	92	91	91	90	86	82	79	78	77	76		
4.01	40	43	46	49	47	47	57	58	60	58	52	55	59	45	62	67	68	65	79	84	88	90	93	94	93	92	92	93	94	94	92	91	91	90	86	82	79	78	77	75		
3.97	40	43	45	46	43	42	58	58	59	57	46	52	58	42	64	69	69	70	81	85	89	91	93	94	94	92	92	93	94	94	92	91	91	90	89	86	82	78	77	77	75	
3.93	-40	43	45	47	42	35	55	57	59	56	31	51	56	50	66	70	72	74	82	87	90	92	94	95	94	93	92	93	94	94	92	91	91	90	89	86	82	78	77	77	75	
3.88	40	43	45	45	43	55	57	59	55	45	53	56	58	68	73	75	78	74	89	92	93	95	95	94	93	92	93	94	94	92	91	91	90	89	86	81	78	77	77	75		
3.84	39	42	45	45	46	46	55	57	59	56	52	56	59	63	71	75	78	81	86	89	93	94	94	96	96	95	93	92	93	94	94	92	91	91	90	89	85	81	77	77	77	75
3.81	39	42	45	44	47	49	55	57	59	57	56	60	62	64	73	77	80	83	87	90	94	94	96	96	95	93	92	93	94	94	92	91	91	90	89	85	80	76	76	77	75	
3.76	38	41	44	43	47	50	55	58	60	60	60	64	66	71	76	79	83	85	89	92	95	95	96	96	95	93	92	93	94	94	92	91	91	90	89	85	80	76	76	77	75	
3.72	37	41	42	42	47	51	55	58	60	61	63	67	70	74	78	81	84	87	90	93	95	96	97	96	95	93	91	92	94	94	92	91	91	90	89	85	80	76	76	77	75	
3.68	37	41	38	33	47	53	55	58	60	62	66	70	74	77	80	83	86	89	92	94	96	96	97	97	95	93	91	92	94	94	92	91	91	90	89	84	79	76	76	76	75	
3.65	39	42	39	32	48	53	55	58	59	63	66	72	76	79	82	85	88	90	93	94	97	97	97	97	95	92	91	92	94	94	91	90	91	90	89	85	84	79	74	75	76	75
3.60	42	44	44	45	50	55	55	56	56	64	70	74	78	81	84	86	89	92	94	95	98	97	98	97	95	92	90	92	94	94	91	90	91	90	89	84	78	74	75	76	75	
3.56	45	46	48	50	52	56	57	54	49	65	72	76	80	83	86	88	91	93	95	96	98	98	98	97	95	91	89	91	94	93	91	90	50	89	85	84	77	73	74	76	75	
3.52	47	48	50	52	54	57	55	56	59	67	74	78	82	84	87	89	92	94	96	97	98	98	98	97	95	91	88	91	93	93	90	89	90	89	88	83	76	72	73	76	75	
3.48	45	50	51	53	54	57	61	60	62	70	76	79	81	86	88	90	93	95	96	97	97	97	97	95	91	89	91	94	93	91	90	50	89	85	84	77	73	74	76	75		
3.44	50	51	51	52	53	57	62	63	64	72	77	81	85	87	89	91	94	96	97	98	99	98	98	97	94	89	84	90	93	93	89	88	89	88	83	74	70	72	76	75		
3.40	-50	51	50	45	50	57	64	66	70	74	79	82	86	87	90	92	94	96	97	98	99	98	98	97	94	89	81	90	93	93	89	87	89	89	88	82	73	68	72	76	76	
3.36	50	51	50	44	49	56	65	68	72	76	80	83	86	88	90	92	95	97	99	99	98	98	96	94	88	77	85	93	92	88	85	88	89	88	82	72	67	71	76	76		
3.33	50	51	51	45	51	59	66	70	74	77	81	83	87	88	90	92	95	97	99	99	97	97	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	71	65	71	75	76		
3.28	49	50	52	54	56	61	66	71	75	78	81	83	87	88	90	92	95	97	99	99	97	97	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	71	65	71	75	76		
3.25	47	48	52	55	58	62	67	72	76	79	82	84	86	87	89	91	95	97	99	98	98	96	96	93	88	75	85	93	92	88	85	88	88	82	70	63	70	75	76			
3.21	43	46	51	56	59	63	67	72	76	79	81	83	86	86	87	90	95	97	99	97	97	95	95	93	89	83	90	92	91	85	79	87	88	87	81	69	61	69	75	76		
3.16	32	43	50	54	57	62	67	72	75	77	80	83	85	87	89	91	95	97	99	97	97	95	95	93	89	83	90	92	91	85	79	87	88	87	81	67	56	68	75	77		
3.12	38	45	49	51	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93	97	100	99	98	96	95	92	93	94	93	90	88	91	93	91	84	74	67	68	67	61	54	68	75	77		
3.08	46	49	51	50	53	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	99	98	96	95	92	93	94	93	90	88	91	93	91	84	74	67	68	67	61	54	68	75	77		
3.05	50	51	52	53	54	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	71	65	71	75	76		
3.01	52	52	53	54	55	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	99	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	
2.96	53	51	51	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76			
2.92	54	51	39	53	57	61	65	69	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76				
2.89	-54	52	50	57	61	65	69	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76					
2.85	53	53	56	61	65	69	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76						
2.81	47	51	57	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76								
2.76	42	50	57	61	65	69	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76						
2.73	51	53	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	99	98	96	94	88	71	89	93	92	88	85	88	89	88	82	70	63	70	75	76								
2.68	-52	53																																								

SISMO Nº 24

22.FEV.76

LOVE

(Componente Transversal)

