

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM.  
PROJETO ESPECIAL CARVÃO - PROESP / CARVÃO

PHL  
009739  
2006

PROJETO TORRES - GRAVATAÍ  
ÁREA C  
SÍSMICA DE REFLEXÃO DE ALTA RESOLUÇÃO

RELATÓRIO FINAL I-96

C P R M — S E D O T E	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	1603
N.º de Volumes:	2 v: 1-5

Autora: Maria Laura Vereza de Azevedo



1984

SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO  
RELATÓRIO FINAL

Chefe do Projeto: Geólogo Bráulio Roberto Caye

Coordenação: Geólogo Cladis Antônio Presotto - DIVPES-PA

Geólogo Vitório Orlandi Filho - COREMI-PA

Supervisor Geral: Geofísico Moysés Bentes - PROESP/CARVÃO

Fiscais: Geofísico Antônio Flávio Uberti Costa - SUREG-PA

Geofísica M<sup>ª</sup> Laura Vereza de Azevedo - DIGEOF/DEPRO

Equipe Executora

Pela CPRM

Administração: Geólogo Ricardo da Cunha Lopes

Refração: Geofísico Antônio Eulálio Filho

Geofísico Antônio Flávio Uberti Costa

Geofísico Marcos de Barros Muniz

Geofísico Norberto Lessa Dias

Geofísico Vilnei Daleiro

Técnicos em Mineração:

Adair da Silva

Odilon Correa

Pedro Milanez

Vanderlei Scarduelli

Auxiliar de Manutenção Francisco Batista de Souza

Topografia: Jorge Vasconcelos de Oliveira

Joaquim Salatíel de Oliveira

Valter Soares de Araujo

Reflexão: Equipe Mini-Sosie da Promon Geofísica Ltda

Chefe de Equipe: V.C. Bridgett

Observadores: E. Walsh/P. Whitaker

Observador Trainee: G.C. Jalifi

Mecânico: D. Jenkins

Mecânico Trainee: F.D.C. Bracher

Sismologista Trainee: J.D. Silva

Processamento:

Equipe de Processamento da Promon Geofísica Ltda. Escritório  
Rio de Janeiro

Interpretação:

Geofísica Maria Laura Vereza de Azevedo

## Apresentação

O presente relatório contém os resultados obtidos a partir da aplicação do método "Sísmica de Reflexão de Alta Resolução" no mapeamento subsuperficial de camadas de carvão na Unidade Mineira "C", que constitui parte da área da jazida de Chico Lomã, no estado do Rio Grande do Sul (fig.1 )

O relatório é apresentado em (2) volumes, contendo texto e anexos.

As informações referentes aos métodos "Plus-Minus" e "Intercept-Time", usados no cálculo das correções estáticas, foram fornecidas pelo geofísico Vilnei Daleiro - CPRM, SUREG-PA. A fotointerpretação da área foi feita pelo geólogo Douglas Roberto Trainini - CPRM, SUREG-PA. A seção V.3.10, bem como os Anexos 28 a 30, referentes aos mapas obtidos, foram elaborados com a colaboração do geofísico Antônio Flávio Uberti Costa-CPRM, SUREG-PA. Agradecemos à geóloga Maria Eugênia Marchesini Santos, CPRM, DEPEP, escritório Rio de Janeiro, pelas valiosas informações referentes à geologia da Bacia do Paraná, que foram extremamente úteis na integração geológico-geofísica dos dados.

## SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

I	- INTRODUÇÃO .....	1
II	- LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	2
III	- GEOMORFOLOGIA .....	2
IV	- GEOLOGIA - ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS E ESTRUTURAIS	3
V	- GEOFÍSICA .....	10
	V.1 - Aquisição de Dados .....	10
	V.1.1 - Permissão .....	10
	V.1.2 - Topografia .....	10
	V.1.3 - Sísmica de Refração .....	11
	V.1.4 - Sísmica de Reflexão .....	24
	V.2 - Processamento dos Dados .....	26
	V.3 - Interpretação dos Dados .....	27
	V.3.1 - As Velocidades Sísmicas na Área ...	27
	V.3.2 - Perfilagem Geofísica no Furo TG-155-RS .....	28
	V.3.3 - Traços Sísmicos Sintéticos .....	29
	V.3.4 - Horizontes Mapeados nas Seções Sísmicas e Feições Associadas .....	32
	V.3.5 - Seções Sísmicas - Resultados .....	35
	V.3.6 - Comentários Gerais sobre as Seções Sísmicas .....	52
	V.3.7 - Traços Sísmicos X Seções Sísmicas .	56
	V.3.8 - Correlação Geológico-Geofísica ....	61
	V.3.9 - Fotointerpretação .....	61
	V.3.10 - Mapas Obtidos .....	61

V.3.10.1 - Mapa de Isócronas do Topo da Zona do Carvão .....	61
V.3.10.2 - Mapa de Isócronas do Topo do Embasamento Cristalino .....	62
V.3.10.3 - Mapa de Contorno Estrutural do Topo da Zona do Carvão .....	63
VI - RECOMENDAÇÕES .....	66
VI.1 - Da Necessidade de Programas de Migração ..	66
VI.2 - Sobre Perfilagem Geofísica .....	66
VI.3 - Sobre a Zona da Coxilha das Lombas .....	66
VI.4 - Sobre os Furos Indicados .....	67
VI.5 - Sobre Locação de Linhas Sísmicas .....	67
VI.6 - Sobre Novas Linhas a Serem Levantadas na Área .....	68
VI.7 - Sobre Fontes de Energia Alternativas .....	68
VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
VII.1 - A Resolução do Método .....	69
VII.2 - Mapa Estrutural do Topo do Embasamento Cristalino .....	70
VII.3 - Geral .....	71
VIII - BIBLIOGRAFIA .....	74

## RELAÇÃO DE FIGURAS

- 1 - Localização da Área do Projeto
- 2 - Programação Sísmica
- 3 - Mapa Índice da Bacia do Paraná
- 4 - Planície Costeira do Rio Grande do Sul
- 5 - Planície Costeira do Rio Grande do Sul
- 6 - Arranjo da Refração para a Parte Plana
- 7 - Arranjo da Refração para a Parte Alta (Coxilha)
- 8 - Gráfico (TX) Método "Plus-Minus"
- 9 - Gráfico (TX) Método "Intercept Time"
- 10 - Arranjo da Reflexão da Linha 11
- 11 - Arranjo da Reflexão das Outras Linhas
- 12 - Well-Velocity Survey - Furo TG-155-RS
- 13 - Perfilagem Geofísica - Furo TG-155-RS
- 14 - Gráfico "Test Pit" (Plexiglass Block)
- 15 - Furo TG-153-RS
- 16 - Furo TG-02-RS
- 17 - Furo TG-203-RS
- 18 - Seções Sísmicas - Linha 11, estaca 255 - Linha 13, estaca 50
- 19 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-112-RS
- 20 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-80-RS
- 21 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-155-RS
- 22 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-06-RS
- 23 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-79-RS
- 24 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-02-RS
- 25 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-156-RS
- 26 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-153-RS
- 27 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-203-RS
- 28 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo TG-154-RS
- 29 - Correlação Geológico-Geofísica - Furo GT-01-RS
- 30 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 5

- 31 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 6
- 32 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 7 - 7A
- 33 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 8
- 34 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 9 - 9A
- 35 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 10
- 36 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 11
- 37 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 12
- 38 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 13
- 39 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 14 - 14A
- 40 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 15
- 41 - Correlação Geológico-Geofísica - Linha 16
- 42 - Programação Sísmica Inicial da Área C

#### RELAÇÃO DE ANEXOS

- 1 - Mapa de Localização de Linhas Sísmicas
- 2 - Traços Sísmicos Sintéticos - Furo TG-155-RS com Densidades e Velocidades - Frequências de 30,50,60,80 e 100 Hz
- 3 - Traço Sísmico Sintético - Furo TG-155-RS, sem Densidades  
Frequência de 60 Hz  
Traço Sísmico Sintético - Furo TG-155-RS, sem Densidades, com Velocidades Médias - Frequência de 60 Hz
- 4 - Traços Sísmicos Sintéticos - Furos TG-154-RS, TG-79-RS, TG-153-RS, TG-112-RS, TG-80-RS - Sem Densidades, com Velocidades Médias
- 5 - Traços Sísmicos Sintéticos - Furos TG-156-RS, TG-203-RS, GT-01-RS, TG-02-RS, TG-06-RS - Sem Densidades, com Velocidades Médias
- 6 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 5 - Estacas 151 - 272
- 7 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 5 - Estacas 282 - 342
- 8 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 6 - Estacas 298 - 180  
179 - 115
- 9 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 6 - Estacas 104 - 91  
75 - 16  
10 - 1



- 10 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 7 - Estacas 176 - 286
- 11 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 7A - Estacas 1 - 260
- 12 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 8 - Estacas 340 - 187
- 13 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 8 - Estacas 151 - 74
- 14 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 9 - Estacas 6 - 202
- 15 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 9A - Estacas 317 - 560
- 16 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 10 - Estacas 339 - 181
- 17 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 11 - Estacas 5 - 125
- 18 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 11 - Estacas 105 - 704
- 19 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 12 - Estacas 340 - 1
- 20 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 13 - Estacas 1 - 211
- 21 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 13 - Estacas 191 - 320
- 22 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 14A - Estacas 142 - 1
- 23 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 14 - Estacas 184 - 1
- 24 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 15 - Estacas 1 - 166
- 25 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 16 - Estacas 338 - 250
- 26 - Seção Sísmica Interpretada - Linha 16 - Estacas 269 - 1
- 27 - Integração Fotogeológica - Sísmica
- 28 - Mapa de Isócronas do Topo da Zona do Carvão
- 29 - Mapa de Isócronas do Topo do Embasamento Cristalino
- 30 - Mapa de Contorno Estrutural do Topo da Zona do Carvão

## RELAÇÃO DE QUADROS

### I - Coluna Estratigráfica Regional

## RELAÇÃO DE TABELAS

- 1 - Correlação Nomenclaturas Camadas de Carvão
- 2 - Correções Elevação e "Weathering"
- 3 - Conversão de Tempo para Cota nas Seções Sísmicas
- 4 - Valores dos Perfis Sônico e Densidades do Furo TG-155-RS - Coeficientes de Reflexão Absoluto e Normalizados
- 5 - Velocidades Médias Obtidas através da Perfilagem do Furo TG-155-RS
- Correlação Litologia/Velocidade Média. Coeficientes de Reflexão Absoluto e Normalizado, sem Densidades -
- 6 - Furo TG-112-RS
- 7 - Furo TG-80-RS
- 8 - Furo TG-154-RS
- 9 - Furo TG-203-RS
- 10 - Furo TG-156-RS
- 11 - Furo TG-02-RS
- 12 - Furo TG-79-RS
- 13 - Furo TG-153-RS
- 14 - Furo GT-01-RS
- 15 - Furo TG-06-RS

## SINOPSE

A aplicação do método "Sísmica de Reflexão de Alta Resolução" pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais na área denominada de "C", fazendo parte da jazida de carvão de Chico Lomã, no Estado do Rio Grande do Sul, mais uma vez vem comprovar a importância do seu emprego no planejamento de qualquer unidade mineira desse bem mineral.

A resolução obtida permitiu individualizar a zona do carvão, bem como detectar falhas com rejeitos variando de 3 até 70 metros. Foram indicadas faixas provavelmente afetadas por intrusões de diabásio. A importância do uso de Sismogramas Sintéticos na correlação espacial entre camadas de carvão é reforçada por vários exemplos. A confecção de perfis geológicos a partir das seções sísmicas trouxe novas contribuições ao conhecimento da área em estudo. Um ótimo modelo a ser mencionado é a sequência sismoestratigráfica obtida na interpretação da linha 7A, onde podem ser visualizadas todas as observações acima citadas.

## ABSTRACT

The "High Resolution Seismic" application method used by the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM in the so-called "C" area which is part of the Chico Lomã coal ore, at Rio Grande do Sul State, once again confirms the importance of its usage in the planing of any coal mine.

The obtained resolution enabled the individualization of the coal zone, as well as to detect faults with throw varying from 3 throw 70 meters. Zones probably affected by diabase intrusions were indicated. The validity of the use of the Synthetic Seismograms in the spacial correlation of the coal layers is reinforced by many examples. The elaboration of geological profiles from the seismic sections has brought new contributions to the knowledge of the studied area. An excellent model is the seismostratigraphic sequence obtained from the interpretation of the 7A line, encompassing all remarks above made.

## I - INTRODUÇÃO

No ano de 1978, em trabalhos realizados em convênio DNPM/CPRM, foram descobertas as jazidas de Chico Lomã e de Santa Terezinha, no estado do Rio Grande do Sul (fig. 1).

Em Chico Lomã foram selecionadas quatro Unidades Mineiras como alvos prioritários, denominados de "A", "B", "C" e "D".

O presente relatório refere-se à apresentação dos resultados obtidos em trabalhos realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para o Projeto Especial Carvão - Proesp/Carvão, através da aplicação do método "Sísmica de Reflexão de Alta Resolução" na área denominada de "C". O objetivo é o de mapear camadas de carvão não aflorantes, fornecendo subsídios para o controle tectônico-estrutural da área, fator de suma importância quando da instalação de uma Unidade Mineira.

A programação sísmica constou de 55,12 km, num total de 12 linhas, dispostas segundo as direções NW/SE e E-W, com uma distância média de 1 km (fig. 2 e ANEXO 1).



MAPA DE LOCALIZAÇÃO  
CPRM

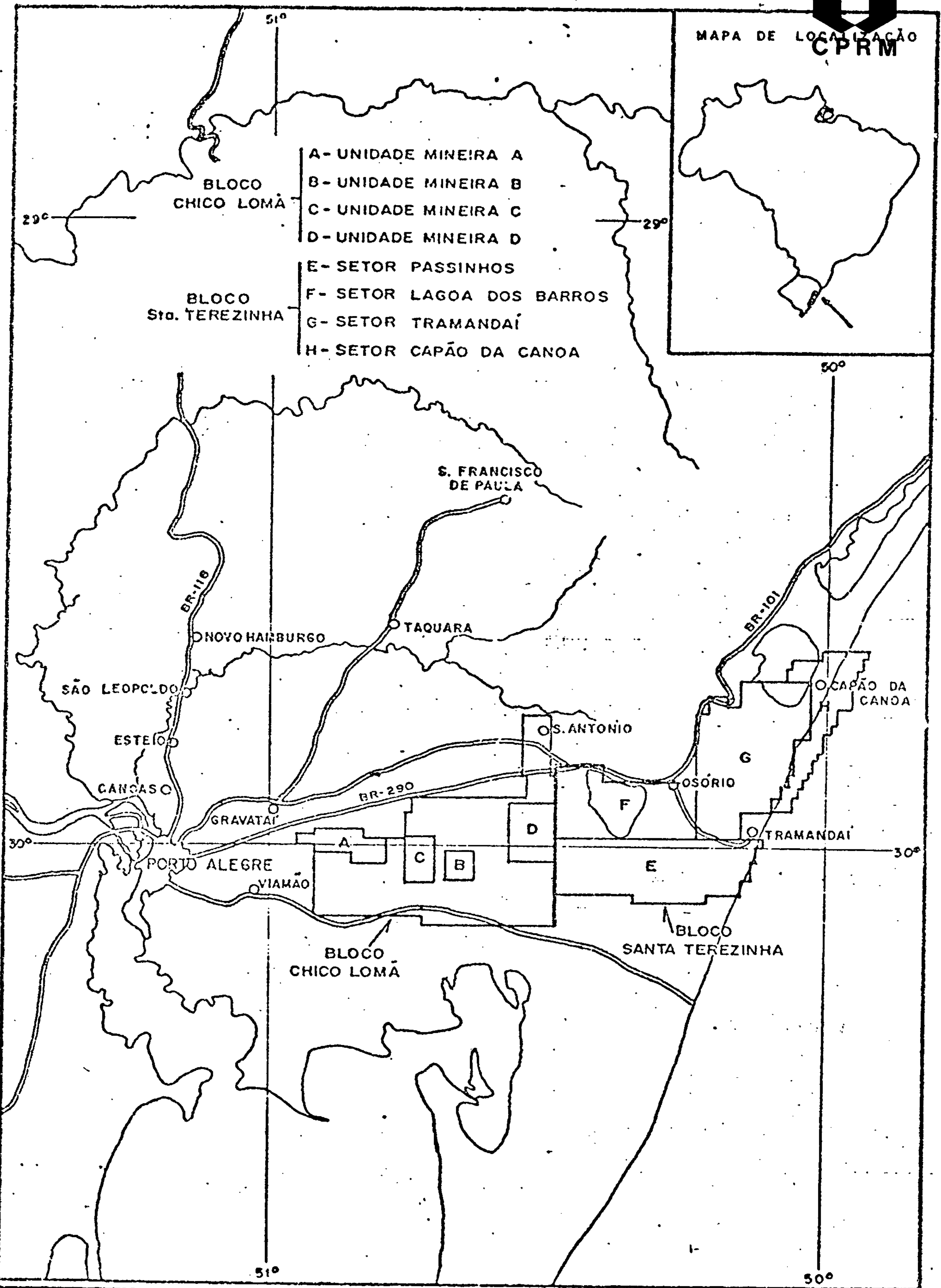
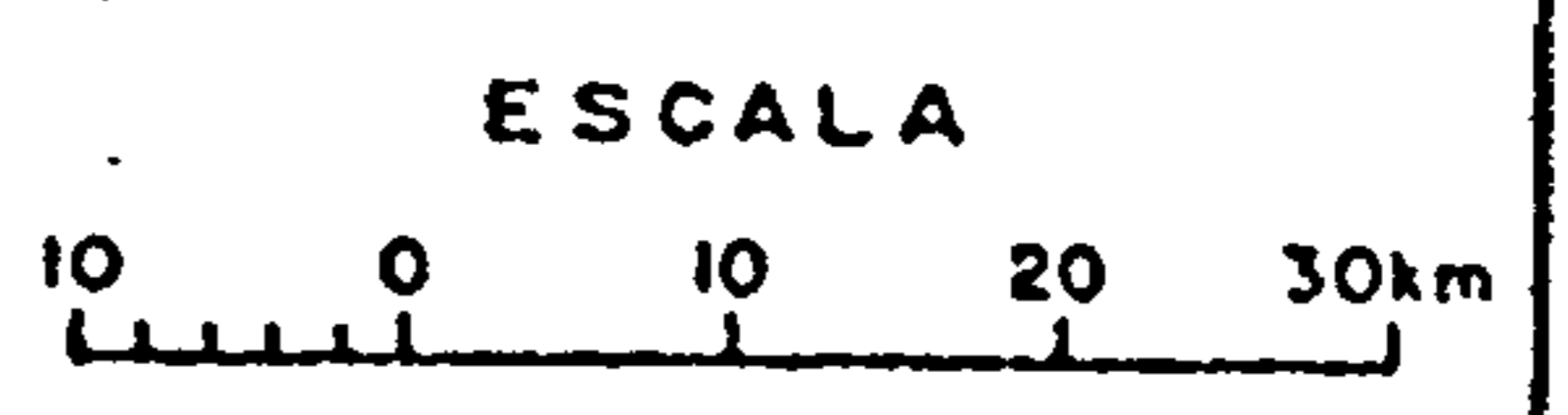
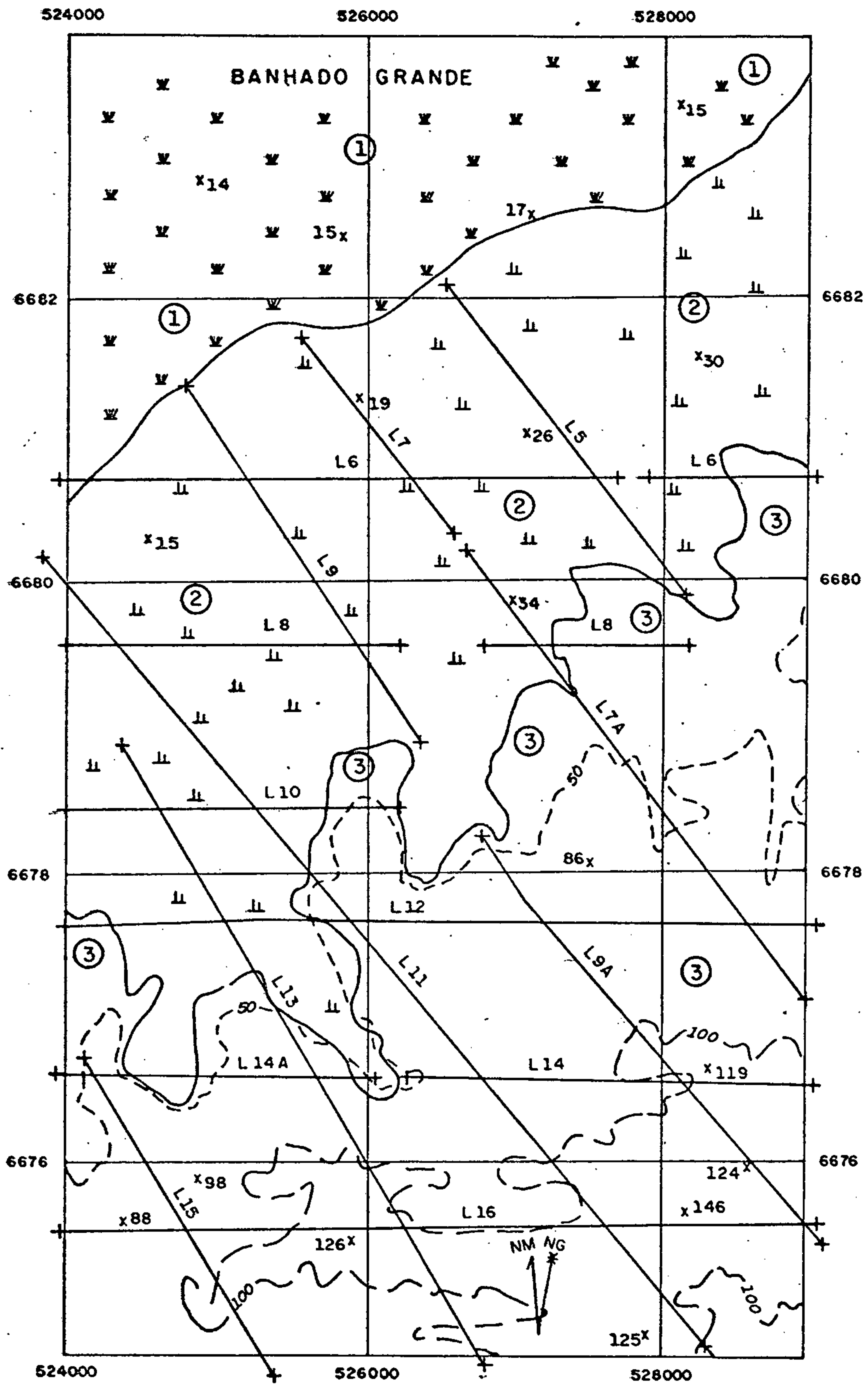


FIGURA 1

PROJETO TORRES-GRAVATAÍ





- ① Parte plano, sujeito a inundações.
- ② Parte plano, arrozal, terreno seco úmido.
- ③ Parte mais alta: Cotos geralmente acima de 50 metros, florestas matas, bosques e plantações. Zona do Coxilho dos Lombos.

Fonte: DSG 1979

ESCALA: 1:50.000

Fig.2

## II - LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área estudada situa-se nos municípios de Viamão e Santo Antônio da Patrulha, a aproximadamente 45 km a Leste de Porto Alegre e a cerca de 25 km a Sudeste da cidade de Gravataí, abrangendo uma área de 30 km<sup>2</sup>.

O acesso é feito seguindo-se a rodovia RS-30 até a localidade de Barro Vermelho, seguindo-se na direção sul por estrada secundária.

## III - GEOMORFOLOGIA

A área encontra-se em 3 faixas:

- 2 partes planas, sendo a primeira propícia à inundações na época das chuvas; a segunda com plantações de arroz, em terreno seco e úmido.

- o restante encontra-se na zona denominada de Coxilha das Lombas, com cobertura Cenozóica constituída de areias e argilas inconsolidadas, com espessura de até 120 metros. (fig.2)



#### IV - GEOLOGIA - Aspectos Estratigráficos e Estruturais

A área estudada encontra-se na borda sudeste da Bacia do Paraná, junto ao limite norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (figs. 3, 4 e 5), estando recoberta por sedimentos quaternários do Grupo Patos.

A coluna estratigráfica aqui utilizada é a proposta por Delaney (1965) e modificada por Jost (1971) para os sedimentos quaternários e a proposta pelos técnicos da Petrobrás para as rochas gonduânicas da Bacia do Paraná, conforme o Quadro I, evoluindo desde o Permiano até o Cretáceo Superior.

Os dados de geologia a seguir apresentados foram obtidos em relatórios de projetos da CPRM e outros trabalhos publicados. (vide bibliografia) As descrições das feições sedimentares referem-se aos furos realizados na área do projeto em questão.

##### Unidades Gonduânicas

##### Grupo Itararé

Constitui-se na unidade mais antiga na área, relacionada a ambientes flúvio-glaciais e correntes de turbidez. Constituído por varvitos, arenitos finos e paraconglomerados (diamictitos), tem ocorrência limitada onde a existência de paleobaiços do embasamento cristalino permitiu a sua deposição.

Nem todos os furos da área encontraram o grupo Itararé. Onde o mesmo está ausente, a Formação Rio Bonito repousa sobre o embasamento cristalino em discordância tipo "não conformidade". Na área da jazida de carvão Chico Lomã, sua ocorrência é restrita a certos locais onde havia maior profundidade do paleo

relevo do embasamento. O contato do Grupo Itararé com a Formação Rio Bonito é sempre concordante, muitas vezes gradacional.

### Grupo Guatá

#### Formação Rio Bonito

A Formação Rio Bonito é a unidade estratigráfica de maior importância econômica, pois é onde estão localizadas as camadas de carvão. Apresenta grandes variações de espessura, condicionadas por diferença de compactação, irregularidade da superfície de deposição e pela subsidência diferencial sinsedimentar de origem tectônica. Nas posições de altos relativos do embasamento, a formação Rio Bonito e o Grupo Itararé chegam a diminuir para espessura zero. Nota-se também que nos sítios onde a Formação Rio Bonito tem espessuras reduzidas (geralmente correspondendo a um alto topográfico do antigo embasamento) as camadas de carvão estão ausentes.

Esta sequência litoestratigráfica pode ser subdividida em 3 intervalos característicos.

- O intervalo basal é de ocorrência restrita às paleodepressões do embasamento e por vezes sobrejacente a sedimentos do Grupo Itararé: constitui-se de siltitos cinza a avermelhados e uma gama elevada de intervalos de granulometria grosseira, que se interestratificam irregularmente sugerindo um ambiente fluvial com regimes francamente torrenciais. Este intervalo ocorre com espessura de até 30 metros. Próximo ao contato com o Grupo Itararé pode ocorrer a camada de carvão CL 7, que é destituída de qualquer interesse econômico.

- O intervalo médio é uma sequência de siltitos cinza,

cinza-escuro e preto, geralmente intercalados com siltitos carbonosos e camadas de carvão. Geneticamente este pacote significa uma fase longa de deposição, com maior ou menor preservação da matéria orgânica vegetal em turfeiras, num ciclo sedimentar bem individualizado dentro da Formação Rio Bonito.

- O intervalo superior compreende interlaminação lenticular de siltito cinza e arenitos esbranquiçados a cinza, níveis de marga e esparsos intervalos (centimétricos) de arenitos imaturos e grosseiros. (canais de maré). Ocorrem, ainda, em escala decimétrica, arenitos claros, quartzosos, maduros, configurando testemunhos claros das primeiras incursões da transgressão marinha sobre as feições tipicamente continentais da Formação Rio Bonito.

As intrusões magmáticas são abundantes na Formação Rio Bonito, insinuando-se muitas vezes entre as camadas de carvão, com destruição total ou parcial das mesmas. A ocorrência de diábasio com espessura considerável parece confirmar a existência de falhamento afetando o embasamento e originando zonas de fraqueza que favorecem a ascensão do magma.

### Formação Palermo

Apresenta espessura média de 40 metros. Em linhas gerais, apresenta aspectos semelhantes ao intervalo superior da Formação Rio Bonito, apenas diferindo quanto à maior dominância pelítica. Em contraste com a superfície de paleorelevo muito irregular sobre a qual se sedimentou a formação sotoposta, a formação Palermo foi depositada sobre uma superfície que, em consequência da colmatação das paleodepressões pelos sedimentos da Formação Rio Bonito, se encontrava em avançado estágio de pene-

planização. Seu ambiente de deposição é marinho transgressivo de águas rasas. O contato com as formações sobre e sotopostas é transicional.

#### Formação Irati

Apresenta espessura média de 20 metros, constituída de siltitos interestratificados com feições argilo-carbonáticas. As suas características litológicas e sedimentares sugerem deposição em ambiente marinho restrito de águas pouco profundas. O contato com as formações Palermo e Estrada Nova é transicional. Diabásio tem ocorrência esparsa neste intervalo estratigráfico. As variações de espessura das formações Palermo e Irati são conseqüência de movimentação tectônica contemporânea à deposição e à compactação.

#### Formação Estrada Nova

Na área em questão só se apresenta no furo GT-01-RS. Compõe-se de siltitos cinza claros a avermelhados bastante argilosos. Foi depositada, segundo suas características, em ambiente deposicional marinho de águas calmas em ambiente pouco redutor, com baixo teor de matéria orgânica. O seu contato com a formação sobrejacente é transicional.

#### Formação Rio do Rasto

Não ocorre nos furos da área em questão. É considerada como pertinente a um ambiente oxidante e fluvial.

### Grupo Patos

#### Sedimentos Cenozóicos.

São sedimentos pouco ou não consolidados, representados por areias e argilas, em contato discordante com as formações sotopostas ou com o embasamento cristalino.

### Grupo São Bento

#### Formação Serra Geral

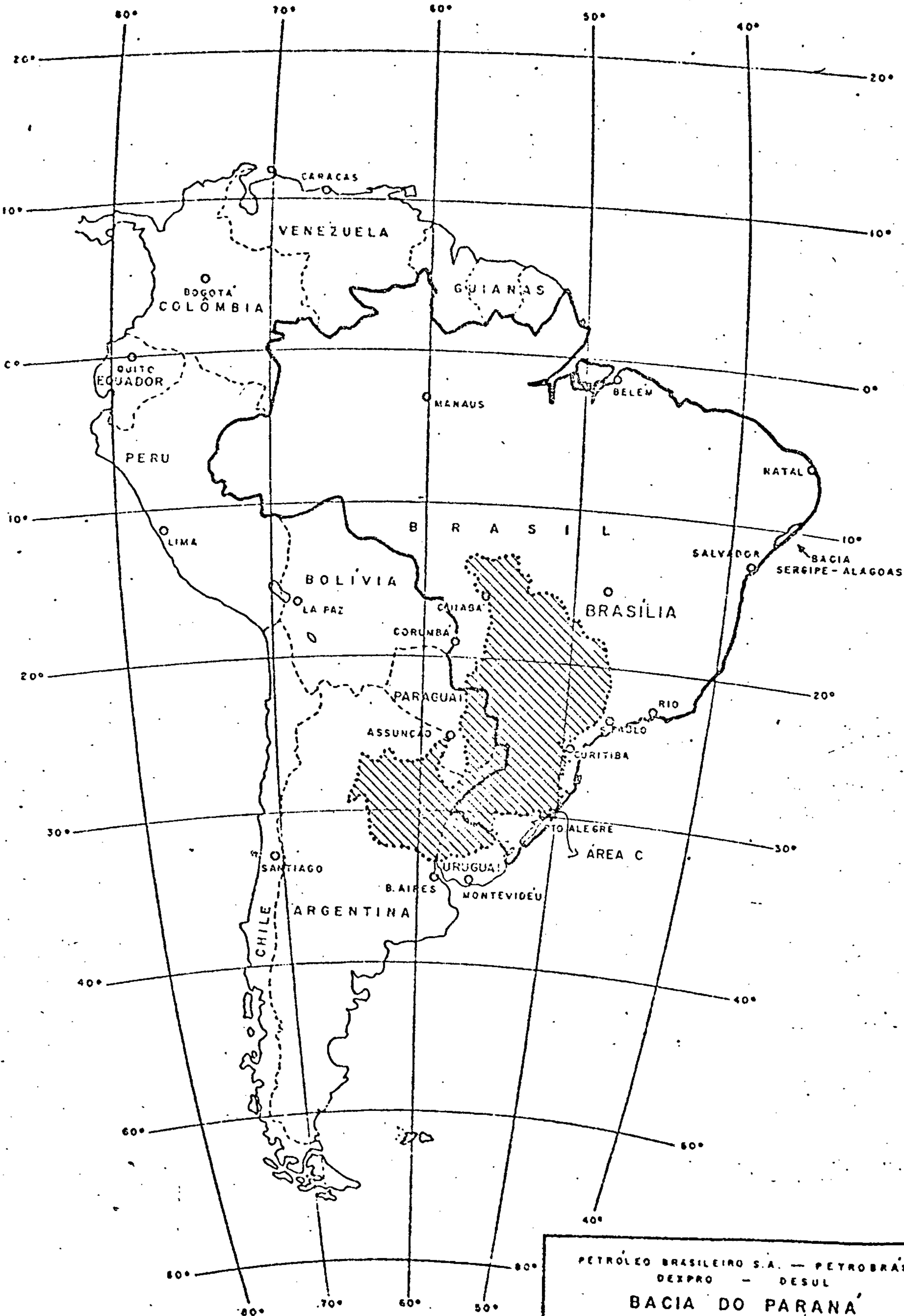
O ciclo final da sedimentação gonduânica encerra-se com intenso magmatismo basalto-toleítico, muitas vezes afetando as formações anteriores na forma de intrusões ou sills de diabásio.

### Comportamento Estrutural da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica estável, sujeita a movimentos epirogenéticos verticais, lentos e de pequena amplitude, evoluindo desde o Permiano até o Cretáceo Superior. Não atuaram grandes esforços de compressão que produzissem dobramentos intensos ou falhas inversas.

As falhas que ocorrem na área são falhas de gravidade, com plano de falhamento próximo da vertical, agrupadas em 2 sistemas principais, um noroeste-sudeste e outro nordeste-sudoeste que se cruzam, formando um mozaico de blocos falhados, numa sucessão de "grabens" e "horsts".

As falhas de ambos os sistemas permitiram a passagem de lavas basálticas, que muitas vezes atingiram as camadas de carvão, digerindo-as ou transformando-as em "coque natural" pela perda de voláteis.



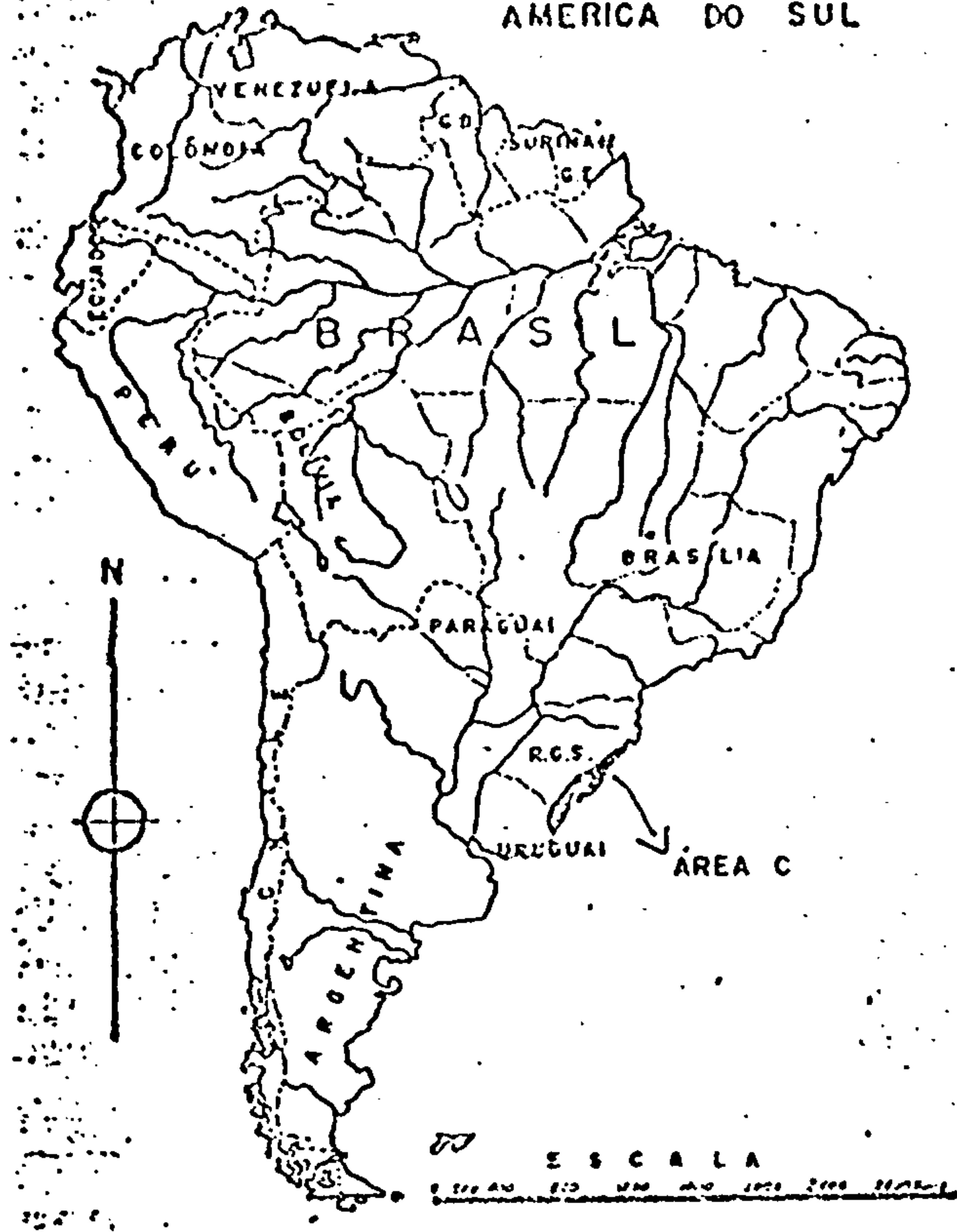
PETROLEO BRASILEIRO S.A. — PETROBRAS  
 DEPRO — DESUL  
**BACIA DO PARANA**  
**MAPA ÍNDICE**

0 400 800 1200km

AUTOR	DATA	NEL	ANEXO	ARQUIVO
INTERACAO	JUL 69	305		

Fig. 3

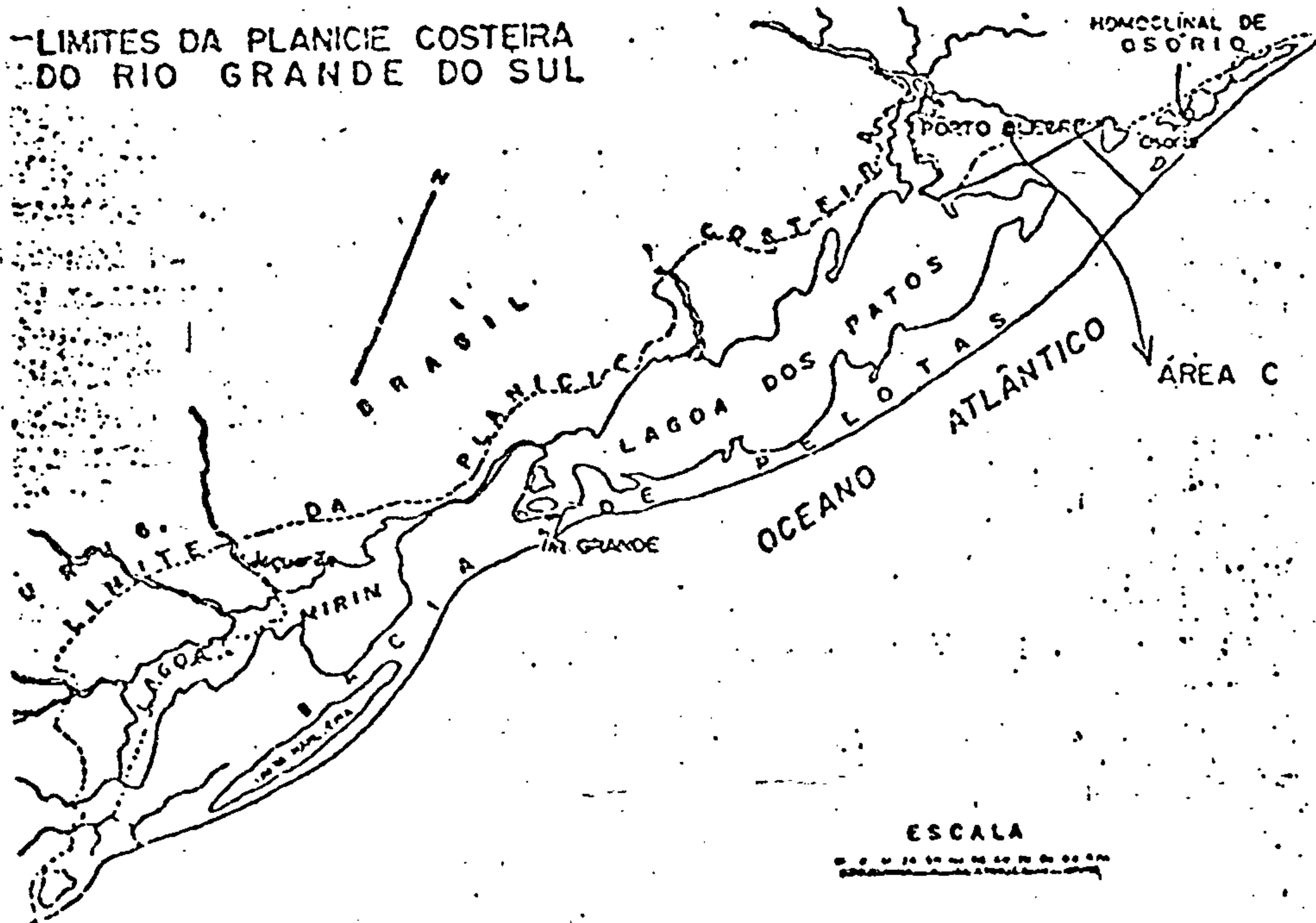
SITUAÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA  
DO RIO GRANDE DO SUL NA  
AMÉRICA DO SUL



Fonte: Escola de Geologia, Porto Alegre, 1965

Fig. 4

LIMITES DA PLANÍCIE COSTEIRA  
DO RIO GRANDE DO SUL



Fonte: Escola de Geologia, Porto Alegre, 1965

Fig. 5

QUADRO I  
COLUNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL



IDADE	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA		LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	
	GRUPO	FORMAÇÃO			
C E N O Z Ó I C O	Q	HOLOCE- NO	QUINTA	<p>Dep. de areia incons., lacustres e eólicos, ligados a movimentos eustáticos do nível das águas. Cong. cont. na base</p>	
		PLEIS- TOCENO	PATOS		ITAPUÃ
					CHUI
					GRAXAIM
	T	MIOCENO	MOSTARDAS	<p>Cong. de base e Starso. cz. esvd. com conchas.</p>	
CRETÁCEO/ JURÁSSICO	SÃO BENTO	SERRA GERAL	<p>Basalto toleítico.</p>		
		BOTUCATU	<p>Ar. fino a méd. marrom averm. no topo, e St. na base.</p>		
TRIÁSSICO/ PERMIANO	P A S S A  D O I S	RIO DO RASTO	<p>Ar. fino, a méd. marrom averm. no topo, e St. da mesma cor, na base.</p>		
ESTRADA NOVA		<p>St. e fh. cz. esc. com raras intercalações de arenito.</p>			
IRATI		<p>Fh. e St. pr., bet. camadas de margas.</p>			
PERMIANO		G U A T Á	PALERMO	<p>St. arenoso, cinza esverdeado lam. ond. e irregular,</p>	
	RIO BONITO		<p>Arenito fino a médio, siltito e folhelho cinza com camadas de carvão.</p>		
PERMIANO. CARBONIFE- RO	ITARARÉ		<p>Fh., varv., ritm., diam., ar., e ar. cong.</p>		
PRÉ- GONDUANO			<p>Granito gross., etc.</p>		



### A jazida de Chico Lomã

As duas jazidas encontradas no Projeto Carvão Gravatá-Torres são: (fig. 1 )

- Jazida Chico Lomã
- Jazida Santa Terezinha

As camadas de carvão da jazida Chico Lomã, juntamente com todo o pacote de rocha gonduânica, mergulham de 1º para nordeste em estrutura de homoclinal. Alguns furos executados na parte oeste da jazida atravessaram corpos de diabásio, como por exemplo o furo TG-06-RS (situado dentro da área C) onde uma intrusão de diabásio destruiu a camada de carvão Chico Lomã 4. A futura extração de carvão nesta parte da área encontrará provavelmente maiores dificuldades na lavra originadas por acidentes geológicos (falhas, diques, etc...) do que na vizinha porção leste da jazida. Observe-se na fig. 1 que a Unidade Mineira C localiza-se na porção oeste da jazida.