ESTAÇÃO: BDF

DISTÂNCIA: 1.864,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

SISMO Nº 31

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

01.SET.77

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 4.024,1km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.28	35	34	41	44	43	48	60	63	63	67	73	75	74	73	70	65	70	74	77	80	82	80	78	77	81	88	93	95	96	98	98	97	95	88	86	93	96	95	92	85	77				
4.24	41	41	42	46	45	53	62	63	55	66	73	75	73	72	69	57	70	75	72	81	81	79	76	79	82	89	93	95	96	98	98	97	95	87	84	92	96	95	92	85	78				
4.20	43	47	49	52	55	60	65	65	60	69	74	75	71	70	69	62	72	77	79	81	80	76	74	80	84	83	93	96	97	98	98	97	94	86	82	92	96	95	92	85	78				
4.16	45	51	55	59	62	66	69	69	70	74	76	75	68	67	71	70	75	79	80	82	80	74	71	80	85	93	94	96	97	99	98	97	94	86	81	92	96	96	92	86	79				
4.12	47	54	60	63	67	71	73	74	75	77	78	76	67	67	73	74	78	80	81	82	80	74	71	81	86	90	94	97	98	99	98	97	94	86	82	92	96	96	92	86	79				
4.08	49	56	62	67	71	74	77	78	79	81	81	78	72	72	75	77	80	81	82	82	80	75	74	82	86	90	94	97	98	99	98	97	94	87	84	92	96	96	92	86	79				
4.04	-50	58	64	69	74	77	80	81	82	83	83	81	77	77	78	80	81	82	83	82	80	78	77	82	86	90	94	97	98	99	98	97	94	88	86	92	96	96	92	86	79				
4.00	50	53	65	71	75	79	82	83	84	85	85	83	80	80	80	81	82	83	83	82	81	79	79	83	86	90	94	97	98	99	98	97	94	89	88	93	96	96	93	87	80				
3.96	49	58	65	71	75	79	83	84	85	86	86	84	82	81	81	82	83	83	82	82	80	80	81	83	86	90	94	97	98	99	98	97	94	89	89	93	96	96	93	87	80				
3.92	48	57	64	70	75	79	82	84	85	86	86	85	83	82	81	82	83	83	82	81	80	81	81	83	85	89	94	97	98	98	97	96	94	90	90	93	96	96	93	87	80				
3.88	46	55	62	68	73	77	81	82	84	85	86	85	83	81	80	81	83	82	81	79	79	81	82	83	84	89	93	97	97	98	97	96	94	90	91	93	96	96	93	87	80				
3.84	43	51	58	64	70	74	78	80	81	83	84	84	82	79	78	80	82	82	79	76	77	80	82	82	83	89	93	97	97	98	97	96	94	90	91	93	96	96	93	87	80				
3.80	38	47	54	60	65	71	75	76	77	80	82	83	80	76	73	78	81	81	78	72	74	80	82	81	78	87	93	96	96	97	95	95	93	90	91	94	96	96	93	87	81				
3.76	38	45	48	53	60	66	70	69	67	75	80	81	79	73	63	77	81	80	77	67	71	79	82	80	68	86	93	95	95	96	95	94	92	89	92	94	97	96	93	87	81				
3.72	-42	39	32	46	56	63	67	66	56	71	77	79	78	74	70	76	80	79	77	70	72	80	82	81	72	87	93	95	95	94	94	93	91	88	92	95	97	96	93	87	81				
3.68	41	39	45	47	53	61	65	67	68	71	76	78	77	76	74	76	78	78	77	73	74	80	83	83	81	88	93	94	93	93	93	90	86	92	95	97	96	93	87	81					
3.64	40	46	43	40	52	60	66	68	69	71	74	76	76	76	75	76	77	77	76	74	75	81	84	85	85	89	93	94	92	91	91	92	88	84	92	95	97	96	93	87	82				
3.60	45	46	44	47	55	61	66	67	67	68	71	74	74	75	75	76	76	75	73	75	82	86	87	88	91	93	93	93	93	93	90	87	81	92	95	97	96	93	87	82					
3.56	-46	47	52	53	58	62	65	64	62	61	67	70	72	73	73	73	73	74	73	67	75	83	87	89	90	92	93	93	93	93	90	88	84	89	91	86	80	92	95	97	96	93	87	82	
3.52	45	-50	-52	-54	-58	61	64	63	59	51	64	66	67	71	72	69	69	74	74	63	77	85	89	91	91	93	93	93	92	92	92	90	88	84	89	91	87	82	92	95	97	96	92	87	82
3.48	43	49	45	43	55	60	63	64	62	61	62	58	59	69	71	66	64	74	76	75	81	87	90	92	93	93	93	92	92	92	90	88	84	89	91	89	86	93	96	97	96	92	86	82	
3.44	42	45	47	47	54	59	62	63	64	65	64	61	61	69	71	70	71	76	79	80	84	88	91	93	93	93	93	92	92	92	90	88	84	89	91	89	86	93	96	97	96	92	86	82	
3.40	47	51	54	55	55	57	58	61	65	66	66	67	67	71	73	74	76	78	81	84	86	90	92	93	94	94	93	91	91	87	84	89	92	92	90	94	96	97	96	92	86	82			
3.36	52	-55	-56	-56	56	53	40	59	64	66	67	69	70	73	74	76	78	80	83	86	88	91	92	-94	-94	94	92	90	87	87	90	93	93	92	94	96	96	94	95	96	97	95	91	84	80
3.32	-53	55	55	55	-57	58	60	62	64	64	64	69	72	-74	74	75	-78	81	84	87	89	-92	-93	93	93	93	92	89	87	89	91	94	94	93	95	96	97	95	91	81	82	80			
3.28	52	53	50	43	57	62	65	66	65	63	55	68	72	73	72	73	78	-82	84	-88	90	92	92	93	93	92	91	87	86	90	92	94	95	94	95	96	97	95	91	80	79				
3.24	51	-55	-56	-58	62	66	67	69	68	67	68	71	73	73	66	66	77	81	84	87	89	91	91	91	91	92	90	84	84	91	93	95	96	94	95	96	97	95	90	79	78				
3.20	50	55	61	63	65	68	70	70	70	71	72	74	74	74	69	68	76	79	83	86	88	90	91	91	91	91	91	89	82	83	92	94	96	96	94	94	95	96	95	90	77	78			
3.16	43	52	53	53	65	68	70	69	68	70	72	75	75	73	73	73	75	76	79	84	87	88	87	86	87	90	89	84	86	93	95	96	96	93	94	95	96	95	90	78	78				
3.12	-49	-52	56	59	62	65	67	66	61	61	70	74	76	76	75	74	72	70	73	82	84	86	84	81	84	87	90	88	89	94	96	96	96	93	93	94	96	95	91	80	79				
3.08	44	50	48	50	52	59	63	64	63	64	70	74	75	75	74	72	70	61	71	80	83	84	81	72	80	88	91	91	92	96	97	97	96	91	91	94	96	95	91	82	80				
3.04	30	41	48	43	43	51	60	63	65	67	72	74	75	74	72	69	70	70	74	80	82	82	79	73	79	89	92	93	94	96	97	95	95	93	88	93	96	95	91	84	82				
3.00	39	43	50	52	53	62	62	64	53	63	72	74	73	71	68	56	70	75	78	81	81	78	76	78	82	89	93	95	96	96	97	95	95	87	85	92	96	95	92	85	83				
2.96	52	58	60	62	64	64	69	70	69	72	75	75	69	67	69	68	74	78	80	82	80	74	71	80	84	89	93	96	97	97	97	95	94	86	81	92	96	95	92	87	83				
2.92	-56	63	67	71	74	76	78	79	80	80	80	78	71	71	75	76	79	81	82	82	80	75	73	81	86	90	94	97	98	97	97	95	94	86	83	92	96	96	93	87	84				
2.88	51	61	68	73	77	80	83	83	84	85	84	82	79	79	79	80	82	82	82	82	80																								

SISMO Nº 31

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: BDF

01.SET.77

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 4.024,1km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.2E	42	50	56	60	64	67	69	70	71	71	74	77	81	84	88	89	92	92	93	91	89	84	75	75	76	73	85	87	88	89	89	90	92	93	96	98	99	97	95	89	84	
4.24	46	52	58	63	67	70	73	75	76	77	75	81	84	87	90	91	93	93	93	92	89	85	78	77	79	82	86	88	89	89	89	90	92	94	96	98	99	97	95	90	84	
4.20	-47	-52	-58	-64	-69	-73	-75	-78	-80	-81	-83	-85	-87	-90	-91	-92	-93	-93	-93	-93	-92	89	85	78	77	79	82	86	88	89	89	89	90	92	94	96	98	99	97	95	90	84
4.1E	4E	52	57	63	-68	-73	77	80	82	84	86	87	88	90	92	92	92	93	93	92	90	87	84	82	83	85	87	89	90	90	90	91	93	94	96	98	99	97	95	90	84	
4.12	44	49	55	61	67	72	77	81	83	85	87	88	90	91	92	92	92	92	92	92	90	88	85	84	85	85	88	89	90	90	90	91	93	94	96	98	99	97	95	90	85	
4.08	39	44	50	56	65	71	77	-81	-84	-86	-88	-89	-90	-91	92	91	92	91	92	91	90	89	86	85	86	86	88	90	90	90	90	91	93	94	96	98	99	97	95	90	85	
4.04	32	36	43	52	61	69	75	80	84	86	88	89	90	90	91	90	90	90	90	90	90	89	87	86	86	88	90	90	90	90	91	93	94	96	98	99	97	95	90	85		
4.00	23	33	36	46	59	68	74	79	82	85	87	88	89	89	88	88	88	89	89	89	88	87	87	87	87	89	90	90	90	90	91	93	94	96	98	99	97	95	90	85		
3.9E	32	36	35	50	59	66	72	77	80	83	85	86	87	87	85	85	85	87	88	88	89	88	-87	-87	-87	-89	90	90	90	90	91	93	94	96	98	99	97	95	90	85		
3.92	38	39	44	53	-60	65	70	74	77	81	83	84	85	85	84	82	81	82	84	86	87	88	88	87	87	87	89	90	89	88	90	92	93	95	97	99	97	95	90	85		
3.8E	41	43	49	-55	59	63	67	70	71	75	79	81	82	82	81	78	75	77	81	84	85	87	87	86	86	86	89	90	89	87	86	89	91	92	94	97	98	97	95	90	84	
3.84	-42	46	-50	53	55	59	62	64	62	67	75	78	79	79	77	74	67	71	78	81	83	85	86	86	85	85	88	89	88	86	84	88	91	91	93	96	98	97	94	89	84	
3.80	42	46	49	46	46	52	58	61	58	60	71	75	76	75	73	72	65	67	74	77	80	84	85	85	83	84	88	89	88	84	81	87	90	90	92	96	98	96	94	89	84	
3.76	41	44	43	42	39	45	56	61	-63	-63	68	72	73	70	66	69	68	67	70	72	76	82	84	83	80	82	87	89	87	82	77	86	89	89	91	95	98	96	94	88	82	
3.72	40	39	39	-44	-44	47	56	-61	63	62	66	70	71	66	61	67	69	67	67	67	73	80	83	82	77	80	87	88	87	81	73	85	88	88	90	95	98	96	94	87	83	
3.68	39	39	39	38	42	50	-57	60	60	59	64	68	69	67	62	67	69	68	65	48	68	78	82	81	73	78	86	88	87	80	72	84	87	86	89	94	97	96	93	87	82	
3.64	38	40	32	-40	43	-51	56	57	57	53	60	66	68	-68	66	67	69	68	64	-55	64	76	81	81	76	79	86	88	87	86	81	76	83	86	84	87	94	97	96	93	86	81
3.60	38	38	41	39	-43	50	54	56	59	55	60	64	67	67	-67	68	70	68	64	54	63	75	81	82	80	81	86	88	86	83	79	83	85	81	85	93	97	96	93	85	80	
3.56	36	38	43	38	37	47	53	58	62	60	64	64	66	65	67	68	71	69	65	48	67	76	82	83	82	83	86	87	86	84	81	83	84	78	83	93	97	95	92	83	79	
3.52	30	37	40	-43	39	50	53	61	63	64	65	65	64	59	64	69	71	70	67	64	70	77	82	84	84	84	88	87	86	84	82	83	84	77	82	93	97	95	92	82	79	
3.48	29	36	35	43	48	53	58	-62	63	66	-65	65	61	49	62	69	72	72	70	70	72	79	83	85	85	85	87	86	89	83	-83	-83	84	81	85	93	97	95	92	80	78	
3.44	-32	33	32	39	-49	52	-57	62	-63	65	65	65	62	59	64	69	72	73	72	73	5	80	81	85	86	-85	85	86	86	-85	83	83	84	81	85	93	97	95	92	80	78	
3.40	30	27	24	35	47	50	57	59	63	62	63	63	64	64	67	70	72	-73	-73	-74	77	82	85	-86	-86	85	86	85	85	85	84	83	-84	83	87	93	97	95	92	78	77	
3.36	32	36	34	38	43	47	55	57	61	60	60	59	63	65	67	70	73	73	71	73	78	83	85	85	85	85	84	84	85	84	82	83	85	88	94	97	95	92	79	77		
3.32	34	36	41	39	39	43	52	57	56	55	47	55	59	63	67	69	73	72	66	71	79	83	85	85	85	84	83	81	83	84	83	81	83	84	78	83	93	97	95	92	81	78
3.2E	36	38	-42	42	46	49	50	56	54	53	51	53	53	53	65	69	73	72	66	74	80	84	85	84	84	83	82	78	81	84	83	78	83	87	91	95	97	96	92	82	79	
3.24	37	-42	42	-46	45	-50	50	53	-56	51	-53	-54	42	52	62	68	74	75	76	78	82	84	83	82	81	80	72	80	84	82	73	82	88	92	96	98	96	93	84	80		
3.20	37	41	-42	43	43	42	49	44	54	-54	49	52	-52	-53	59	64	75	79	81	82	84	84	82	80	80	80	79	65	73	84	83	70	82	89	93	96	98	96	93	86	81	
3.1E	-37	31	36	31	36	36	43	43	43	46	52	52	48	52	-53	53	70	79	81	85	86	88	83	79	77	77	73	79	75	81	85	84	78	85	91	94	97	98	96	93	87	82
3.12	32	31	22	42	45	47	49	50	46	46	53	52	56	60	64	76	82	86	87	88	88	83	76	73	72	77	81	89	83	86	85	83	87	91	95	97	98	96	94	88	83	
3.0E	43	41	47	50	53	56	59	58	57	53	63	67	73	78	82	87	89	90	89	87	83	70	69	55	76	82	83	85	87	87	86	85	92	95	97	98	97	94	99	54		
3.04	45	52	57	59	63	65	66	65	64	67	71	76	81	84	87	90	91	91	91	88	83	70	70	70	78	84	86	87	88	88	88	91	93	96	98	98	97	95	89	84		
3.00	50	-56	-61	-65	68	71	73	75	76	77	79	81	84	87	89	90	92	92	92	91	89	85	78	76	78	81	86	87	88	89	89	90	92	93	96	98	98	97	95	90	85	
2.96	-54	-58	-63	-67	-71	-75	-80	-82	-83	-85	-86	-88	-90	-91	-92	-93	-93	-93	-92	89	87	83	81	82	84	87	89	89	90	90	91	93	94	96	98	98	97	95	90	85		
2.92	51	59	47	54	64	71	75	81	84	88	88	89	90	-91	91	91	91	91	91	90	88	86	84	85	86	88	89	90	90	90	90	91	93	94	96	98	98	97	95	90	85	
2.8E	47	47	46	50	52	67	74	79	82	85	87	88	89	89	89	88	88	88	89	89	89	87	86	86	87	89	90	90	90	90	90	91	93	94	96	98	98	97	95	90	85	
2.84	43	4																																								

SISMO Nº 31

LOVE

ESTAÇÃO: BDF

01.SET.77

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 4.024,1km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.28	31	42	49	56	59	61	59	53	56	64	67	67	72	77	31	83	85	88	88	87	87	86	85	80	82	88	91	92	92	90	91	93	92	93	95	98	99	97	95	92	89
4.24	40	47	53	58	61	61	58	57	62	68	71	74	77	80	83	86	87	89	90	89	89	88	87	83	84	89	92	93	93	91	92	94	93	94	95	98	99	98	95	92	90
4.20	45	52	57	61	62	60	51	58	67	72	75	78	81	83	85	87	89	90	91	90	90	89	88	86	86	90	92	93	93	62	93	94	94	95	96	98	99	98	95	93	90
4.16	48	55	60	63	65	63	60	65	71	75	78	81	83	85	87	88	90	91	91	91	91	90	89	88	88	90	92	93	94	93	94	95	95	95	96	98	99	98	95	93	90
4.12	51	58	63	66	68	68	68	71	75	78	81	83	85	86	88	89	90	91	92	92	92	91	90	89	89	91	92	93	94	94	95	95	95	96	96	98	99	98	95	93	90
4.08	53	60	64	68	70	71	73	74	77	82	82	85	86	87	88	89	90	91	92	92	93	91	91	90	90	91	92	93	94	94	95	95	96	96	98	99	98	96	93	90	
4.04	54	61	65	69	71	73	75	76	79	82	84	86	87	87	88	89	90	92	92	93	92	92	91	90	91	92	93	94	94	95	95	96	96	98	99	98	96	93	90		
4.00	54	61	65	69	71	72	74	76	79	82	84	86	87	86	87	88	90	91	92	93	92	92	91	90	91	91	92	93	94	95	96	96	96	96	98	99	98	96	93	90	
3.96	53	60	64	68	70	70	72	74	78	82	84	85	86	85	84	85	86	88	90	91	93	92	92	91	90	90	90	91	94	95	97	97	96	96	96	98	99	98	96	93	90
3.92	51	58	62	66	68	67	66	70	76	81	83	84	84	82	81	82	83	86	89	90	92	91	92	90	89	90	90	91	93	95	97	97	96	96	95	97	99	98	96	93	90
3.88	47	54	59	62	64	64	55	65	74	79	82	83	82	79	77	77	79	83	87	89	91	91	91	90	88	88	88	89	93	95	97	97	96	96	95	97	99	98	96	93	90
3.84	43	49	54	58	62	63	63	67	73	77	80	81	79	75	72	70	74	80	84	87	90	90	90	89	87	87	87	88	92	95	97	97	95	94	94	97	98	98	95	93	91
3.80	38	39	44	53	59	62	65	67	71	75	78	79	77	69	67	61	67	76	82	85	88	89	89	87	85	86	85	85	91	95	97	97	95	93	93	96	98	97	95	93	90
3.76	36	37	41	50	58	61	62	63	69	73	76	78	75	63	63	63	63	71	78	83	86	87	87	85	82	84	82	81	90	94	97	97	94	92	92	96	98	97	95	92	90
3.72	37	42	46	51	57	58	56	53	65	72	75	77	74	65	64	65	62	65	74	80	85	85	86	83	78	82	81	75	89	94	97	96	94	91	91	95	98	97	94	92	90
3.68	33	36	46	52	56	57	57	57	64	73	74	76	75	70	68	66	60	54	70	78	82	84	84	80	72	81	80	73	89	94	96	96	93	89	89	95	97	97	94	91	90
3.64	34	40	47	53	55	58	61	61	63	68	72	75	75	73	70	66	61	56	68	75	80	82	83	79	62	81	82	80	89	94	96	95	92	86	87	94	97	96	93	91	90
3.60	43	46	50	53	55	58	61	60	60	66	71	74	76	74	72	68	63	62	68	73	77	80	82	80	73	81	83	84	90	94	96	95	92	83	85	94	97	96	92	90	90
3.56	45	48	49	43	53	56	58	51	62	69	74	76	75	74	70	63	63	69	71	73	77	82	81	78	83	85	87	91	94	96	95	91	82	83	93	97	96	92	89	89	
3.52	44	47	46	37	48	54	57	59	58	64	69	73	75	76	75	71	57	64	70	70	64	76	81	82	81	81	86	88	92	94	95	94	91	83	84	93	96	95	91	87	89
3.48	42	46	47	47	50	51	57	62	64	67	69	72	74	76	73	65	69	73	72	64	75	81	82	83	86	88	92	94	95	94	91	83	84	93	96	95	91	87	89		
3.44	42	46	50	50	45	42	58	64	67	68	67	67	73	77	78	76	73	74	75	74	73	76	81	83	84	87	89	90	92	93	94	93	90	86	86	93	96	95	88	84	89
3.40	36	46	52	54	54	55	62	67	70	73	67	62	74	79	80	80	78	78	79	77	77	78	81	82	84	87	89	91	92	93	93	93	90	87	88	93	96	95	87	82	89
3.36	44	50	54	57	60	62	67	70	72	73	72	74	77	80	82	83	82	81	81	80	79	78	80	81	84	88	90	91	92	92	93	93	90	87	88	93	96	95	87	82	89
3.32	51	54	55	58	62	65	65	71	77	75	76	78	81	82	84	84	84	83	81	81	78	77	78	83	83	90	91	92	91	91	91	91	88	87	89	94	96	94	87	80	89
3.28	52	53	45	52	64	61	61	62	72	76	77	79	81	83	84	85	85	84	82	81	78	74	75	82	87	90	91	91	90	90	90	86	86	90	95	97	95	88	83	89	
3.24	54	56	56	58	61	61	59	63	70	74	76	78	81	82	84	85	85	84	82	81	78	71	72	82	87	90	91	90	87	89	89	84	84	90	95	97	95	19	85	89	
3.20	57	59	62	62	63	61	59	63	69	71	72	74	78	80	82	83	84	85	84	80	88	78	75	81	87	90	91	90	84	87	89	82	83	91	95	97	95	91	87	90	
3.16	57	60	61	62	63	64	66	67	68	67	63	65	72	76	79	80	82	84	82	77	78	79	79	78	80	86	90	91	89	78	86	89	85	87	93	96	98	96	92	89	90
3.12	55	57	55	52	59	63	66	66	65	65	62	61	68	73	73	74	79	83	82	71	76	80	80	77	79	86	90	91	89	74	86	89	85	87	93	96	98	96	93	91	90
3.08	51	54	53	53	57	60	63	62	61	63	64	63	65	71	73	64	79	84	83	77	80	82	81	74	75	86	90	91	89	83	87	90	88	90	93	97	98	97	94	92	91
3.04	47	50	50	56	60	61	60	54	52	62	62	63	65	74	77	79	83	86	86	84	84	85	83	76	78	87	91	92	91	87	90	92	91	92	94	97	99	97	95	92	91
3.00	50	52	54	59	63	63	61	57	62	67	71	73	76	80	83	85	87	88	89	88	87	86	83	84	89	91	92	92	91	92	93	93	94	95	98	99	98	95	93	91	
2.96	52	61	65	67	68	67	62	63	70	74	77	80	82	84	86	88	89	90	91	90	91	89	89	87	87	90	92	93	93	94	95	98	99	98	95	93	91				
2.92	61	67	70	73	74	74	75	77	80	82	84	86	88	89	90	91	91	92	91	91	90	89	89	87	87	90	92	93	93	94	95	98	99	98	95	93	91				
2.88	64	69	72	74	75	75	76	77	79	82	84	86	88	89	90	91	91	92	91	91	90	89	89	87	87	90	92	93	94	94	95	96	95	96	96	98	99	98	96	94	92
2.84	62	66	69	70	71	70	68	69	76	81	82	84	86	88	89	90</																									