A área C pesquisada encontra-se no Bloco denominado de "Banhado dos Touros", no qual foram identificadas 9 (nove) camadas de carvão, assim relacionadas:

- 1 - Chico Lomã 1-CL 1
- 2 - Chico Lomã 2-CL 2
- 3 - Chico Lomã 3-CL 3
- 4 - Chico Lomã 3a-CL 3a
- 5 - Chico Lomã 4-CL 4
- 6 - Chico Lomã 5-CL 5
- 7 - Chico Lomã 6-CL 6
- 8 - Chico Lomã 6.1-CL 6.1
- 9 - Chico Lomã 7-CL 7

A camada CL 4, com até 2m de carvão na camada, ocorre em quase toda a extensão da Unidade Mineira "C" e juntamente

com a camada CL 6 são as mais importantes sob o ponto de vista econômico.

Ocorrem dois sistemas de falhas, de direção NE-SW e NW-SE, que se cruzam, produzindo blocos abatidos e soerguidos, uns em relação aos outros. As falhas ocasionaram descontinuidades físicas nas camadas de carvão de até loom, cuja localização e rejeitos são importantes para os futuros planos de lavra.

A maioria dos furos executados na área foram descritos usando-se a nomenclatura antiga das camadas de carvão, de "A" até "F". Segue-se uma tabela de correlação com a nova nomenclatura, para efeito de comparação. (Tabela 1)

TABELA 1.

Furo	GT-01-RS	TG-06-RS	TG-79-RS	TG-80-RS	TG-112-RS	TG-153-RS	TG-154-RS	TG-155-RS	TG-156-RS	TG-203-RS
Camadas de Carvão	A <sub>01</sub> -CL4 B <sub>01</sub> -CL6	A <sub>06</sub> -CL4	A <sub>79</sub> -CL4 B <sub>79</sub> -CL7	A <sub>80</sub> -CL4 B <sub>80</sub> -CL6	A — CL2 B — CL4 C — CL4 D — CL4 E — CL6 F — CL6	A — CL4 B — CL6 C — CL6	sem carvão	A — CL4 B — CL6 C — CL4 D — CL6 E — CL6	A - CL4 B - CL6 C - CL7	A - CL2 B - CL3 C - CL6 D - CL7

Obs: O furo TG-02-RS já vem descrito com a nova nomenclatura, com as camadas CL2, CL3 e CL4.

## V - GEOFÍSICA

A parte relativa à permissão, topografia, refração e cálculo das correções estáticas ficou a cargo da CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

O levantamento dos trabalhos de sísmica de reflexão foi feito pela Promon Geofísica. Ltda., que utilizou o processo "Mini-Sosie", cuja patente pertence à "Societè Nationale Elf Aquitaine".

Foram levantados 55,12 km de linhas sísmicas, durante os meses de setembro, outubro e novembro de 1982.

### V.1 - Aquisição dos Dados

#### V.1.1 - Permissão

Os contatos necessários à permissão para a entrada nas fazendas foi feito com boa antecipação, não tendo sido registrado nenhum problema de vulto com os proprietários a esse respeito.

#### V.1.2 - Topografia

Os serviços de topografia de campo executados foram desenvolvidos da seguinte maneira:

- O datum planimétrico escolhido foi o furo de sonda TG 153-RS com coordenadas fornecidas pela divisão de sondagem de Osório.

- As linhas foram locadas inicialmente de dez em dez metros e mudadas logo após para quinze em quinze metros.



Os poucos detalhes naturais e artificiais que cortavam as linhas foram esboçados na caderneta de alinhamento para, logo após no gabinete, serem marcados no croqui final. As medidas dos cruzamentos das linhas foram tiradas no terreno com a aproximação do centímetro. As coordenadas plano UTM foram calculadas a partir do furo de sonda citado acima, sendo os azimutes avaliados até o segundo mais próximo. Foram dadas coordenadas planas às estacas iniciais, finais e de inflexão das linhas, bem como de alguns cruzamentos vitais ao desenvolvimento dos cálculos.

- Para apoio altimétrico executou-se o transporte de cotas por vias geométricas de aproximadamente cinco quilômetros, iniciando-se os trabalhos a partir do vértice de triangulação Zidoca Peixoto SGE. As cotas das estacas de dez em dez metros foram mais adiante interpoladas para quinze em quinze metros conforme o novo estaqueamento.

- Os nivelamentos foram executados com controle nas operações de ida e volta.

- Uma prancha na escala de 1:10000 foi confeccionada a fim de mostrar as posições dos RPs como também das linhas executadas em campo. (ANEXO 1)

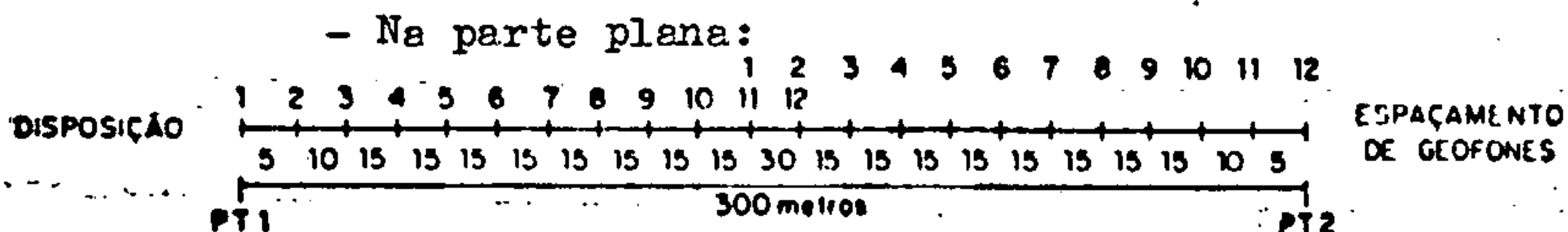
- No desenvolvimento dos trabalhos foram empregados níveis Wild NK-10 e teodolitos Wild T-2.

### V.1.3 - Sísmica de Refração

A sísmica de refração aplicada na área do trabalho foi feita com o objetivo de se determinar a espessura da camada de baixa velocidade, a fim de fornecer à sísmica de reflexão as correções estáticas indispensáveis ao processamento e interpretação dos dados.

O trabalho de refração foi realizado utilizando-se dois sismógrafos RS-4. Os 2 sismógrafos operaram simultaneamente, com 2 arranjos para situações diferentes, um para a parte plana, outro para a parte alta, na zona da Coxilha. (figs. 6 e 7)

Na interpretação foram utilizados 2 métodos simultaneamente para o cálculo das correções estáticas: "Plus-Minus" (Hagedoorn, 1959) e "Intercept-Time". Sempre que a cobertura permitia, aplicava-se o "Plus-Minus", normalmente na parte plana, com menor espessura de "weathering". Este método é mais preciso que o "Intercept-Time", no sentido de que fornece mais controle sobre as condições das camadas de baixa velocidade entre os intervalos dos tiros da refração. Na parte alta, com grande espessura de "weathering" (zona das Coxilhas), por falta de cobertura, aplicava-se o segundo método citado, sendo ambos descritos a seguir. Os arranjos de campo para a refração foram os seguintes:



Pontos de tiro nas extremidades

Fig. 6

Instrumento 1 { 1 a 12 } com superposição de traços 11 e 12 do 1º  
 Instrumento 2 { 1 a 12 } com 1 e 2 do 2º

- Na parte alta (Coxilha)

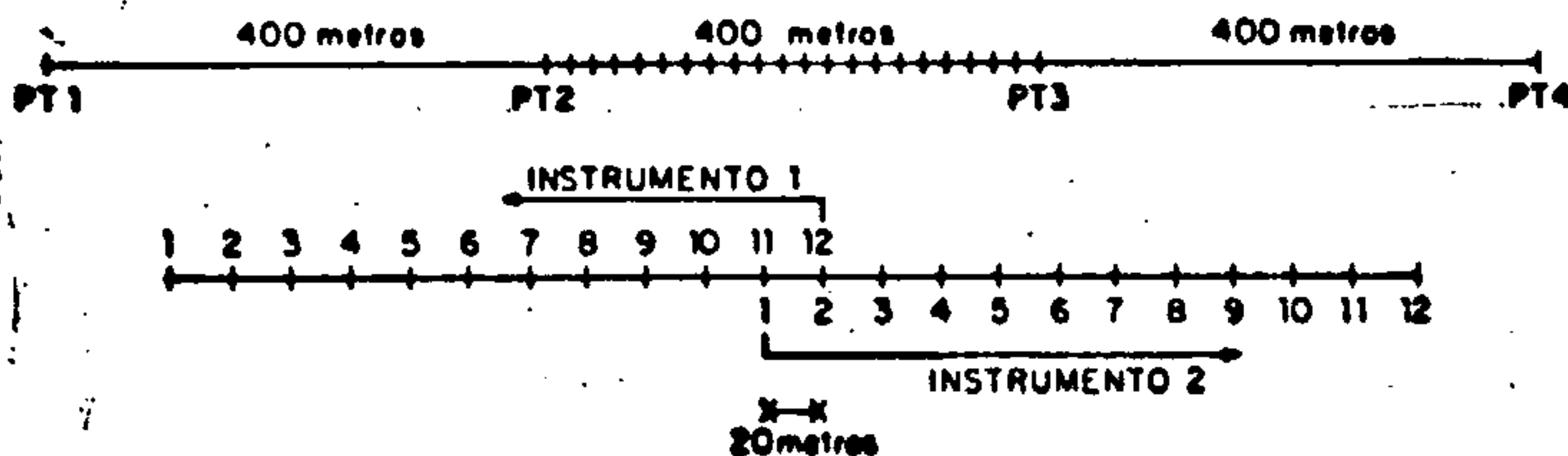


Fig. 7

## MÉTODO "PLUS-MINUS"

Na determinação de espessuras pelo método PM, deve-se obter primordialmente um "cruzamento" de velocidades correspondentes a um mesmo refrator -  $V_{1(A)}$  e  $V_{1(B)}$ ;  $V_{2(C)}$  e  $V_{2(D)}$  - na figura 8.

O método só poderá ser aplicado no caso deste requisito básico ser atendido. Deve-se ter cuidado na verificação de que as velocidades "cruzadas" correspondam realmente ao mesmo refrator.

## - Valores "Minus"

As diferenças entre os "travel times" correspondentes do tiro direto e do tiro reverso -  $(t_{1A} - t_{1B})$ ,  $(t_{2A} - t_{2B})$ ,  $(t_{3A} - t_{3B})$ ,  $(t_{4A} - t_{4B})$ ,  $(t_{5A} - t_{5B})$ ,  $(t_{6A} - t_{6B})$  e  $(t_{7A} - t_{7B})$ , para o primeiro refrator e  $(t_{1C} - t_{1D})$ ,  $(t_{2C} - t_{2D})$ ,  $(t_{3C} - t_{3D})$ ,  $(t_{4C} - t_{4D})$ ,  $(t_{5C} - t_{5D})$ ,  $(t_{6C} - t_{6D})$  e  $(t_{7C} - t_{7D})$ , para o segundo refrator, ver figura 8, determinam uma série de valores em tempo, que plotados em relação a um "datum" arbitrário, configuram uma reta equivalente à metade da velocidade do refrator considerado, com a vantagem de atenuar possíveis efeitos de topografia ou mesmo de mergulho do refrator. Em resumo, os valores "Minus" determinam as velocidades  $V_1$  (primeiro refrator) e  $V_2$  (segundo refrator), termos indispensáveis na equação da profundidade.

A velocidade  $V_0$ , outro termo indispensável, é determinada pela média harmônica simples entre as velocidades iniciais do tiro direto e do tiro reverso, assim:

$$V_0 = (2 \cdot V_{0(A)} \cdot V_{0(B)}) / (V_{0(A)} + V_{0(B)})$$

Para o segundo refrator, a velocidade inicial será  $V_{\underline{1}}$ , determinado pelos valores "Minus" do primeiro refrator.

- Tempo Total e Correção da Profundidade da Carga

Estes também são termos importantes na determinação da profundidade, tanto do primeiro como do segundo refrator.

O tempo total ( $TT_{\underline{1}}$ ) para o primeiro refrator é obtido pela média aritmética entre o tempo total no tiro direto ( $TT_{(A)}$ ) e no tiro reverso ( $TT_{(B)}$ ), que teoricamente deveriam ter o mesmo valor, mas que na prática sempre mostram pequenas diferenças, assim:

$$TT_{(1)} = \frac{TT(A) + TT(B)}{2}$$

Para o segundo refrator, o tempo total num sentido e no outro ( $TT_{(C)}$  e  $TT_{(D)}$ ) pode ser obtido graficamente, pelo prolongamento das retas  $V_2(C)$  e  $V_2(D)$  até o eixo dos tempos correspondentes aos pontos de tiro  $\underline{D}$  e  $\underline{C}$  ou matematicamente, pela aplicação da equação da reta  $y = ax + b$ , onde  $y = TT$ ,  $a = 1/V$ ,  $x = \text{distância } \overline{CD}$  e  $b = \text{"intercept time"}$  ou seja:

$$TT_{(C)} = 1/V_{2(C)} \cdot \overline{CD} + it_{(C)} \text{ no sentido direto, e}$$

$$TT_{(D)} = 1/V_{2(D)} \cdot \overline{CD} + it_{(D)} \text{ no sentido reverso.}$$

O tempo total para o segundo refrator ( $TT_{\underline{2}}$ ) será então a média aritmética entre aqueles valores, ou seja:

$$TT_{(2)} = \frac{TT_{(C)} + TT_{(D)}}{2}$$

A correção da profundidade da carga (CPC) é obtida pela razão profundidade da carga/velocidade inicial ( $V_0$ ).

Para o primeiro refrator obtém-se a profundidade da carga pela média aritmética entre  $PC(A)$  e  $PC(B)$  - ver figura 8 e a velocidade inicial pela média harmônica entre  $V_0(A)$  e  $V_0(B)$ , assim:

$$CPC_{(1)} = \frac{PC(1)}{V_0(1)}$$

Para o segundo refrator, obtém-se a profundidade da carga, pela média aritmética entre  $PC(C)$  e  $PC(D)$  - ver figura 8 e a velocidade inicial pela média harmônica entre  $V_0(C)$  e  $V_0(D)$ , assim:

$$CPC(2) = \frac{PC(2)}{V_0(2)}$$

#### - Valores "Plus"

As somas entre os "travel times" correspondentes do tiro direto e do tiro reverso  $(t_{1A} + t_{1B})$ ,  $(t_{2A} + t_{2B})$ ,  $(t_{3A} + t_{3B})$ ,  $(t_{4A} + t_{4B})$ ,  $(t_{5A} + t_{5B})$ ,  $(t_{6A} + t_{6B})$ ,  $(t_{7A} + t_{7B})$ , para o primeiro refrator e  $(t_{1C} + t_{1D})$ ,  $(t_{2C} + t_{2D})$ ,  $(t_{3C} + t_{3D})$ ,  $(t_{4C} + t_{4D})$ ,  $(t_{5C} + t_{5D})$ ,  $(t_{6C} + t_{6D})$ ,  $(t_{7C} + t_{7D})$ , para o segundo refrator - ver figura 8, determinam uma série de valores em tempo os quais, descontando-se o tempo total e corrigindo-se a profundidade da carga correspondente ao refrator considerado, equivalem ao "intercept time" médio das velocidades  $V_1(A)$  e  $V_1(B)$ , no caso do refrator mais raso e  $V_2(C)$  e  $V_2(D)$ , no caso do mais profundo. A estes valores chama-se  $\Delta T$ , para a primei





ra superfície de refração e  $\Delta T'$ , para a segunda superfície, assim:

$$\Delta T_{(1)} = (t_{1A} + t_{1B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T_{(2)} = (t_{2A} + t_{2B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T_{(3)} = (t_{3A} + t_{3B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T_{(4)} = (t_{4A} + t_{4B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T_{(5)} = (t_{5A} + t_{5B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T_{(6)} = (t_{6A} + t_{6B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T_{(7)} = (t_{7A} + t_{7B}) + CPC_{(1)} - TT_{(1)}$$

$$\Delta T'_{(1)} = (t_{1C} + t_{1D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

$$\Delta T'_{(2)} = (t_{2C} + t_{2D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

$$\Delta T'_{(3)} = (t_{3C} + t_{3D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

$$\Delta T'_{(4)} = (t_{4C} + t_{4D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

$$\Delta T'_{(5)} = (t_{5C} + t_{5D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

$$\Delta T'_{(6)} = (t_{6C} + t_{6D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

$$\Delta T'_{(7)} = (t_{7C} + t_{7D}) + CPC_{(2)} - TT_{(2)}$$

Deste modo obtém-se valores  $\Delta T$  correspondentes a cada ponto de recepção (geofone ou arranjo), assim como valores  $\Delta T'$ .

Multiplicando-se os valores  $\Delta T$  pela constante  $K_1$  ( $K_1 = V_0/2 \cdot \cos \arcsen V_0/V_1$ ), para o primeiro refrator, obtém-se a profundidade da primeira superfície de refração sob cada ponto

de recepção, ou seja:

$$\begin{aligned} \text{Profundidade (1)} &= \Delta T_{(1)} \cdot K_1 \\ \text{Profundidade (2)} &= \Delta T_{(2)} \cdot K_1 \\ \text{Profundidade (3)} &= \Delta T_{(3)} \cdot K_1 \\ \text{Profundidade (4)} &= \Delta T_{(4)} \cdot K_1 \\ \text{Profundidade (5)} &= \Delta T_{(5)} \cdot K_1 \\ \text{Profundidade (6)} &= \Delta T_{(6)} \cdot K_1 \\ \text{Profundidade (7)} &= \Delta T_{(7)} \cdot K_1 \end{aligned}$$

Para obter-se a espessura da segunda camada, diminui-se o valor  $\Delta T$  do valor  $\Delta T'$  correspondente, multiplicando-se o resultado pela constante  $K_2$  ( $K_2 = V_1/2 \cdot \cos \arcsen V_1/V_2$ ) para o segundo refrator.

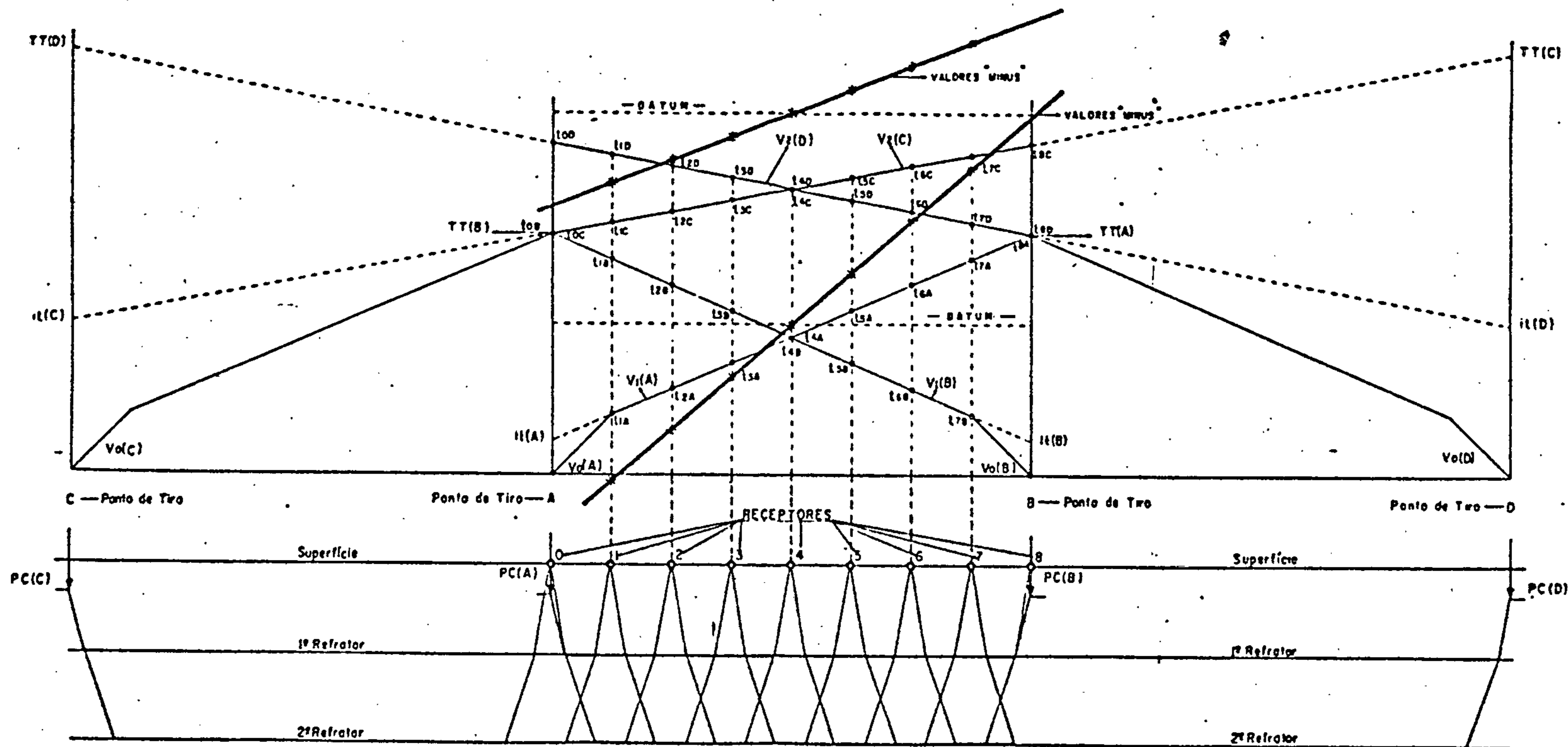
Esta espessura também é obtida sob cada ponto de recepção, ou seja:

$$\begin{aligned} \text{Espessura}_{(1)} &= (\Delta T'_{(1)} - \Delta T_{(1)}) \cdot K_2 \\ \text{Espessura}_{(2)} &= (\Delta T'_{(2)} - \Delta T_{(2)}) \cdot K_2 \\ \text{Espessura}_{(3)} &= (\Delta T'_{(3)} - \Delta T_{(3)}) \cdot K_2 \\ \text{Espessura}_{(4)} &= (\Delta T'_{(4)} - \Delta T_{(4)}) \cdot K_2 \\ \text{Espessura}_{(5)} &= (\Delta T'_{(5)} - \Delta T_{(5)}) \cdot K_2 \\ \text{Espessura}_{(6)} &= (\Delta T'_{(6)} - \Delta T_{(6)}) \cdot K_2 \\ \text{Espessura}_{(7)} &= (\Delta T'_{(7)} - \Delta T_{(7)}) \cdot K_2 \end{aligned}$$

Logicamente o método "Plus - Minus" pode ser aplicado a mais de dois refratores, bastando que para tal se obtenha a cobertura de velocidades correspondentes a cada um deles, o que teoricamente é possível, restando apenas alguns problemas operacionais, como definição de "off-set", arranjo conveniente e dimensionamento de carga.

MÉTODO PLUS-MINUS (MAGEDOORN, J.G., 1959)

ADAPTADO PELA EQUIPE GEOPÍSICA SURS P. 8



PC - Profundidade de Carga  
 $it$  - "intercept time"  
 TT - Tempo Total  
 $V_1, V_2$  - Velocidades  
 $t_1, t_2, t_3$ , etc - "travel times"

Fig. 8



## MÉTODO "INTERCEPT TIME"

Em locais onde não foi possível a aplicação do método "Plus-Minus", seja por problemas operacionais, seja por grande espessura da camada de baixa velocidade, foi empregado o método "Intercept Time", de aplicação mais ampla mas, sem dúvida, de menor exatidão relativa.

Como se trata de metodologia de emprego praticamente universal e por isso mesmo, demais conhecida, esta nota se resumirá em esclarecer os detalhes fundamentais.

O método IT permite apenas que se calcule as espessuras das diferentes camadas nos pontos de tiro, sendo que no caso da área C o intervalo mínimo foi estabelecido em 100 metros.

O método consta na determinação gráfica dos tempos de interceptação (it) das velocidades correspondentes a cada refra<sup>tor</sup>, de um lado e do outro do ponto de tiro - ver figura 9. No caso destes valores apresentarem alguma diferença, o "intercept time" empregado na fórmula de espessura é obtido pela média aritmética entre eles, assim:

$$it_1 = \frac{it_A + it_B}{2}$$

$$it_2 = \frac{it_C + it_D}{2}$$

$$it_3 = \frac{it_E + it_F}{2}$$



As velocidades, termos fundamentais na determinação das constantes  $K$ , são também obtidas por média, preferentemente harmônica, ou seja:

$$V_0 = \frac{2 \cdot V_{0A} \cdot V_{0B}}{V_{0A} + V_{0B}}$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot V_{1A} \cdot V_{1B}}{V_{1A} + V_{1B}}$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot V_{2A} \cdot V_{2B}}{V_{2A} + V_{2B}}$$

$$V_3 = \frac{2 \cdot V_{3A} \cdot V_{3B}}{V_{3A} + V_{3B}}$$

A determinação das espessuras dos estratos para o caso de três camadas, o mais usual, obedece à seguinte formulação:

- Espessura da primeira camada:

$$Z_0 = K_{0,1} \cdot it_1, \text{ sendo } K_{0,1} = V_0/2 \cdot \cos \arcsen V_0/V_1$$

- Espessura da segunda camada:

$$Z_1 = K_{1,2} (it_2 - Z_0/K_{0,2}), \text{ sendo } K_{1,2} = V_1/2 \cdot \cos \arcsen V_1/V_2$$

$$K_{0,2} = V_0/2 \cdot \cos \arcsen V_0/V_2$$

- Espessura da terceira camada:

$$Z_2 = K_{2,3} \left( it_3 - \frac{Z_0}{K_{0,3}} - \frac{Z_1}{K_{1,3}} \right), \text{ sendo}$$

$$K_{2,3} = V_2/2 \cdot \cos \arcsen V_2/V_3$$

$$K_{0,3} = V_0/2 \cdot \cos \arcsen V_0/V_3$$

$$K_{1,3} = V_1/2 \cdot \cos \arcsen V_1/V_3$$

Como já foi referido, no caso da área C, estas espessuras foram determinadas de 100 em 100 metros, de modo que a sua obtenção sob cada ponto de recepção (geofone ou arranjo) foi feita interpolando-se os valores extremos.

### Correções Estáticas

Após a obtenção das espessuras, as correções de elevação e "weathering" são calculadas de estaca em estaca através das fórmulas:

$$t_e = \frac{\text{Elev} - Z_0 - Z_1 - Z_2 - d}{V_3} \quad e$$

$$t_w = - \left( \frac{Z_0}{V_0} + \frac{Z_1}{V_1} + \frac{Z_2}{V_2} \right), \text{ onde Elev é a cota da estaca; } d \text{ o "datum" considerado, no caso de Chico Lomã, o nível médio marinho; } t_e \text{ é a correção da elevação; } t_w \text{ é a correção de "weathering"; } V_0, V_1, V_2 \text{ e } V_3 \text{ são as velocidades correspondentes às espessuras.}$$

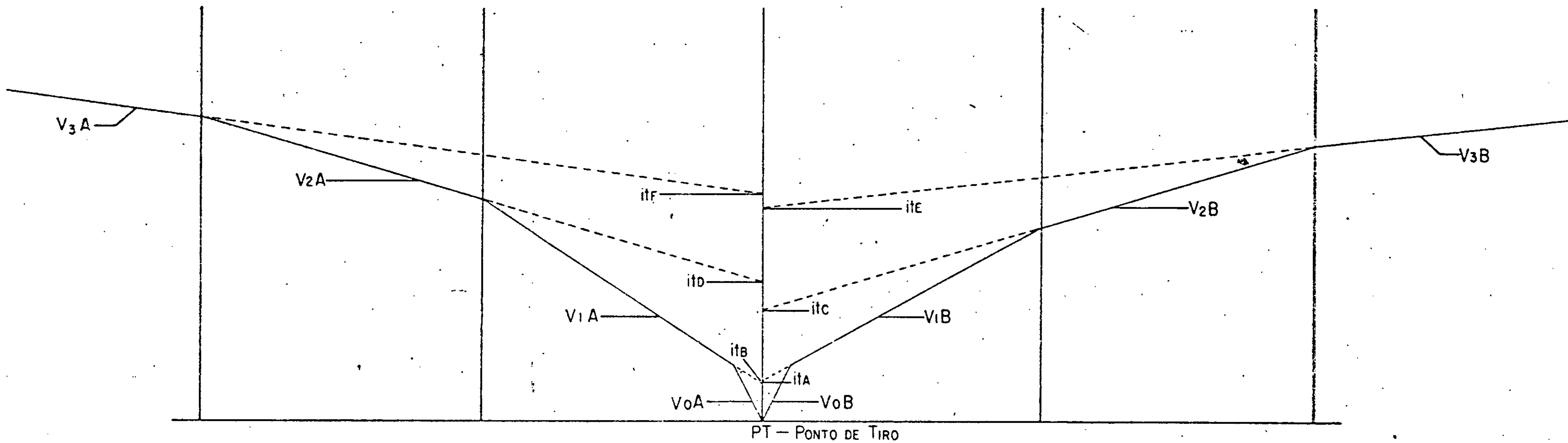
ca;  $d$  o "datum" considerado, no caso de Chico Lomã, o nível médio marinho;  $t_e$  é a correção da elevação;  $t_w$  é a correção de "weathering";  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  e  $V_3$  são as velocidades correspondentes às espessuras.

Para uma correção única, estes valores ( $t_e$  e  $t_w$ ) somam-se algebricamente.

A disposição destas correções e os dados que as originam se dispõem conforme a tabela anexa. (Tabela 2)



MÉTODO "INTERCEPT TIME" — REFRAÇÃO GRÁFICO TEMPO-DISTANCIA — (TX)



$$it_1 = \frac{it_A + it_B}{2}$$

$$V_0 = \frac{2 \cdot V_{0A} \cdot V_{0B}}{V_{0A} + V_{0B}}$$

$$it_2 = \frac{it_C + it_D}{2}$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot V_{1A} \cdot V_{1B}}{V_{1A} + V_{1B}}$$

$$it_3 = \frac{it_E + it_F}{2}$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot V_{2A} \cdot V_{2B}}{V_{2A} + V_{2B}}$$

$$V_3 = \frac{2 \cdot V_{3A} \cdot V_{3B}}{V_{3A} + V_{3B}}$$

Fig. 9







A seguir será feito um comentário sôbre qual o método aplicado em cada linha bem como os resultados obtidos.

Linha 5 - Estaca 150 a 420 - Boa qualidade. "Plus-Minus".

Linha 6 - Estaca 00 a 70 - Boa qualidade. "Plus-Minus".

Estaca 70 a 120 - Valores interpolados, devido a área de açudes.

Estaca 120 a 240 - Boa qualidade. "Plus-Minus".

Estaca 240 a 320 - Qualidade média dos dados. "Plus-Minus" combinado com "Intercept Time" devido à pouca cobertura.

Linha 7 - Estaca 174 a 280 - "Plus-Minus" complementado com "Intercept Time". Bom resultado.

Linha 7 A - Estaca 00 a 180 - "Plus-Minus". Bom resultado.

Estaca 180 a 260 - Zona da Coxilha, menor qualidade nos resultados.

Linha 8 - Estaca 80 a 340 - "Plus-Minus". Boa qualidade.

Linha 9 - Estaca 00 a 204 - "Plus-Minus". Boa qualidade.

Linha 9A - Estaca 282 a 560 - Combinações "Plus-Minus" e "Intercept-Time". Baixa qualidade.



Linha 10 - Estaca 180 a 340 - "Plus-Minus" . Bom resultado.

Linha 11 - Estaca 00 a 160 - "Plus-Minus" . Bom resultado.

Estaca 160 a 300 - Trecho com menor cobertura, resultado menos preciso que o anterior. "Plus-Minus" combinado com "Intercept Time".

Estaca 300 a 710 - Trecho na Coxilha das Lombas, resultado pouco confiável devido à grande espessura o que impossibilita uma cobertura melhor. "Intercept Time".

Linha 12 - Estaca 00 a 250 - "Plus-Minus". Qualidade média.

Estaca 250 a 340 - "Plus-Minus". Boa qualidade.

Linha 13 - Estaca 00 a 100 - "Plus-Minus". Boa qualidade.

Estaca 100 a 320 - "Plus-Minus". Baixa qualidade.

Linha 14 - Estaca 00 a 180 - "Plus-Minus". Qualidade média/boa.

Linha 14 A - Estaca 00 a 142 - "Plus-Minus". Boa qualidade.

Linha 15 - Estaca 00 a 170. Interpretada com "Plus-Minus" e "Intercept Time". Baixa qualidade.

Linha 16 - Estaca 00 a 210 - "Plus-Minus" complementa

do em alguns pontos com "Intercept Time". Trecho localizado no alto da Coxilha. Valores com qualidade média a boa.

Estaca 210 a 340 - Trecho com cobertura insuficiente devido à grande espessura da zona de baixa velocidade. Foi utilizado "Intercept Time". Resultado com baixa qualidade.



#### V.1.4 - Sísmica de Reflexão

##### Equipamento

##### 1) Instrumentos

2 DHR 1632 Ms 12 canais, digital, gravadores para alta resolução, com C.P.V. de alta velocidade, comprimento de gravação de 500 amostras. Um (1) em uso e um (1) de reserva.

1 Unidade de registro (gravação) das vibrações da Input-Output.

1 Unidade de adaptação Multifonte da Input-Output.

1 Chave CDP RLS 120 da Input/Output.

3 Rádios portáteis "Hand-walk" Mx-130.

7 Baterias de 175 Ampères/hora de 12 volts para fonte de energia.

Ferramentas e peças sobressalentes para a manutenção dos itens acima.

##### 2) Cabos e Geofones

8 Cabos Sísmicos "De Regt", 52 condutores cada com 120m de comprimento com 6 (seis) tomadas em intervalos de 20 metros.

6 Extensões de Cabos Sísmicos da "De Regt", 52 condutores com 150m de comprimento cada.

91 Fios de 12 geofones: Sensor SMY, 30 Hz conectados em Séries Paralelas. Ferramentas e Sobressalentes para o acima citado.

### 3) Fontes de Energia

6 Batedores Wacker BS60Y

6 Cabos de Batedores, 8 Condutores com 500m de comprimento.

24 Transdutores (Conversores) de fonte SSI da Input-Output. Ferramentas e Sobressalentes para o acima citado.

#### - Parâmetros das Gravações de Produção

A prospecção foi iniciada em 7 de setembro quando 52 registros de variadas análises de ruído foram efetuados. Estes foram realizados com geofones agrupados e batedores no local e foi necessário estudar-se o ruído para se estabelecer os parâmetros de registro.

No dia 8 de setembro testes de fontes e distribuição de geofones foram realizados a partir dos resultados das análises de ruído.

Em 9 de setembro 30 tiros foram gravados usando-se geofones grupados e batedores no local, cujos resultados foram analisados e permitiram o começo da produção a 10 de setembro, na linha CL-11, (fig.10), utilizando-se os seguintes parâmetros:

Velocidade de Amostra - 1 milésimo de segundo

Comprimento de Gravação - 0,5 segundos

Filtros de Gravação: "Low-Cut" - 80 Hz

"High-Cut" - 250 Hz

"Notch" - "Out"

Cobertura 600%

Geofones Sensor SMY 30 Hz

Nº por grupo 12 por fio

Intervalo de Grupo 10 m

Tipo de Batedor BS 60Y

Intervalo de Batidas 10 m  
"Pops" por segmento 2000 aprox.