SISMO Nº 48

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: RDJ

21.AGO.78

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 2.609,8km

Velocidade de Grupo (km/s.)

3.99	43	53	58	64	69	72	75	78	77-77	75	75	75	76	80	84	86	87	87	86	85	84	85	85	87	89	89	88	87	86	85	84	83	84	80	59	78	81	81	78	77	
3.95	44	53	57	62	67	71	74	77	77	77	76	76	76	78	81-84	86	87	87	86	87	87	88	89	89-88	88	88	88	86	85	84	84	84	80	61	78	81	81	78	77		
3.90	44	52	55	57	64	69	72	75	76	76	77	77	78	80	82	84	86	86	87	88	88	88	89	89	90	90	89	88	87	86-85	84	84	84	80	68	79	81	81	79	77	
3.87	46	51	52	51	61	67	70	73	74	75-77	78	79	81	82	83	85	85	87	89	89	89	90	90	90	90	89	88	87	86	85	84	84	80	71	79	81	81	79	77		
3.82	48	50	49	40	58	65	68	70	71	73	76	79	80	82-82	83	84	84	86	89	91	90	91	91	90	89	88	87	85	85	84	84	84	81	74	79	81	81	75	78		
3.79	50	50	51	51	58	64	68	67	67	71	76-79	81-82	82	83	84	82	86	90	92	92	92	92	91	90	89	88	87	85	84	84-84	85	81	75	80	81	81	79	78			
3.75	51	52	54	56	60	62	65	64	57	67	75	79-81	82	81	82	82	79	85	90	93	93	94	93	92	90	89	87	87	85	84	83	84	85	81	77	80	81-81	79	78		
3.71	-51-54	-55	-57	-60	60	62	61	53	64	74	79	80	81	80	82	82	72	84	91	94	94	95	94	92	90	88	87	87	85	83	83	84	85	82	79	81	81	81-79	78		
3.67	50	54	55	-57	60	59	59	60	60	65	74	79	80	79	77	81	82	73	85	92	95	95	95	94	92	90	88	86	84	83	82	84	85	82	80	81	82	81	79	78	
3.63	47	51	54	57	59	58	54	57-62	68	75	79	80	77	74	81	83	79	86	93	96	96	96	95	92	90	87	85	86	84	82	82	83	85	83	81	81	82	81	79-78		
3.59	42	45	51	56	57	58	51	50	62	69	76	80	80	76	70	82	85	84	89	94	96	96	97	95	93	89	86	85	85	83	81	81	83	85	83	82	82	82	81	79	78
3.55	37	40	50	54	55	56-53	45	62	71	77	81	81	78	75	83	86	87	91	95	97	97	97	95	93	89	84	83	82	81	80	80	83	85	84	83	82	82	81	79	78	
3.51	42	45	50	53	54	50	51	55	68	74	76	82	83	82	81	75	88	89	92	96	98	97	96	96	92	88	82	82	84	82	78	79	83	86	84	83	83-82	80	78	78	
3.47	44-46	-50	52	55	48	45	54	59	76	81	84	82	83	81	87	87	89	91	94	96	98	98	98	96	92	88	80	81	84	81	76	78	83	86	85	84	83	82	80	78	78
3.43	-45	45	48	51	56	57	58	63	72	79	83	85	86	87	87	88	90	92	95	97	98	98	98	96	92	87	77	79	83	81	74	77	83	86	85	84	83	82	80	78	78
3.39	43	45	42	48	56	61	65	70	76	81	85	87	88	89	89	89-91	92	95	97	99	98	98	98	95	92	87	74	78	83	81	72	76	83	86	85	85	84	82	80	77	78
3.35	39	45	42	44	57	64	66	74	78	83	86	88	89	90-89	89	91-92	96	98	99	98	97	95	91	86	74	78	82	81	73	76	83	86	86	85	84	82	79	77	77		
3.31	37	45	48	52	60	66	71	76	80	84	87-88	89-90	89	89	89	90	92	96	98	99	97	97	95	91	86	77	78	82	81	75	77	83	86	86	86	84	81	75	76	77	
3.27	42	47	52	57	62	67	72	77	81	84	87	88	85	89	89	88	91	95	98	98	97	96	94	91	86	80	75	82	81	77	78	83	86	86	86	84	81	78	76	77	
3.23	47	51	54	-58	-62	67	-72	-76	-81	84	86	87	88	88	87	85	84	90	95	97	98	96	95	93	90	86	81	80	82	81	79	75	83	87	86	86	84	81	77	75	77
3.19	51	54	-55	56	61	66	71	77	80	83	85	86	86	87	86	83	75	89	95	97	97	95	94	92	89	86	82	81	82	81	80	80	83	87	88	86	84	81	76	74	76
3.15	54-56	55	48	49	53	71	76	78	80	83	84	82	84	85	85	83	78	89	94	96	96	94	92	90	88	86	83	81	82	82	81	81	84	87	87	86-84	81	75	72	76	
3.11	-54	53	52	53	58	64	72	75	75	77	80	82	76	79	85	85	86	90	94	95	95	92	90	89	87	86	83	82	82	82	82	84	87	87-86	84	80	74	71	76		
3.07	54	49	27	35	41	49	74	76	72	67	80	82	76	77	86	88	89	91	94	95	93	90	88	86	86	85	83	81	82	82	82	82	84	87	87	86	84	80	73	70	76
3.03	54-54	53	54	67	72	75	78	77	78	82	84	82	83	87	88	91	92	94	94	92	88	85	83	84	84	83	81	81	82	82	82	84	87	86	86	84	80	72	88	75	
2.99	51	52	-66	63	70	74	76	81	82	84	85	86	86	87	88	91	92	92	93	92	89	85	81	79	82	83	82	79	81	82	82	82	84	86	86	86	84	80	72	67	75
2.95	48	40	58	65	72	76	75	83	85	86	88	88	88	88	89	90-91	92	92	93	91	87	82	78	73	80	82	81	78	80	81	82	82	83	86	86	86	84	80	72	67	75
2.91	-50	53	63	-67	-70	-76	-80	-83	-86	-89	-92	-95	-98	-99	-91	91	91	91	92	89	88	78	74	61	78	81	79	75	79	81	81	81	83	86	86	86	84	80	73	69	75
2.87	47-51	60	65	70	75	76	83	86	88	89	89	88	89	89	89	90	90	90	90	88	82	74	73	66	77	80	78	68	79	81	80	79	83	86	86	85	84	80	74	70	75
2.83	45	52	58	61	65	71	76	81	84	87	87	87	86	87	87	88	88	89	86	80	66	72	72	77	80	78	80	78	77	82	86	85	85	83	80	75	22	75			
2.79	-48	51	53	46	56	66	72	78	82	85	85	83	82	84	84	82	84	87	88	88	78	55	72	74	77	80	78	71	79	80	77	75	82	85	85	84	81	80	76	73	75
2.75	47	51	51	50	57	60	63	70	80	83	82	76	73	81	81	75	79	85	86	84	78	68	72	75	78	81	80	77	80	80	75	72	81	85	84	83	82	80	77	74	75
2.71	-47-53	-57	59	61	60	64	73	79	82	81	75	71	79	79	74	77	85	82	77	71	73	75	78	82	82	80	82	81	76	72	81	85	83	82	82	81	78	75	76	76	
2.67	47	52	57	60	65	68	72	77	79	81	83	78	76	79	80	79	81	84	85	81	74	72	73	74	79	83	84	83	83	82	78	76	82	84	83	81	81	81	79	76	76
2.63	48	45	42	35	68	75	76	79	80	80	79	77-77	79	80	81	83	84	85	80	87	72	73	72	79	84	86	85	85	83	80	79	82	84	82	79	81	81	79	77	76	
2.59	48	53	59	64	71	75	77	80	80	77	74	74	75	76	79	82	85	85	80	66	73	72	68	81	85	87	87	86	84	82	81	83	84	81	76	80	81	80	77	76	
2.55	49	57	63	68	73	75	76	79	78	74	60	70	71	63	77	83	86	86	86	82	77	77	76	76	83	87	88	88	85>												