Testes subsequentes foram feitos no dia 12 de setembro, decidindo-se alterar o raio de ação e o intervalo dos batedores para 15m, podendo-se proporcionar registros "split-spread" sobre a faixa "offset" da zona de interesse e também aumentar a produção. (fig.11)

## V.2 - Processamento dos Dados

O processamento dos dados ficou a cargo da equipe da Promon Geofísica Limitada, escritório do Rio de Janeiro, com o Sistema Raytheon R-DS-500.

Foi seguida a sequência de processamento abaixo:

1 - Transformação da fita no formato de campo para o formato interno da Promon.

2 - Edição: ordenação em pontos comuns de profundidades (CDP) com eliminação de traços espúrios.

3 - Correção de Estáticas de Campo Diferenciais a um datum de superfície médio.

4 - Deconvolução antes do estaqueamento, tipo preditiva, com comprimento do operador de 30 milisegundos, distância de predição 6 milisegundos.

5 - Correção do Normal Move-out (NMO), ou Correção Dinâmica.

6 - MUTE - eliminação das primeiras quebras.

7 - SCALING - recuperação de amplitudes.

# ARRANJOS PARA A REFLEXÃO

## LINHA 11

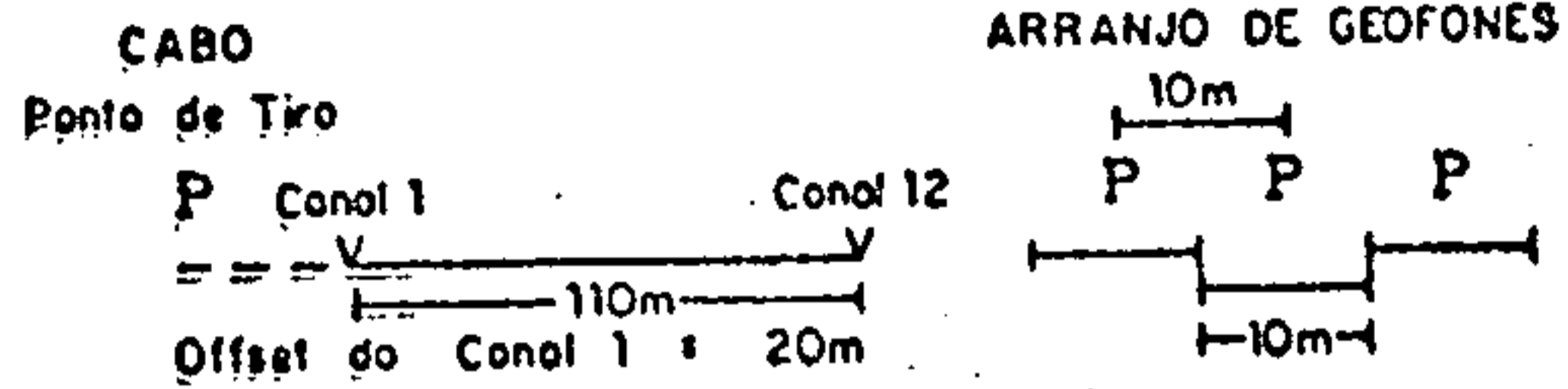


Fig. 10

## OUTRAS LINHAS

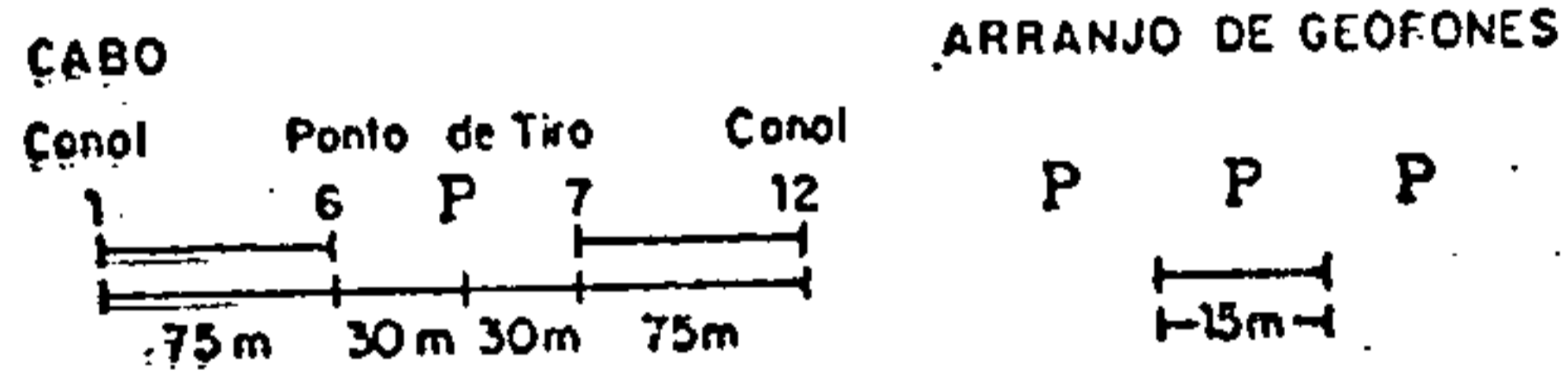


Fig. 11

8 - Correção Estática final ao datum (NMM)

9 - Correções Estáticas Residuais:

a) Consistente em Superfície: traço piloto com 7 CDP.

b) Consistente em CDP ("common depth point"): traço piloto com 5 CDP.

10 - Estaqueamento CDP - cobertura 600%

11 - Deconvolução após o estaqueamento: tipo preditiva, com comprimento do operador de 42 milisegundos, distância de predição de 14 milisegundos.

12 - Filtro Passa-Banda - limites de frequência ( Hz )  
40/50 - 140/210.

13 - SCALING - recuperação de amplitudes

Maiores detalhes sobre os parâmetros da sequência de processamento acima exposta encontram-se nas máscaras das seções sísmicas anexas (ANEXOS 6 a 26).

### V.3 - Interpretação dos Dados

#### V.3.1 - As Velocidades Sísmicas na Área

A amarração dos horizontes refletivos às seções sísmicas foi feita baseada na função velocidade obtida a partir do "Well Velocity Survey" realizado no furo TG-155-RS (vide mapa de localização das linhas sísmicas, Anexo 1). Tal função fornece a variação da velocidade vertical ao longo do furo.

A interpretação dos dados foi feita segundo o





método de Miller (Dix, C.H., 1952). As funções obtidas são as seguintes:

$$V = 1345,67 + 12,71 Z$$

$$Z = 105,875 (e^{12,71T} - 1)$$

$$T = 0,0786 \ln (0,00944Z + 1), \text{ sendo:}$$

V = velocidade

Z = profundidade

T = tempo simples

e = base dos logaritmos neperianos. (2,71828183...)

Os dados obtidos pelo gráfico tempo X profundidade apresentaram-se com boa qualidade.

A aplicação dessa função às seções sísmicas de uma maneira geral foi boa. O gráfico das diversas funções obtidas acha-se na fig. 12 .

A tabela 3 apresenta a conversão tempo duplo para cota utilizada na amarração dos furos às seções sísmicas.

### V.3.2 - Perfilagem Geofísica no Furo TG - 155-RS

Além dos testes de velocidade "Well Velocity Survey" realizados no furo TG - 155-RS, foram também executados no mesmo local perfilagens geofísicas gama, resistência, "caliper", densidade e sônico, apresentados na fig.13 .

Os perfis densidade e sônico permitem obter, dos valores de contagens por segundo e de microsegundos por pés, a variação da densidade e da velocidade, respectivamente, ao longo da sequência sedimentar. O transporte contagens/segundo para grama por centímetro cúbico é feito através do gráfico da fig.14

# WELL - VELOCITY SURVEY

FURO TG - 155 - RS  
ÁREA C - CHICO LOMÃ - RS

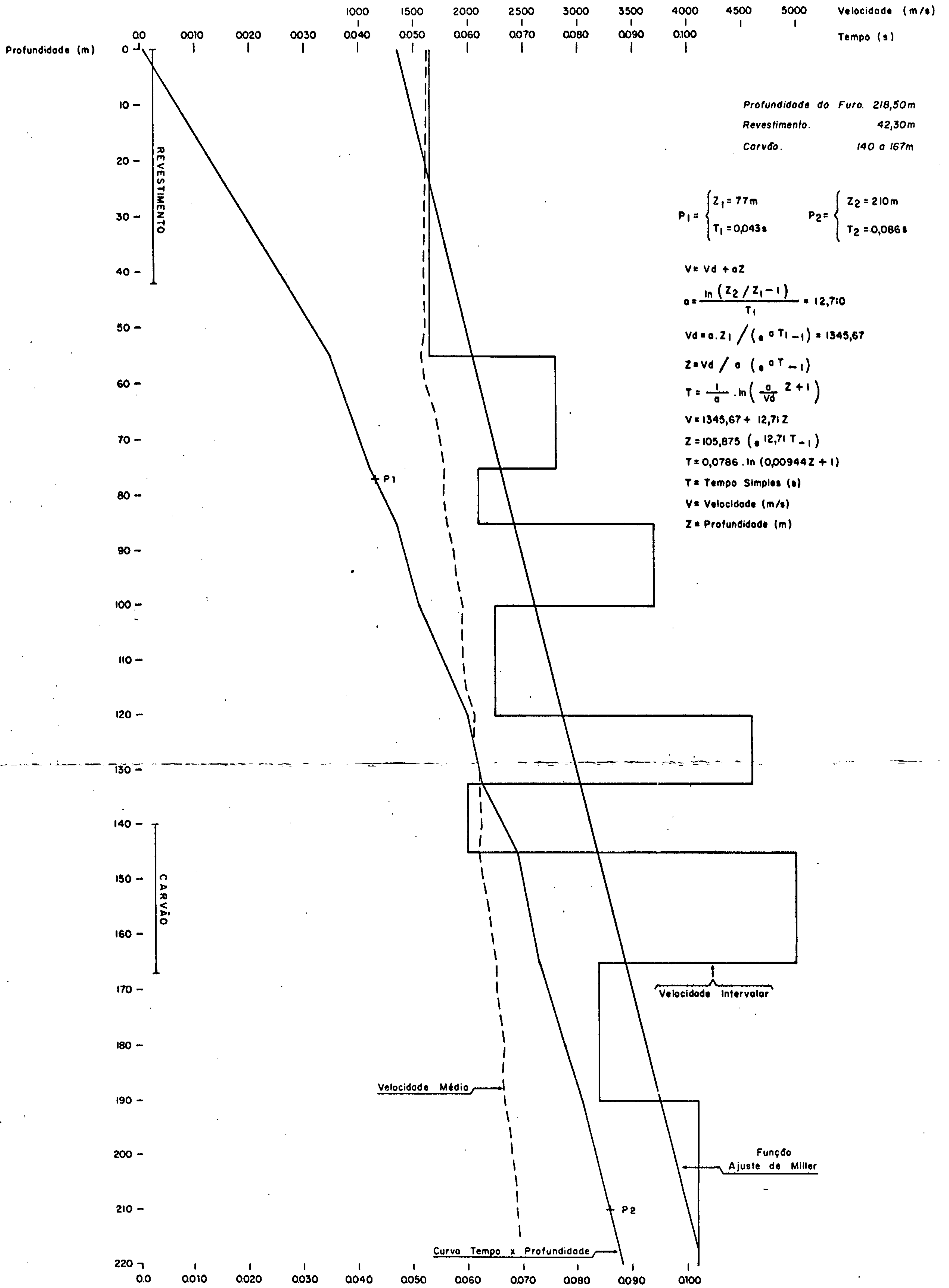


Fig. 12

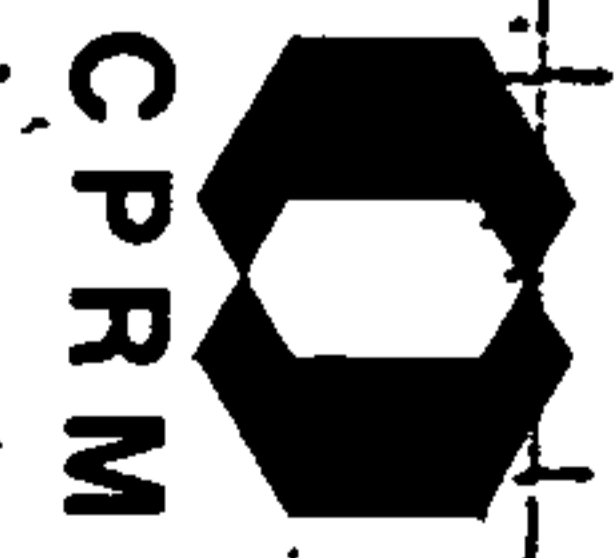
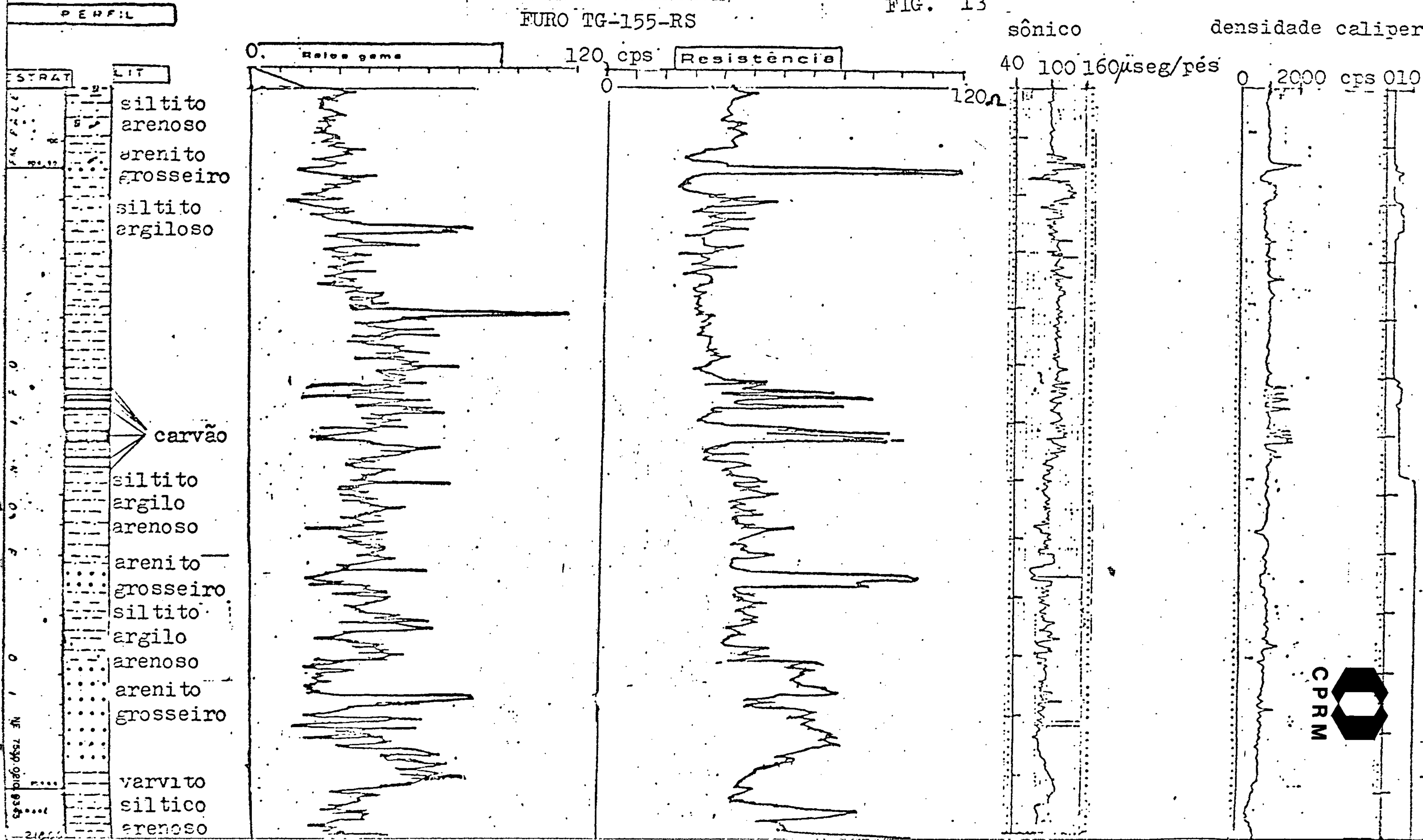
TABELA 3

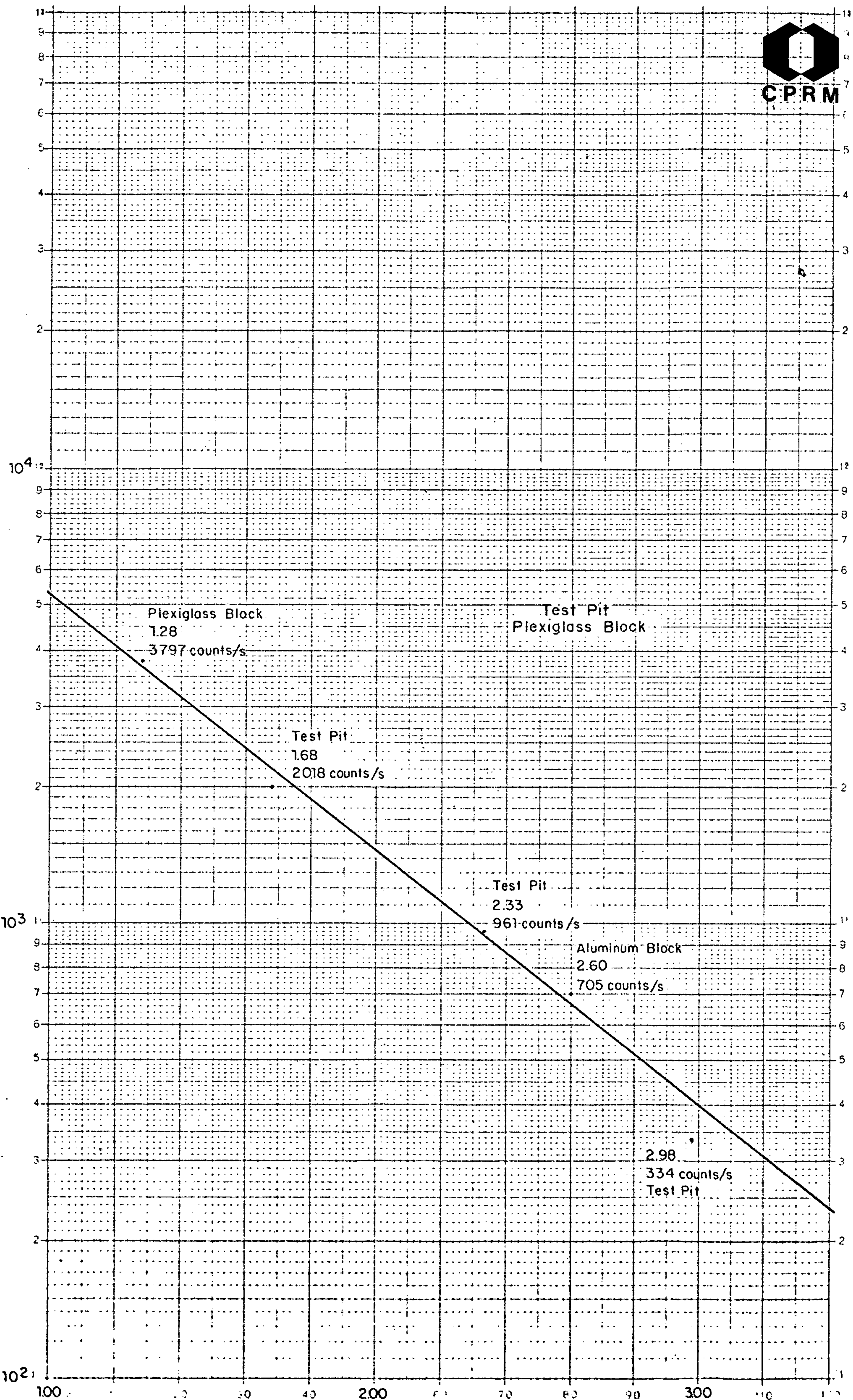
CONVERSÃO DE TEMPO PARA COTA NAS SEÇÕES SÍSMICAS.  
Datum: nível médio do mar (NMM)

T(ms) (tempo duplo)	Cota(metros)	T(ms) (tempo duplo)	Cota(metros)
6	-4	101	-95
8	-6	102	-96
9	-6	103	-98
10	-7	104	-99
11	-8	105	-100
12	-8	106	-102
13	-9	107	-103
14	-10	108	-104
15	-11	109	-106
16	-11	110	-107
17	-12	111	-108
18	-13	112	-110
19	-14	113	-111
20	-14	114	-113
21	-15	115	-114
22	-16	116	-115
23	-17	117	-117
24	-17	118	-118
25	-18	119	-120
26	-19	120	-121
27	-20	121	-123
28	-21	122	-124
29	-21	123	-125
30	-22	124	-127
31	-23	125	-128
32	-24	126	-130
33	-25	127	-131
34	-26	128	-133
35	-26	129	-134
36	-27	130	-136
37	-28	131	-138
38	-29	132	-139
39	-30	133	-141
40	-31	134	-142
41	-32	135	-144
42	-32	136	-145
43	-33	137	-147
44	-34	138	-149
45	-35	139	-150
46	-36	140	-152
47	-37	141	-154
48	-38	142	-155
49	-39	143	-157
50	-40	144	-159
51	-41	145	-160
52	-41	146	-162
53	-42	147	-164
54	-43	148	-165
55	-44	149	-167
56	-45	150	-169
57	-46	151	-171
58	-47	152	-172
59	-48	153	-174
60	-49	154	-176
61	-50	155	-178
62	-51	156	-179
63	-52	157	-181
64	-53	158	-183
65	-54	159	-185
66	-55	160	-187
67	-56	161	-189
68	-57	162	-191
69	-58	163	-192
70	-59	164	-194
71	-60	165	-196
72	-61	166	-198
73	-62	167	-200
74	-64	168	-202
75	-65	169	-204
76	-66	170	-206
77	-67	171	-208
78	-68	172	-210
79	-69	173	-212
80	-70	174	-214
81	-71	175	-216
82	-72	176	-218
83	-73	177	-220
84	-75	178	-222
85	-76	179	-224
86	-77	180	-226
87	-78	181	-229
88	-79	182	-231
89	-81	183	-233
90	-82	184	-235
91	-83	185	-237
92	-84	186	-239
93	-85	187	-242
94	-87	188	-243
95	-88	189	-246
96	-89	190	-248
97	-90	191	-251
98	-91	192	-253
99	-93	193	-255
100	-94	194	-257
		195	-260
		196	-262
		197	-264
		198	-266
		199	-268
		200	-272

PERFILAGEM GEOFÍSICA  
FURO TG-155-RS

FIG. 13





Counts /s

density in g/cm³

Através da obtenção dos valores de densidade ( $\rho$ ) e de velocidade ( $V$ ) podemos obter os diferentes coeficientes de reflexão para as interfaces entre camadas, através da fórmula  $R = (\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1) / (\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1)$ . Este cálculo fornece as zonas de contraste de impedância acústica ao longo da sequência sedimentar, que correspondem a prováveis superfícies refletoras.

A tabela 4 apresenta os valores de densidade (contagens/segundo e  $g/cm^3$ ) e de velocidade (microsegundos/pés e metros/segundo), obtidos a partir do furo TG-155-RS, bem como os coeficientes de reflexão absoluto  $R$  e normalizado  $R_N$  (amplitude máxima igual a 1), calculados para as interfaces entre as camadas.

São apresentados também os coeficientes de reflexão calculados sem o uso das densidades, mediante a fórmula  $R = (V_2 - V_1) / (V_2 + V_1)$ .

O cálculo dos  $R_N$  permite a construção de traços sísmicos sintéticos relativos ao furo perfilado.

### V.3.3 - Traços Sísmicos Sintéticos

Foram perfilados 2 furos na área C com sônico e densidade, o TG-78-RS e o TG-155-RS, sendo que os dados do primeiro não foram aproveitados já que dista cerca de 1 km da linha mais próxima, a linha 05.

Para a confecção de traços sísmicos sintéticos é necessário obter-se os coeficientes de reflexão das interfaces entre as camadas; os relativos ao furo TG-155-RS são apresentados na Tabela 4.



Através da convolução dos mesmos com a ondícula de Ricker, no caso a de fase zero (Ricker, N., 1940), obtém-se o traço sísmico relativo ao furo perfilado. Segundo a fórmula que se segue, determina-se o valor da ondícula:

$$\psi = (1 - T^2/2) \cdot e^{-T^2/4}, \text{ sendo } T = 2\pi ft$$

f = frequência dominante

t = tempo duplo de propagação

c = base dos logaritmos neperianos (2,71828183...)

Através da análise da frequência dominante nos registros sísmicos, feita através de programa específico de computador, ficou demonstrado que a faixa entre 50 e 60 Hz é a que domina. As frequências mais altas, embora não dominantes, também podem estar presentes. Dessa forma foram feitos sismogramas sintéticos para as frequências de 30, 50, 60, 80 e 100 Hz para o furo TG-155-RS. A comparação com o traço da seção sísmica correspondente se adaptou melhor à frequência de 60 Hz. Os resultados são apresentados no ANEXO 2, sendo que a comparação com o traço sísmico correspondente será feita na seção dedicada à comparação "Traços Sísmicos Sintéticos X Seções Sísmicas."

Para se fazer os sismogramas sintéticos relativos aos demais furos, não tendo os mesmos sido perfilados com densidade e sônico, foram feitas algumas tentativas, descritas a seguir:

- Primeiramente fez-se um traço sísmico sintético do furo TG-155-RS, com a frequência dominante de 60 Hz, utilizando-se os coeficientes de reflexão calculados sem o uso das densidades, mediante a fórmula  $R = (V_2 - V_1) / (V_2 + V_1)$  (ANEXO 3). Comparando-se com aquele realizado usando-se as densidades, observou-se que, embora ocorram variações de amplitudes, as rela-

ções especiais permanecerem as mesmas. Assim sendo, tentou-se fazer os sismogramas usando-se somente as velocidades. Visto não termos nenhum controle das velocidades das camadas dos demais furos, tentou-se obter uma média para os siltitos, arenitos e o carvão do furo TG-155-RS. Analisando-se o perfil sônico com a descrição litológica do furo, observa-se um aumento da velocidade com a profundidade dentro da mesma litologia. Como a perfilação do furo TG-155-RS começa aos 90 metros de profundidade, não foi possível calcular-se velocidades acima desse nível, que geralmente estão relacionadas a camadas do Cenozóico. Para as mesmas foram tomados os valores de 1200 a 1500 metros/segundo, tirados das análises de computador e dos cálculos da refração, não se distanciando muito da realidade. A velocidade média para o diabásio foi tirada pelo sônico realizado no furo TG-78-RS; o valor médio para o embasamento foi tirada dos dados da refração, já que nenhum dos dois furos o atingiu. Dessa forma foram tiradas as seguintes médias, dispostas na Tabela 5. Foi feito um ensaio com esses valores no furo TG-155-RS (ANEXO 3): novamente as relações espaciais podem ser correlacionadas. De posse dessas velocidades médias, procedeu-se à confecção dos sismogramas sintéticos dos outros furos (ANEXOS 4 e 5), fazendo-se uma tentativa de correlação litológica com o furo TG-155-RS, obtendo-se os seguintes valores, apresentados nas Tabelas 6 a 15.

Esse procedimento, levando-se em conta suas limitações, salientou dois aspectos relevantes:

- A amarração dos traços sísmicos sintéticos às seções reais correspondentes de uma maneira geral foi boa. Caso tivéssemos os valores reais das densidades e velocidades da sequência sedimentar de cada furo, a precisão teria sido muito





TABELA 5

Velocidades Médias Obtidas através da Perfilagem do Furo TG-155-RS

- . siltito Palermo - 2463 m/s
- . arenito no topo do Rio Bonito - 4689 m/s
- . siltito Rio Bonito, acima do carvão - 2507 m/s
- . carvão - 2437 m/s
- . siltito dentro do carvão - 2965 m/s
- . siltito abaixo do carvão - 3088 m/s
- . arenito isolado (cerca de 2m de espessura),  
abaixo do carvão - 4354 m/s
- . arenito espesso (cerca de 18m de espessura),  
abaixo do carvão - 3404 m/s
- . varvito Itararé - 3208 m/s
- . arenito Itararé (dados do furo TG-78-RS) - 3416 m/s
- . diabásio-(dados do furo TG-78-RS)5500 m/s
- . embasamento (dados da refração) - entre 5000 e 5500 m/s

Velocidades Médias Obtidas através da Perfilagem do Furo TG-78-RS

- . arenito Itararé - 3416 m/s
- . diabásio - 5500 m/s

TABELA 6  
Furo TG-112-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
47.80 a 65.25	calcáreo Irati	3500	-0.17	-0.71
65.25 a 98.50	siltito Palermo	2500	+0.02	+0.08
98.50 a 108.25	siltito Rio Bonito	2600	+0.15	+0.63
108.25 a 114.00	calcáreo Rio Bonito	3500	-0.15	-0.63
114.00 a 130.50	siltito Rio Bonito	2600	-0.04	-0.17
130.50 a 130.75	carvão A	2400	+0.04	+0.17
130.75 a 138.50	siltito	2600	-0.04	-0.17
138.50 a 138.85	carvão B	2400	+0.10	+0.42
138.85 a 139.20	siltito	2950	-0.10	-0.42
139.20 a 139.51	carvão C	2400	+0.10	+0.42
139.51 a 140.83	siltito	2950	-0.10	-0.42
140.83 a 141.13	carvão D	2400	+0.10	+0.42
141.13 a 144.27	siltito	2950	-0.10	-0.42
144.27 a 144.62	carvão E	2400	+0.10	+0.42
144.62 a 145.40	siltito	2950	-0.10	-0.42
145.40 a 148.38	carvão F	2400	+0.12	+0.50
148.38 a 159.50	siltito	3050	+0.05	+0.21
159.50 a 171.70	siltito conglomerático	3400	+0.24	+1.00
171.70	topo do embasamento	5500		
177.25	fim do furo			

TABELA 7  
Furo TG-80-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 81.00	Cenozóico	1400	+0.28	+1.00
81.00 a 131.20	siltito Palermo	2500	+0.17	+0.61
131.20 a 133.65	calcáreo Rio Bonito	3500	-0.15	-0.54
133.65 a 157.05	siltito Rio Bonito	2600	-0.04	-0.14
157.05 a 158.02	carvão A	2400	+0.20	+0.36
158.02 a 164.01	siltito	2950	-0.10	-0.36
164.01 a 166.42	carvão B	2400	+0.12	+0.43
166.42 a 172.65	siltito	3050	+0.18	+0.64
172.65 a 175.30	conglomerado	4350	-0.18	-0.64
175.30 a 186.30	siltito	3050	+0.05	+0.18
186.30 a 206.40	arenito conglomerático	3400	+0.24	+0.86
206.40	topo do embasamento	5500		

TABELA 9  
Furo TG-203-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 90.00	Cenozóico	1400	+0.28	+1.00
90.00 a 117.00	siltito Palermo	2500	+0.02	+0.07
117.00 a 130.76	siltito Rio Bonito	2600	-0.04	-0.14
130.76 a 131.50	carvão A	2400	+0.10	+0.35
131.50 a 132.08	siltito	2950	-0.10	-0.35
132.08 a 132.32	carvão B	2400	+0.10	+0.35
132.32 a 136.60	siltito	2950	-0.10	-0.35
136.60 a 136.93	carvão C	2400	+0.12	+0.43
136.93 a 172.00	siltito	3050	+0.05	+0.18
172.00 a 180.98	arenito	3400	-0.15	-0.53
180.98 a 181.48	carvão D	2500	+0.15	+0.53
181.48 a 184.20	arenito	3400	-0.05	-0.18
184.20 a 186.80	siltito	3050	+0.02	+0.07
186.80 a 187.70	siltito	3200	+0.03	+0.11
187.70 a 209.75	paraconglomerado	3400	-0.03	-0.11
209.75 a 211.05	siltito	3200	+0.03	+0.11
211.05 a 220.20	paraconglomerado	3400	+0.24	+0.86
220.20	topo do embasamento	5500		
222.00	fim do furo			

TABELA 8  
Furo TG-154-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 126.40	areia Cenozóica	1400	+0.13	+0.26
126.40 a 133.00	argila Cenozóica	1800	+0.50	+1.00
133.00	topo do embasamento	5500		
136.95	fim do furo			

TABELA 10  
Furo TG-156-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 107.00	Cenozóico	1400	+0.59	+1.00
107.00 a 118.85	diabásio Rio Bonito	5500	-0.22	-0.37
118.85 a 127.00	arenito endurecido pelo diabásio	3500	-0.15	-0.25
127.00 a 138.85	siltito Rio Bonito	2600	+0.36	+0.61
138.85 a 140.45	diabásio Rio Bonito	5500	-0.36	-0.61
140.45 a 146.25	siltito	2600	-0.04	-0.07
146.25 a 146.25	carvão A	2400	+0.04	+0.07
146.25 a 152.68	siltito	2600	-0.04	-0.07
152.68 a 154.90	carvão B	2400	+0.12	+0.20
154.90 a 166.20	siltito	3050	+0.13	+0.22
166.20 a 167.80	arenito	4000	-0.13	-0.22
167.80 a 169.15	siltito	3050	+0.18	+0.31
169.15 a 169.90	paraconglomerado	4350	-0.18	-0.31
169.90 a 171.80	siltito	3050	+0.05	+0.08
171.80 a 186.00	arenito	3400	-0.05	-0.08
186.00 a 197.35	siltito	3050	+0.05	+0.08
197.35 a 199.20	arenito Itararé	3400	+0.24	+0.40
199.20	topo do embasamento	5500		
200.00	fim do furo			

TABELA 11  
Furo TG-02-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficiente de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
91.50 a 112.40	siltito Palermo	2500	+0.02	+0.17
112.40 a 124.72	siltito Rio Bonito	2600	-0.04	-0.33
124.72 a 125.21	carvão CL 3	2400	+0.10	+0.83
125.21 a 131.20	siltito	2950	-0.10	-0.83
131.20 a 137.76	carvão CL 4	2400	+0.12	+1.00
137.76 a 150.80	siltito Palermo	3050		

TABELA 12  
Furo TG-79-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 54.50	areia Cenozóica	1200	+0.11	+0.40
54.50 a 79.30	argila Cenozóica	1500	+0.27	+1.00
79.30 a 92.60	siltito Rio Bonito	2600	-0.04	-0.15
92.60 a 93.50	carvão A	2400	+0.12	+0.44
93.50 a 100.60	siltito abaixo carvão A	3050	+0.18	+0.67
100.60 a 107.00	paraconglomerado	4350	-0.18	-0.67
107.00 a 107.00	siltito	3050	+0.18	+0.67
107.00 a 108.60	paraconglomerado	4350	-0.18	-0.67
108.60 a 112.40	siltito	3050	+0.18	+0.67
112.40 a 115.00	paraconglomerado	4350	-0.18	-0.67
115.00 a 120.00	siltito	3050	+0.18	+0.67
120.00 a 122.00	paraconglomerado	4350	-0.18	-0.67
122.00 a 123.70	siltito	3050	+0.05	+0.19
123.70 a 133.00	paraconglomerado	3400	-0.05	-0.19
133.00 a 136.30	siltito	3050	-0.10	-0.37
136.30 a 137.03	carvão B	2500	+0.17	+0.63
137.03 a 147.30	paraconglomerado	3500	+0.22	+0.81
147.30	topo do embasamento	5500		
149.85	fim do furo			

TABELA 13  
Furo TG-153-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 117,00	Cenozóico	1400		
117,00 a 131,80	siltito Rio Bonito	2600	+0.30	+1.00
131,80 a 132,20	carvão A	2400	-0.04	-0.13
132,20 a 132,30	siltito	2950	+0.10	+0.33
132,30 a 137,87	siltito	2950	-0.10	-0.33
137,87 a 133,50	carvão B	2400	+0.10	+0.33
138,50 a 139,13	siltito	2950	-0.20	-0.33
139,13 a 140,00	carvão C	2400	+0.12	+0.40
140,00 a 154,00	siltito	3050	+0.29	+0.97
154,00 a 170,00	topo do embasamento	5500		
170,00 a 187,00	fim do furo			

TABELA 14  
Furo GT-01-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
44,60 a 56,70	siltito Estrada Nova	1400	+0.59	+1.00
56,70 a 65,00	diabásio Irate	5500	-0.38	-0.64
65,00 a 117,26	siltito Palermo	2500	+0.38	+0.64
117,26 a 141,64	diabásio Rio Bonito	5500	-0.36	-0.61
141,64 a 167,04	siltito Rio Bonito	2600	-0.04	-0.07
167,04 a 168,61	carvão A	2400	+0.10	+0.17
168,61 a 171,74	siltito	2950	-0.10	-0.17
171,74 a 173,43	carvão B	2400	+0.12	+0.20
173,43 a 174,01	siltito	3050	+0.05	+0.08
174,01 a 175,97	conglomerado	3400	-0.05	-0.08
175,97 a 193,80	siltito	3050	+0.05	+0.08
193,80 a 197,57	conglomerado	3400	-0.03	-0.05
197,57 a 203,50	lanito	3200	+0.03	+0.05
203,50 a 216,48	arenito	3400	+0.24	+0.41
216,48 a 218,80	topo do embasamento	5500		
218,80 a 218,80	fim do furo			

TABELA 15  
Furo TG-06-RS

Prof(m)	Litologia Associada	Velocidade m/s	Coeficientes de Reflexão s/densidade	
			R	R <sub>N</sub>
0 a 108,00	areia	1200	+0.49	+1.00
108,00 a 114,80	calcáreo Palermo	3500	-0.17	-0.35
114,80 a 119,14	siltito Palermo	2500	+0.27	+0.55
119,14 a 121,00	arenito Rio Bonito	4350	-0.25	-0.51
121,00 a 136,30	siltito Rio Bonito	2600	+0.25	+0.51
136,30 a 139,70	arenito	4350	+0.12	+0.24
139,70 a 166,30	diabásio Rio Bonito	5500	-0.22	-0.45
166,30 a 171,55	siltito endurecido pelo diabásio	3500	-0.17	-0.35
171,55 a 173,10	carvão A	2500	+0.10	+0.20
173,10 a 191,17	siltito	3050	+0.28	+0.57
191,17 a 193,10	topo do embasamento	5500		
193,10 a 193,10	fim do furo			

maior.

-A confecção de sismogramas sintéticos fornece subsídios para a obtenção de relações espaciais entre camadas. Um bom exemplo é o que acontece na linha 7A, entre as estacas 10 e 124, junto aos furos TG-112-RS e TG-80-RS, respectivamente, e que será descrito na seção V.3.7 .

#### V.3.4 - Horizontes Mapeados nas Seções Sísmicas e Feições Associadas.

Com base na função velocidade obtida no furo TG-155-RS, foi feita a amarração dos 11 furos existentes na área às seções sísmicas. Baseado nos dados de cada furo, foi feita a correlação dos diversos refletores à sequência sedimentar.

As seções sísmicas foram mapeadas segundo o modelo clássico:

a) a partir dos dados de furos existentes junto às seções sísmicas, com base na função velocidade obtida no furo TG-155-RS, foi feita a amarração dos horizontes refletores às descrições litológicas dos furos.

b) nas linhas em que não havia furos de sonda foi feita a amarração pela sua intersecção com outra que o apresentasse.

c) uma vez estabelecida a correlação furo de sonda/perfil sísmico, prosseguiu-se à determinação dos refletores ao longo das seções sísmicas por continuidade e/ou caráter.

d) tomando-se a medida em tempo duplo dos refletores correspondentes ao topo da zona do carvão e do embasamento, foram feitos 2 mapas de isócronas dos horizontes referidos.



A amarração das diversas formações geológicas às seções sísmicas foi feita da seguinte forma:

- Cenozóico - horizonte azul
- Formações entre o Cenozóico e a Formação Palermo - horizonte marrom.
- Formação Palermo - horizonte verde
- Formação Rio Bonito - horizonte rosa
- Topo da zona do carvão - horizonte amarelo
- Topo do Embasamento - horizonte vermelho
- Zona provavelmente afetada por diabásio - faixa de coloração amarela.