SISMO Nº 51

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: LPB

20.NOV.80

(Componente Vertical)

DISTÂNCIA: 3.512,1km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.07	47	50	56	62	67	72	77	80	83	82	78	75	78	80	78	76	79	81	82	79	69	65	73	71	80	87	89	89	88	85	89	90	93	96	96	94	91	94	90	83	86	
4.04	45	50	55	61	66	71	77	80	83	83	80	73	79	81	79	78	79	81	82	79	70	57	73	67	79	87	90	90	89	90	91	91	92	93	96	96	95	91	94	90	82	35
4.01	45	49	53	58	65	71	77	81	83	83	82	80	80	81	80	79	79	80	81	79	72	59	72	64	78	87	90	90	90	91	91	92	93	96	96	95	92	94	89	81	35	
3.98	42	47	50	52	61	70	77	80	83	84	83	81	81	82	81	80	79	80	81	79	75	72	73	68	79	88	91	91	92	92	92	92	93	96	97	95	92	94	89	79	85	
3.95	39	45	48	38	59	69	76	80	83	84	83	82	82	82	82	81	79	79	81	79	76	73	74	72	80	88	91	92	92	92	92	93	93	97	97	96	93	94	39	77	35	
3.92	32	43	47	47	59	69	76	80	83	84	83	82	82	82	82	81	78	77	81	80	79	75	75	75	82	89	92	93	93	93	93	93	94	97	97	96	93	94	89	74	85	
3.89	35	44	48	55	62	69	76	80	83	83	82	81	81	82	82	81	77	75	81	81	79	76	77	83	89	92	93	94	94	93	94	94	97	97	96	93	94	88	70	85		
3.86	41	46	49	57	64	70	76	79	82	83	81	80	80	82	82	80	75	73	81	81	80	77	76	79	83	89	92	93	94	94	93	94	94	97	97	96	93	94	88	70	85	
3.83	44	48	52	59	65	70	76	79	81	82	80	78	76	81	82	80	74	70	81	82	80	77	77	81	86	91	94	95	95	95	94	94	95	97	97	96	93	94	88	67	35	
3.80	44	48	53	59	65	69	75	73	80	81	78	73	76	81	82	80	74	72	81	82	81	77	77	82	88	92	94	95	96	95	94	94	95	97	97	96	93	94	88	73	35	
3.77	43	46	53	59	64	69	74	77	79	80	77	66	74	80	82	81	76	75	82	83	81	77	77	83	89	93	95	96	96	95	94	94	95	97	97	96	94	94	88	73	35	
3.74	39	43	51	57	62	66	71	75	78	79	77	69	74	80	82	82	79	78	83	83	81	73	77	84	90	93	95	96	96	96	95	95	95	97	97	96	95	94	89	78	85	
3.71	34	37	48	54	60	64	68	72	76	78	77	74	76	80	82	82	81	81	84	84	82	73	77	86	91	94	96	96	97	96	95	95	95	97	97	96	95	94	89	78	85	
3.68	33	27	45	51	57	63	64	69	74	77	78	77	77	80	81	83	83	83	85	85	85	32	74	79	87	92	95	96	97	97	95	95	95	97	96	95	96	94	89	81	35	
3.65	32	21	45	49	54	55	57	65	72	76	78	78	78	79	81	83	86	87	88	88	84	77	86	93	95	96	97	97	97	95	95	95	97	96	95	96	94	90	82	86		
3.62	29	28	46	49	52	50	44	60	70	76	78	79	79	78	80	84	86	87	88	88	88	88	88	90	92	95	96	97	97	96	94	94	95	97	96	96	96	95	90	84	36	
3.59	25	28	47	51	53	50	39	54	69	75	78	79	78	75	78	84	86	87	88	87	86	85	87	91	95	96	97	97	97	95	94	94	95	97	96	97	96	95	91	85	37	
3.56	37	39	50	54	56	53	45	58	69	75	78	79	78	69	77	84	87	87	88	88	88	88	90	92	95	96	97	97	97	95	94	94	95	97	96	97	96	95	91	86	87	
3.53	44	47	53	57	59	58	58	63	71	76	78	80	78	69	78	85	88	88	88	88	88	88	90	92	95	96	97	97	96	95	93	93	94	96	97	98	97	95	92	87	37	
3.50	48	52	56	60	63	63	65	63	73	76	78	80	80	77	81	86	88	87	87	88	88	90	92	93	95	96	97	97	96	96	94	91	92	94	96	97	98	97	96	92	88	88
3.47	49	55	59	63	66	67	69	70	73	75	78	81	81	81	83	87	88	87	86	88	91	93	94	95	97	97	96	96	94	91	92	94	96	97	98	97	96	93	88	38		
3.44	47	56	62	66	69	70	72	72	72	73	77	82	83	84	86	88	88	86	83	88	92	94	95	96	97	97	96	96	93	90	91	94	96	98	98	97	96	93	89	88		
3.41	43	57	64	68	71	72	74	73	69	69	76	82	85	86	87	89	88	84	77	86	93	95	96	96	97	96	95	94	91	87	88	53	96	98	99	98	96	94	90	39		
3.38	53	61	67	70	72	73	75	74	71	67	77	83	86	87	88	90	89	84	74	79	94	96	97	97	96	95	94	94	91	84	86	92	95	92	99	98	97	94	91	89		
3.35	60	65	69	71	72	72	75	75	75	75	79	83	86	88	89	90	90	86	83	90	95	97	97	97	96	94	93	93	90	82	84	92	95	98	99	98	97	94	91	89		
3.32	64	68	70	71	69	67	74	75	73	73	80	84	86	88	89	91	90	88	88	92	95	97	97	97	96	94	93	93	90	82	84	92	95	98	99	98	97	94	91	89		
3.29	66	69	71	71	65	62	74	78	79	80	81	83	86	88	89	91	91	90	91	93	96	98	98	96	93	92	92	92	89	79	83	91	95	98	99	98	97	94	91	70		
3.26	67	70	73	73	71	71	76	79	80	80	81	84	87	88	90	92	92	92	93	95	95	93	98	95	94	90	89	91	91	88	80	81	90	94	97	99	98	97	95	92	90	
3.23	66	71	74	75	76	75	78	79	79	79	77	78	82	85	87	89	92	93	95	95	97	98	97	96	93	88	87	89	90	87	81	82	90	94	97	99	98	97	95	92	90	
3.20	65	71	75	77	78	78	79	78	77	76	72	71	79	83	84	87	91	93	95	95	96	97	97	95	92	84	84	86	89	87	83	83	89	94	97	98	98	97	95	92	90	
3.17	65	71	75	77	78	77	78	76	74	74	69	66	78	81	80	85	91	94	96	96	96	97	96	94	91	81	82	87	88	86	83	83	89	94	97	98	98	97	95	92	90	
3.14	66	71	74	75	75	76	77	74	67	72	74	74	78	79	79	83	90	92	95	95	95	96	96	94	90	80	80	86	87	86	83	84	89	93	96	98	97	97	95	92	90	
3.11	67	71	73	73	69	77	77	74	65	74	77	78	80	81	74	83	90	93	95	94	94	95	95	93	90	82	80	85	86	85	83	84	89	93	96	97	97	97	95	92	90	
3.08	68	72	74	72	64	73	78	78	76	78	80	81	81	82	81	85	90	92	94	93	92	93	93	92	90	84	82	84	85	84	82	83	88	93	95	97	97	97	95	92	90	
3.05	70	73	76	76	76	77	81	81	81	81	81	81	82	83	84	87	90	92	92	91	91	91	91	91	90	85	93	83	83	83	80	82	88	92	95	96	96	94	91	90		
3.02	70	77	77	79	80	81	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
2.99	68	73	76	79	81	83	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	
2.96	64	69	74	77	79	81	83	84	84	81	75	70	80	84	86	87	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	
2.93	59	64	68	72	75	77	80	82	83	81	76	72	74	83	81	85	86	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	
2.90	56	55	58	63	69	74	79	82	82	78	77	78	81	82	82	84	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	
2.87	55	55	56	62	66	61	62	77	82	82	79	76	77	79	79	76																										

SISMO Nº 51

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: LPB

20.NOV.80

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 3.512,1km

Velocidade de Grupo (km/s.)