Nas 11 descrições de furos existentes na área, apenas 3 apresentam testemunhos das Formações Estrada Nova e Irati, mapeadas pela sísmica como o horizonte marrom. Pelos poucos pontos de amarração existentes, não é possível fazer-se uma correlação lateral segura. Assim, optou-se defini-las como um único horizonte refletor. Da mesma forma não foi possível mapear-se o Grupo Itararé e a Formação Rio Bonito individualmente. A 1ª ocorre somente em 3 furos e o contato com a formação sobreposta é muitas vezes gradacional.

Nas estacas das seções sísmicas onde haja furo de sonda próximo, nem sempre o horizonte mapeado como Formação Palermo corresponde à descrição litológica do furo. São os seguintes casos:

- Furo TG-153-RS - Linha 11, estaca 360,300m ao norte.(fig. 15)  
Linha 12, estaca 178, na linha.

Segundo a interpretação sísmica, existiria o horizonte refletor correspondente à Formação Palermo, não descrita no

furo. Observando-se o perfil gama que o acompanha, pode-se observar uma mudança brusca na curva, a 104 e a 117 metros de profundidade. Tal faixa encaixa-se no horizonte verde indicado pela sísmica: embora os valores obtidos aplicando-se a função velocidade sejam diferentes daqueles do furo, tal fato pode ser devido aos 300 metros de distância referidos. Essa variação brusca na curva gama como possível limite das formações Palermo e Rio Bonito já foi citada anteriormente em trabalhos de geologia na região. (Santos, 1978 e Medeiros, 1973)

- Furo TG-02-RS - Linha 10, estaca 284, 100m ao norte. (fig. 16)  
Linha 13, estaca 25, 200m ao norte.

Foi mapeado pela sísmica um horizonte refletor que estaria entre o Cenozóico e a Formação Palermo, entre cerca de 35 e 45 metros de profundidade. Da mesma forma, os limites do topo e base da Formação Palermo seriam aproximadamente 45 e 90 metros. Não há uma coincidência com os valores da descrição litológica. No entanto, a hipótese acima é corroborada pelo perfil gama.

- Furo TG-203-RS - Linha 11, estaca 160, 170m ao norte. (fig.17)

A descrição litológica indica o Cenozóico em contato direto com a Formação Rio Bonito, a 117 metros de profundidade. Segundo a interpretação sísmica, a base do Cenozóico e o topo da Formação Palermo estariam a cerca de 30 e 43 metros, respectivamente, existindo uma faixa do horizonte marrom entre os dois refletores. O contato Palermo/Rio Bonito estaria a 90 metros de profundidade. Da mesma forma que nos demais exemplos já citados, a curva gama reforça essa possibilidade. Existe uma semelhança entre os furos TG-155-RS e TG-80-RS, no que se refere à descrição da Formação Palermo e a curva gama correspondente com o furo TG-203-RS. É possível que no mesmo ocorra essa formação, embora com intervalo destruído, como no TG-80-RS.

FURO TG-153-RS

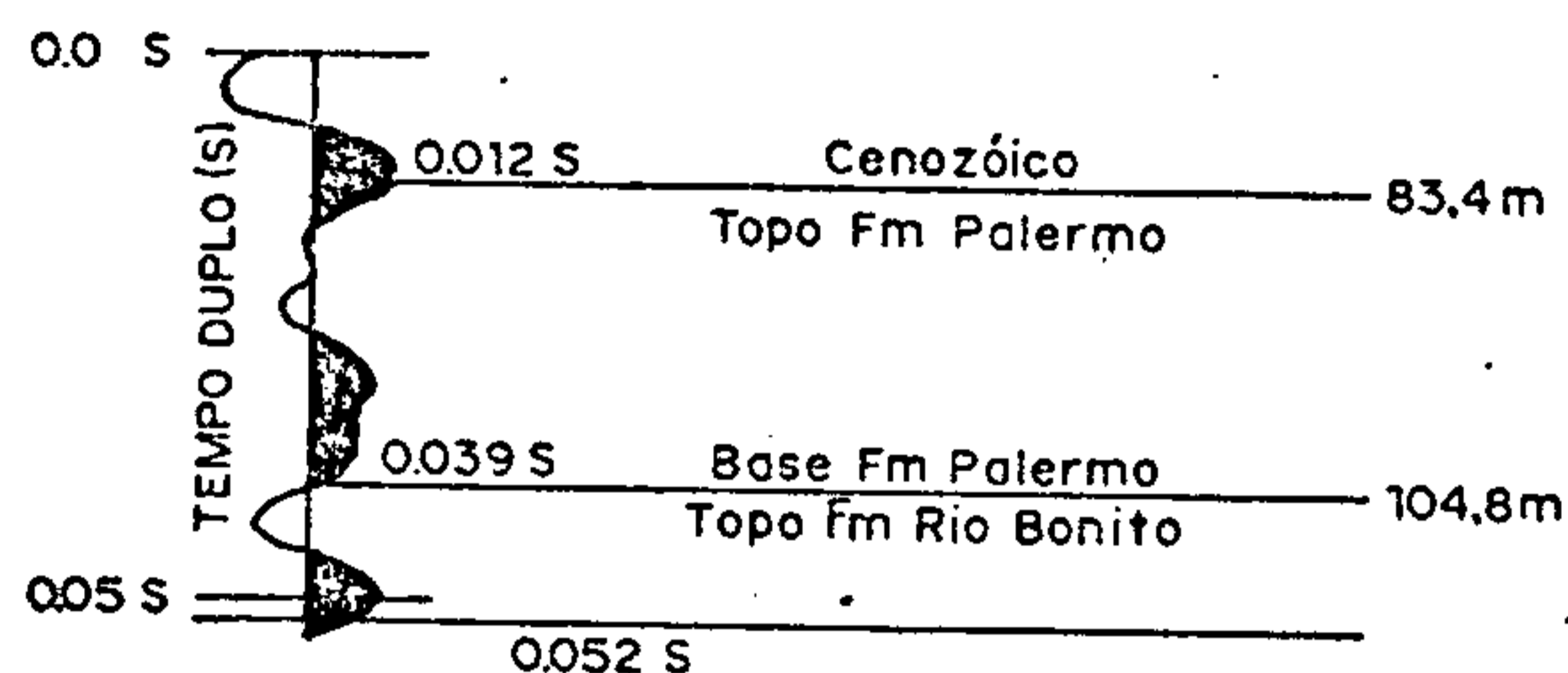
LINHA 11  
ESTACA 360,300m AO NORTE  
TRAÇO SÍSMICO REAL

DESCRIÇÃO SÍSMICA

Tempo (s) — Prof (m)

DADOS DO FURO

Prof (m) — Tempo (s)



Tempo (s)	Prof (m)	Descrição
0.0	0.0	Superfície
0.039	104.8	Cenozóico
0.052	117.0	?

CONVERSÃO (Prof (m) → T (s))  
(T (s) → Prof (m))

FUNÇÃO VELOCIDADE

$$T = 0.0786 \ln(0.00944 Z + 1)$$

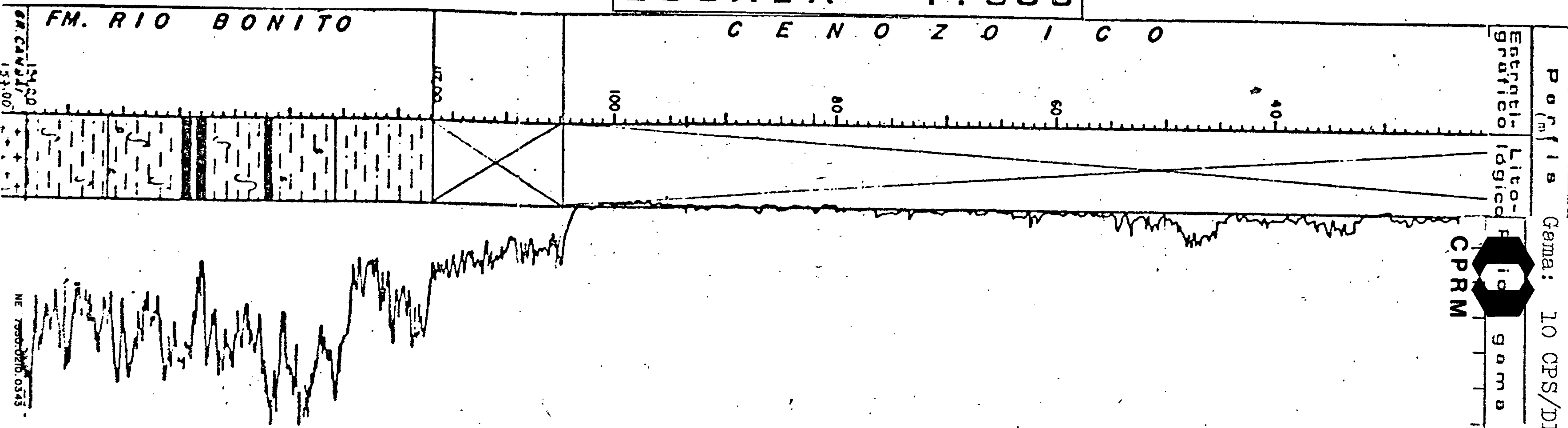
$$Z = 105.875 (e^{12.71 t} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

FIG. 15

ESCALA 1:500







LINHA 13, ESTACA 25

DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

LINHA 10, ESTACA 284

DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

200m AO NORTE

SÍSMICA

DADOS DO FURO

100m AO NORTE

SÍSMICA

DADOS DO FURO

TRAÇO SÍSMICO REAL

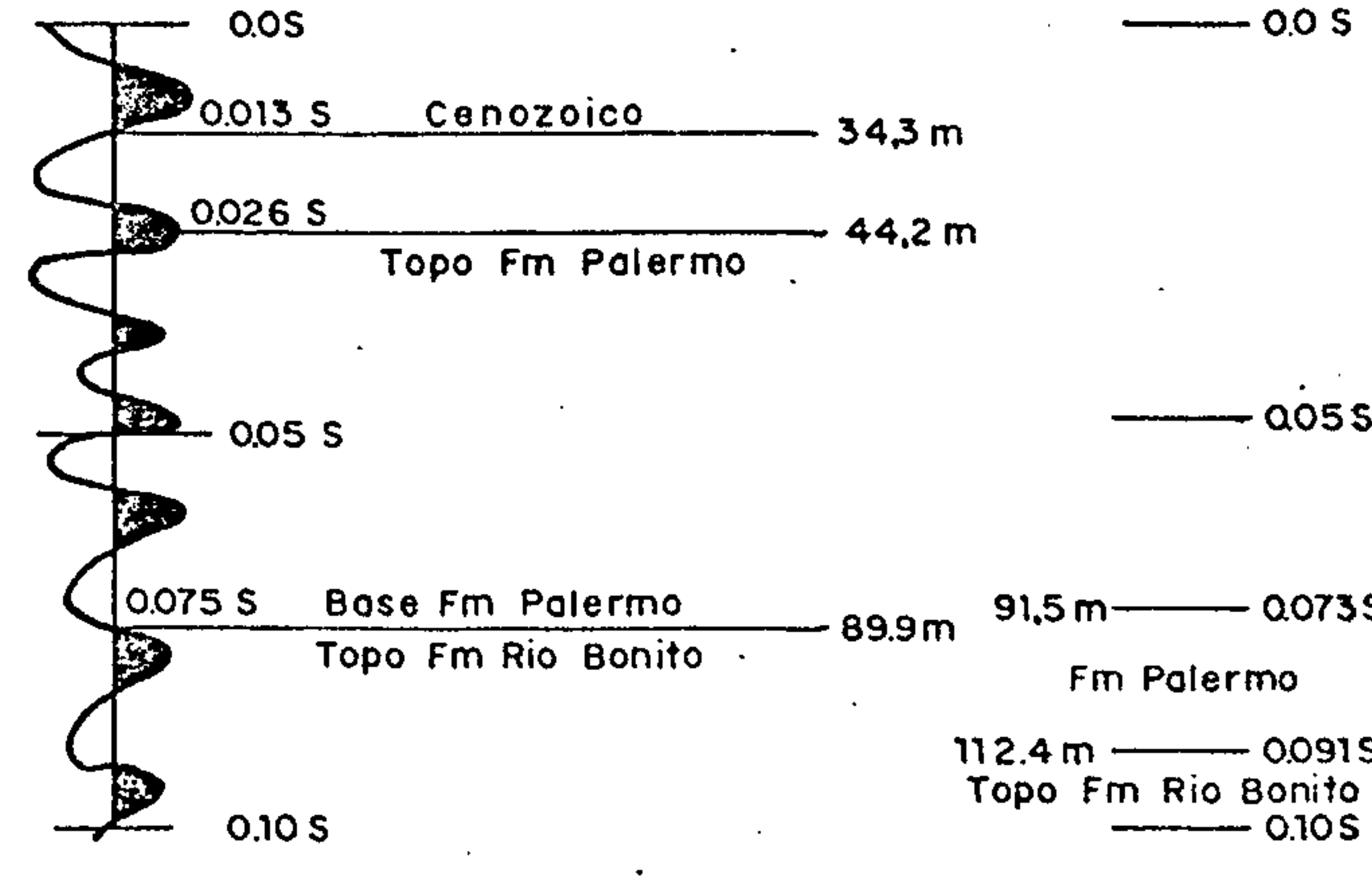
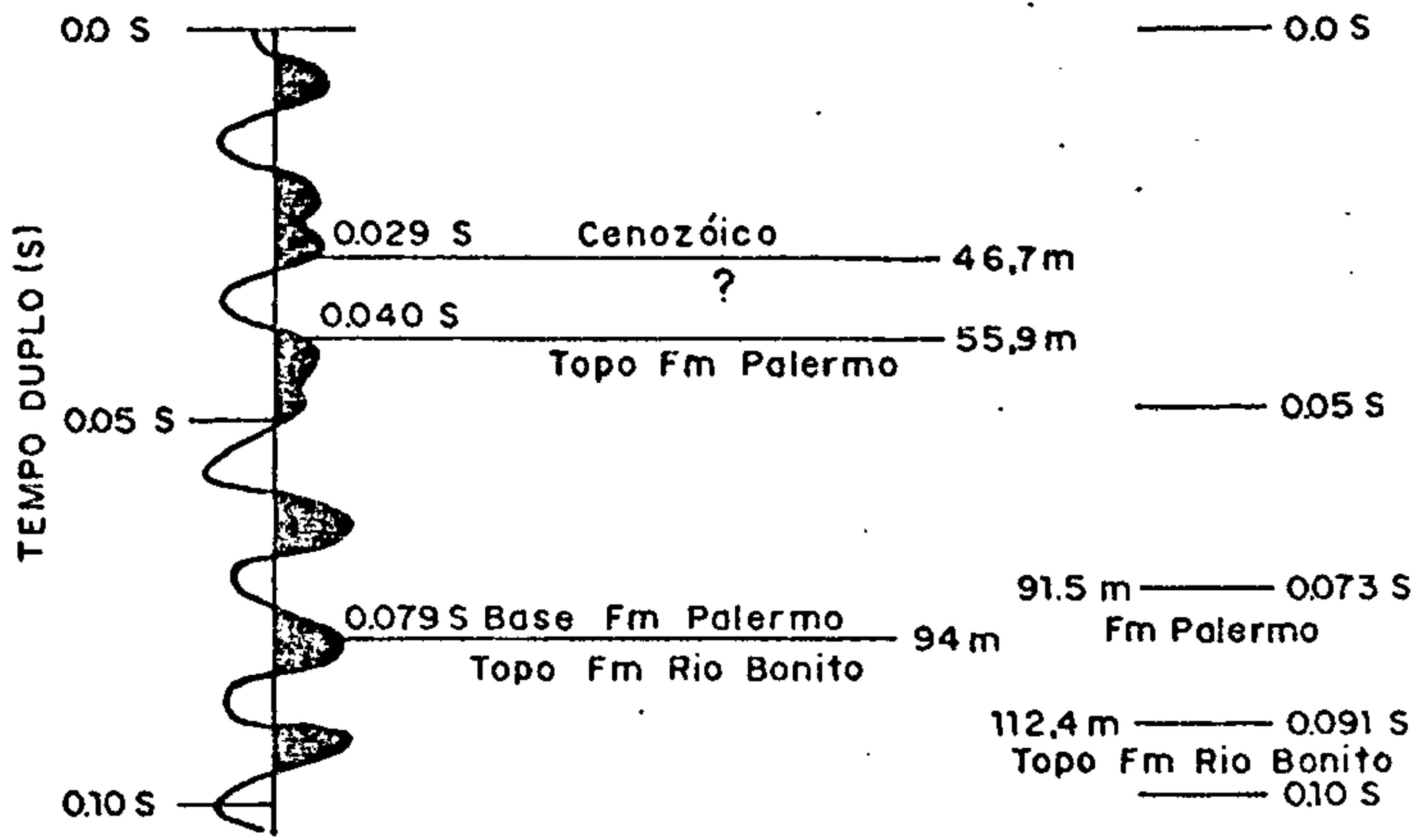
Tempo (s) → Prof (m)

Prof (m) → Tempo (s)

TRAÇO SÍSMICO REAL

Tempo (s) → Prof (m)

Prof (m) → Tempo (s)



FUNÇÃO VELOCIDADE

CONVERSÃO ( Prof (m) → T (s)  
T (s) → Prof (m) )

$$T = 0.0786 \ln(0.00944 Z + 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

$$Z = 105.875 (e^{12.71 T} - 1)$$

T = TEMPO SIMPLES

ESCALA 1 : 1000

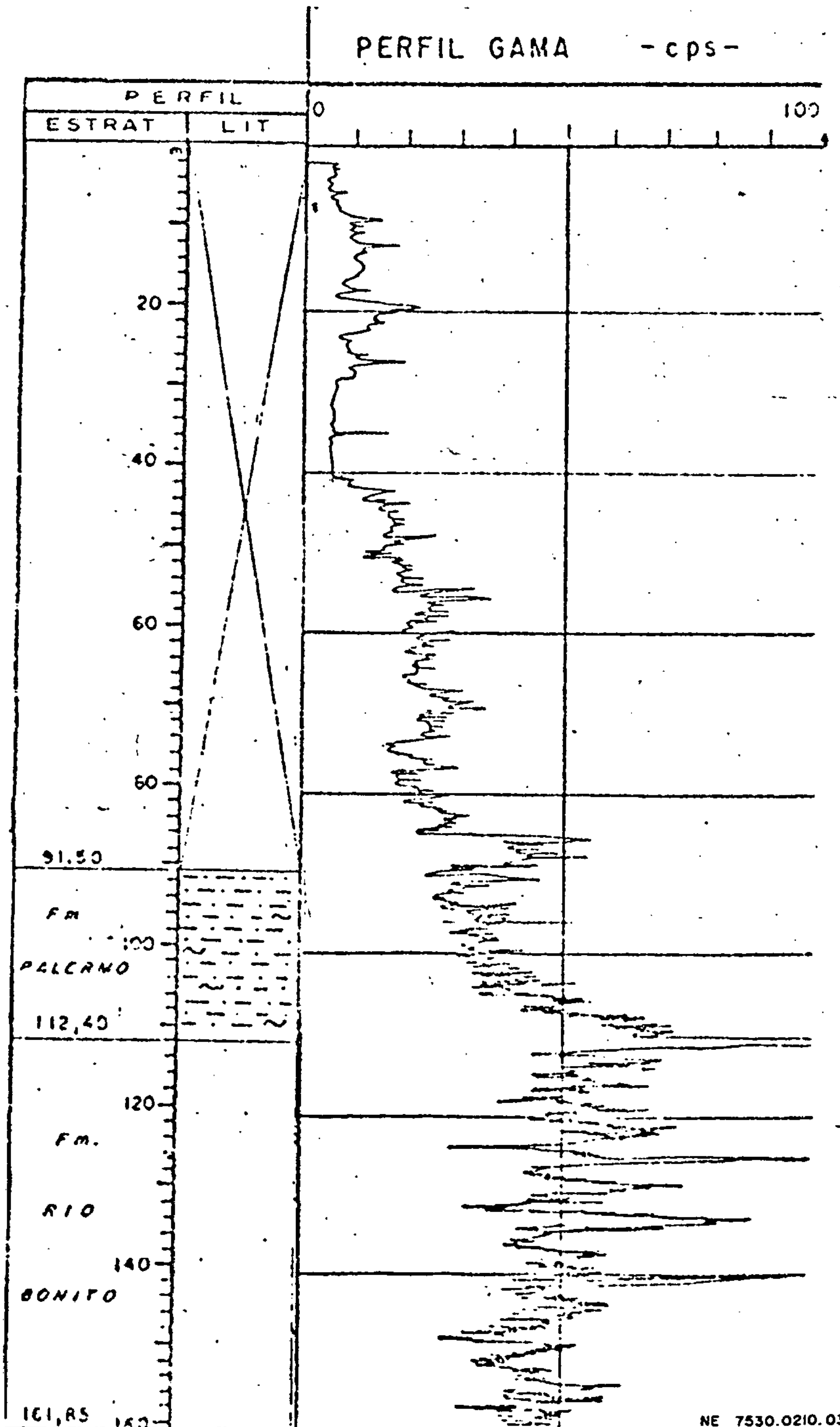


Fig. 16

FURO TG-203-RS

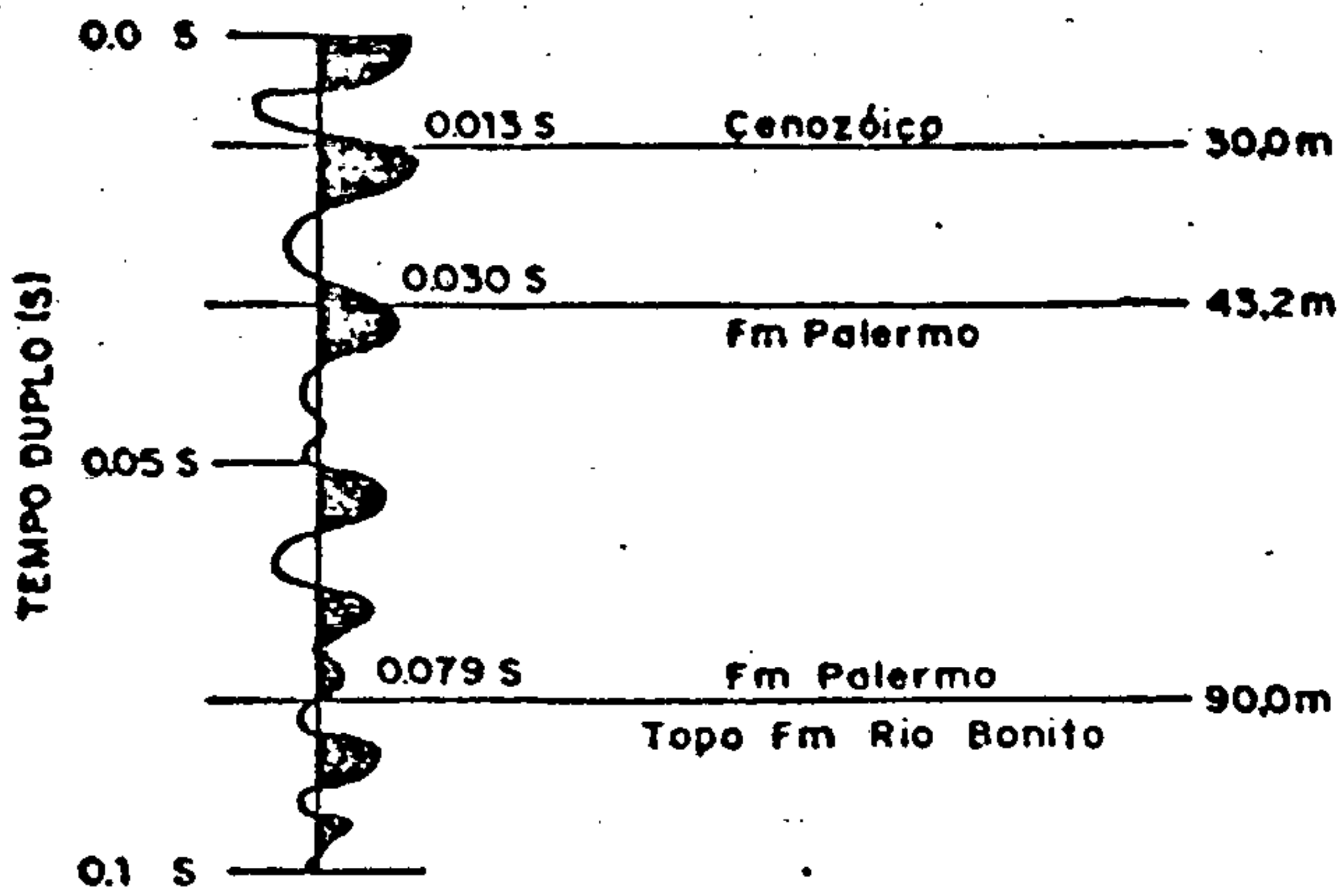


LINHA 11  
ESTACA 160,170m AO NORTE  
TRAÇO SISMICO REAL

DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

DADOS DO FURO

Prof (m) → Tempo (s)



CONVERSÃO ( Prof (m) → T (s) )  
( T (s) → Prof (m) )

FUNÇÃO VELOCIDADE

$$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$$

$$Z = 105.875 (e^{12.711 T} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

Cenozóico  
117 m / 0.094 s  
Topo Fm Rio Bonito 0.10 s

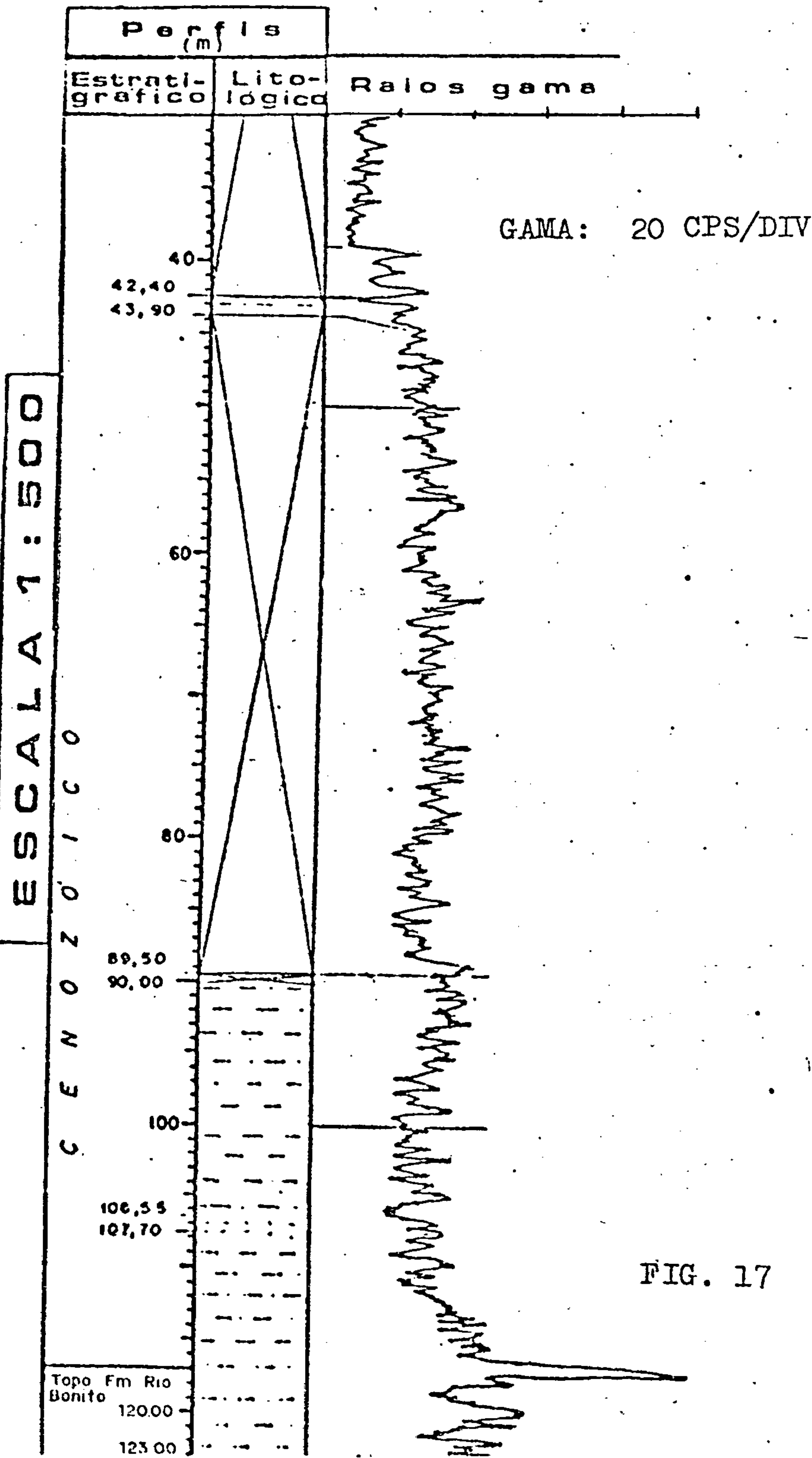


FIG. 17

Quanto à delimitação dos topos da zona do carvão e da Formação Rio Bonito, os sismogramas sintéticos mostram que pode haver variações entre as fases assinaladas nos mesmos e nas seções sísmicas. Como já foi dito, somente o furo TG-155-RS foi perfilado com sônico e gama-gama, de forma que somente nesse caso podemos afirmar exatamente quais as fases correspondentes. Assim, optou-se por seguir os horizontes assinalados.

A amarração das seções sísmicas à presença de diabásio foi feita através de furos afetados pela sua presença. As evidências se caracterizam pela perda súbita de sinal ou pelo aspecto "deformado" dos horizontes refletores, que parecem ter sido "empurrados" pela intrusão. Foram mapeadas zonas de fraturas, destacando-se nesse aspecto a linha 16, pela quebra súbita do sinal.

#### V.3.5 - Seções Sísmicas - Resultados

Na análise das seções sísmicas há que se comentar a sua qualidade dividindo-a em 2 zonas, como indicadas na figura 2: uma parte plana, outra de elevações maiores, denominada de zona da Coxilha das Lombas.

As cotas na parte plana são baixas, variando de 10 a 40 metros. A transmissão de energia através da zona de baixa velocidade é boa, assim como o cálculo das correções estáticas foi feito de maneira segura.

Nas linhas situadas na parte alta a qualidade dos dados é baixa. A grande extensão de Cenozóico, com areias e argilas inconsolidadas de até 120 metros de espessura, dificultou enormemente a transmissão de energia. O cálculo das correções estáticas tornou-se da mesma forma extremamente difícil, com resultados não muito precisos.



A seguir, será feita uma descrição geral de cada linha.

As feições estruturais mapeadas: falhas de gravidade, fraturas e zonas provavelmente afetadas por diabásio atingem todos os horizontes refletores. Os rejeitos indicados referem-se ao mapa estrutural do topo da zona do carvão, podendo ser diferentes para os horizontes sub e sobrejacentes; de uma maneira geral observou-se que os mesmos diminuem do embasamento para os refletores acima; embora o limite mínimo teórico de resolução fosse de 5 metros, foram detectadas algumas com rejeito de até 3 metros. A descrição dos blocos baixos é feita em relação às seções sísmicas, podendo haver alguma variação no mapa de contorno estrutural, já que o mesmo foi confeccionado integrando-se todos os dados das linhas.

Linha 5 - Estacas 151 - 272 ANEXOS 6 e 7  
282 - 342

Feições mapeadas : base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento. Ao que tudo indica, é uma linha com seus refletores bastante deformados pela presença de diabásio.

Localização: parte plana da área.

Qualidade — Correções Estáticas: boa

Dados: afetada provavelmente pela presença de diabásio.

#### Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
173	15	NW	provável presença de diabásio
190	20	SE	provável presença de diabásio
235	5	NW	
245	5	NW	



Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
255	20	SE	provável presença de diabásio
300 a 310	-	-	zona fraturada com provável presença de diabásio
315 a 330	-	-	provável presença de diabásio
Linha 6 - Estacas	298 - 180 179 - 115 104 - 91 75 - 16 10 - 1	ANEXOS 8 e 9	

Feições mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: parte plana da área.

Qualidade { Correções Estáticas: boa  
 Dados: estacas 1 a 104, bastante afetada pela provável presença de diabásio.  
 estacas 115 a 298: boa

#### Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
30 a 60	-	-	provável presença de diabásio
40	5	E	

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
58	25	E	
130 a 140	-	-	zona fraturada com provável pre sença de diabásio
155 a 165	-	-	zona fraturada com provável pre sença de diabásio
175	7	E	
185	7	W	
175 a 185	-	-	provável presen ça de diabásio
190	10	E	
205	15	W	
215	5	E	
215 a 250	-	W	zona de falhas rejeito total de 50 metros
225	5	W	
235	5	W	
250	25	W	
268	15	E	
288	15	W	

Linha 7 - Estacas 176 - 286 ANEXO 10

Feições mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: parte plana da área

Qualidade 
 / Correções Estáticas: boa  
 \ Dados: boa

### Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
180 a 190	60	NW	zona de falhas
195 a 210	-	-	provável presença de diabásio
230 a 245	50	NW	zona de falhas
255	15	NW	provável presença de diabásio
265	7	SE	provável presença de diabásio
Linha 7A - Estacas 1 - 260		ANEXO 11	

Feições Mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: 1 a 200 - parte plana da área.

200 a 260 - zona da Coxilha das Lombas

Qualidade 
 / Correções Estáticas 1 a 200: boa  
 / 200 a 260: média  
 / Dados: 1 a 200: boa  
 / 200 a 260: média

### Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável	Bloco Baixo	Observações
50 a 60	-	-	zona fraturada com provável presença de diabásio
115	40	NW	
148	25	NW	
167	10	NW	
196	10	NW	
245	5	SE	



Na estaca 155 pode-se observar o término do horizonte refletor relacionado às formações entre o Cenozóico e a Formação Palermo. Junto à estaca 200 foi mapeado o final do horizonte refletor referente à Formação Palermo, com o Cenozóico assentando diretamente sobre a Formação Rio Bonito. Entre as estacas 200 e 245 é possível que não tenha havido as condições necessárias à deposição de carvão, com o topo do embasamento demasiado próximo da Formação Rio Bonito.

Linha 8 - Estacas 340 - 187 ANEXOS 12 e 13  
151 - 74

Feições mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: parte plana da área

Qualidade  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Correções Estáticas: boa} \\ \text{Dados: boa} \end{array} \right.$

#### Falamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
329	5	W	
307	5	E	
280 a 293	40	W	zona de falhas
240	15	W	
223	5	W	
210	10	W	provável presença de diabásio
144	5	E	
105 a 120	-	-	zona fraturada com provável presença de diabásio
85	3	W	provável presença de diabásio



Linha 9 - Estacas 6 - 202 ANEXO 14

Feições Mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: parte plana da área

Qualidade 
 /
   
 \
 

 Correções Estáticas: boa
   
 Dados: boa

Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
28	30	NW	
45	20	SE	
88 e 119	70	NW	zona de falhas
140	10	NW	
150 a 170	-	-	zona fraturada com provável presença de diabásio
185	5	NW	

Linha 9A - Estacas 317 - 560 ANEXO 15

Feições Mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: zona da Coxilha das Lombas

Qualidade 
 /
   
 \
 

 Correções Estáticas: baixa
   
 Dados: baixa



### Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
320	5	SE	
355	10	NW	provável presen ça de diabásio
395	5	NW	
465	10	SE	
480 a 500	-	-	provável presen ça de diabásio
485	5	NW	
535	10	SE	
545	5	SE	

Pode-se observar junto à estaca 360 a junção do horizonte refletor relacionado à Formação Palermo com aquele referente à base do Cenozóico; mais adiante, junto à estaca 415, o término do horizonte refletor relacionado à Formação Palermo e a junção daquele referente à base do Cenozóico com o topo da Formação Rio Bonito. Deve-se destacar a possibilidade da ausência de carvão entre as estacas 415 e 460, embora não tenha sido detectado o término do seu horizonte refletor: para esse fato pode contribuir a pouca espessura da Formação Rio Bonito nesse trecho. Há de se ressaltar da mesma forma a baixa qualidade dos dados, principalmente da estaca 415 para sudeste.

Linha 10 - Estacas 339 - 181 ANEXO 16

Feições Mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: parte plana da área

Qualidade 
 {
   
Correções Estáticas: boa
   
Dados: bastante afetada pela pro
   
vável presença de diabásio
 }

Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
322	30	E	
305	15	W	
290 a 300	-	-	provável presen ça de diabásio
260 a 280	-	-	provável presen ça de diabásio
264	20	E	
245	10	W	
205 a 230	-	-	provável presen ça de diabásio
203	15	W	

Linha 11 - Estacas 5 - 125 ANEXOS 17 e 18  
105 - 704

Feições Mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, de Formação Rio Bonito, da zona do cervão e do embasamento.

Localização: 5 a 300 - parte plana da área  
300 a 704 - zona da Coxilha das Lombas

Qualidade 
 {
   
Correções Estáticas: 5 a 160, boa
   
160 a 300, média
   
300 a 704, baixa
   
Dados: 5 a 300, boa
   
300 a 704, baixa
 }



## Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
45	25	NW	
65	15	SE	
103	25	NW	
132	3	SE	provável presen ça de diabásio
183	5	SE	
228	10	NW	
240 a 265	-	-	provável presen ça de diabásio
275	15	SE	
295 a 310	40	NW	zona de falhas
310 a 320	-	-	provável presen ça de diabásio
350	5	NW	provável presen ça de diabásio
390	5	NW	provável presen ça de diabásio
417	15	NW	
480	10	SE	
585	30	SE	
595 a 605	-	-	provável presen ça de diabásio
620	15	NW	
663	25	SE	

Junto à estaca 315 pode-se observar o término do horizonte refletor relacionado às formações entre o Cenozóico e a Formação Palermo. Na estaca 417 foi mapeado o término do horizonte referente à Formação Palermo, com o Cenozóico assentando diretamente sobre o topo da Formação Rio Bonito. É possível

que entre as estacas 417 e 585 não tenha havido condições para a deposição de carvão, dada a pouca espessura da Formação Rio Bonito nesse trecho. Na estaca 255 foi mapeada uma mudança na forma do sinal relativo ao topo da zona do carvão, passando de uma fase negativa (plotada em branco) para outra positiva (plotada em preto). A mesma interpretação foi seguida na linha 13, junto à estaca 50. (fig. 18)

O processamento da linha 11 foi atípico. Devido ao fato de seus dados de campo apresentarem na zona da Coxilha das Lombas baixa qualidade de sinal, a mesma foi processada muito cuidadosamente, trecho por trecho. Tal procedimento permitiu uma melhora acentuada na apresentação da seção final. Não deve-se, conseqüentemente, pensar que os fortes horizontes refletos que aparecem junto à zona das Coxilhas não sejam os mesmos que aqueles marcados nas linhas 9A, 13, 14 e 16. Apenas o processamento foi mais apurado.

Linha 12 - Estacas 340 - 1 ANEXO 19

Feições Mapeadas: base do Cenozóico, diretamente sobre o horizonte relacionado ao topo da Formação Palermo; topos da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.

Localização: Estacas 340 a 250 - parte plana da área

250 a 1 - zona da Coxilha das Lombas

Qualidade	Correções Estáticas: 340 a 250 , boa
	250 a 1, média
	Dados: 340 a 230, média
	230 a 120, baixa
	120 a 1, média



## Falhamentos Detectados

Estacas	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
275	3	W	presença provável de diabásio
260	30	W	
235 a 240	-	-	presença provável de diabásio
218	20	E	
185	10	W	
118	5	W	
90	25	E	
55	5	W	

Junto à estaca 55 pode-se observar o término do horizonte refletor relacionado à Formação Palermo, com o Cenozóico diretamente sobre a Formação Rio Bonito. Embora não tenha sido detectado o término do horizonte refletor relacionado ao topo da zona do carvão, é possível que da estaca 55 para este não tenha havido a sua deposição, dada a pouca espessura da Formação Rio Bonito nesse trecho. Os dados estão particularmente distorcidos entre as estacas 120 e 200, com os horizontes refletos acompanhando as correções estáticas.

Linha 13 - Estacas 1 - 211 ANEXOS 20 e 21  
191 - 320

Feições Mapeadas: base do Cenozóico; topos da Formação Palermo, da Formação Rio Bonito, da zona do carvão e do embasamento.



Localização: Estacas 1 a 100 - parte plana da área

100 a 320 - zona da Coxilha das Lombas

Qualidade

- Correções Estáticas: 1 a 100, boa  
100 a 320, baixa
- Dados: 1 a 100, boa.  
100 a 320, baixa

#### Falhamentos Detectados

Estacas	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
14	7	NW	
20 a 30	-	-	provável presença de diabásio
51	5	NW	
63	5	NW	
75 a 90	-	-	provável presença de diabásio
85	3	NW	
110 a 120	-	-	provável presença de diabásio
130 a 145	-	-	provável presença de diabásio
140	25	SE	
170	15	NW	
198	5	SE	
210 a 230	-	-	zona fraturada com provável presença de diabásio
245	20	NW	
255	15	SE	
240 a 260	-	-	provável presença de diabásio
262	10	NW	
272	15	NW	
293	7	SE	



Na estaca 50 foi interpretada uma mudança na fase relativa ao topo da zona do carvão, passando de um valor negativo (plotado em branco) para positivo (plotado em preto), tendo o mesmo fato sido observado na linha 11, junto à estaca 255.(fig. 18)

Junto à estaca 60 pode-se observar o término do horizonte refletor relacionado às formações entre o Cenozóico e a Formação Palermo. Na estaca 170 foi mapeado o término do horizonte relacionado à Formação Palermo, com a base do Cenozóico assentando diretamente sobre o topo da Formação Rio Bonito.

Linha 14A: Estacas 142 - 1 ANEXO 22

Feições Mapeadas: base do Cenozóico, em contato direto com o topo da Formação Rio Bonito; topos da zona do carvão e do embasamento.

Localização: parte plana da área, exceto entre as estacas 20 e 60

Qualidade   
 - Correções Estáticas: boa   
 - Dados: boa

Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
108 a 118	45	E	zona de falhas
60	7	W	
22	15	W	provável presença de diabásio

É possível que tenha havido o efeito de compactação diferencial na zona de falhas marcada.



Linha 14 - Estacas 184 - 1 ANEXO 23

Feições Mapeadas: base do Cenozóico em contato direto com o topo da Formação Rio Bonito; topos da zona do carvão e do embasamento.

Localização: zona da Coxilha das Lombas

Qualidade 
 /
   
 \
  Correções Estáticas : média  

 /
   
 \
  Dados: baixa

Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável	Bloco Baixo	Observações
115	10	W	
62	10	E	
32	5	W	provável presença de diabásio

A qualidade dos dados é baixa, podendo-se observar o efeito das correções estáticas nos horizontes refletorres. Deve-se ressaltar que, segundo a seção sísmica, o rejeito das falhas nas estacas 115 e 62, aplicando-se a função velocidade, é de 20 metros. Preferiu-se porém atribuir ao efeito das correções estáticas tal valor. É possível que não tenha havido a deposição de carvão entre as estacas referidas, embora não tenha sido detectado o fim do seu horizonte refletor relacionado.

Linha 15 - Estacas 1 - 166 ANEXO 24

Feições Mapeadas: base do Cenozóico em contato direto com a Formação Rio Bonito; topos da zona do carvão e do embasamento.

Localização: 1 a 20 - parte plana  
20 a 166 - zona da Coxilha das Lombas

Qualidade  Correções Estáticas: baixa  
 Dados: 1 a 40 - boa  
40 a 166 - baixa

#### Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
40 a 55	55	SE	zona de falhas
60 a 68	-	-	zona de fraturas
75 a 85	40	NW	zona de falhas
90 a 100	-	-	zona de fraturas
115	15	NW	
145	10	NW	

Entre as estacas 40 e 55 é provável que tenha havido o efeito da compactação diferencial nas camadas sedimentares.

Linha 16 - Estacas 338 - 250 ANEXOS 25 e 26  
269 - 1

Feições Mapeadas: base do Cenozóico em Cenozóico em contato direto com o topo da Formação Rio Bonito; topos da zona do carvão e do embasamento.

Localização: zona da Coxilha das Lombas

Qualidade  Correções Estáticas: 1 a 210, média a boa / 210 a 340, baixa  
 Dados: 338 a 320, média  
320 a 1, baixa

## Falhamentos Detectados

Estaca	Rejeito Provável (metros)	Bloco Baixo	Observações
305 a 315	-	-	zona fraturada com provável <u>pre</u> <u>sença</u> de diabásio
288	5	E	provável <u>presen</u> <u>ça</u> de diabásio
273	10	W	
260	10	E	
212 a 250	-	-	zona de fraturas
195	15	W	
175	7	E	
175 a 195	-	-	provável <u>presen</u> <u>ça</u> de diabásio
125 a 160	-	-	zona de fraturas
108	60	W	provável <u>presen</u> <u>ça</u> de diabásio
92	25	E	provável <u>presen</u> <u>ça</u> de diabásio
60	10	W	provável <u>presen</u> <u>ça</u> de diabásio
40	10	E	provável <u>presen</u> <u>ça</u> de diabásio
18	5	E	

Embora a qualidade dos valores para o cálculo das correções estáticas, segundo os dados da refração, tenha sido de qualidade média a boa das estacas 1 a 210, a análise da seção sísmica indica que nesse trecho os horizontes refletivos sofrem demasiado o efeito dessas correções.

Ao que tudo indica, a linha 16 atravessa uma zona bastante fraturada de padrão tectônico E - W com o diabásio provavelmente afetando termicamente as camadas sedimentares.

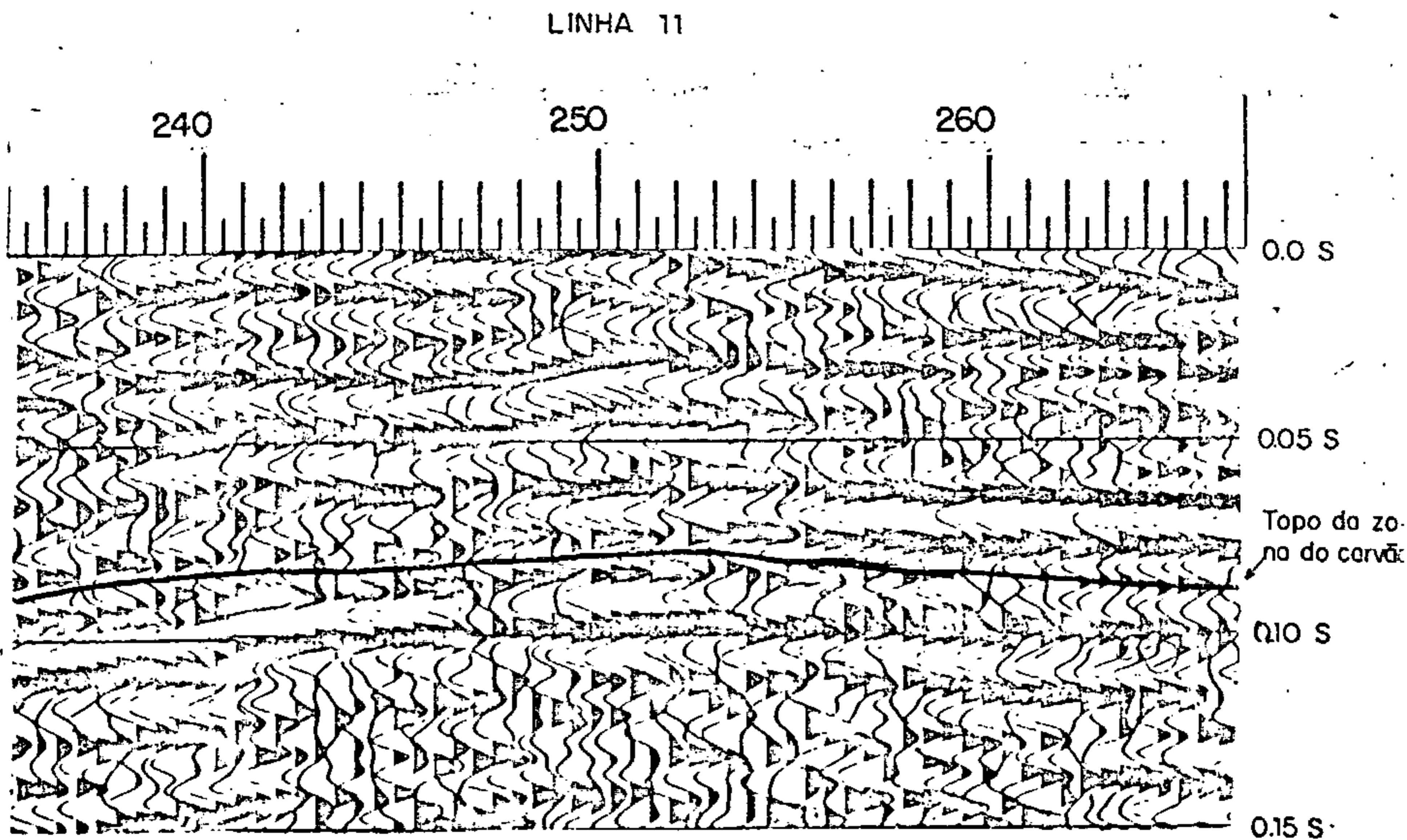
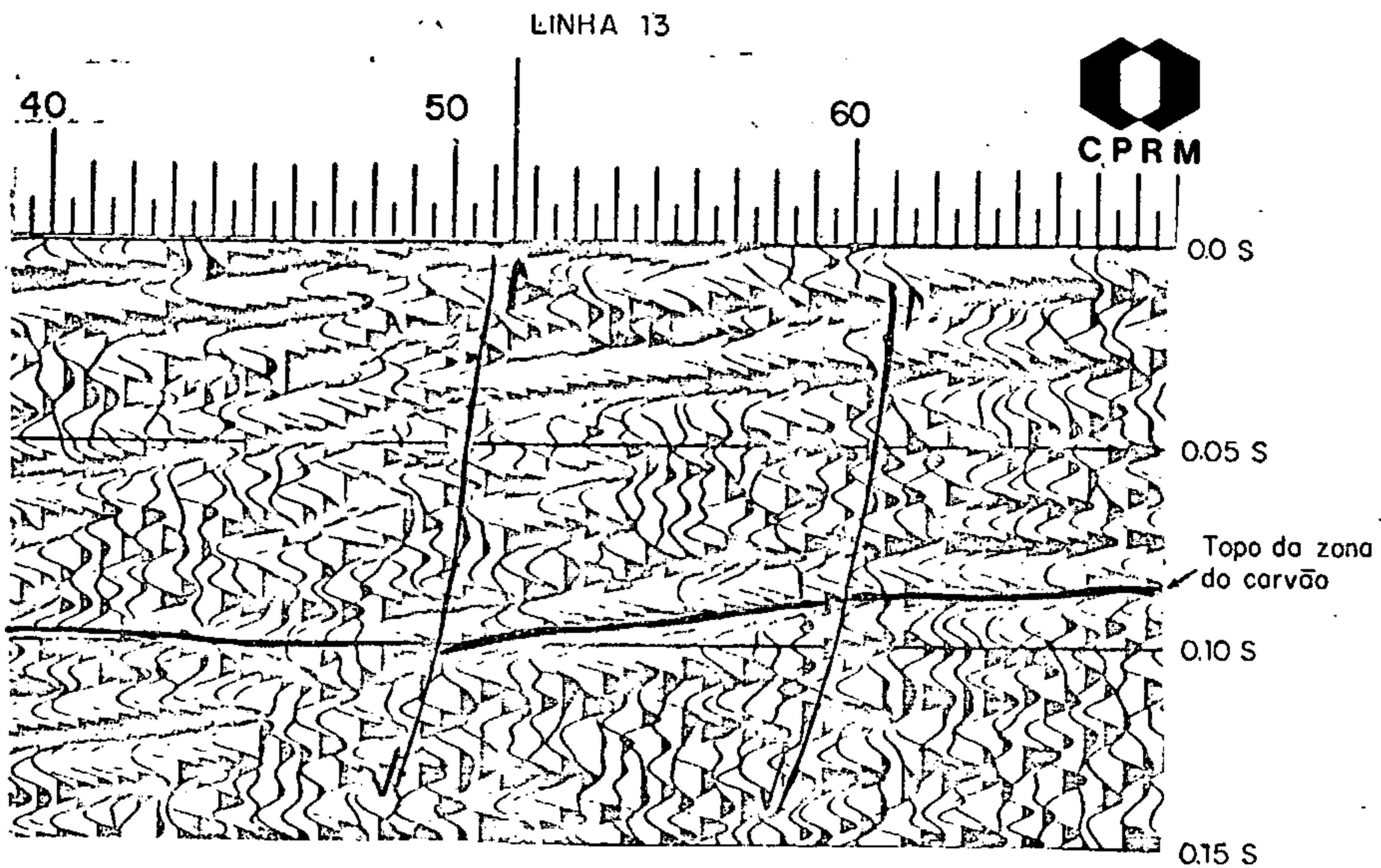


Fig. 18

### V.3.6 - Comentários Gerais sobre as Seções Sísmicas

Um problema a ser destacado é a zona denominada de Coxilha das Lombas com a espessura do Cenozóico chegando a 120 metros, onde temos problemas de estática e baixa qualidade do sinal, diminuindo assim a precisão de uma correlação estratigráfica. Linhas existem que a atravessa em parte, outras na sua totalidade: são as de número 7A, 9A, 11, 12, 13, 14, 15 e 16. Observa-se nas seções sísmicas nessa zona um forte horizonte refletor que poderia ser interpretado como:

- Uma múltipla dos horizontes refletores sobrejacentes, porém esses se apresentam com sinal mais fraco, descartando essa hipótese.

- Uma transição lateral dos refletores que vinham sendo seguidos para um único horizonte refletor forte, que seria a base do Cenozóico em contato direto com o embasamento e as reflexões abaixo seriam múltiplas.

- Apenas um contato brusco da base do Cenozóico com algum refletor sotoposto, sem podermos identificá-lo.

- A base do Cenozóico em contato direto com o topo da Formação Rio Bonito.

Todas as informações dessa faixa poderiam ser desprezadas, atribuindo-se tal medida à falta de transmissão de energia e a baixa qualidade das correções estáticas em geral. Porém, seguindo-se os horizontes refletores das linhas que começam na parte plana e atravessam a Coxilha, optou-se pela última hipótese ou seja, tal horizonte foi interpretado como sendo a base do Cenozóico em contato direto com o topo da Formação Rio Bonito.

Nas seções sísmicas como as da linha 13, 7A, 9A e 11, podem ser vistas as feições interpretadas como o fim de uma fase que seria a Formação Palermo, com o Cenozóico assentando diretamente sobre o Rio Bonito. A descrição dos furos junto à parte plana, como o TG-80-RS e o TG-112-RS e daqueles situados sobre a zona mais alta, como o TG-156-RS, TG-79-RS e TG-58-RS reforçam essa idéia. Na linha 11, particularmente, da estaca 320 para sudeste, esse horizonte não acompanha as correções estáticas. Tal observação leva-nos a crer que estamos diante de informações sísmicas realmente. Junto à estaca 417 da mesma linha foi detectada uma falha num trecho com praticamente as mesmas correções estáticas aplicadas. Dessa estaca para sudeste, só existe um furo, o TG-58-RS, situado a cerca de 500m ao sul da linha, cuja descrição litológica corrobora a idéia do Cenozóico em contato direto com a Formação Rio Bonito e onde o topo desta, da zona do carvão e a função velocidade encaixam-se nas feições sísmicas. A análise do trecho onde foi interpretada a falha descrita sugere que a mesma é posterior à deposição do Rio Bonito. Sendo assim, se havia carvão e não houve erosão da sequência sedimentar sobrejacente, é de se supor que o mesmo lá continue. Porém, como há uma diminuição da espessura da formação Rio Bonito, existe a possibilidade, já citada no item V.3.5, de que não tenha havido as condições suficientes à deposição de carvão entre as estacas 417 e 585.

Junto a linha 9A, cerca de 200 metros ao norte, existe o furo TG-154-RS, onde o embasamento encontra-se em contato direto com o Cenozóico, constituído de areias e argilas inconsolidadas. Na seção sísmica, seguindo-se o refletor correspondente à Formação Rio Bonito, nesse trecho nota-se uma perda de sinal, que poderia estar associada aos sedimentos do Cenozóico. De

qualquer forma, não foi possível delimitar uma variação lateral do término do Rio Bonito, com o Cenozóico diretamente sobre o embasamento, tendo sido mapeada a zona do carvão nesse trecho. É possível, como no caso da linha 11, que não tenha havido a sua deposição entre as estacas 415 e 460, já que a Formação Rio Bonito nesse trecho diminuiu de espessura. Seria interessante a locação de um furo na linha 9A, junto à estaca 437, a fim de se comparar seus dados com os do TG-154-RS: 200 metros de distância pode ser o suficiente para se alterarem as condições geológicas e que a situação na linha seja diferente.

Exposto o acima, são sugeridos furos a fim de se sanarem os problemas descritos, medida que traria uma enorme contribuição ao conhecimento da geologia da área:

- Furos Sugeridos

- Diminuição da espessura da Formação Rio Bonito, com a possibilidade da não existência de carvão:

Linha 9A - Estaca 437

Linha 11 - Estacas 430  
490

Linha 7A - Estaca 220

Linha 12 - Estaca 40

Linha 14 - Estaca 90

- Horizonte Refletor Forte - base do Cenozóico em contato direto com o topo da Formação Rio Bonito:



Linha 9A - Estaca 490  
Estaca 555

Linha 11 - Estaca 370  
Estaca 640

Linha 13 - Estaca 190  
Estaca 250  
Estaca 285

Linha 14 - Estaca 50  
Estaca 150

Linha 16 - Estaca 50  
Estaca 100  
Estaca 220

- Cotas previstas para o topo da zona do carvão:

Linha 13, estaca 50, entre -90 a -100 m

Linha 11, estaca 265, entre -75 a -85 m

Ao que tudo indica, ocorre o término de um forte horizonte refletor abaixo da zona do carvão, com o seu topo mudando de uma fase negativa para outra positiva, no sentido SE.

Linha 12, estaca 230, entre -35 e -45 m  
210, entre -60 e -70 m



### V.3.7 - Traços Sísmicos Sintéticos X Seções Sísmicas

Foi feita uma correlação geológico-geofísica de cada furo com o traço sísmico sintético, o perfil litológico e o traço real da seção sísmica correspondentes. Na área estudada foram feitos até o presente momento 11 furos, sendo que apenas 3 estão localizados junto às linhas sísmicas. Os demais situam-se a distâncias entre 50 e 300 metros. Consequentemente, a amarração pode levar a distorções, partindo-se do suposto que essa distância seja suficiente para alterar as condições geológicas junto às seções.

- Furo TG-112-RS - Linha 7A, estaca 10, na linha.
- Furo TG-80-RS - Linha 7A, estaca 124,50 m ao sul (figs. 19 e 20)

Esses dois exemplos ilustram bem a utilidade dos sismogramas sintéticos na delimitação das relações espaciais entre as camadas de carvão: na seção sísmica ocorre uma mudança na fase correspondente ao topo da zona do carvão, provocada pela relação entre as camadas A e B, passando de uma fase negativa (na seção sísmica plotada em branco), na estaca 10, para uma fase positiva (na seção sísmica plotada em preto), na estaca 124.

No traço sísmico sintético do furo TG-112-RS nota-se uma pequena fase positiva seguida de uma também pequena fase negativa, relacionada ao topo da zona do carvão, junto à camada A; abaixo as camadas B, C e D juntas individualizam uma fase positiva; abaixo as camadas E e F constituem um horizonte

refletor da base da zona do carvão, caracterizada pela fase negativa. Prosseguindo no sentido SE, até a estaca 124, nota-se na seção sísmica que as duas fases positivas juntam-se numa só. A análise do traço sísmico sintético do furo TG-80-RS revela o topo da zona do carvão como uma única fase positiva, devido à camada A e a sua base, junto à camada B, como uma fase negativa. Observando-se a correlação geológico-geofísica dos 2 exemplos, nota-se como as relações de espessura e distância entre as camadas de carvão definem a forma do traço sísmico.

Os contatos entre as diversas formações sedimentares estão representados nas figuras, assim como aquele devido ao topo do embasamento /Formação Rio Bonito.

- Furo TG-155-RS - Linha 11, estaca 22, na linha. (fig. 21)

O topo da formação Rio Bonito acha-se indicado pela deflexão indicada no traço sísmico sintético. As camadas de carvão A, B, C e D dão origem às fases negativa e positiva indicadas; a camada E contribui para a fase negativa logo abaixo. Visto que o furo não atingiu o embasamento, a correlação geológico-geofísica só se estende até o varvito Itararé.

- Furo TG-06-RS - Linha 6, estaca 25, 200m ao norte (fig. 22)

A descrição litológica do furo acima apresenta uma larga faixa de diabásio. O traço sísmico sintético não se ajusta bem ao traço real, pois as camadas estão afetadas, evidência também observada na seção sísmica.

- Furo TG-79-RS - Linha 15, estaca 40, 150m ao

sul (fig. 23)

O contato Cenozóico/Rio Bonito acha-se representado na figura. Pode-se notar o efeito da camada de carvão A, pela fase negativa indicada; a camada B de carvão não se individualiza, estando o seu sinal "diluído" nos paraconglomerados abaixo. O topo do embasamento relaciona-se à última fase negativa do traço sísmico sintético.

- Furo TG-02-RS - Linha 10, estaca 284, 100m ao norte.

Linha 13, estaca 25, 200m ao norte. (fig. 24)

As camadas de carvão CL3 e CL4 dão origem às fases indicadas. Com relação ao contato Palermo/Rio Bonito, não há uma concordância na correlação da seção sísmica com o traço sintético. Ao que tudo indica, como será descrito no item dedicado à Formação Palermo, o seu contato com a Formação Rio Bonito não está bem definido na descrição litológica. O traço sísmico sintético foi feito baseado nos dados do furo. Não foi atingido o embasamento.

- Furo TG-156-RS - Linha 16, estaca 178, 200 m ao norte. (fig. 25)

Linha 13 estaca 247, 150 m ao norte.

Na descrição do furo, a presença de diabásio afeta a sequência sedimentar, fato também observado nas estacas citadas acima, pelo aspecto deformado dos traços sísmicos reais correspondentes. A camada de carvão A, com 0,25m de espessura, não se individualiza como refletor; a camada B relaciona-se com a fase negativa indicada. O topo do embasamento está correlacio

nado com a última fase negativa na figura.

- Furo TG-153-RS - Linha 12, estaca 178, na linha.

Linha 11, estaca 360, 300 m ao norte. (fig. 26)

A seção sísmica junto à estaca 178 na linha 12 acha-se bastante deformada, provavelmente devido às correções estáticas. A comparação foi feita tomando-se como base a estaca 360 da linha 11, a 300m ao sul do furo. O valor em tempo duplo do topo da Formação Rio Bonito na seção não coincide com aquele obtido, aplicando-se a função velocidade, dos dados do furo de sonda; tal fato pode ser devido à distância referida. Nos trechos próximos às estacas citadas, foi mapeada a Formação Palermo pela sísmica, o mesmo não acontecendo com a descrição litológica do furo. O topo da formação Rio Bonito relaciona-se à primeira fase negativa; a camada A de carvão à segunda fase negativa abaixo; as camadas B e C provocam o efeito indicado na figura. O embasamento caracteriza-se pela fase negativa indicada abaixo.

- Furo TG-203-RS - Linha 11, estaca 160, 170 metros ao norte. (fig. 27)

A descrição litológica desse furo não se ajusta perfeitamente aos horizontes sísmicos mapeados. Sendo o traço sísmico sintético feito a partir da descrição litológica, é evidente que a amarração com o traço real não é perfeita. Tal observação aplica-se aos contatos Cenozóico, Formações Palermo e Rio Bonito. As camadas de carvão A e B ocasionam uma fase negativa, como se vê na figura; a camada C, de 0,33m de espessura, não se individualiza como refletor. Abaixo a camada de carvão D se "dilui" nos horizontes refletores devido aos paraconglomerados. A última fase negativa relaciona-se ao topo do embasamento.

- Furo TG-154-RS - Linha 9A, estaca 434, 200 m ao norte. (fig. 28)

Segundo a sua descrição litológica, o Cenozóico assenta-se diretamente sobre o embasamento. Na seção sísmica não foram detectadas evidências desse fato. Maiores detalhes sobre o assunto serão fornecidos nas seções subsequentes.

- Furo GT-01-RS - Linha 7, estaca 176, 100m ao norte. (fig. 29)

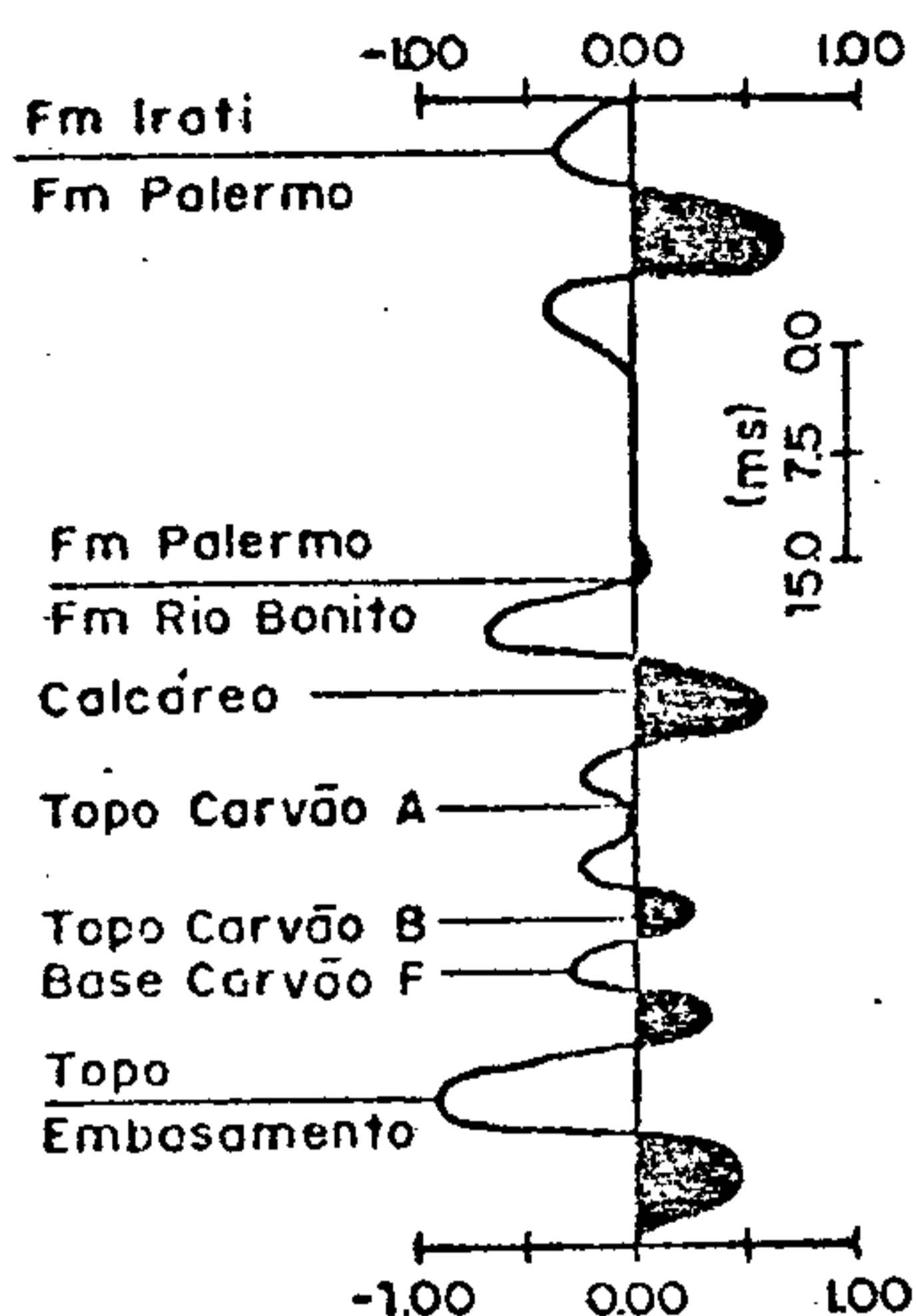
A presença de diabásio tanto na Formação Palermo, quanto na Rio Bonito, afeta a qualidade dos dados. A camada de carvão A apresenta-se relacionada à pequena fase negativa indicada; a camada B provoca a inflexão na fase acima descrita. Abaixo vê-se o efeito dos conglomerados, lamitos e arenitos e por último a fase negativa correspondente ao topo do embasamento.

Ao fazer-se essa tentativa de correlação geológico-geofísica, deve-se ter sempre em mente o fato de que todos os sismogramas sintéticos, a não ser o do furo TG-155-RS, foram realizados utilizando-se velocidades médias, sem densidades, tiradas mediante os ensaios já descritos. Consequentemente, podem existir diferenças em tempo entre os horizontes refletores nas seções sísmicas e nos traços sintéticos. Da mesma forma podem ocorrer variações nas amplitudes dos traços, devidas também à escolha dos parâmetros da apresentação final das seções sísmicas.

FURO TG-112-RS  
LINHA 7A - ESTACA 10

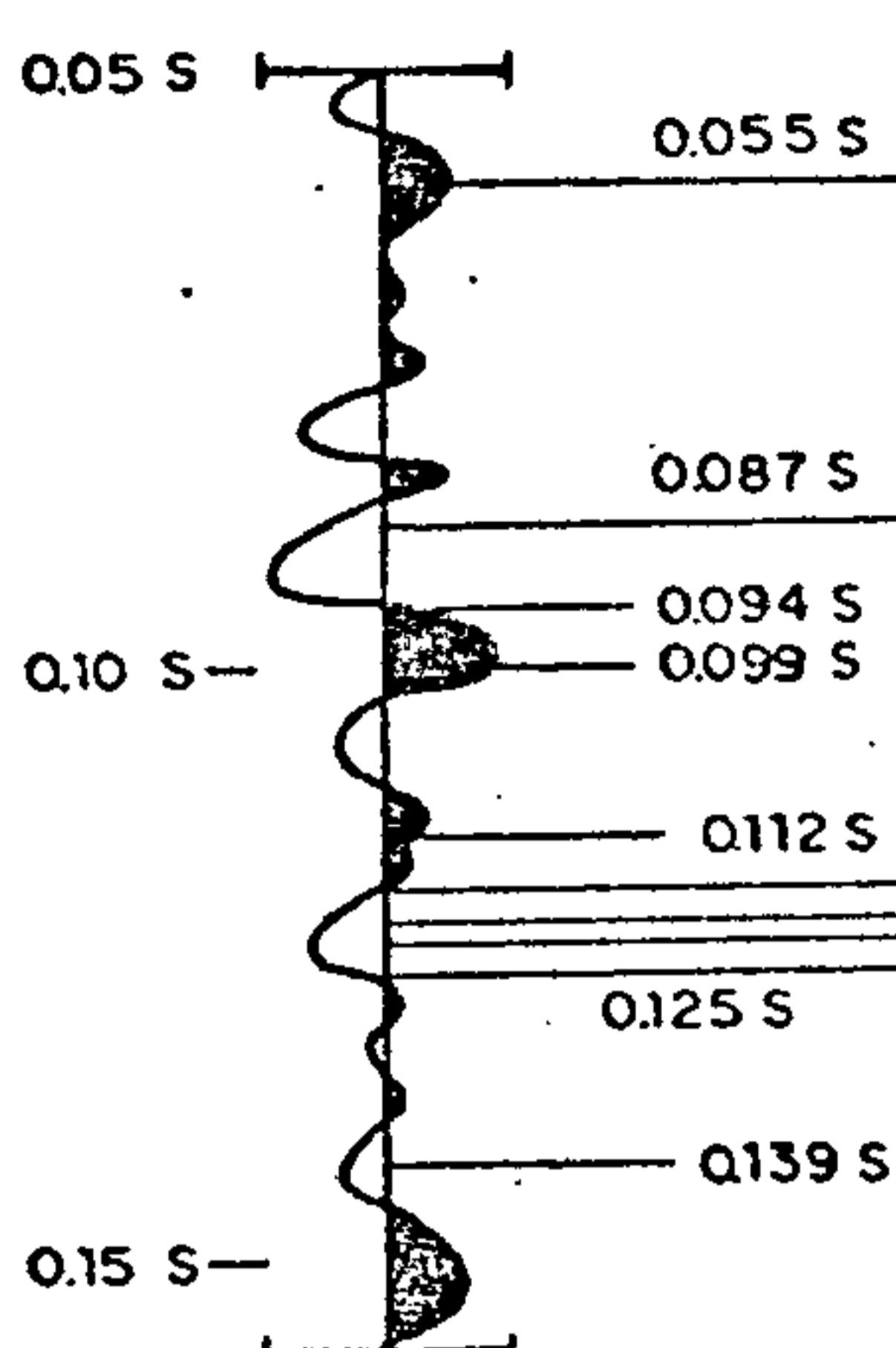


TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

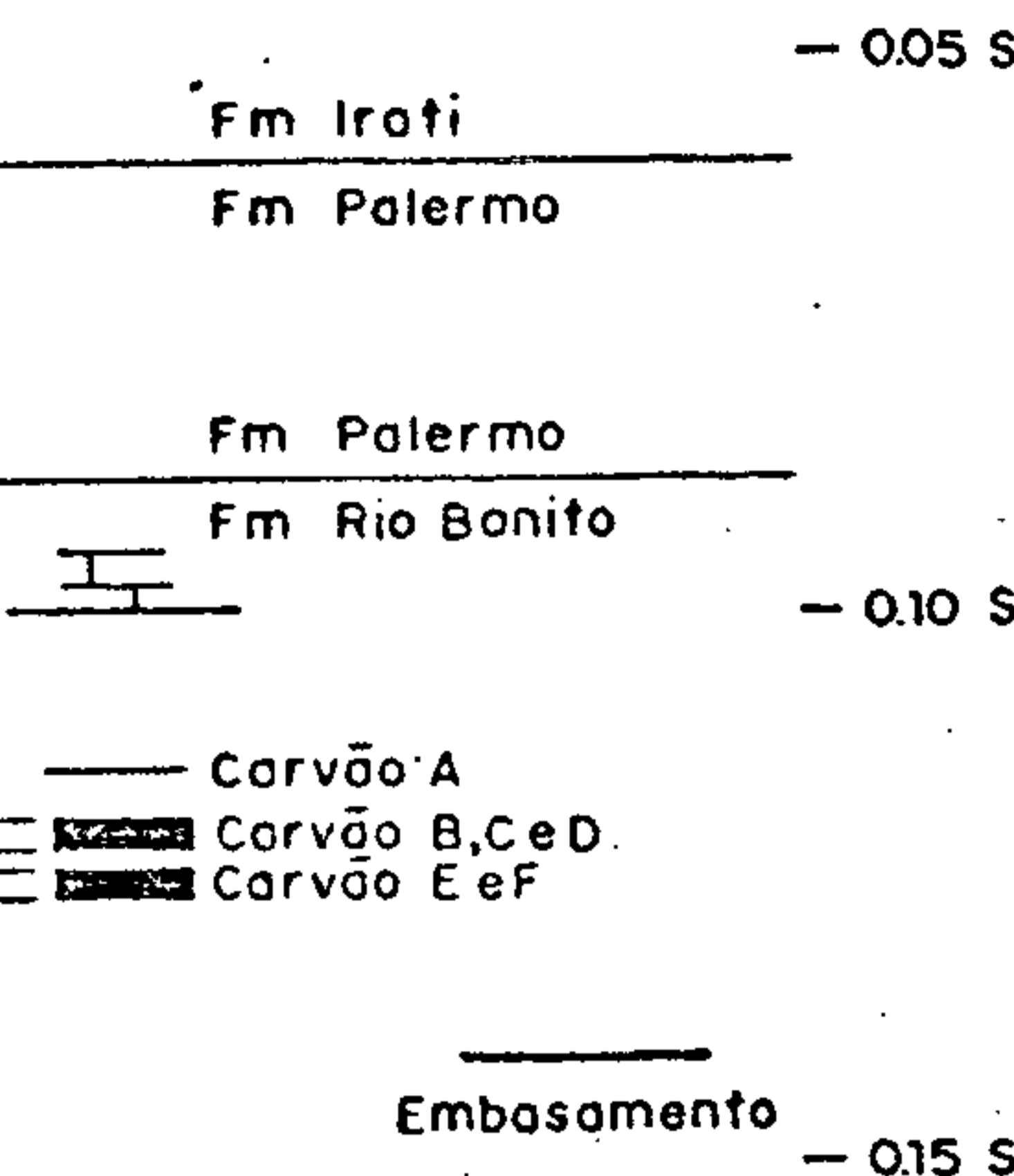


TRAÇO SÍSMICO REAL

TEMPO DUPLO (S)



PERFIL LITOLÓGICO

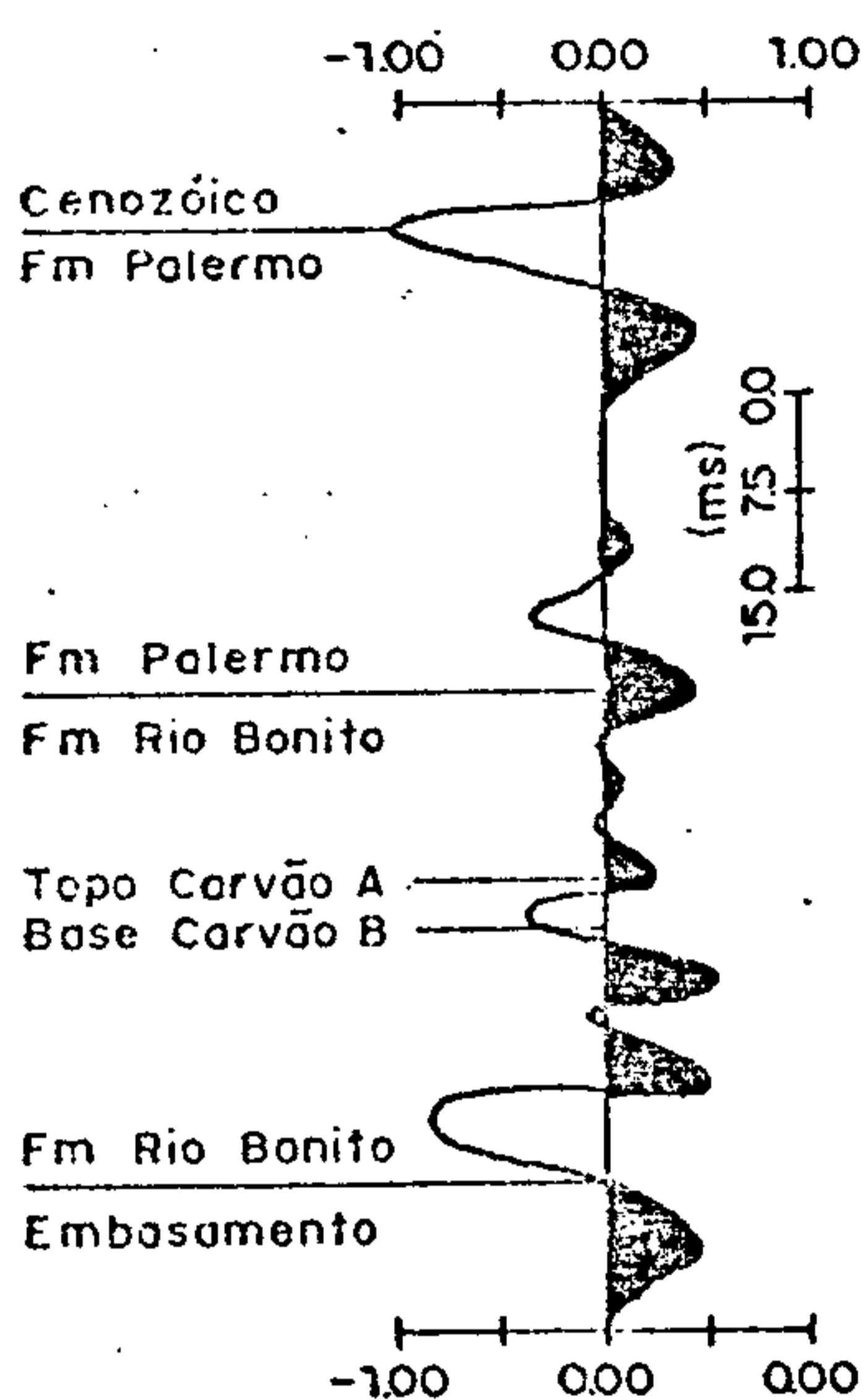


(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
T = TEMPO SIMPLES  
Z = COTA DA BOCA DO FURO