4.07	37	46	52	56	61	64	67	71	73	75	76	76	76	79	80	80	81	84	86	85	82	79	75	64	77	69	66	73	70	79	87	89	89	88	85	90	91	91	94	91	89
4.04	36	46	51	55	61	64	67	71	73	75	76	75	76	79	79	77	78	84	86	85	82	79	75	62	77	72	59	73	64	78	87	90	90	90	90	91	91	92	94	90	89
4.01	34	45	49	54	60	62	66	70	72	74	75	74	76	79	79	75	75	83	86	85	83	80	76	68	78	75	72	73	68	79	88	91	91	91	92	92	92	92	94	90	89
3.98	31	42	47	52	57	59	63	69	72	74	72	70	75	80	79	74	73	83	86	86	84	80	76	73	79	77	74	74	73	81	88	91	92	93	93	92	93	93	93	90	89
3.95	29	40	46	51	55	54	60	63	72	74	70	65	75	80	80	76	76	83	86	86	84	80	76	73	79	77	74	74	73	81	88	91	92	93	93	92	93	93	93	90	89
3.92	25	38	44	50	53	47	56	67	72	74	70	62	75	80	80	78	78	83	86	86	84	81	78	77	81	80	77	77	79	85	90	93	94	94	94	94	94	94	94	93	89
3.89	19	38	44	50	53	53	58	68	73	74	72	70	77	81	81	81	84	86	85	84	81	78	77	81	80	77	77	79	85	90	93	94	94	94	94	94	94	94	94	93	89
3.86	18	40	44	50	54	58	62	69	73	75	75	74	78	81	82	82	83	84	86	86	84	81	79	80	83	81	77	77	81	87	91	94	95	95	95	94	94	94	92	83	
3.83	28	40	44	50	55	61	66	71	74	76	77	77	79	82	82	83	84	85	86	85	84	81	79	81	84	81	75	77	84	90	93	95	96	96	95	95	94	92	87		
3.80	33	37	42	48	57	63	68	72	75	77	79	78	80	82	83	84	85	85	86	85	85	86	85	83	80	78	82	83	82	83	86	91	94	96	96	95	95	94	91	86	
3.77	36	31	35	47	58	64	69	73	76	78	79	79	80	82	83	84	85	85	85	84	82	79	77	82	86	83	77	81	88	93	95	96	97	97	96	95	95	91	85		
3.74	39	36	38	49	60	65	70	74	76	78	80	80	80	82	82	84	85	85	85	84	82	79	77	82	86	83	77	81	88	93	95	96	97	97	96	95	95	91	85		
3.71	40	44	48	54	62	66	70	74	76	78	80	80	80	82	82	84	85	85	85	84	82	79	77	82	86	83	77	81	88	93	95	96	97	97	96	95	94	91	86		
3.68	42	48	53	57	64	67	70	73	74	77	79	79	78	80	80	83	85	84	84	82	81	75	73	75	88	89	89	91	93	96	97	97	97	96	95	96	94	89			
3.65	44	51	56	60	65	67	70	72	72	75	78	79	77	75	79	83	84	83	83	81	80	75	75	86	89	92	92	91	95	96	97	97	97	96	95	96	94	89			
3.62	46	52	57	60	65	67	69	69	68	73	78	78	75	69	77	82	83	82	81	79	70	78	79	81	90	92	93	95	95	97	97	96	96	95	92	95	96	94	88		
3.59	48	53	57	59	64	67	69	67	50	72	77	77	74	62	76	81	82	81	79	77	80	81	82	88	91	93	95	96	96	97	96	95	95	94	92	95	95	94	88		
3.56	50	52	55	56	61	67	70	69	65	72	77	77	76	72	77	80	81	80	77	73	31	33	35	84	92	91	95	97	97	97	95	94	94	91	95	96	94	88			
3.53	51	52	52	43	59	67	71	72	71	74	77	78	77	76	77	79	79	79	76	66	81	85	87	90	93	95	97	97	97	96	94	95	93	94	93	95	95	94	88		
3.50	50	53	54	55	62	69	72	74	74	75	77	79	79	78	78	77	78	76	70	32	87	90	92	93	95	97	98	96	95	92	95	96	94	93	95	96	94	89			
3.47	48	53	57	61	66	71	74	76	76	77	78	80	80	80	80	80	80	78	76	75	78	74	78	81	93	90	92	94	97	98	98	95	94	93	95	96	94	89			
3.44	36	52	60	65	70	73	75	76	76	73	75	78	80	81	78	73	70	78	80	81	85	90	91	93	94	97	98	98	95	94	93	96	96	94	93	95	96	94	89		
3.41	47	55	63	68	72	74	76	77	74	67	72	79	81	82	79	73	68	78	82	84	89	91	92	94	95	95	97	97	95	91	94	96	96	93	92	94	96	95	91		
3.38	55	61	66	69	73	74	76	77	75	67	73	78	82	82	80	76	74	80	84	85	90	92	93	94	97	97	97	95	93	93	96	96	94	92	94	96	95	91	83		
3.35	60	64	68	70	72	73	76	78	77	77	81	83	83	80	78	78	82	86	88	91	93	93	95	95	96	96	94	90	94	96	96	93	91	94	96	95	91	86			
3.32	63	66	69	69	68	70	75	78	78	78	80	82	83	83	80	79	80	84	87	89	91	93	93	95	95	96	96	94	90	94	96	96	93	91	94	96	95	91	86		
3.29	65	68	69	67	57	61	71	78	79	80	82	83	83	80	79	80	84	87	89	91	93	93	95	95	95	95	93	93	96	97	95	91	89	94	96	95	92	88			
3.26	66	69	70	69	66	68	73	77	79	81	83	83	83	82	77	83	87	90	91	92	94	94	94	93	94	94	96	95	95	94	97	95	89	86	93	96	96	93	90		
3.23	67	70	71	71	69	69	72	75	77	81	83	83	83	82	75	84	88	90	91	93	93	93	92	93	94	94	96	95	95	94	97	95	89	86	93	96	96	93	90		
3.20	67	70	72	71	69	64	64	63	71	78	81	82	82	83	80	82	87	90	91	91	91	91	92	92	92	94	90	93	96	97	95	95	97	95	87	83	93	96	95	91	
3.17	67	70	72	71	69	64	64	63	71	78	81	82	82	83	80	82	87	90	91	91	91	91	92	92	92	94	90	93	96	97	95	95	97	95	87	82	93	96	95	91	
3.14	65	66	70	70	66	52	61	59	73	76	79	79	81	84	85	86	88	90	90	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89		
3.11	62	66	70	70	67	62	66	70	73	76	77	74	77	84	86	88	90	90	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89		
3.08	53	64	70	71	72	70	72	74	76	77	75	71	78	85	87	90	90	88	85	85	89	88	88	83	77	90	95	97	97	96	97	95	90	87	93	97	97	96	93		
3.05	58	65	70	73	74	71	75	77	77	78	77	74	60	86	89	90	91	79	87	81	81	85	87	87	83	78	89	95	97	97	96	97	95	90	87	93	97	97	96		
3.02	64	67	71	73	75	75	75	77	77	78	77	74	60	86	89	90	91	79	87	81	81	85	87	87	83	78	89	95	97	97	96	97	95	90	87	93	97	97	96		
2.99	64	67	70	72	74	73	73	75	76	79	81	81	81	87	89	91	91	89	85	76	76	83	85	86	84	83	89	95	97	97	96	97	95	90	87	93	97	97	96		
2.96	59	63	66	69	70	69	67	70	73	77	80	81	83	86	88	90	90	88	85	75	70	77	82	85	85	87	90	94	96	96	95	97	96	93	92	95	97	97	96		
2.93	47	55	60	64	66	64	57	59	63	75	79	79	81	84	87	90	90	88	85	77	59	73	81	84	85	87	90	93	95	96	95	97	96	93	92	95	97	97	96		
2.90	48	44	51	60	64	62	52	52	65	73	77	76	76	81	85	88	89	87	85	78	57	71	79	83	84	87	90	92	94	95	95	97	96	93	92	95	97	97	96		
2.87	54	53	56	61	64	62	57	59	63	75	72	59	73	84	87	90	90	88	85	78	57	71	79	83	84	87	90	92	94	95	95	97	96	93	92	95	97	97	96		
2.84	57	58	61	63	65	65	67	71	74	75	73	70	74	82	85	86	86	85	81	75	76	77	79	81	86	88	90	91	94	94	97	94	91	91	95	97					

20.NOV.80

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 3.512,1km

Velocidade de Grupo (km/s.)

	DISTANCIA: 3.512, 1K																																								
4.07	36	35	43	51	57	62	64	64	64	63	62	58	58	65	65	71	75	78	77	78	77	77	88	90	87	80	93	56	97	94	91	90	91	94	94	97	97	97	93	83	35
4.04	35	38	46	52	58	61	64	64	63	63	62	60	61	66	68	71	74	76	75	76	75	74	87	91	88	84	93	56	97	94	91	90	91	93	94	97	97	97	92	87	36
4.01	34	40	48	52	58	61	62	63	61	63	62	62	63	68	69	72	73	75	73	75	75	73	88	91	89	87	94	56	96	93	88	89	90	92	94	97	97	97	92	87	36
3.98	33	41	50	53	58	63	60	61	61	63	63	64	66	69	70	72	72	74	69	73	77	78	88	92	91	90	94	56	96	92	86	87	89	92	93	96	97	96	92	86	35
3.95	33	42	50	53	58	60	59	60	52	61	64	65	68	73	71	71	71	73	66	74	73	81	89	92	91	90	94	56	96	92	86	87	89	92	93	96	97	96	91	85	35
3.92	34	43	49	53	57	59	58	58	47	61	65	67	69	71	71	71	70	73	68	75	81	81	90	93	93	93	95	56	96	91	83	85	88	90	93	96	97	96	91	84	35
3.89	35	44	49	52	54	57	59	57	54	62	67	68	70	71	71	70	68	74	73	78	84	86	91	94	94	94	95	56	95	90	80	84	86	89	92	96	96	96	91	83	84
3.86	37	45	48	51	51	56	59	58	57	63	68	70	70	71	71	69	66	75	76	81	85	92	94	95	95	96	96	56	95	90	83	84	86	89	92	96	96	96	91	83	84
3.83	40	46	47	48	45	53	52	59	60	65	69	71	70	71	71	67	65	77	80	84	88	90	93	93	96	96	96	56	95	90	75	82	84	87	91	95	96	96	90	82	83
3.80	42	47	48	45	32	50	57	60	62	66	70	71	70	70	72	69	70	78	83	86	91	92	94	96	96	96	96	56	95	90	75	82	84	87	91	95	96	96	90	82	83
3.77	43	47	50	45	38	49	55	60	63	66	70	71	69	73	73	72	74	81	85	83	91	93	95	96	97	97	97	56	94	89	77	81	81	84	90	95	96	96	90	78	83
3.74	45	47	51	49	47	50	50	58	63	67	71	71	67	69	73	77	79	84	87	90	92	94	96	97	97	97	97	56	94	89	79	80	80	83	89	94	96	96	90	72	33
3.71	46	48	52	53	52	51	28	57	64	66	72	71	62	78	77	60	83	86	88	92	95	95	97	97	97	97	97	56	94	89	79	80	80	83	89	94	96	96	90	72	33
3.68	46	50	52	54	55	54	52	58	65	70	73	73	67	74	80	83	85	89																							