Fig.19

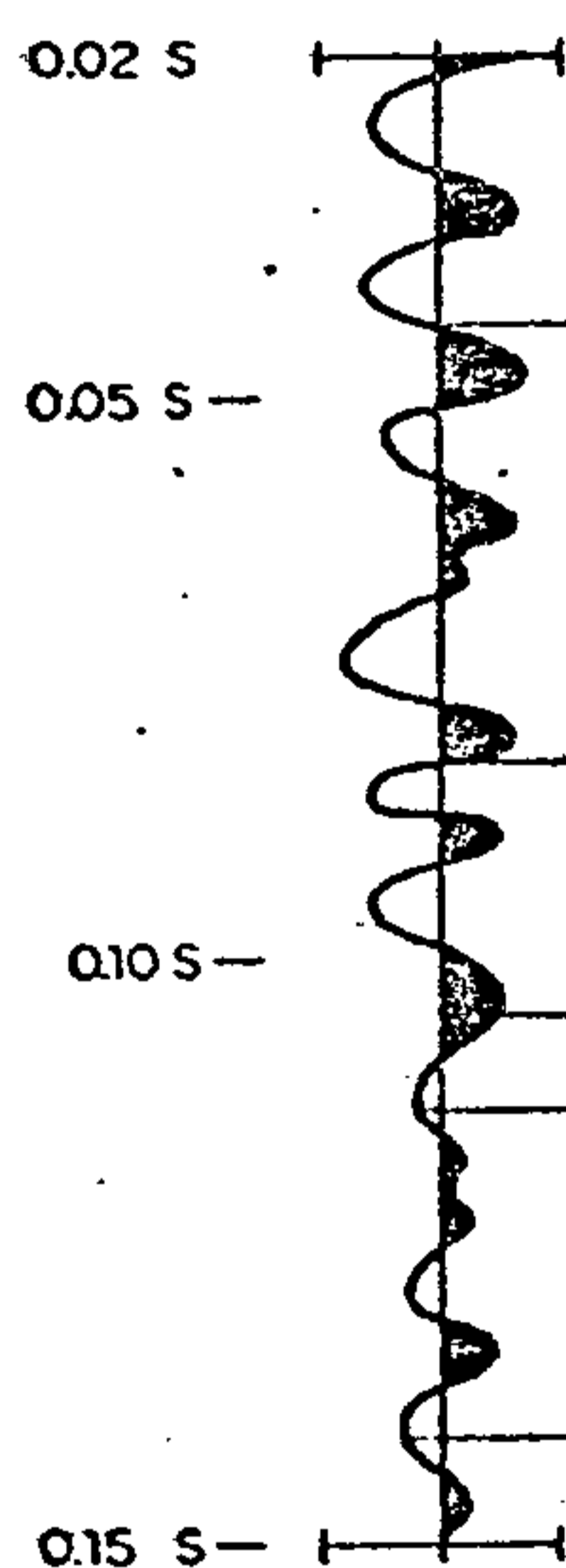
FURO TG-80-RS  
LINHA 7A - ESTACA 124

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

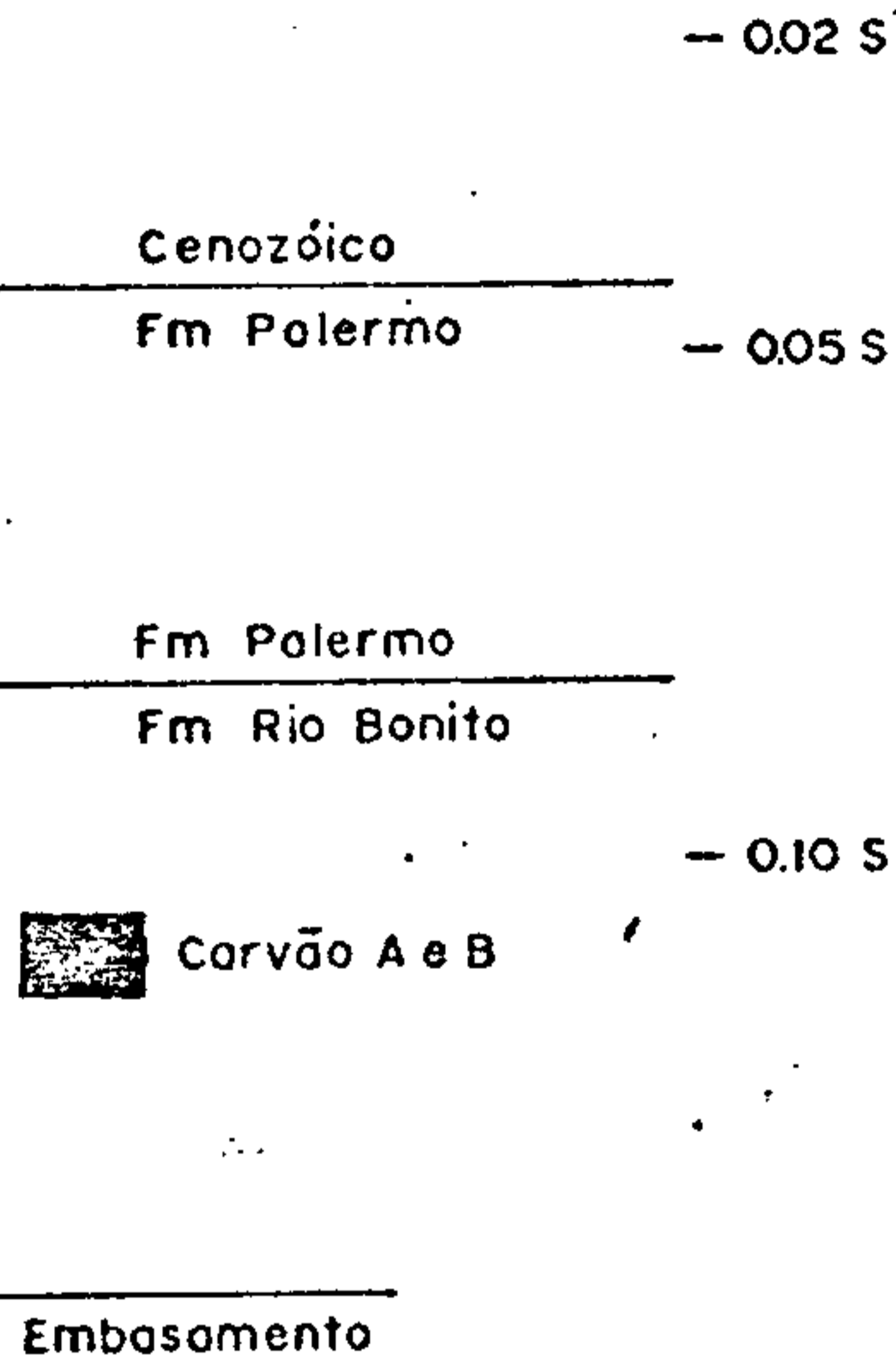


TRAÇO SÍSMICO REAL

TEMPO DUPLO (S)



PERFIL LITOLÓGICO

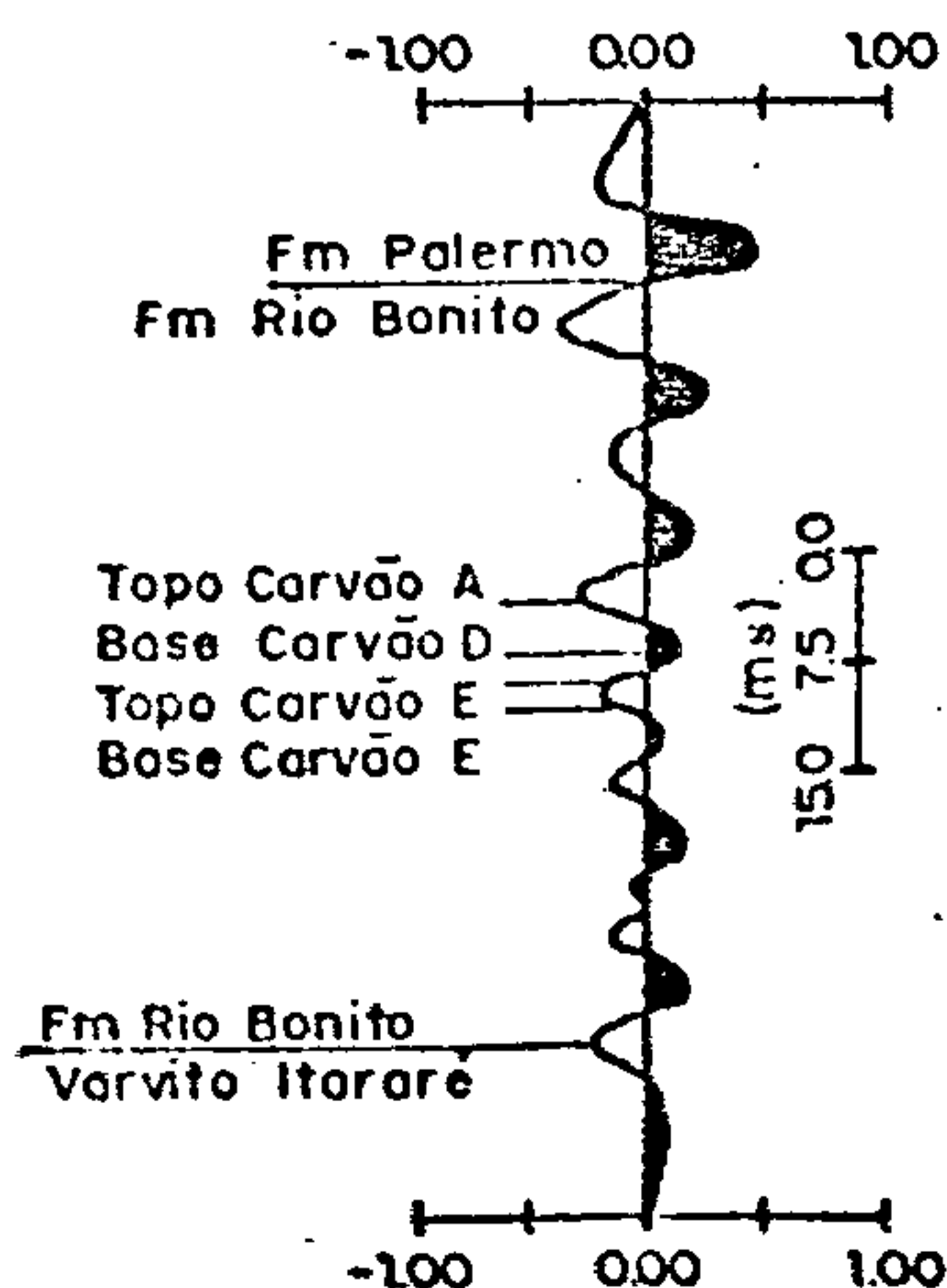


(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
T = TEMPO SIMPLES  
Z = COTA DA BOCA DO FURO

Fig.20

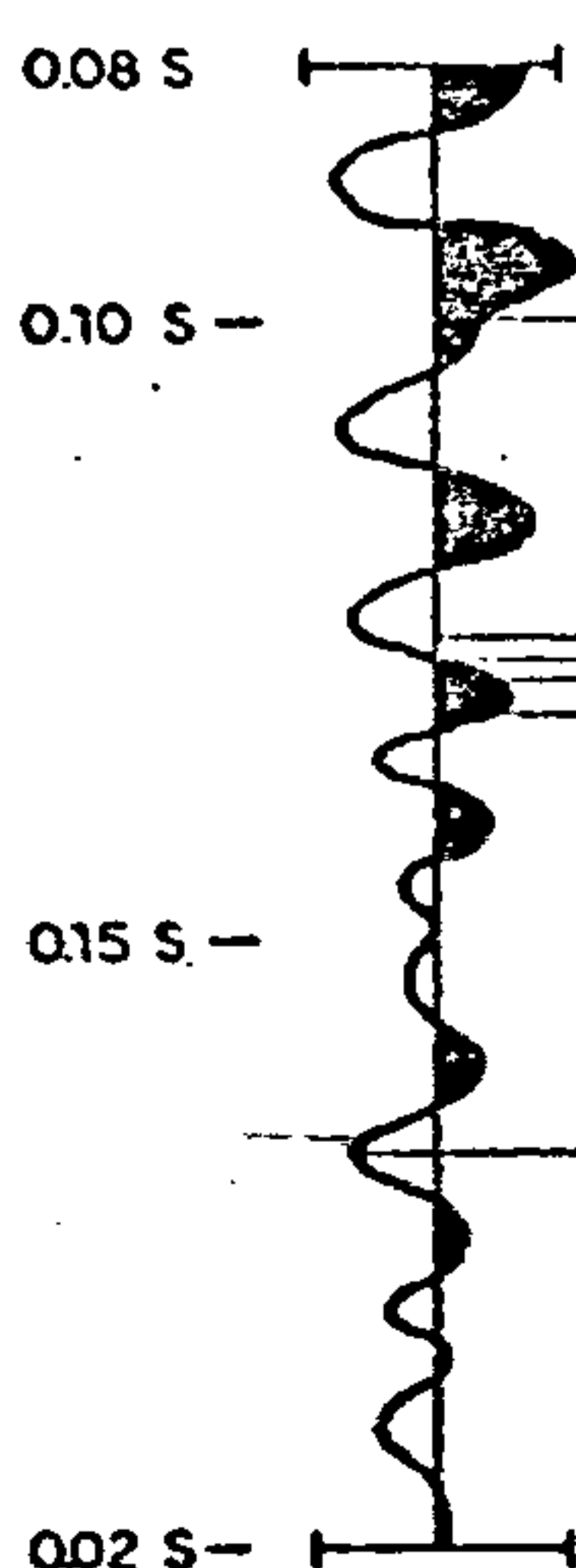
FURO TG-155-RS  
LINHA 11-ESTACA-22

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

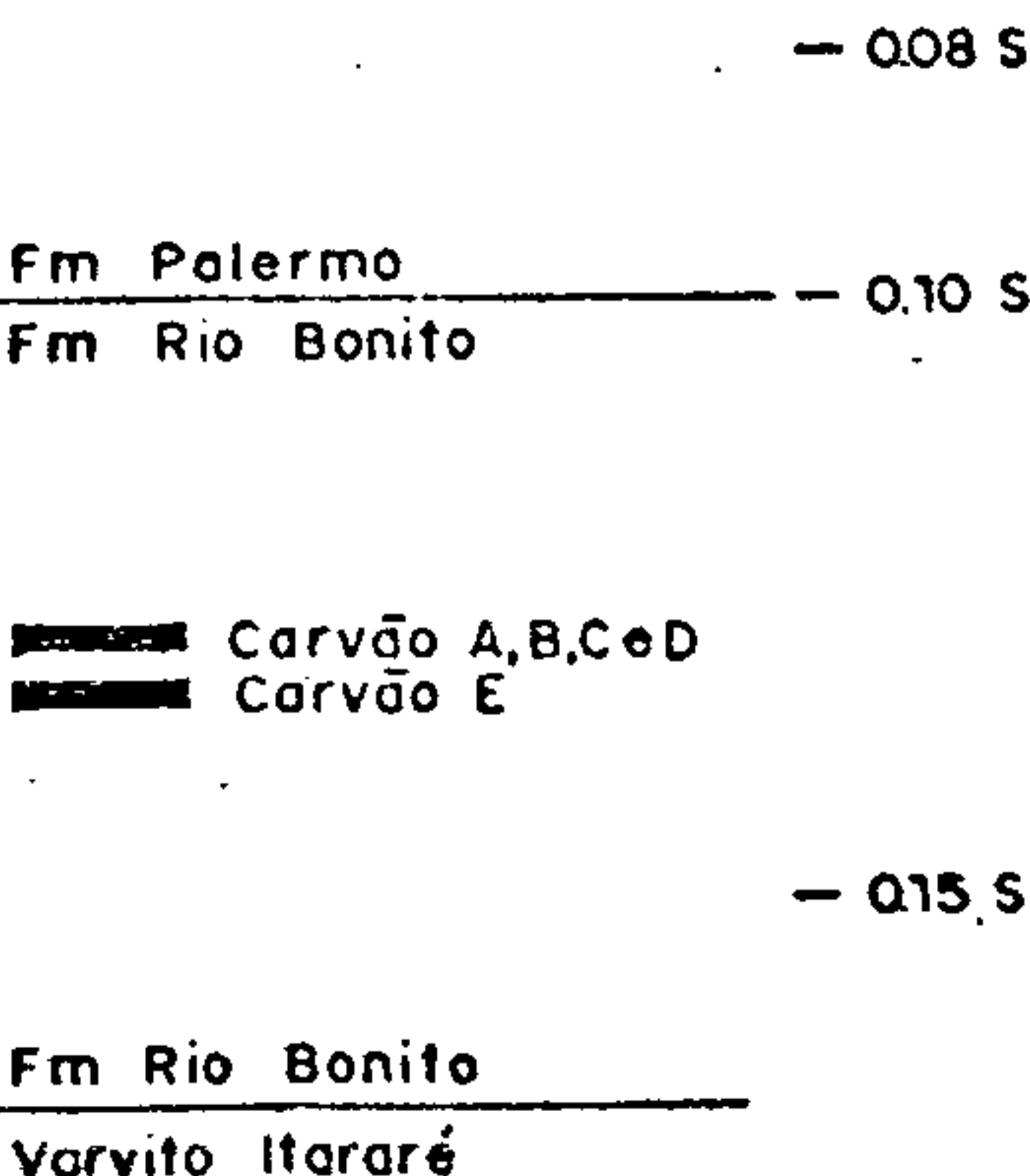


TRAÇO SÍSMICO REAL

TEMPO DUPLO (S)



PERFIL LITOLÓGICO



(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
T = TEMPO SIMPLES  
Z = COTA DA BOCA DO FURO

Fig.21

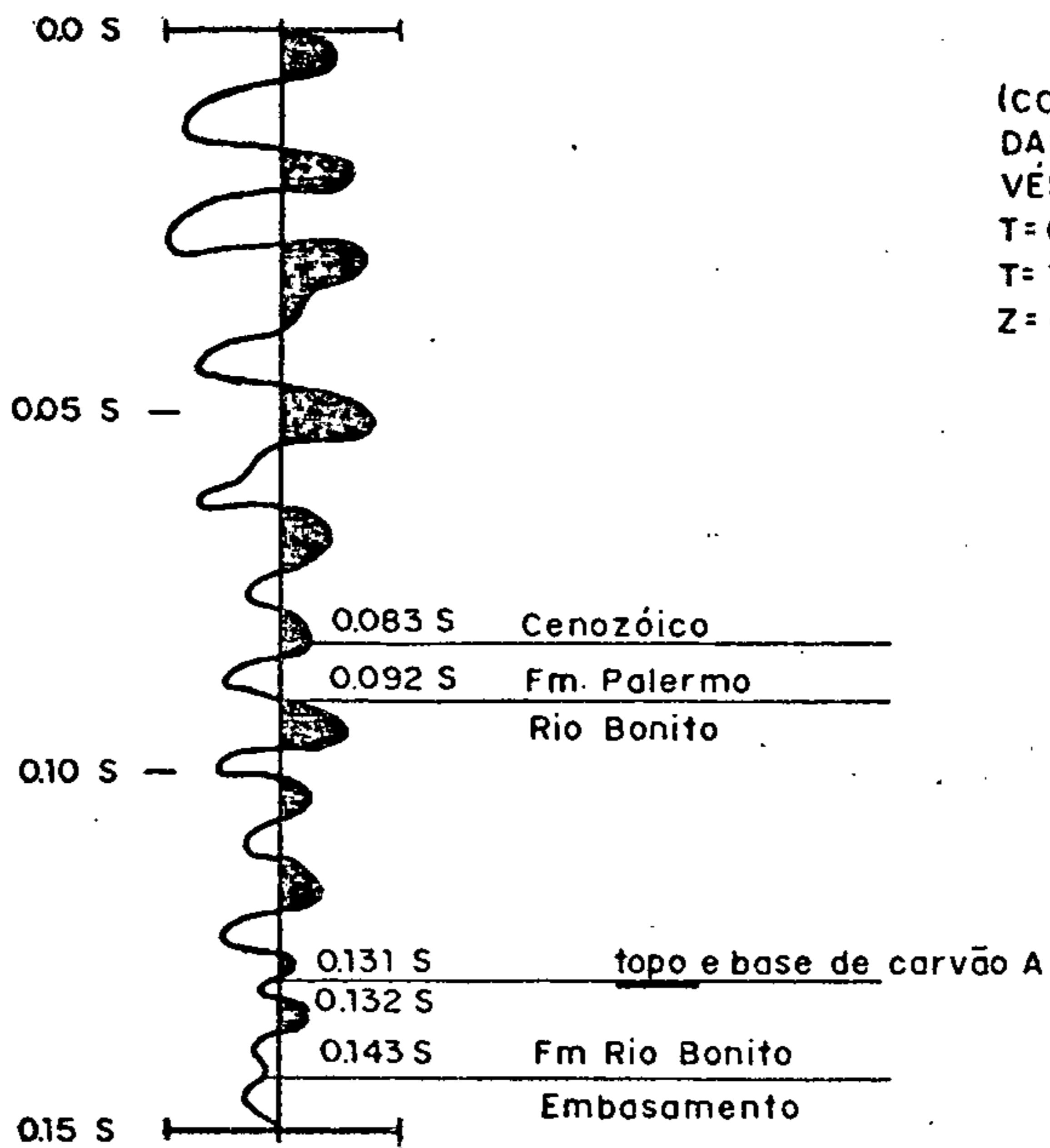
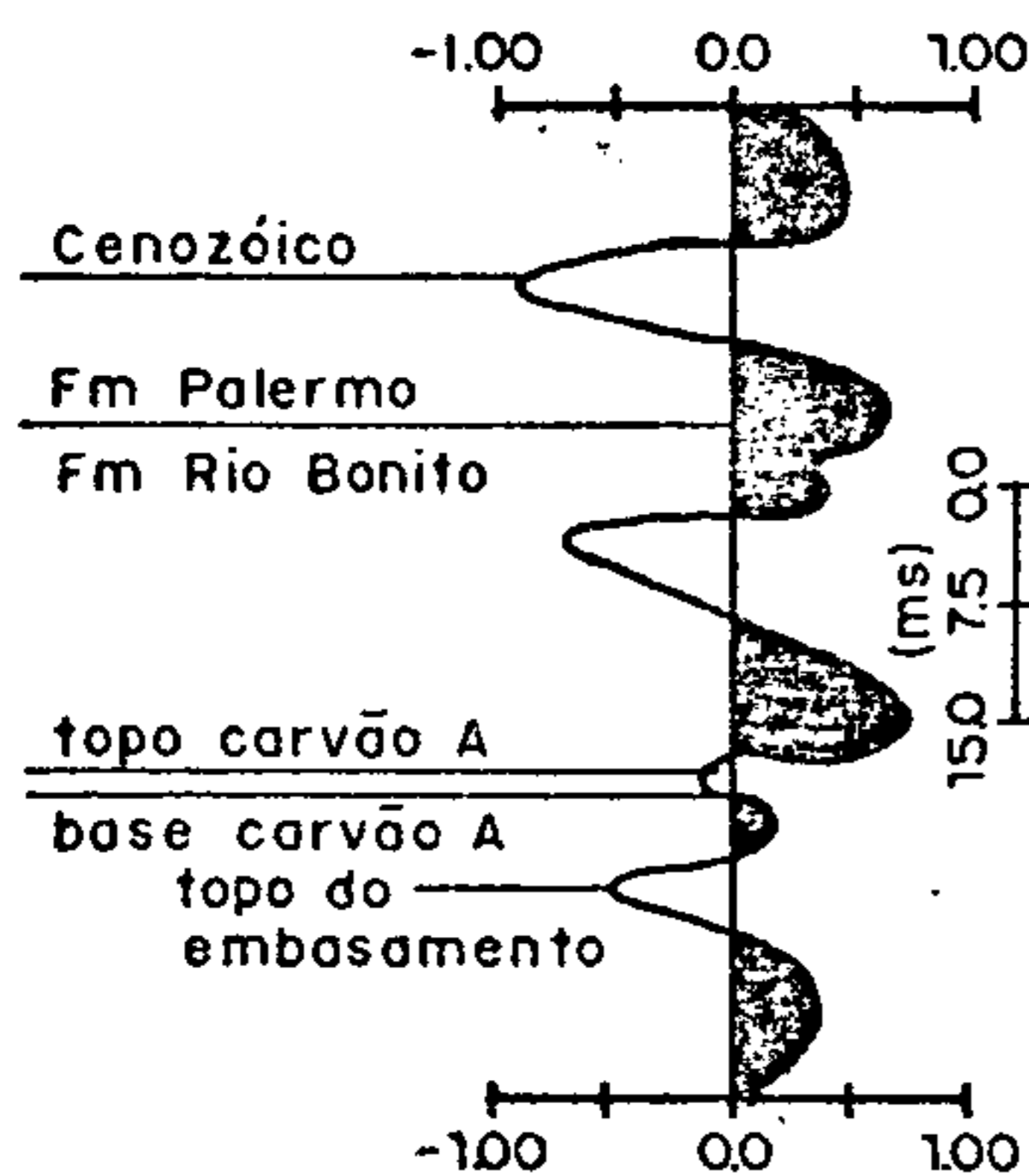
FURO TG - 06 - RS  
 LINHA 06, ESTACA 25, 200m AO NORTE



TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

TRAÇO SÍSMICO REAL

PERFIL LITOLÓGICO



(CONVERSÃO PROFUNDI-  
 DADE PARA TEMPO ATRA-  
 VÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
 T = TEMPO SIMPLES  
 Z = COTA DA BOCA DO FURO

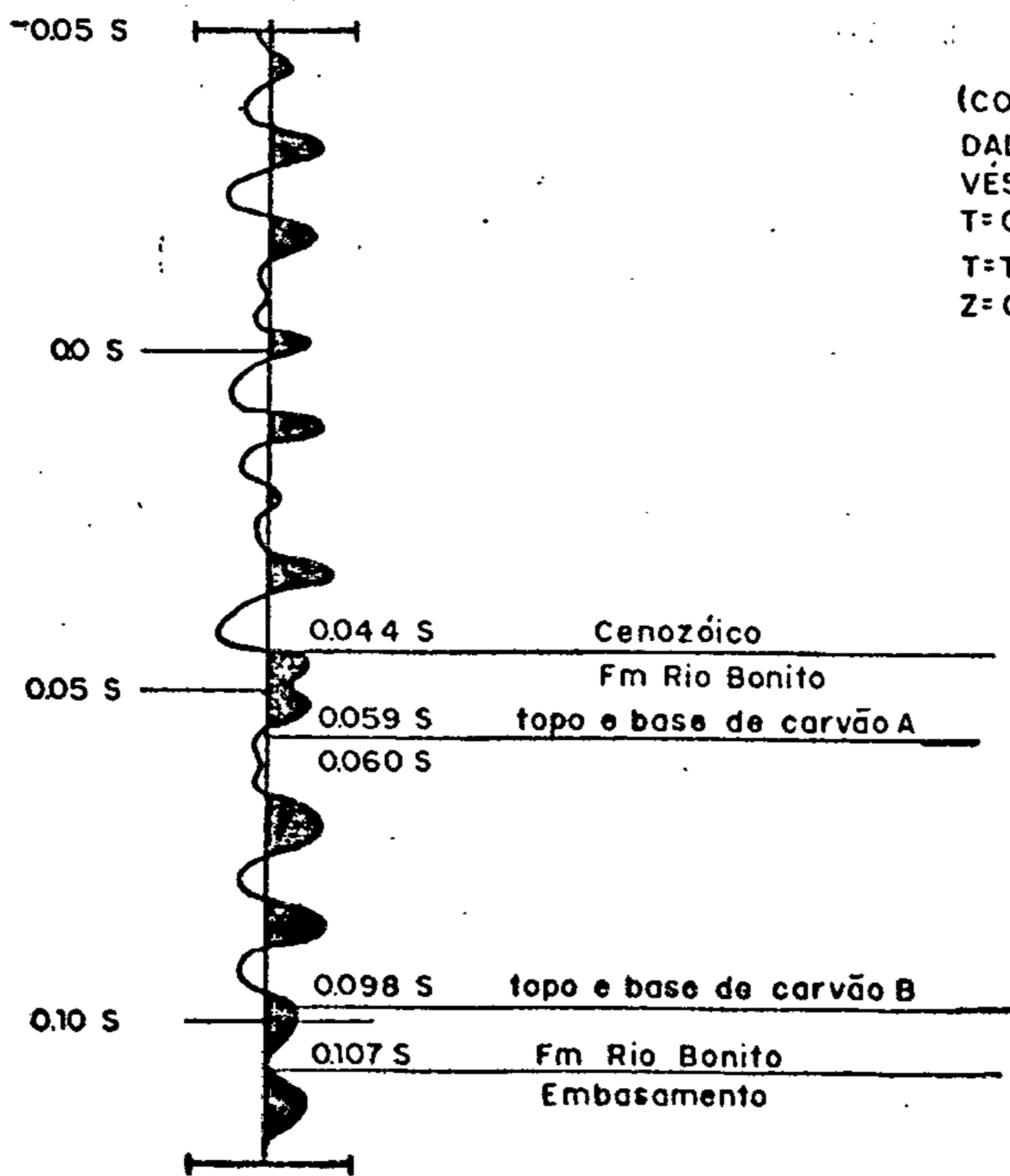
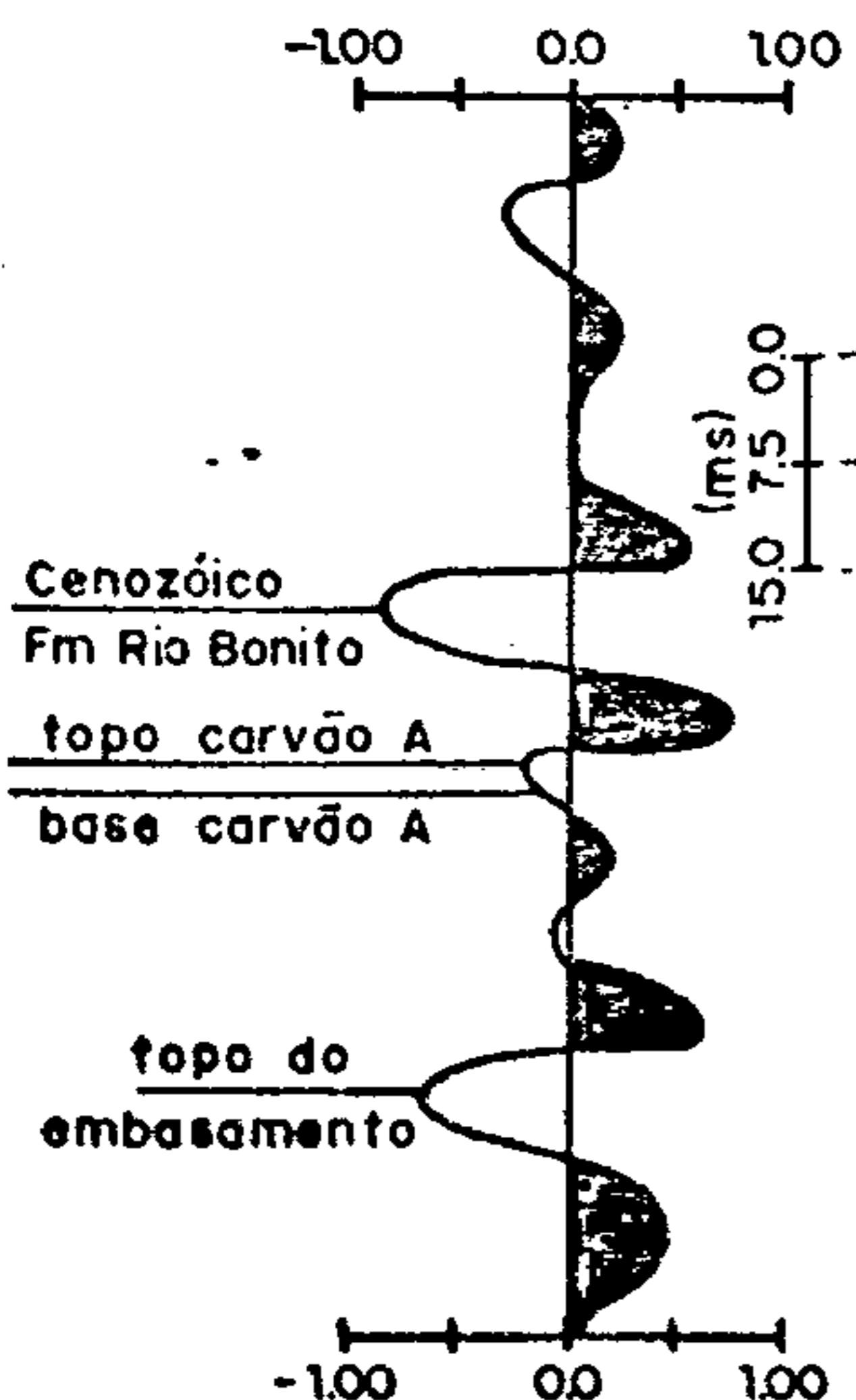
Fig. 22

FURO TG - 79 - RS  
 LINHA 15, ESTACA 40, 150m AO SUL

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

TRAÇO SÍSMICO REAL

PERFIL LITOLÓGICO



(CONVERSÃO PROFUNDI-  
 DADE PARA TEMPO ATRA-  
 VÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
 T = TEMPO SIMPLES  
 Z = COTA DA BOCA DO FURO

Fig. 23

FURO TG - 02 - RS  
 LINHA 10, ESTACA 284, 100m AO NORTE  
 LINHA 13, ESTACA 25, 200m AO NORTE

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

TRAÇO SÍSMICO REAL

PERFIL LITOLÓGICO

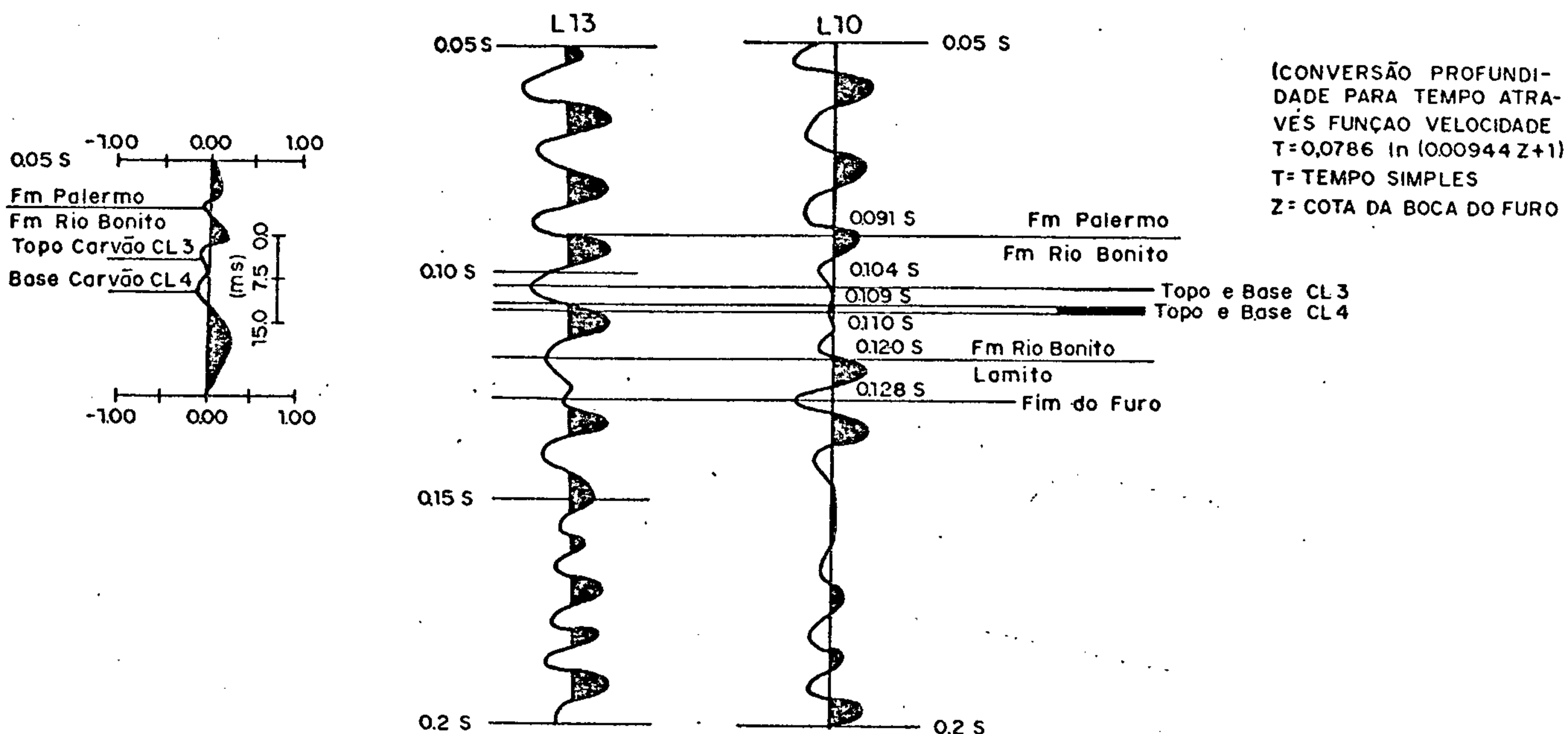


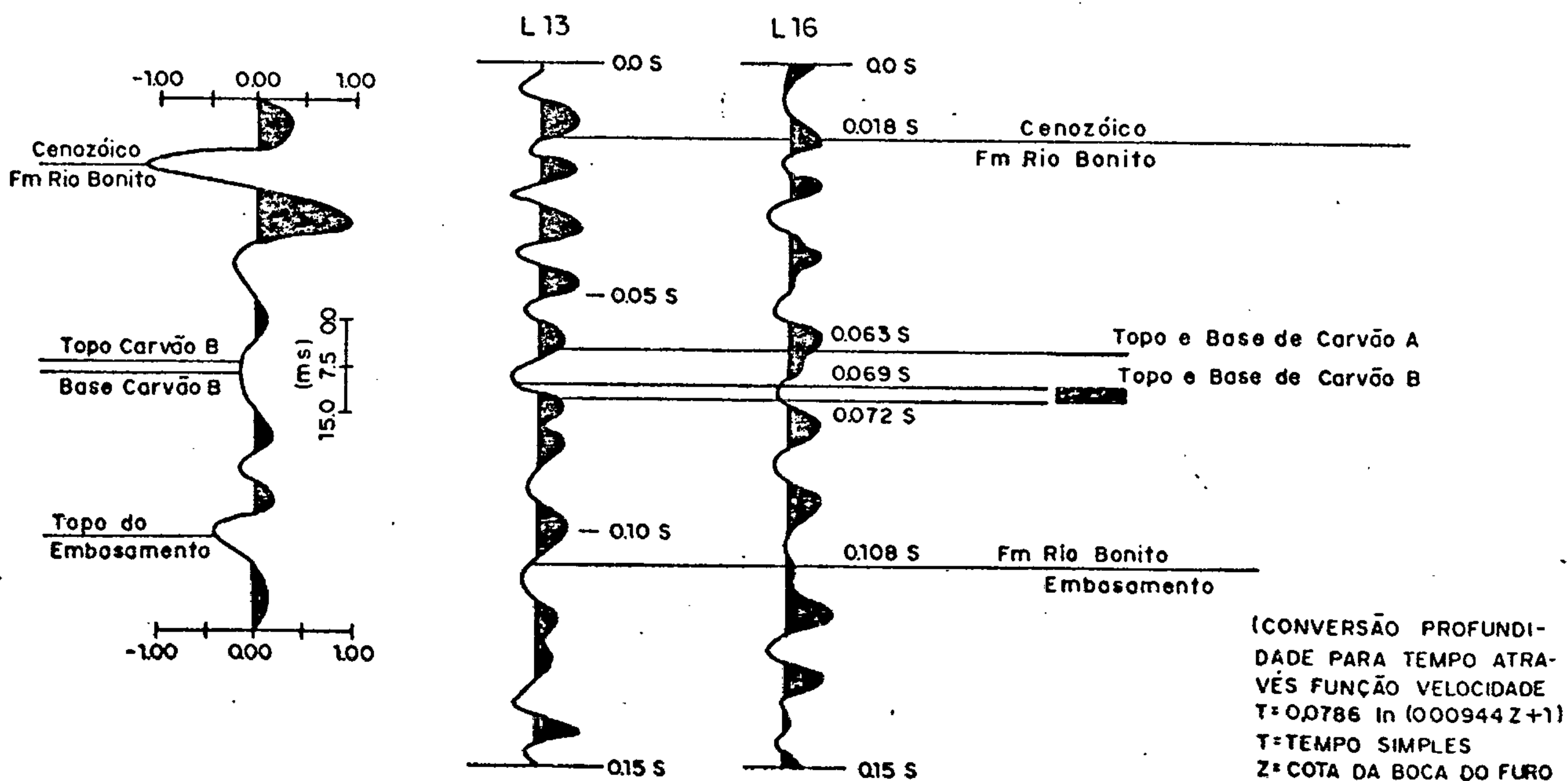
Fig.24

FURO TG - 156 - RS  
 LINHA 16, ESTACA 178, 200m AO NORTE  
 LINHA 13, ESTACA 247, 150m AO NORTE

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO

TRAÇO SÍSMICO REAL

PERFIL LITOLÓGICO

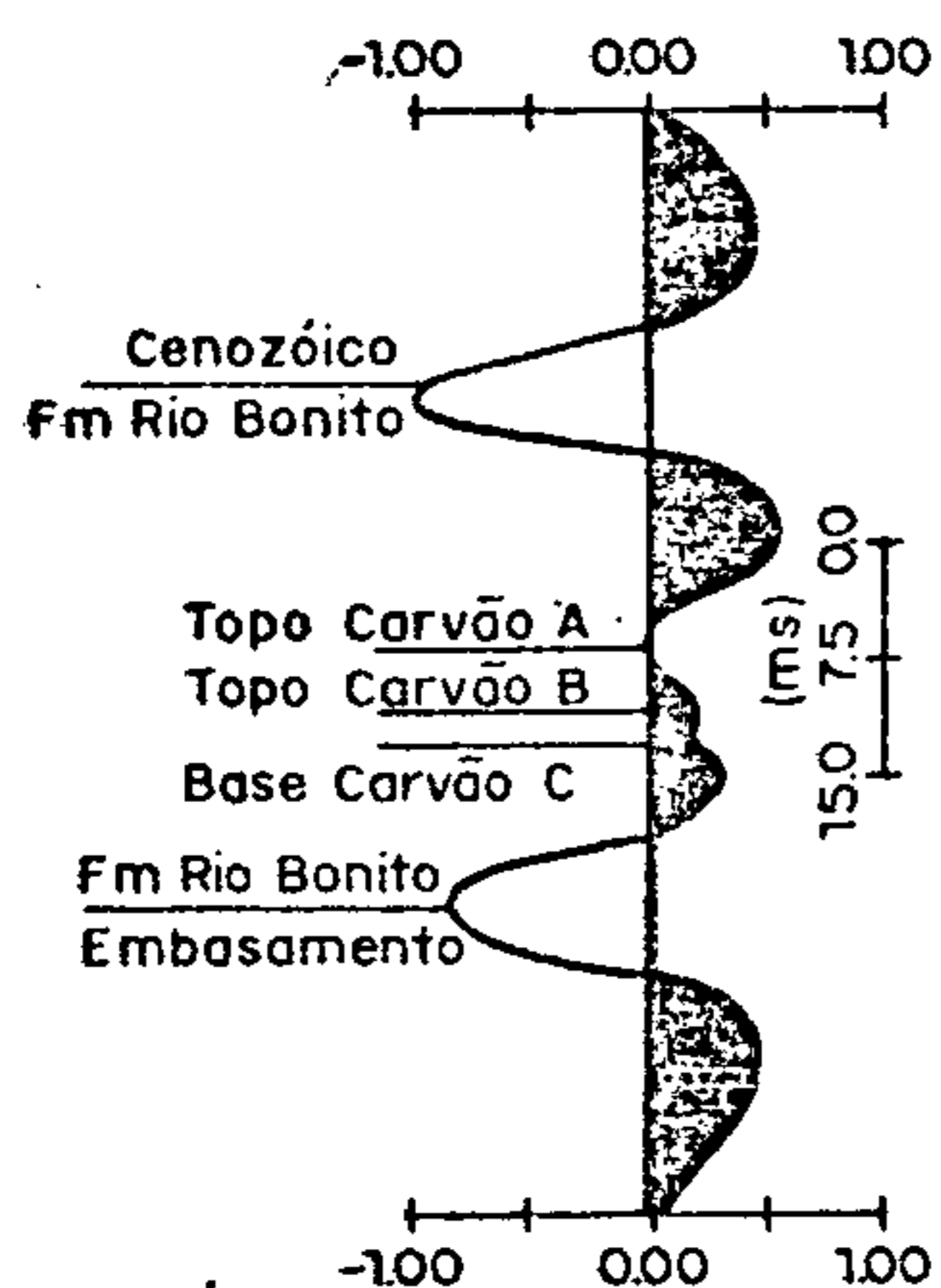




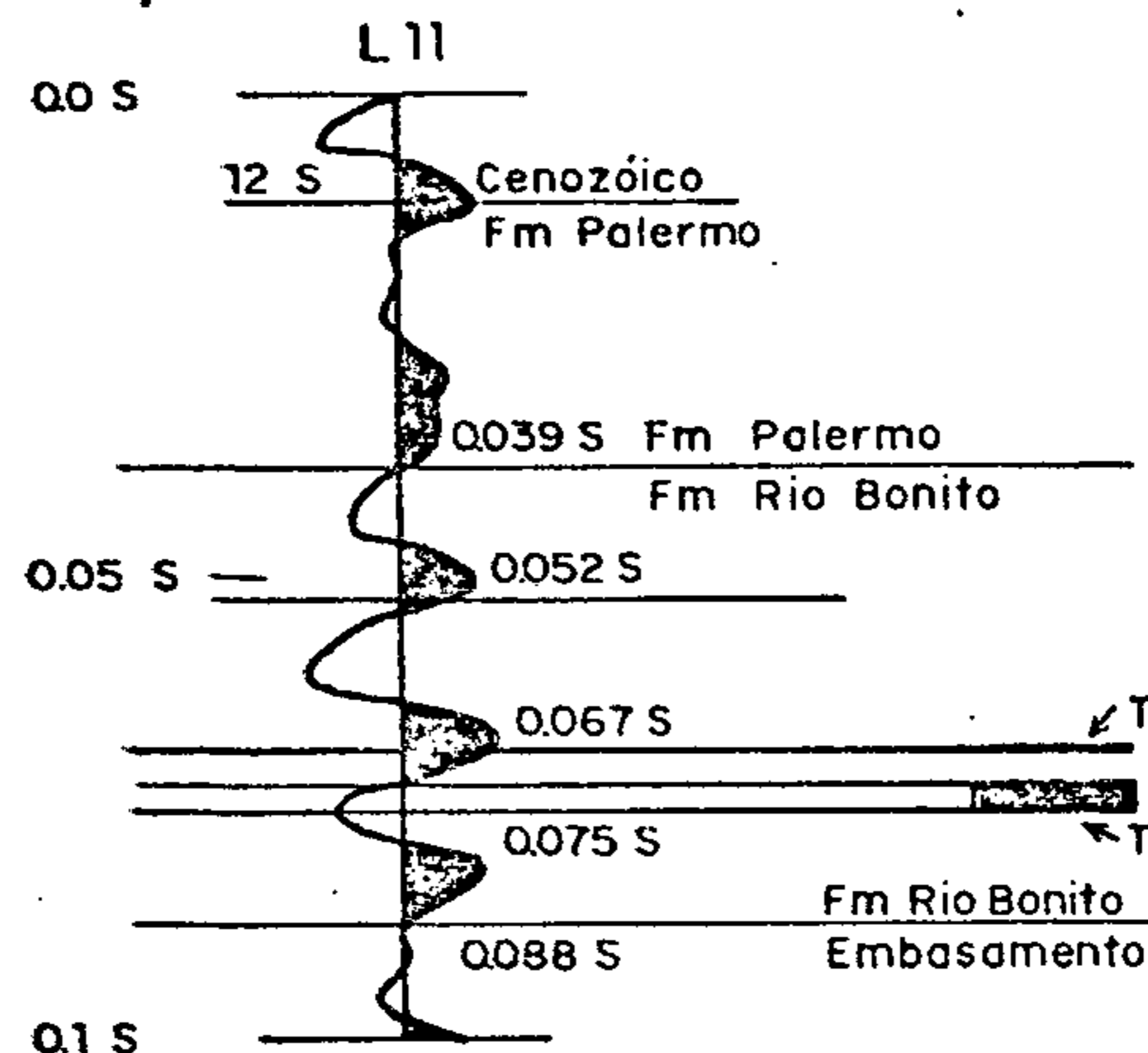
FURO TG - 153 - RS

LINHA 12, ESTACA 178, NA LINHA  
LINHA 11, ESTACA 360, 300m AO NORTE

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO



TRAÇO SÍSMICO REAL



PERFIL LITOLÓGICO

(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
T = TEMPO SIMPLES  
Z = COTA DA BOCA DO FURO

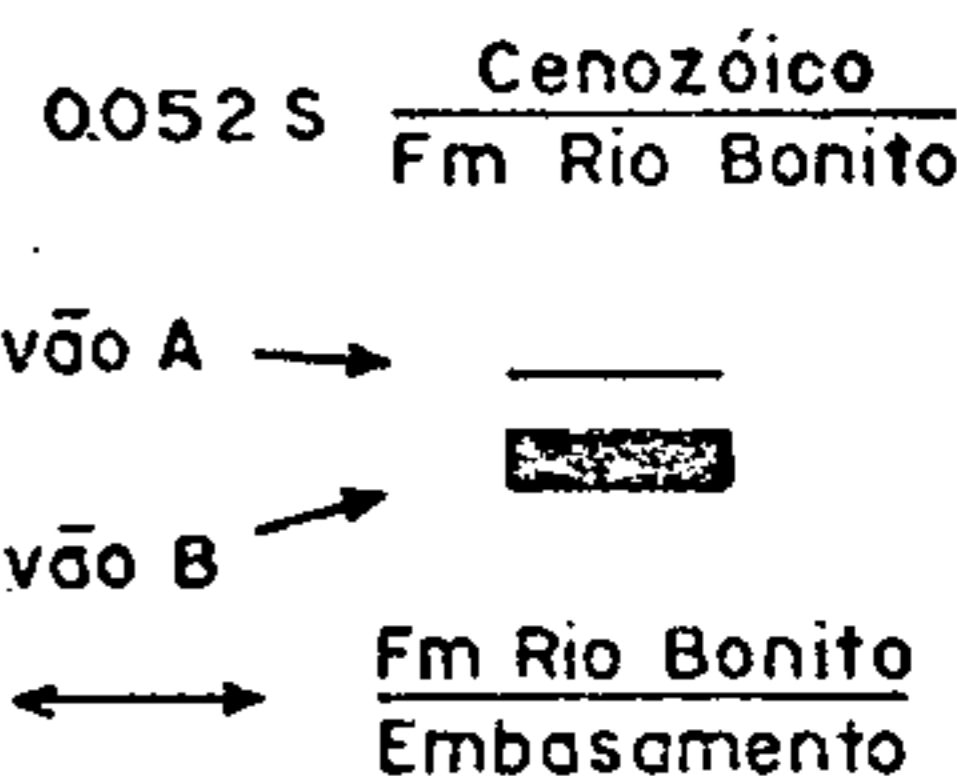
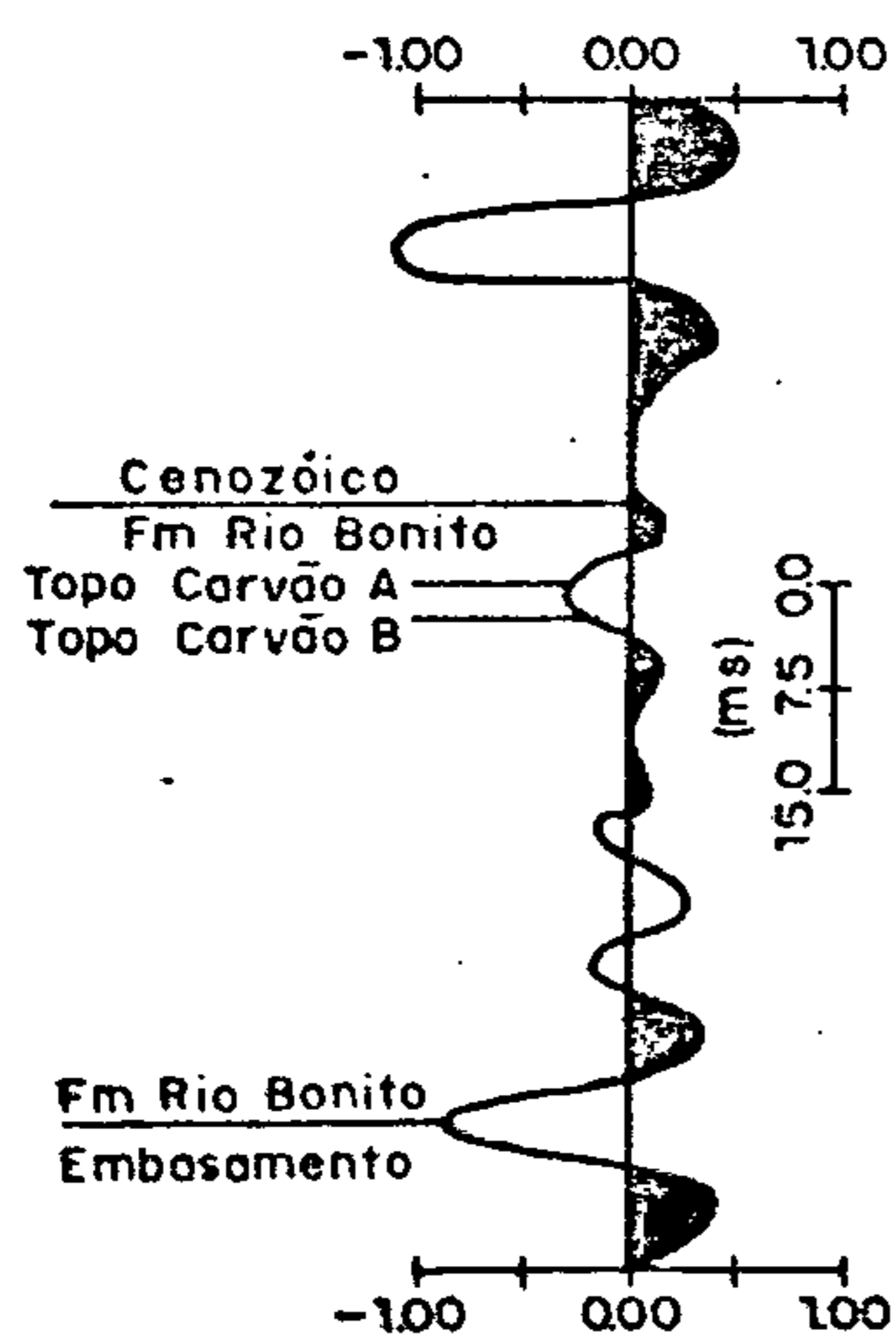


Fig. 26

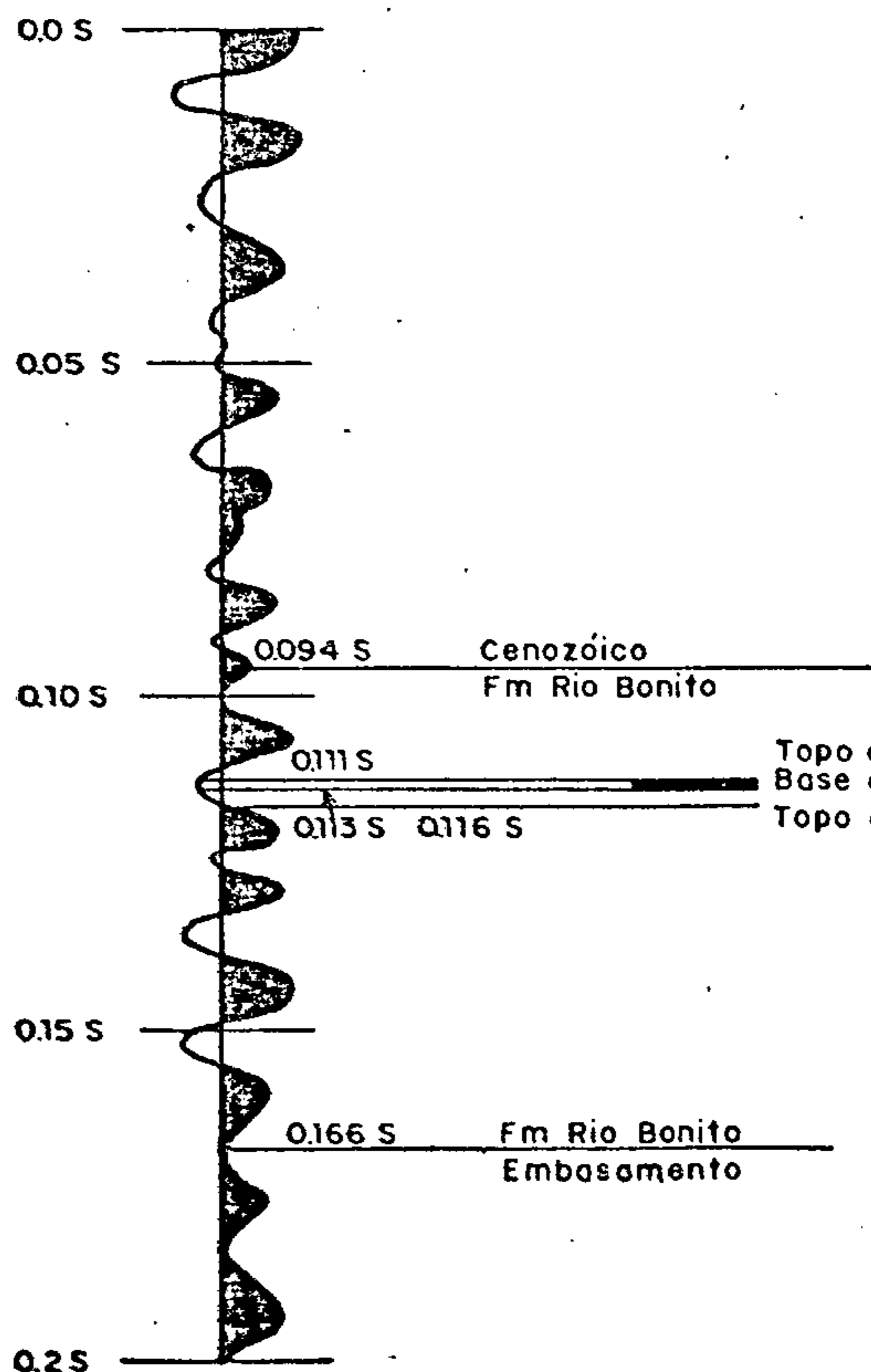
FURO TG - 203 - RS

LINHA 11, ESTACA 160, 170m AO NORTE

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO



TRAÇO SÍSMICO REAL



PERFIL LITOLÓGICO

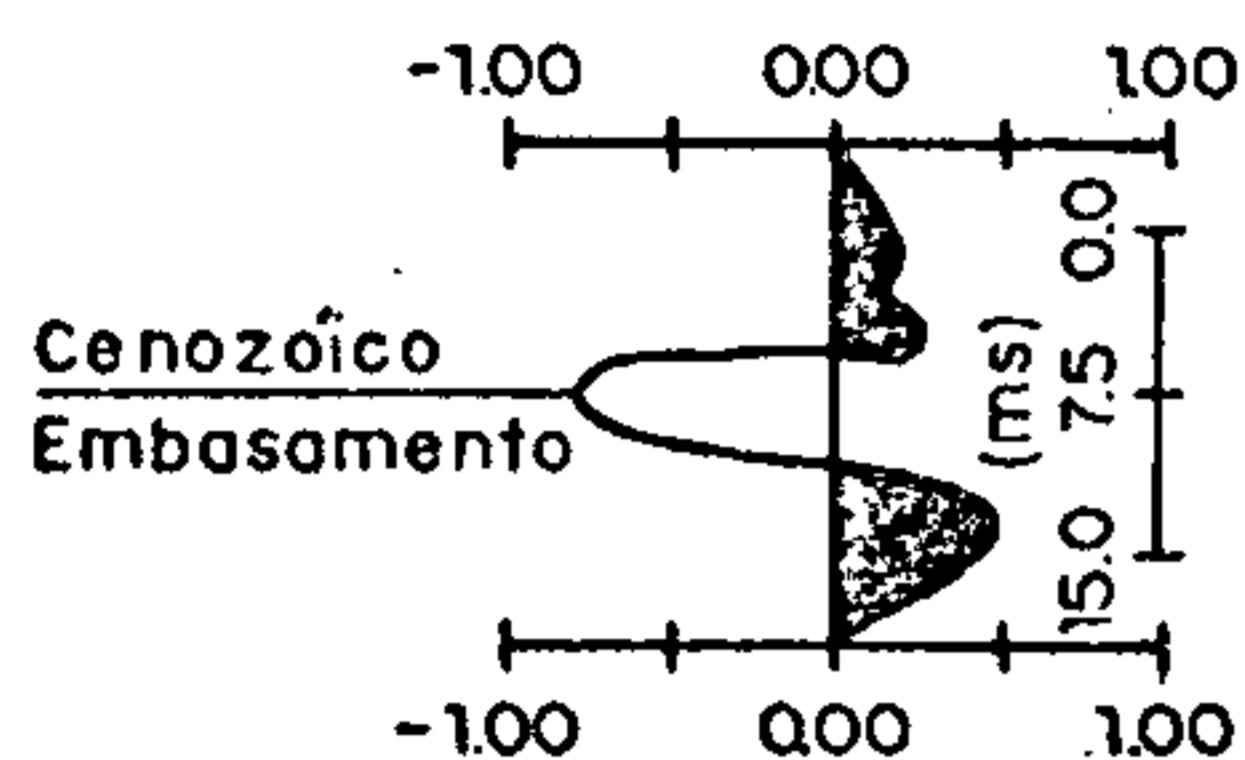
(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944Z + 1)$   
T = TEMPO SIMPLES  
Z = COTA DA BOCA DO FURO

Fig. 27

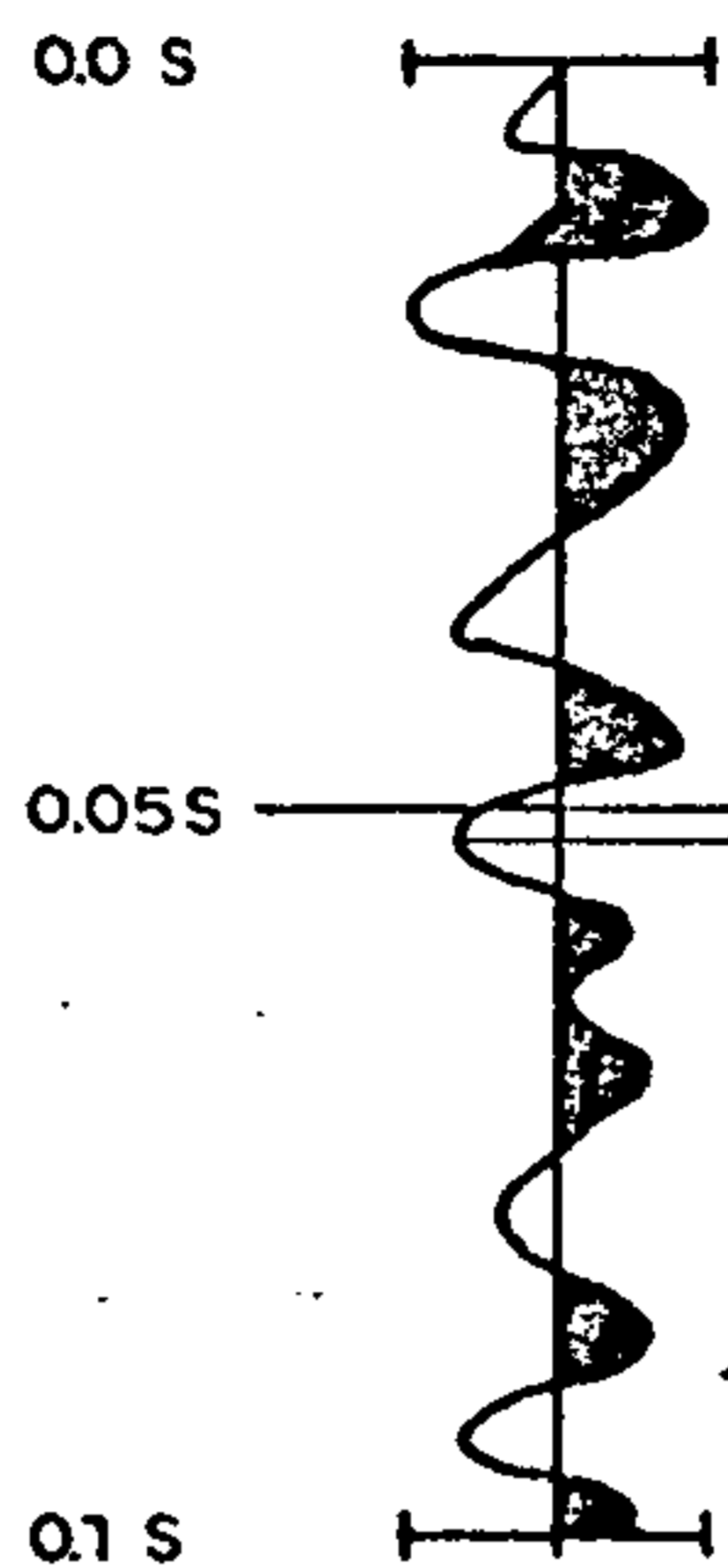
FURO TG - 154 - RS

LINHA 9A, ESTACA 434,200m AO NORTE

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO



TRAÇO SÍSMICO REAL



PERFIL LITOLÓGICO

-0.0 S

(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944 Z + 1)$   
 T = TEMPO SIMPLES  
 Z = COTA DA BOCA DO FURO

0.05 S

Cenozóico  
Embasamento

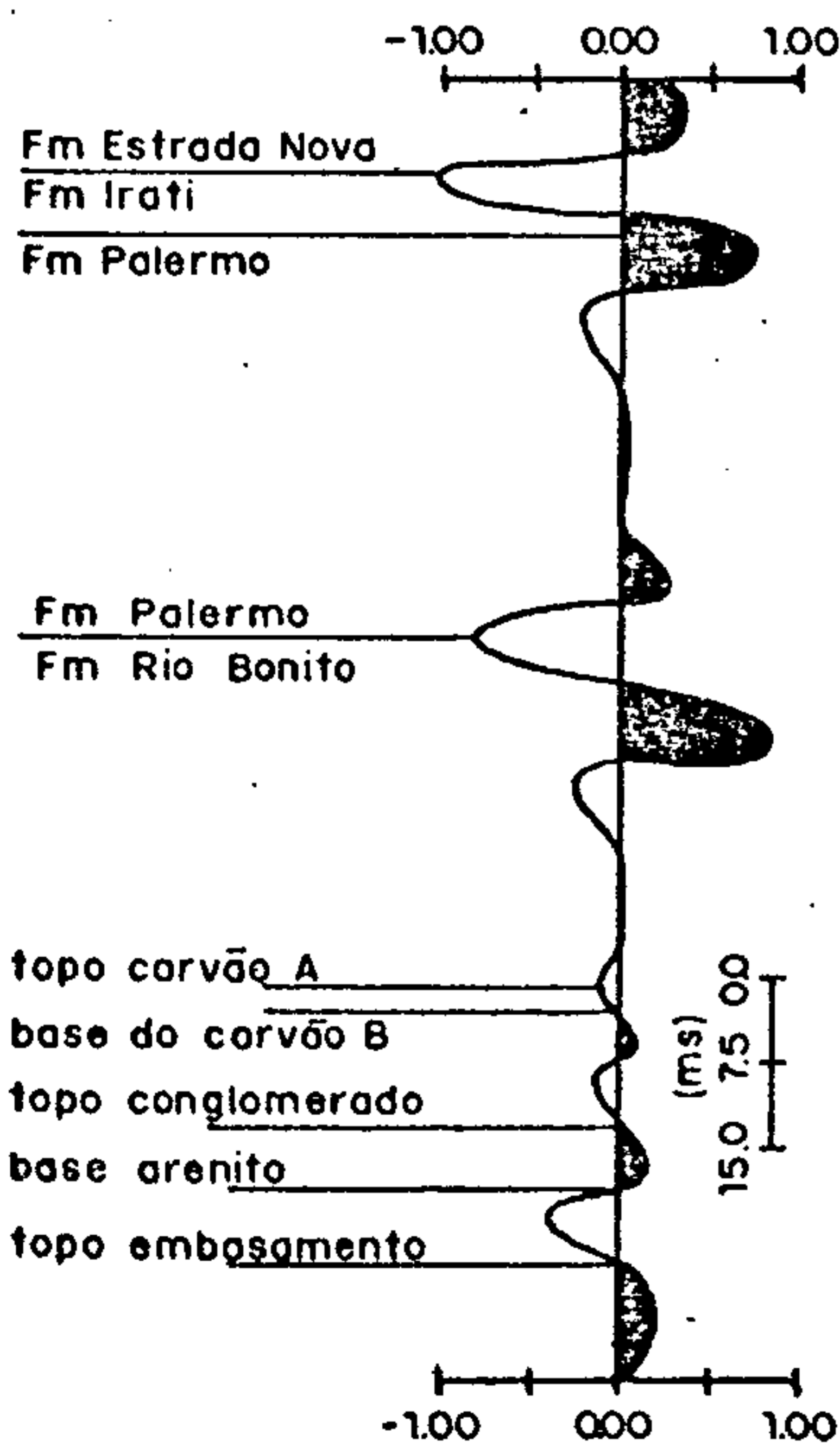
-0.1 S

Fig.28

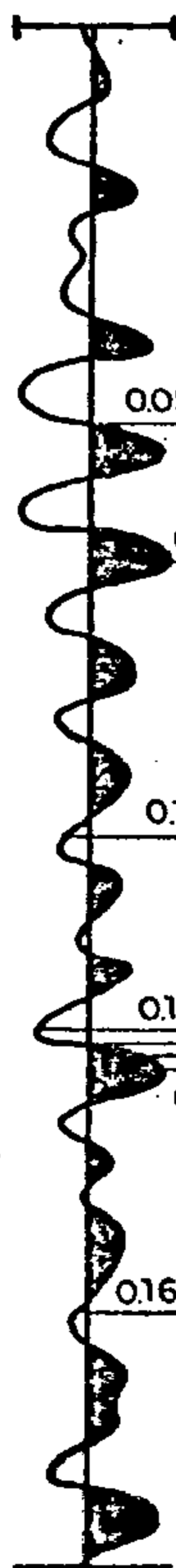
FURO GT-01 - RS

LINHA 7, ESTACA 176,100m AO NORTE

TRAÇO SÍSMICO SINTÉTICO



TRAÇO SÍSMICO REAL



PERFIL LITOLÓGICO

(CONVERSÃO PROFUNDIDADE PARA TEMPO ATRAVÉS FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0,0786 \ln(0,00944 Z + 1)$   
 T = TEMPO SIMPLES  
 Z = COTA DA BOCA DO FURO

0.052 S Fm Estrada Nova

Fm Irati

0.069 S Fm Irati

Fm Palermo

0.106 S Fm Palermo

Fm Rio Bonito

0.139 S topo e base de carvão A

0.144 S topo e base de carvão B

0.167 S Fm Rio Bonito

embasamento

Fig.29

### V.3.8 - Correlação Geológico-Geofísica

A partir das linhas sísmicas interpretadas, foram tomadas as medidas em tempo duplo dos horizontes mapeados e transformadas em cota, através da aplicação da função velocidade obtida no furo TG-155-RS. Os dados foram plotados, originando os perfis geológicos que podem ser observados nas figs. 30 a 41. Note-se nas linhas de direção NW/SE as sequências deposicionais detectadas. O datum escolhido foi o do nível médio do mar.

### V.3.9 - Fotointerpretação.

Foi feita uma fotointerpretação da área, elaborada pelo geólogo Douglas Trainini, a partir de fotografias aéreas na escala 1:60000, sendo a seguir transposta para a escala do projeto, 1:10000, para efeito de comparação com o mapa estrutural do topo da zona do carvão obtido. Tal procedimento leva a inevitáveis diferenças, visto que o grau de detalhamento em questão é muito maior, na escala 1:10000.

No entanto, os padrões tectônicos NW/SE, N-S, E-W e NE/SW detectados pela fotointerpretação também o foram pela sísmica. (ANEXO 27)

### V.3.10 - Mapas Obtidos

#### V.3.10.1 - Mapa de Isócronas do Topo da Zona do Carvão

Este mapa representa os contornos de tempo duplo do refletor relacionado ao topo da zona do carvão. Consiste, portanto, em um mapa puramente geofísico, devendo o mesmo ser visto sob esse aspecto, ou seja: os dados apresentados representam as informações obtidas a partir da sísmica. (ANEXO 28)

Este mapa será útil na elaboração do mapa estrutural do topo da zona do carvão, a ser feito a partir da integração de todas as informações existentes na área, tais como: dados de furos de sonda, geologia de superfície, fotointerpretação, geofísica, etc...

Esse mapa, à primeira vista, revela que a área está separada em blocos altos e baixos, onde são observados "trends" que sugerem a presença de falhamentos de direção NE/SW e NW/SE, predominantemente, que devem ser os responsáveis pela presença dos blocos altos e baixos.

Os valores de tempo, convertidos para profundidade, dentro das limitações que o pequeno conhecimento das velocidades na área impõe, serão extremamente úteis na elaboração do mapa estrutural do topo da zona do carvão.

#### V.3.10.2 - Mapa de Isócronas do Topo do Embasamento Cristalino. (ANEXO 29)

Este mapa representa os contornos de tempo - duplo do refletor mapeado e relacionado ao embasamento cristalino. É um mapa puramente geofísico, pois a única informação considerada para a confecção do mesmo foram tiradas das seções sísmicas do referido refletor. É possível a ocorrência de distorções, principalmente devido a problemas de estática. De qualquer forma, de um modo geral, os fortes gradientes e os "trends" alinhados sugerem a presença de falhamentos. Como no outro mapa, no topo da zona do carvão, é possível vizualizar neste porções com tempos menores e maiores, sugerindo a presença de blocos altos e baixos, respectivamente.

Como este mapa é geofísico: em tempo, formas

menores, que poderíamos chamar de "alta frequência" ou de "pequeno comprimento de onda" e que poderiam até ser atribuídas a estática mal corrigida foram representadas, preferindo-se uma fidelidade máxima aos números obtidos.

V.3.10.3 - Mapa de Contorno Estrutural do Topo da Zona do Carvão. (ANEXO 30)

Este mapa pretende representar estruturalmente o topo da zona do carvão, mapeado através da sísmica. Entretanto não é um mapa puramente geofísico. É um mapa obtido a partir da integração de dados geofísicos e geológicos, onde uma dose de subjetividade está contida no mesmo, já que resulta de um processo interpretativo, onde informações de fontes distintas são analisadas e consideradas de modo que não se trata simplesmente de traçar contornos de números obtidos pelo método geofísico. Procurou-se utilizar o maior número de informações, quais sejam:

- a) dados dos furos de sonda
- b) fotointerpretação da área
- c) mapa de isocontornos em tempo do refletor relacionado ao topo da zona do carvão.
- d) valores em tempo do refletor associado ao topo da zona do carvão, nas seções sísmicas, convertidas para cota em relação ao nível médio do mar através da função velocidade do furo TG-155-RS.
- e) Seções Sísmicas (falhas)

Primeiramente foram definidos os falhamentos utilizando-se basicamente os itens b, d e e. Após, foram definidos os contornos com todas as informações disponíveis. Na definição dos mesmos, algumas vezes valores foram descartados



por estarem muito distorcidos em relação aos demais, fato que pode ser atribuído a problemas de estática das seções.

De um modo geral, as direções dos falhamentos coincidem com a obtida na fotointerpretação. A área apresenta quatro padrões tectônicos:  $N 60^{\circ} - 30^{\circ} E$ ,  $N 30^{\circ} - 60^{\circ} W$ , N-S e E-W. Os rejeitos das falhas marcadas na seção variam de 3 até 70 metros. Existem 2 falhas inferidas pelos contornos, na porção NW do mapa, com rejeito de cerca de 60 e 70 metros, respectivamente.

As camadas apresentam-se mais profundas na porção superior do mapa, tornando-se mais rasas na sua porção inferior.

Nota-se a presença de blocos falhados, mergulhando em todos os sentidos, sugerindo a existência de uma tectônica complexa.

As evidências de diabásio espalham-se por toda a área, associadas a falhamentos e/ou zonas de fraturas, de direções preferencialmente NW/SE ou E-W.

O padrão principal de drenagem da área, de direção NW/SE, coincide com falhas marcadas pela fotointerpretação, o mesmo acontecendo com o padrão secundário, de direção E-W.

Na porção sudeste do mapa existe uma zona marcada tracejada, com muitos problemas de estática, que deve ser encarada com bastante cautela. Nota-se um alto do embasamento, com diminuição da espessura da Formação Rio Bonito, onde é possível que não tenha havido condições para a deposição de carvão.



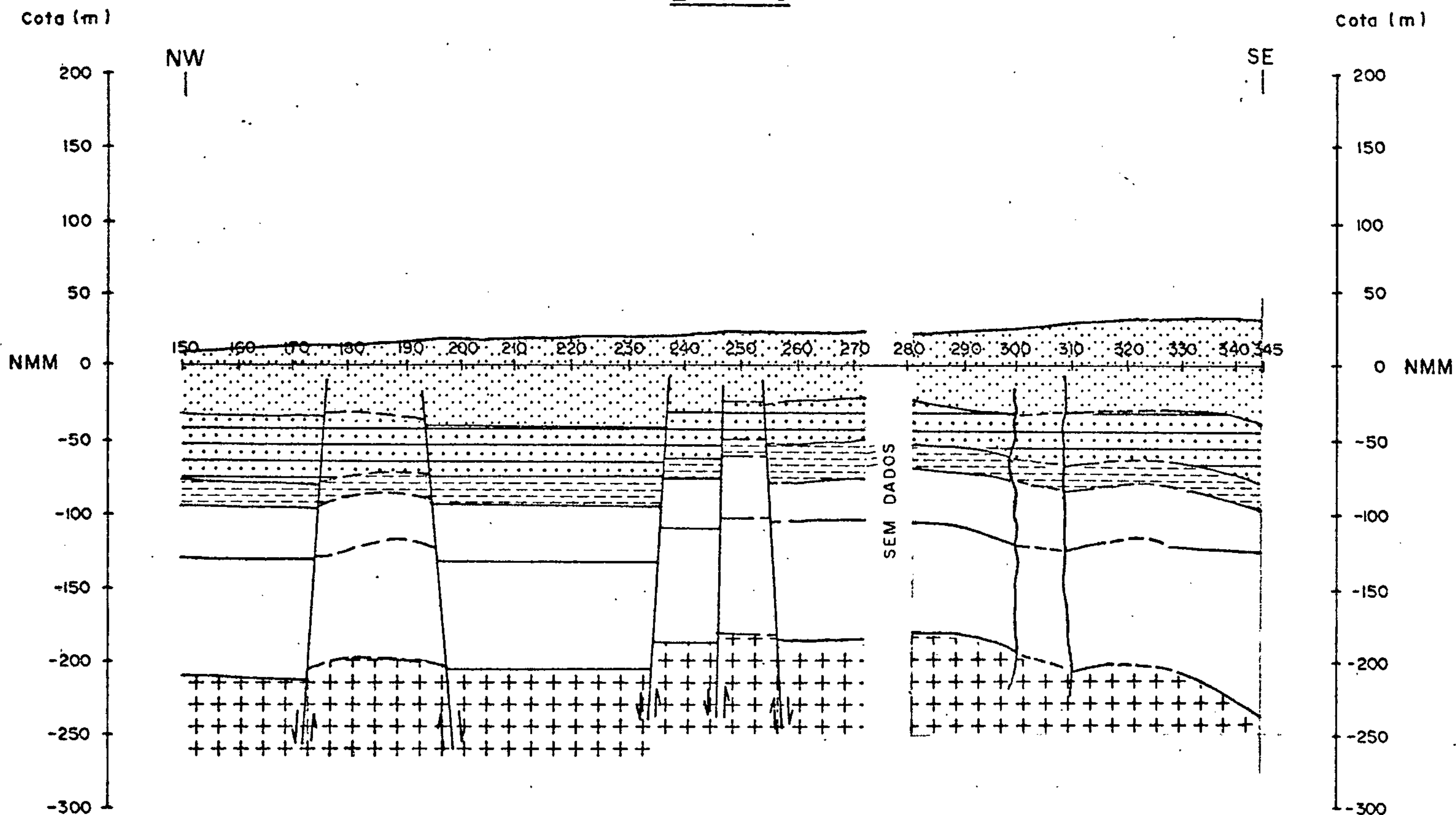
No entanto, como já foi dito, não foi observado o término do horizonte refletor referente ao topo da sua zona, nessa faixa, segundo a interpretação geofísica.