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 29 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Periodo (s)

Fig. B-29

11. DEZ. 80

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: RDJ

DISTÂNCIA: 2.579,1km

(Componente Vertical)

Velocidade de Grupo (km/s.)

10 11 11 12 12 13 14 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 27 28 30 31 33 35 37 39 41 43 45 48 50 53 56 59 62 65 68 72 76 80

Periodo (s)

Fig. B-30

SISMO Nº 55

RAYLEIGH

ESTAÇÃO: RDJ

05.AGO.83

(Componente Radial)

DISTÂNCIA: 2.952,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

1.50	-34	48	53	60	66	70	71	73	77	78	80	84	87	87	84	81	81	87	92	94	94	93	95	96	96	94	90	88	90	94	96	98	98	96	94	91	92	90	73	86	39	
1.45	31	45	52	58	65	69	70	72	76	76	78	84	88	89	86	82	74	86	92	94	92	91	94	96	96	95	91	89	90	93	95	98	99	96	95	92	93	90	75	86	89	
1.42	37	50	51	58	64	67	67	71	75	72	75	85	89	90	88	83	70	87	93	93	90	88	94	96	96	95	91	89	90	92	95	98	99	97	95	93	93	90	75	86	89	
1.39	43	54	60	64	64	59	71	75	72	75	86	90	91	89	85	81	89	93	93	89	85	93	96	96	95	92	50	89	91	95	98	99	97	96	93	93	90	77	97	39		
1.34	48	52	59	63	66	65	63	74	78	78	81	88	92	93	91	88	87	90	94	93	83	81	93	95	96	95	92	90	89	90	94	98	99	97	96	94	94	90	80	87	89	
1.30	52	57	63	66	70	72	73	78	81	84	86	91	93	94	93	91	91	92	94	93	83	83	93	95	96	95	92	50	88	88	94	98	99	98	97	94	94	91	82	87	39	
1.26	54	60	65	68	73	75	77	81	84	87	89	93	95	96	95	94	93	94	95	94	90	86	93	95	95	95	92	50	87	87	93	98	99	98	97	95	94	91	84	83	39	
1.22	-54	-61	-66	70	75	78	81	84	87	90	92	94	96	97	96	96	95	95	96	95	91	89	93	95	95	94	92	90	85	84	93	98	99	98	97	95	95	92	86	80	90	
1.18	54	60	66	-70	-75	-80	82	86	89	91	93	96	97	98	97	97	97	96	96	95	93	91	93	94	94	94	92	89	84	81	93	97	99	98	98	96	95	92	87	89	90	
1.14	53	58	64	69	74	-80	-83	87	-90	-92	-94	-96	-97	-98	-98	98	98	97	97	96	94	93	93	94	93	93	91	89	84	80	93	97	99	98	98	96	95	92	87	89	90	
1.11	52	56	59	65	73	79	83	-87	90	92	94	96	97	98	98	-98	-98	-97	97	96	94	93	93	94	93	93	91	89	84	80	93	97	99	98	98	96	95	93	89	90	90	
1.08	51	53	50	58	70	73	52	86	89	91	92	94	96	97	97	98	98	97	96	95	95	94	93	92	91	90	90	87	87	93	97	98	98	98	97	96	94	91	91	90	90	
1.02	50	52	54	61	70	76	81	84	87	89	90	93	94	96	96	97	97	96	96	95	94	94	93	92	91	90	90	87	87	93	97	98	98	98	97	96	94	91	91	90	90	
1.00	49	53	58	-64	-70	75	78	81	83	85	87	89	91	93	94	95	96	95	94	94	94	93	92	90	87	86	88	90	88	89	94	97	98	98	98	97	96	94	92	91	91	
1.00	46	52	58	63	69	73	75	78	78	80	82	85	89	91	91	93	95	94	93	92	90	87	86	88	90	90	91	94	97	98	97	98	97	98	97	97	95	92	92	91	91	
1.00	43	49	55	60	66	70	72	71	70	74	74	78	86	87	86	90	93	92	90	89	91	92	91	88	83	79	87	90	91	92	94	97	97	98	97	97	95	93	92	91	91	
1.00	36	42	48	54	62	68	69	69	49	70	71	75	84	85	74	87	92	90	86	85	90	91	90	87	81	73	86	50	93	94	95	96	96	98	97	97	95	93	93	91	91	
1.00	37	27	43	50	59	66	70	72	70	74	78	80	85	85	79	87	91	88	81	81	83	89	89	86	81	74	85	91	93	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
1.00	42	42	47	44	55	65	71	75	77	80	82	85	87	88	87	89	90	87	79	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	
1.00	45	47	43	42	54	65	71	75	79	83	85	88	89	90	90	90	91	87	81	79	84	87	86	84	81	81	86	91	96	96	96	94	91	93	86	96	97	96	95	94	92	
1.00	47	48	48	50	56	65	70	76	81	85	87	90	91	92	92	92	92	91	87	82	80	83	85	84	82	81	81	86	91	96	96	96	94	91	93	86	96	97	96	95	94	92
1.00	-48	49	53	51	54	62	69	75	-81	-85	-88	-91	-92	93	93	92	-91	86	80	80	83	84	81	80	79	81	86	91	96	96	96	94	91	93	86	96	97	96	95	94	92	
1.00	46	51	54	53	43	61	67	75	80	84	88	90	92	-93	-94	-93	90	85	76	78	83	82	77	77	75	80	87	92	95	97	96	93	77	89	94	95	96	96	95	94	92	
1.00	47	52	54	56	58	-62	66	73	79	83	86	89	91	93	93	92	90	84	71	77	83	82	70	76	71	79	87	92	95	97	96	93	79	89	93	94	95	96	95	94	92	
1.00	-47	52	56	58	-60	58	58	70	76	80	82	85	88	92	92	92	89	84	77	80	84	82	69	77	75	81	88	92	95	97	96	93	79	89	93	94	95	96	95	94	92	
1.00	45	50	56	58	59	58	59	70	74	77	76	78	85	90	91	91	88	-85	82	84	85	84	78	80	81	84	89	92	95	97	96	94	89	90	92	91	94	95	94	93	92	
1.00	42	46	53	57	60	64	65	70	73	75	71	72	83	88	90	89	86	84	85	86	83	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	
1.00	34	37	49	54	-60	64	-66	68	72	74	76	79	84	88	88	86	82	83	87	89	90	89	88	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99	99	99	99	99	
1.00	33	43	48	52	58	59	62	62	70	73	78	81	85	87	87	84	68	82	89	91	92	92	91	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
1.00	38	48	49	51	42	47	54	56	64	70	76	81	85	87	87	85	82	85	90	93	94	93	92	92	91	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1.00	49	51	55	54	55	53	52	33	59	63	74	81	84	86	85	-85	85	87	91	94	95	95	95	94	93	91	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1.00	-50	54	59	60	61	64	64	65	62	67	70	82	84	85	82	-86	89	93	95	95	95	95	95	94	92	84	78	91	95	97	98	97	93	88	83	91	91	38	89	91		
1.00	46	54	59	64	67	69	72	73	76	79	83	85	84	75	77	86	89	93	95	95	95	95	95	94	92	84	78	91	95	97	98	97	93	88	83	91	91	38	89	91		
1.00	44	55	-60	-64	-69	-71	-72	-74	-77	-78	-80	83	86	88	81	80	84	89	93	95	95	95	95	95	94	92	84	78	91	95	97	98	97	93	88	83	91	91	38	89	91	
1.00	51	56	59	60	65	73	70	72	75	75	77	81	87	88	86	81	80	84	89	93	95	95	95	95	94	92	84	78	91	95	97	98	97	93	88	83	91	91	38	89	91	
1.00	56	57	55	57	64	69	71	71	75	75	78	86	90	91	89	83	87	90	84	94	90	82	92	96	95	94	91	89	89	91	98	99	97	95	93	93	93	93	93	93	93	
1.00	63	67	70	71	74	75	77	80	81	86	88	92	94	94	93	92	92	91	96	95	90	83	92	94	95	94	91	89	89	91	98	99	97	95	93	93	93	93	93	93	93	
1.00	-67	-69	-73	-75	-78	-81	-83	-86	-89	-91	-93	-95	-96	-97	-97	-96	-95	-94	-93	-92	-91	-90	-89	-88	-87	-86	-85	-84	-83	-82	-81	-80	-79	-78	-77	-76	-75	-74	-73	-72	-71	
2.00	63	66	69	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	93	95	96	97	98	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
2.00	58	62	64	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	96	97	98	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
2.00	56	58	59	63	69	73	75																																			

SISMO Nº 55

LOVE

ESTAÇÃO: RDJ

05.AGO.83

(Componente Transversal)

DISTÂNCIA: 2.952,4km

Velocidade de Grupo (km/s.)

1.10	44	51	56	60	63	66	68	70	72	74	75	76	77	78	79	80	82	83	83	83	78	67	78	84	87	88	89	88	80	84	93	97	96	94	91	95	98	97	95	90	84	
1.06	45	52	57	61	65	67	69	71	73	74	75	76	77	79	80	81	82	83	84	83	79	72	79	84	87	88	89	88	80	83	93	97	97	94	92	95	95	97	95	90	84	
1.02	46	53	58	62	66	68	70	71	73	74	75	76	77	79	80	81	82	83	84	84	80	76	80	84	86	88	89	88	80	83	93	97	97	94	92	95	95	97	95	90	84	
1.93	46	53	58	63	66	68	70	71	72	73	73	76	77	79	80	81	82	83	85	81	32	79	81	84	86	87	89	88	83	85	93	97	97	95	94	96	98	97	95	90	84	
3.93	46	53	58	63	66	69	69	70	71	72	72	75	76	78	80	81	81	83	85	86	83	81	82	84	86	87	89	88	84	86	94	97	97	95	94	96	98	97	95	90	84	
1.37	45	52	57	62	65	67	68	68	69	69	70	73	75	77	79	80	80	83	85	87	83	83	84	85	87	89	89	86	88	94	97	97	95	94	96	98	97	95	89	84		
3.93	43	51	56	61	64	66	67	66	66	67	67	70	73	76	79	79	78	82	85	87	83	84	84	86	88	89	87	89	94	97	97	96	95	97	99	97	94	89	84			
3.32	40	48	54	59	63	64	64	62	62	64	63	66	71	75	78	78	75	81	86	88	87	88	84	83	88	86	88	89	87	89	94	97	97	96	95	97	99	97	94	89	84	
3.78	32	44	52	57	61	62	61	57	56	59	59	60	68	74	78	77	66	81	86	89	83	85	84	82	82	85	88	89	91	95	97	97	96	96	97	99	97	94	89	83		
3.74	27	41	49	54	59	60	58	51	50	52	55	45	64	73	78	77	66	82	87	89	83	85	84	82	82	85	88	89	91	95	97	97	96	96	97	99	97	94	89	83		
3.70	31	41	48	53	58	63	58	47	48	43	53	52	64	73	78	78	75	87	88	90	89	87	84	80	79	83	87	89	91	92	95	97	97	96	96	98	99	97	94	89	83	
3.63	32	39	44	50	56	59	59	53	53	51	54	61	67	74	79	81	81	85	88	91	89	83	84	83	76	82	86	89	91	93	96	97	96	96	96	98	99	97	94	89	83	
3.52	34	36	36	43	56	59	60	57	57	56	58	64	70	76	80	83	84	87	90	91	90	88	84	77	73	81	86	89	92	94	96	97	96	95	96	98	99	97	94	89	83	
3.59	38	36	38	49	57	60	61	60	60	59	60	67	72	77	82	84	86	89	90	91	90	88	84	76	70	80	85	89	92	94	96	97	96	95	96	98	99	97	94	89	83	
3.54	42	43	47	52	59	61	62	62	61	60	62	68	74	79	83	86	88	90	91	92	91	89	84	76	69	78	83	89	92	95	96	97	95	94	96	98	99	97	94	89	83	
3.50	45	49	51	55	59	62	63	64	62	59	61	70	76	80	83	84	87	89	91	92	92	90	88	84	76	71	77	82	89	93	95	96	97	94	93	96	98	99	97	94	89	83
3.45	41	50	53	57	62	64	64	63	56	59	71	77	82	85	88	90	91	92	92	92	88	84	77	73	75	80	88	93	95	97	96	93	93	95	98	99	97	94	89	83		
3.42	46	50	53	56	60	62	65	65	64	59	67	73	78	82	86	89	91	92	92	92	89	87	83	79	74	73	78	88	93	96	97	96	92	91	95	98	99	97	94	89	83	
3.33	43	48	51	54	58	61	62	66	67	65	68	75	79	83	86	89	91	92	92	92	89	87	83	79	74	73	78	88	93	96	97	96	92	91	95	98	99	97	94	89	83	
3.34	33	40	48	54	59	63	68	69	69	77	76	83	88	88	91	92	92	91	93	86	83	81	77	72	78	85	94	96	97	96	90	88	95	98	99	96	92	82	76			
3.30	34	40	46	45	44	53	62	66	70	72	74	78	80	82	85	88	91	92	91	92	87	85	83	81	79	76	80	89	94	96	97	96	89	86	95	98	99	96	92	81	75	
3.25	43	44	46	46	44	52	60	68	70	73	75	78	79	80	83	87	90	91	90	89	85	82	82	81	79	83	90	94	96	97	96	89	86	95	98	99	96	92	80	74		
3.22	44	47	48	49	50	51	56	64	70	74	76	78	77	77	81	86	89	90	89	83	81	79	81	83	82	82	85	90	94	97	97	96	89	86	94	98	99	96	92	80	74	
3.18	43	48	50	51	51	44	51	61	70	74	76	77	75	69	78	85	88	89	88	87	83	73	80	83	83	84	87	91	95	97	97	96	90	88	94	98	99	96	92	81	74	
3.14	41	48	51	52	52	43	54	63	69	73	75	77	74	58	77	83	86	87	87	86	81	51	79	84	84	85	88	91	95	97	98	96	91	89	94	97	99	96	92	81	74	
3.10	39	46	51	53	54	55	58	63	68	72	75	77	75	72	77	82	85	85	85	84	81	72	80	84	85	86	89	92	95	97	98	97	93	91	95	97	99	96	92	82	75	
3.06	38	45	50	53	55	56	59	62	66	71	74	77	77	76	77	81	83	83	82	83	81	78	81	85	86	87	89	92	95	97	98	97	94	92	95	97	99	96	92	83	76	
3.02	36	43	47	51	54	55	57	61	69	75	77	77	77	77	80	81	80	79	82	81	81	82	85	86	87	89	92	95	97	98	97	95	93	95	97	98	95	93	84	76		
2.97	37	42	45	46	49	52	55	58	67	73	76	76	75	76	79	79	76	73	80	82	83	84	86	86	86	88	92	95	97	98	98	95	94	94	97	98	95	93	85	77		
2.94	39	42	44	41	38	53	55	58	63	69	73	76	75	73	74	77	78	74	64	79	82	83	84	86	86	85	87	91	95	97	98	98	96	94	94	96	98	96	93	85	78	
2.90	37	39	43	44	48	52	58	63	67	71	73	75	73	66	70	76	78	75	70	70	31	34	35	36	85	85	83	95	95	97	98	98	96	94	94	96	98	95	93	86	79	
2.85	26	29	40	46	51	55	60	64	68	72	73	74	72	64	68	76	78	76	74	78	80	83	85	86	85	80	83	90	94	96	98	98	96	94	93	96	98	96	94	87	79	
2.82	35	35	42	47	51	55	64	68	72	73	74	73	70	71	76	78	79	76	77	79	83	85	86	84	77	80	90	94	96	97	98	96	93	92	95	98	97	94	85	81		
2.78	38	41	44	47	48	53	56	61	67	70	72	74	73	73	75	77	78	77	75	77	82	84	86	84	78	81	90	93	95	97	98	96	93	90	95	98	97	94	85	32		
2.74	35	42	45	46	44	39	51	58	64	68	70	72	72	72	73	74	77	78	76	71	73	91	84	85	85	82	84	89	92	95	97	98	96	92	88	94	93	97	94	89	83	
2.70	22	41	45	46	43	43	48	54	62	66	68	68	69	72	71	71	76	73	76	69	71	80	83	85	86	85	86	89	91	92	96	97	96	91	84	94	98	97	95	90	84	
2.65	38	44	47	49	46	27	44	52	61	65	65	54	66	70	68	64	75	78	77	73	73	79	82	85	86	86	87	89	90	92	95	97	96	90	79	93	98	97	95	90	85	
2.62	45	48	50	51	49	43	41	55	63	67	66	64	59	71	69	67	76	79	79	77	75	77	81	85	87	87	88	89	98	90	95	97	96	90	80	94	98	97	95	90	86	
2.59	43	50	55	57	58	57	60	64	68	71	71	72	73	74	74	75	78	81	81	80	77	74	79	85	87	88	89	88	85	88	94	97	96	91	86	94	98	97	95	91	37	
2.54	47	55	60	63	65	66	68	70	72	73	74	75	76	77	78	79	81	82	82	82	77	63	78	84	87	88	89	87	81	85	93	97	96	93	89	95	98	97	95	91	37	
2.50	57	61	65	67	69	70	71	72	73	74	74	76	77	73	79	81	82	83	83	83</																						