A porção NE do mapa parece a menos confiável, provavelmente devido à presença de diabásio distorcendo os horizontes refletores.

Não foi possível determinar-se qual o sistema de falhas mais antigo. Em áreas que foram submetidas a esforços tensionais, como é o caso, é muito difícil fazer-se cronologia relativa. Segundo a geologia da região, houve a reativação das falhas transcurrentes do Pré-Cambriano no Paleozóico, tanto na direção NE/SW como NW/SE, formando uma espécie de "mosaico". Os padrões de falhamentos NE/SW e NW/SE, resultando em um sistema de blocos escalonados, (grabens e horsts), são confirmados amplamente.

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

Linha 5



ESCALAS {  
 HORIZONTAL : 1:20000  
 VERTICAL 1:5000

CONVERSÃO Prof (m) → T (s)  
 T (s) → Prof (m)

FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$   
 $Z = 105.875 (e^{12.71T} - 1)$   
 Z = COTA DA BOCA DO FURO  
 T = TEMPO SIMPLES

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO
- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTOURNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

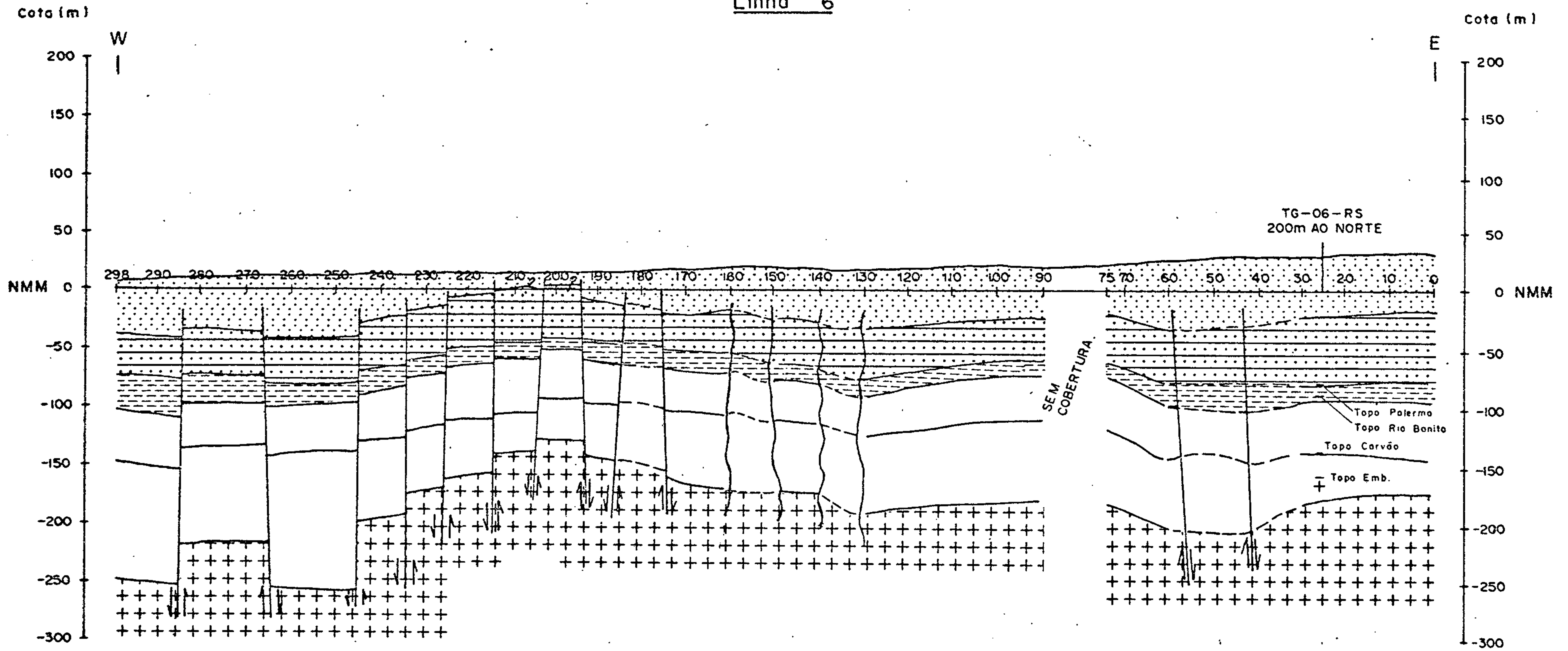


Fig.30



# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

Linha 6



CONVERSÃO  $\left( \begin{matrix} \text{Prof (m)} \rightarrow T(\text{s}) \\ T(\text{s}) \rightarrow \text{Prof (m)} \end{matrix} \right)$

FUNÇÃO VELOCIDADE

ESCALAS {  
 HORIZONTAL : 1:20000  
 VERTICAL : 1:5000

$T = 0.0786 \ln(0.00944 Z + 1)$

$Z = 105.875 (e^{12.71t} - 1)$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO
- EMBASAMENTO

- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SISMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

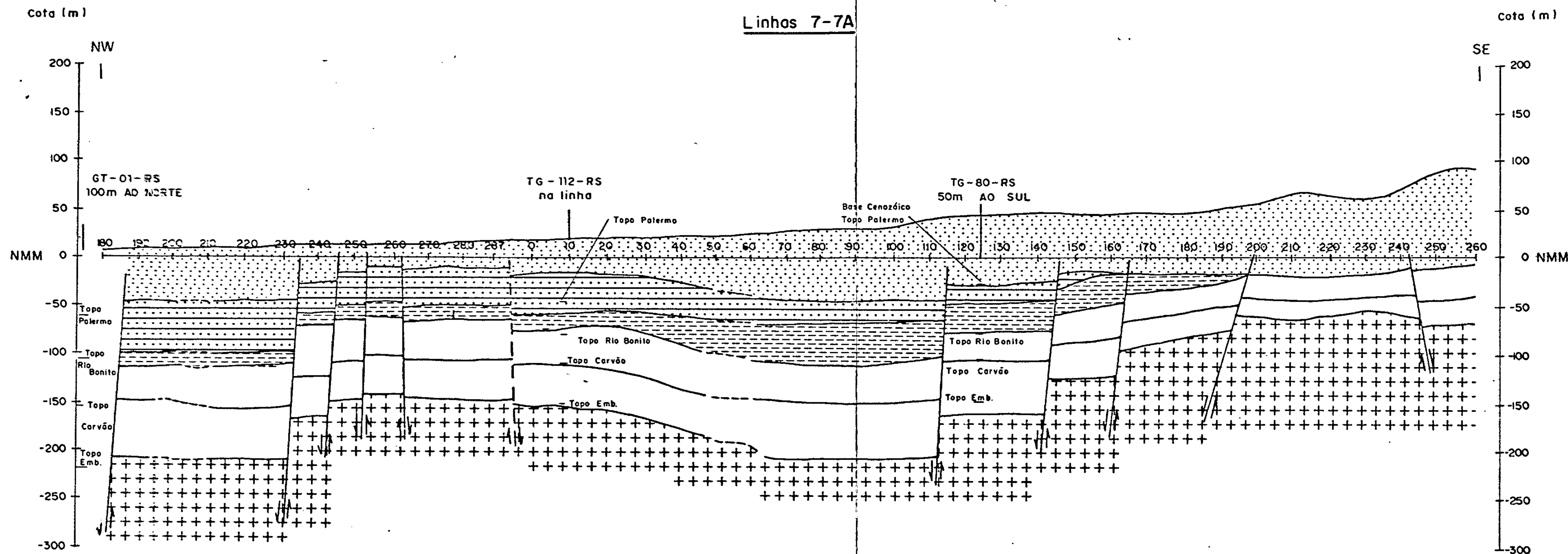
Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ.



Fig.31

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

Linhas 7-7A



ESCALAS {  
 HORIZONTAL : 1:20000  
 VERTICAL : 1:5000

CONVERSÃO ( Prof (m) → T (s)  
 T (s) → Prof (m)

FUNÇÃO VELOCIDADE

$$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$$

$$Z = 105.875 (e^{12.71t} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

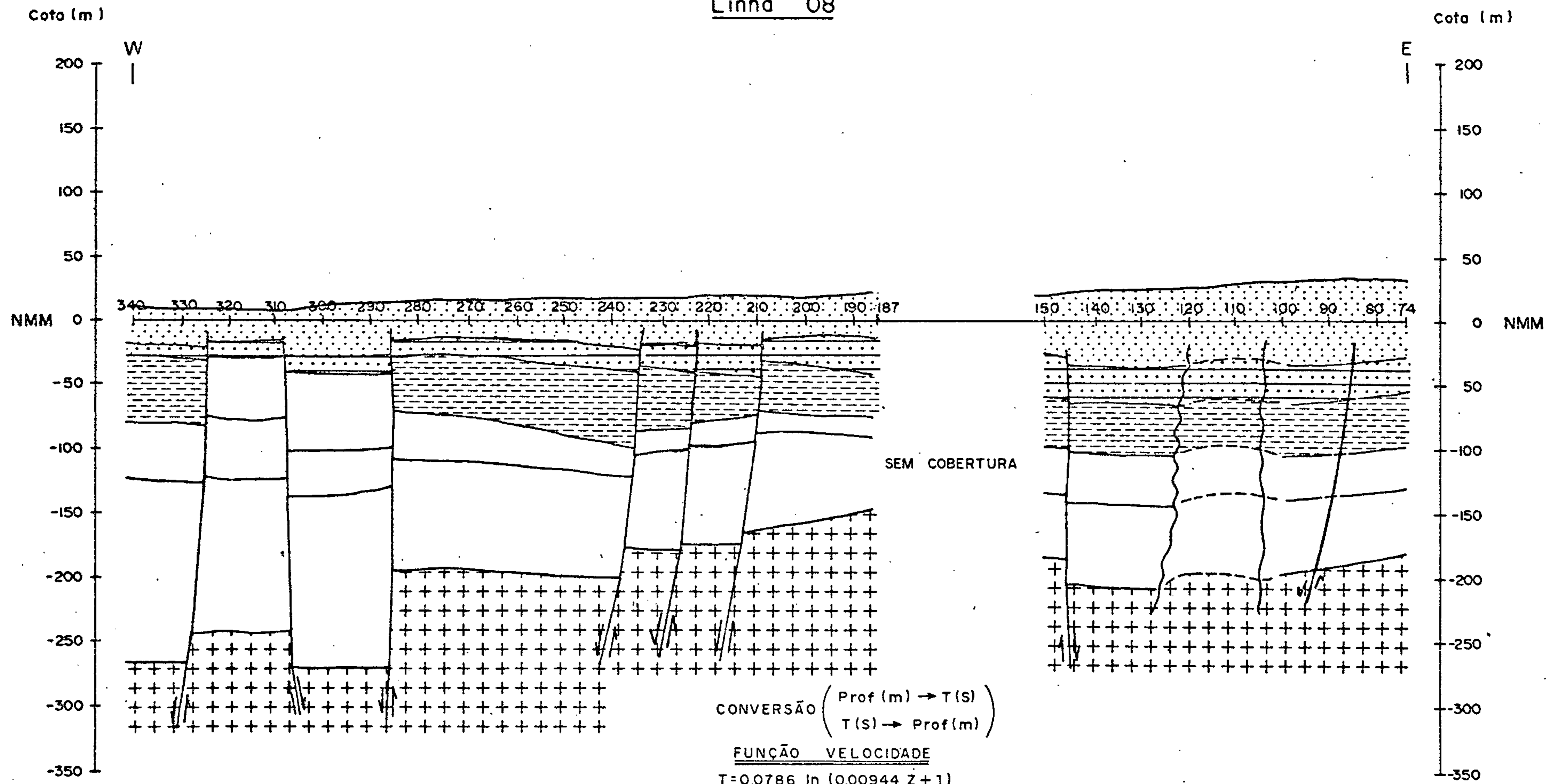
T = TEMPO SIMPLES

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | CENOZÓICO                                    |  | FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA |
|  | FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO |  | FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS  |
|  | FORMAÇÃO PALERMO                             |  | LIMITES INFERIDOS                      |
|  | FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão         |  | POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO     |
|  | EMBASAMENTO                                  |  | ZONA DE FRATURAS                       |

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO — GEOFÍSICA

Linha 08



ESCALAS { HORIZONTAL : 1:20000  
VERTICAL 1:5000

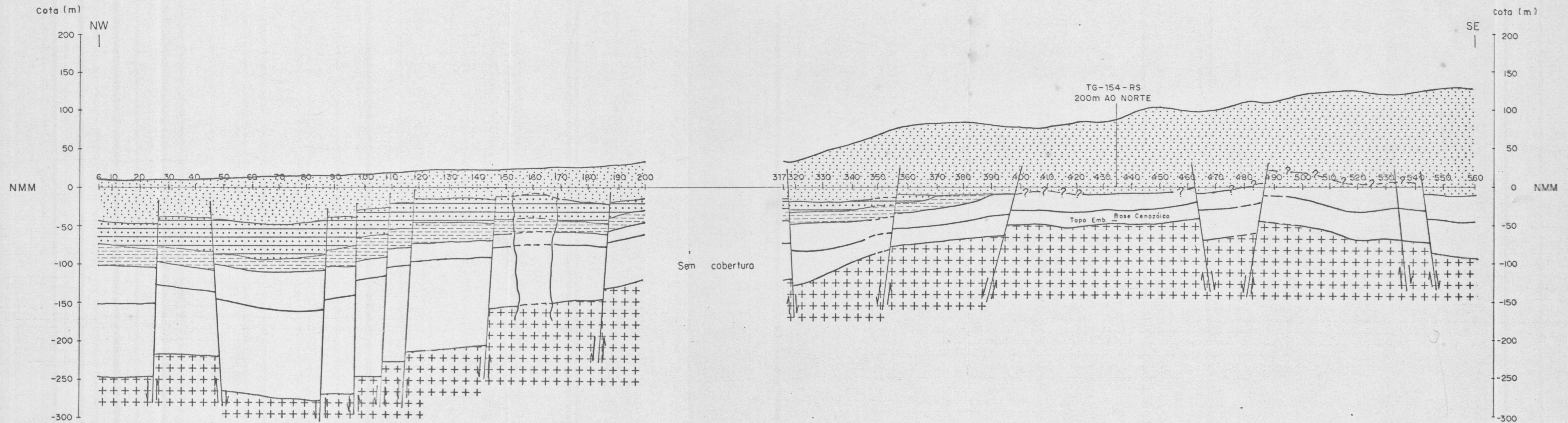
- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO

- FALHA NORMAL DEFINIDA NA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ.

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO — GEOFÍSICA

Linhas 9-9A



ESCALAS { HORIZONTAL : 1:20 000  
VERTICAL : 1:5 000

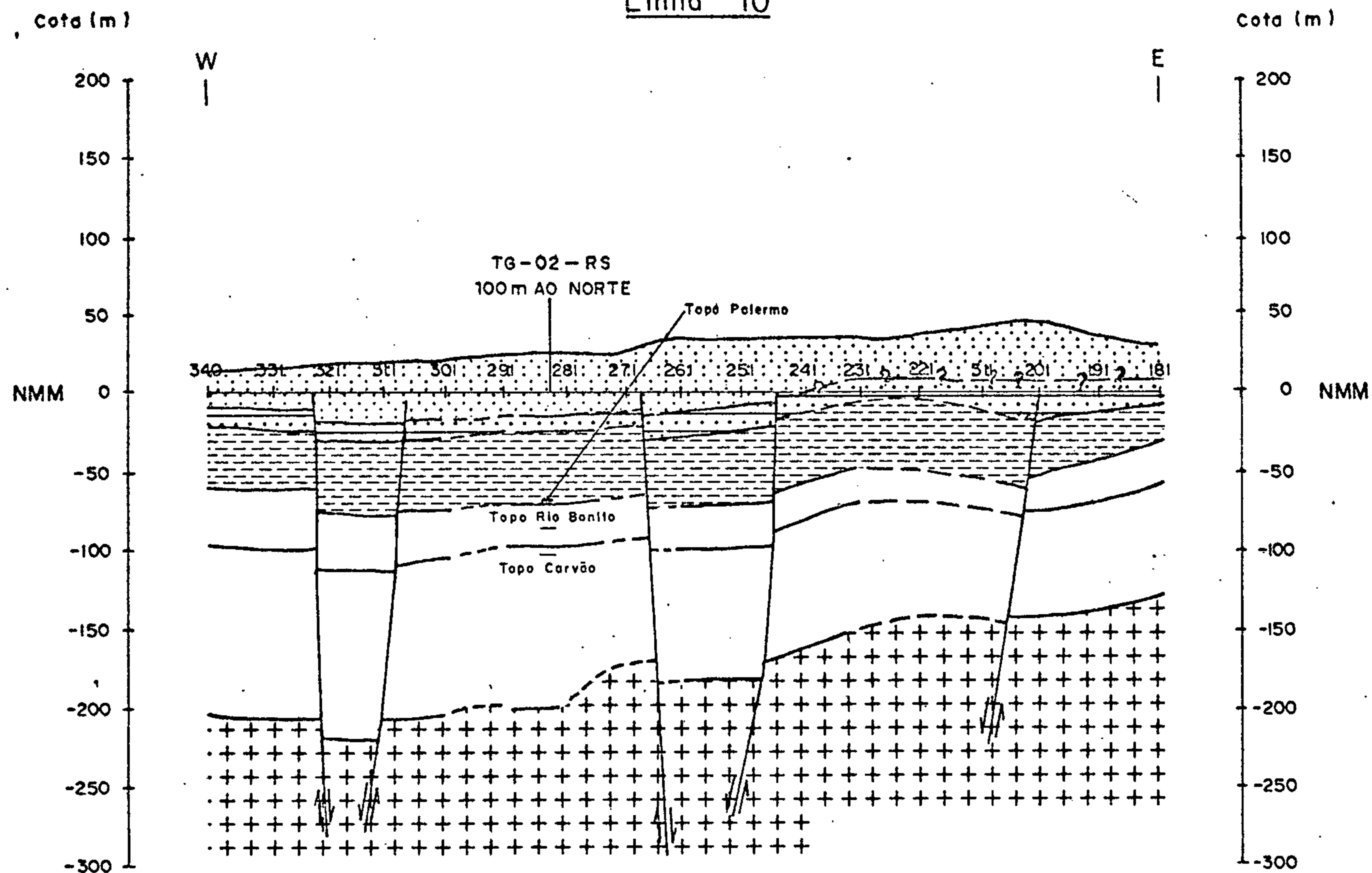
CONVERSÃO (Prof (m) → T (s))  
(T (s) → Prof (m))  
FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$   
 $Z = 105.875 (e^{12.71 t} - 1)$   
Z = COTA DA BOCA DO FURO  
T = TEMPO SIMPLES

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO
- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

Linha 10



CONVERSÃO  $\left( \begin{array}{l} \text{Prof (m)} \rightarrow T (S) \\ T (S) \rightarrow \text{Rprof (m)} \end{array} \right)$

FUNÇÃO VELOCIDADE

$$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$$

$$Z = 105.875 (e^{12.71 T} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

ESCALAS { HORIZONTAL : 1:20000  
VERTICAL 1:5000

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO
- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

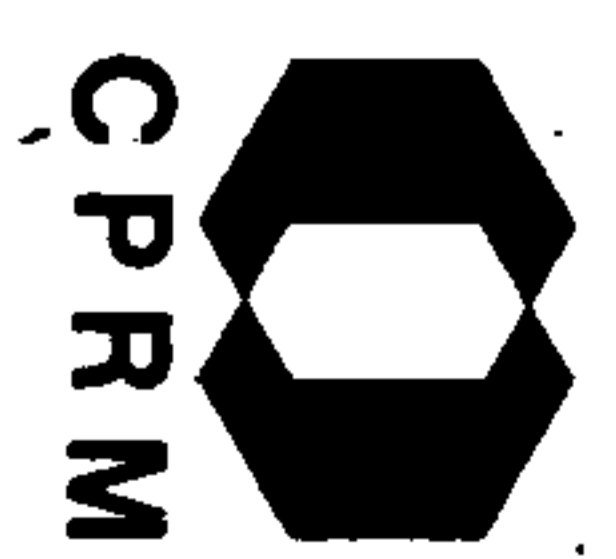


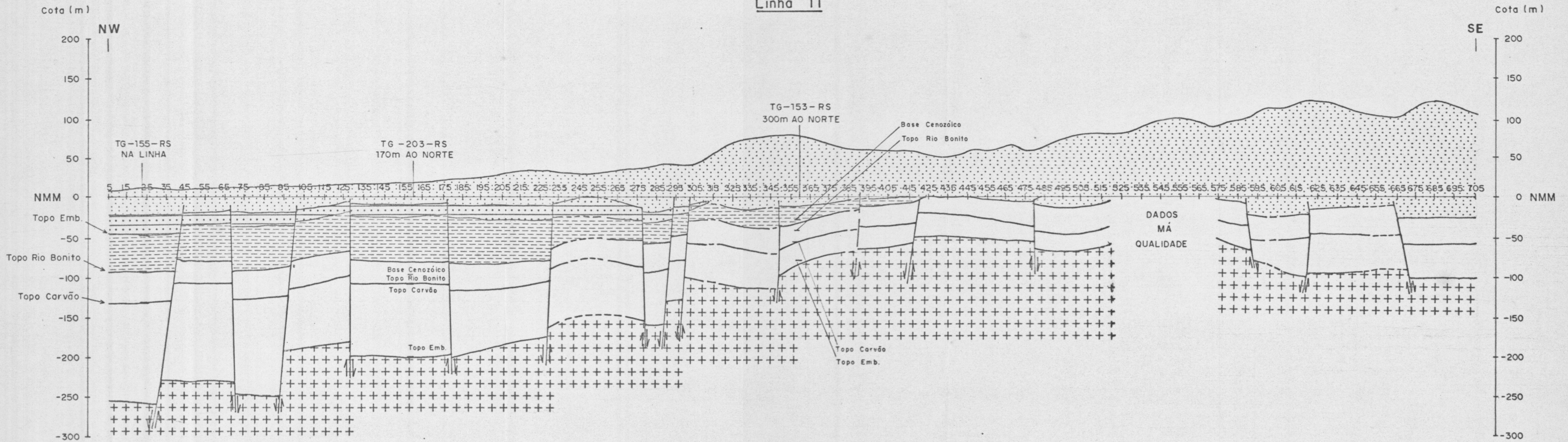
Fig.35

MOD. 002

NE 7530.0210.0343

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO — GEOFÍSICA

## Linha 11



ESCALAS {  
 HORIZONTAL : 1:20000  
 VERTICAL : 1:5000

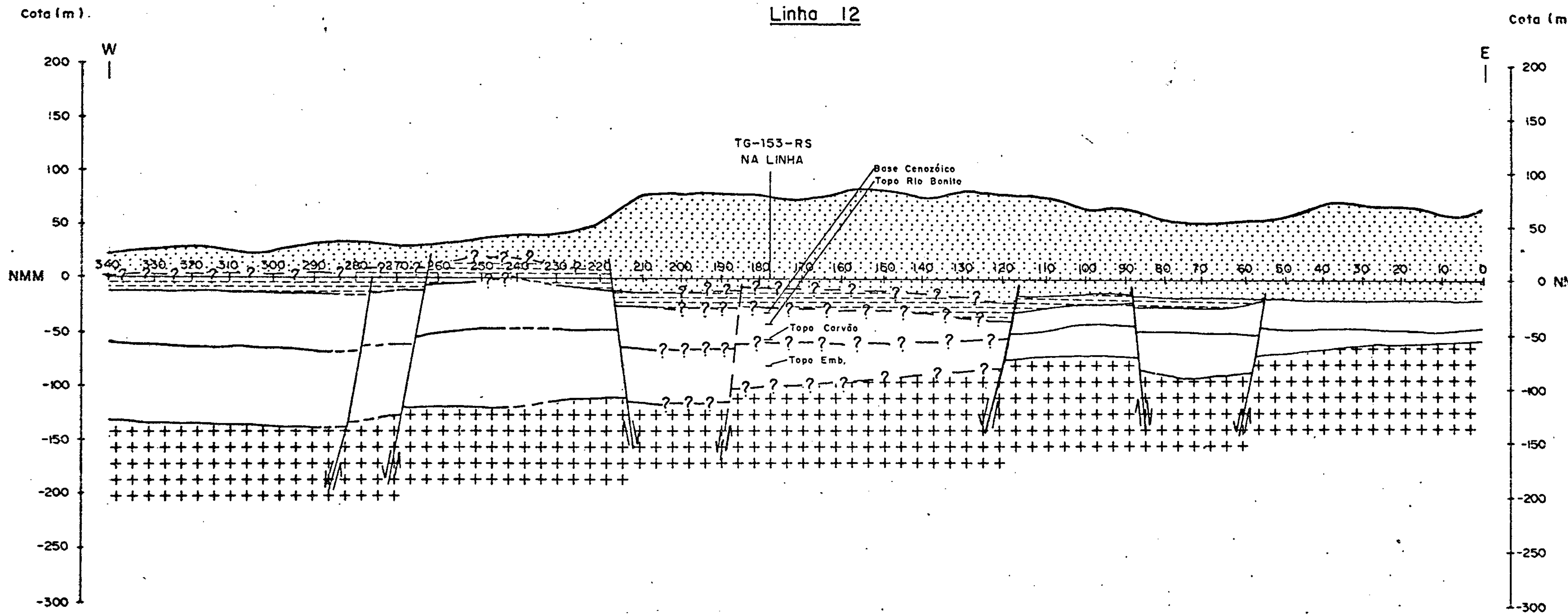
CONVERSÃO ( Prof (m) → T (s) )  
 T (s) → Prof (m) )  
 FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0.0786 n (0.00944 Z + 1)$   
 $Z = 105.875 (e^{12.71 t} - 1)$   
 Z = COTA DA BOCA DO FURO  
 T = TEMPO SIMPLES

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO
- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

## Linha 12



CONVERSÃO  $\left( \begin{matrix} \text{Prof (m)} \rightarrow T(s) \\ T(s) \rightarrow \text{Prof (m)} \end{matrix} \right)$

FUNÇÃO VELOCIDADE

$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$

$Z = 105.875 (e^{12.71 t} - 1)$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

ESCALAS  $\left\{ \begin{array}{l} \text{HORIZONTAL : 1 : 20000} \\ \text{VERTICAL : 1 : 5000} \end{array} \right.$

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO
- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

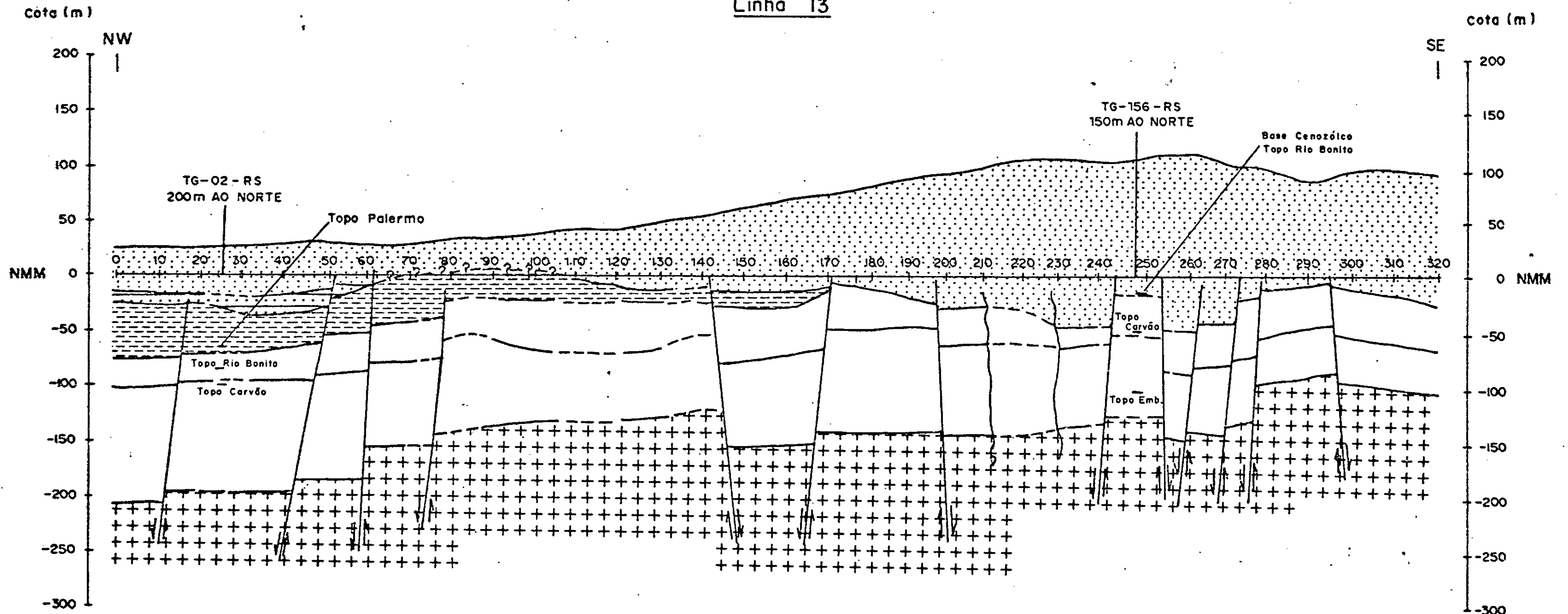
Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ



Fig. 37

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO — GEOFÍSICA

Linha 13



CONVERSÃO  $\left( \begin{matrix} \text{Prof (m)} \rightarrow T (s) \\ T (s) \rightarrow \text{Prof (m)} \end{matrix} \right)$

FUNÇÃO VELOCIDADE

$$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$$

$$Z = 105.875 (e^{12.71 T} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

ESCALAS  $\left\{ \begin{array}{l} \text{HORIZONTAL : 1:20000} \\ \text{VERTICAL : 1:5000} \end{array} \right.$

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | CENOZÓICO                                    |  | FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SISMICA |
|  | FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO |  | FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS  |
|  | FORMAÇÃO PALERMO                             |  | LIMITES INFERIDOS                      |
|  | FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão         |  | POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO     |
|  | EMBASAMENTO                                  |  | ZONA DE FRATURAS                       |

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ.

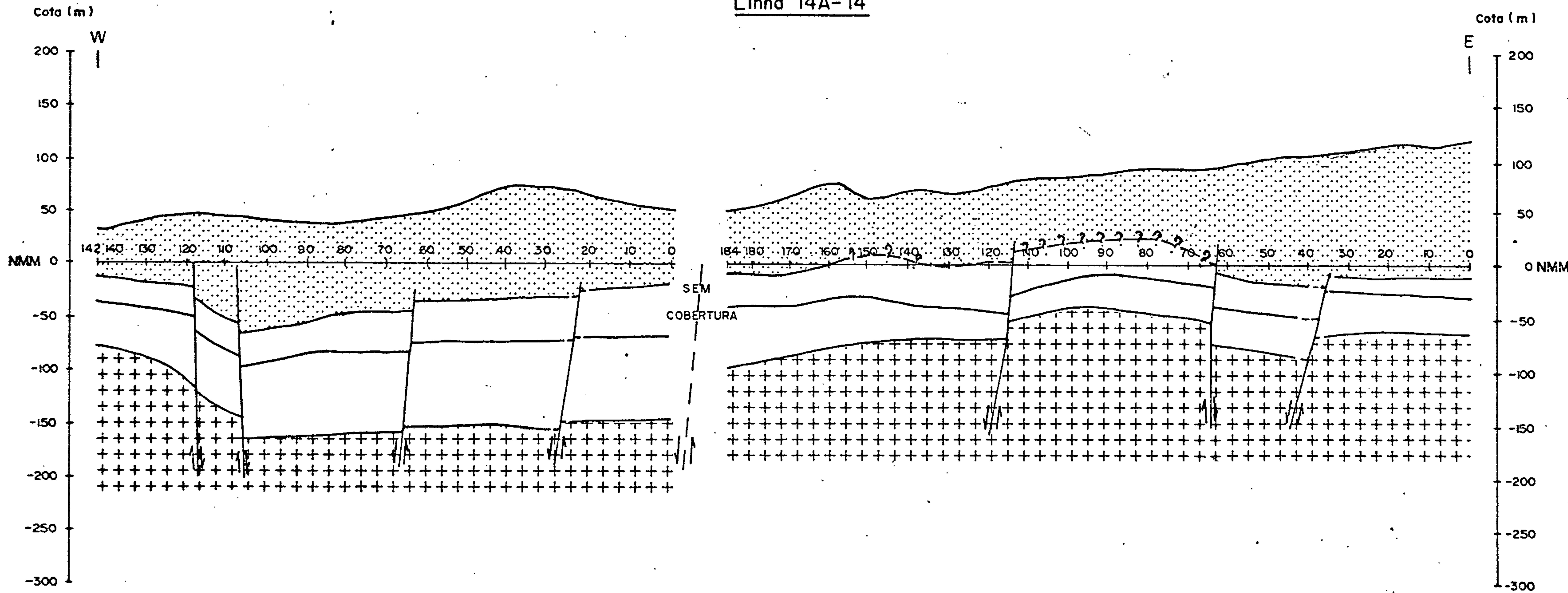


Fig.38



# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO — GEOFÍSICA

Linha 14A-14



ESCALAS { HORIZONTAL : 1:20000  
VERTICAL 1:5000

CONVERSÃO ( Prof (m) → T (s)  
T (s) → Prof (m) )

FUNÇÃO VELOCIDADE

$$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$$

$$Z = 105.875 (e^{12.711 T} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

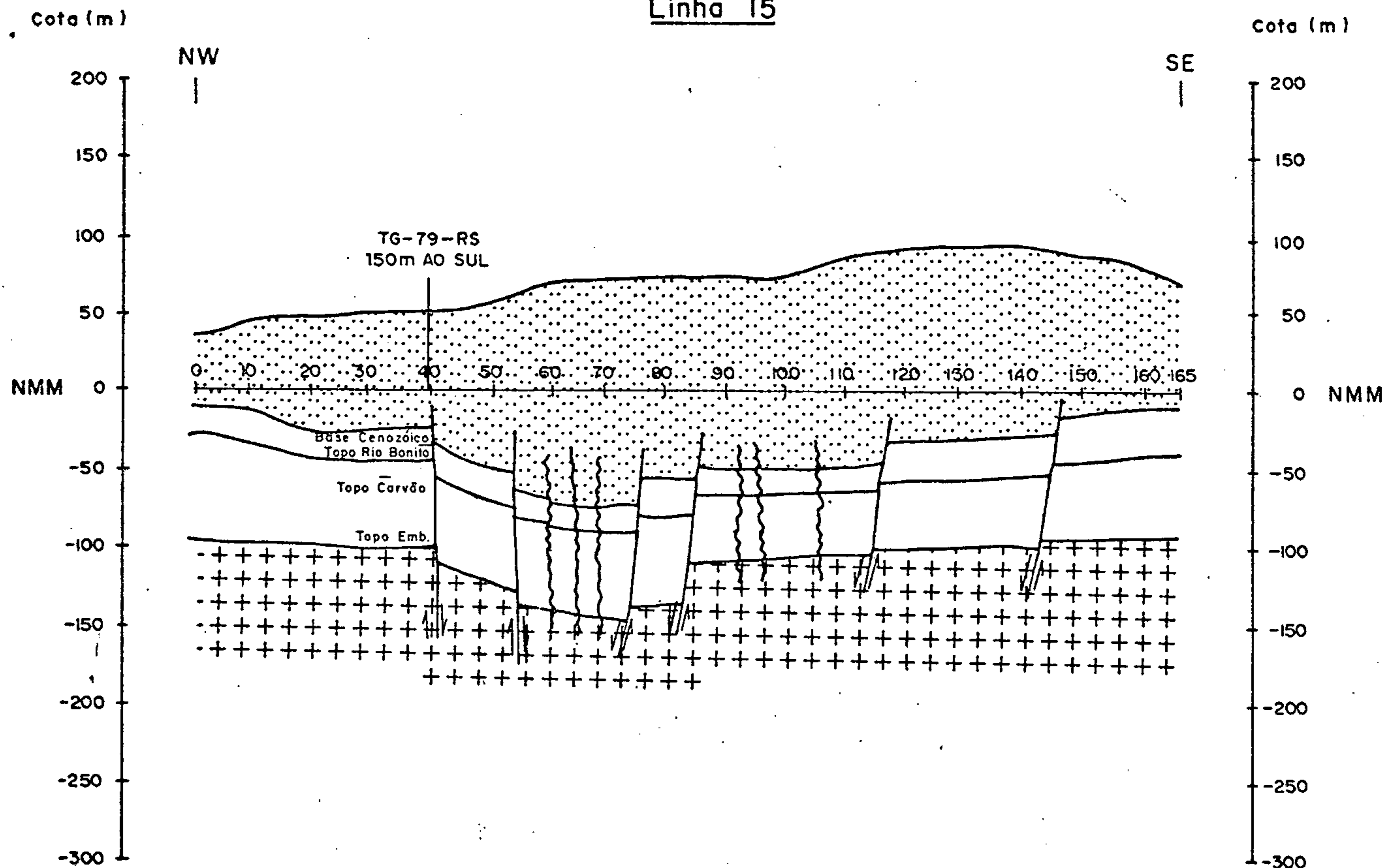
- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | CENOZÓICO                                    |  | FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA |
|  | FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO |  | FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTOURNOS |
|  | FORMAÇÃO PALERMO                             |  | LIMITES INFERIDOS                      |
|  | FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão         |  | POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO     |
|  | EMBASAMENTO                                  |  | ZONA DE FRATURAS                       |



Fig.39

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

## Linha 15



CONVERSÃO  $\left( \begin{array}{l} \text{Prof (m)} \rightarrow T(S) \\ T(S) \rightarrow \text{Prof (m)} \end{array} \right)$

FUNÇÃO VELOCIDADE




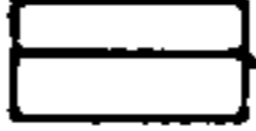
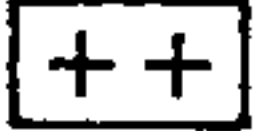


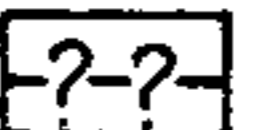


$$T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$$

$$Z = 105.875 (e^{12.711 T} - 1)$$

Z = COTA DA BOCA DO FURO

T = TEMPO SIMPLES

ESCALAS { HORIZONTAL : 1:20000  
VERTICAL 1:5000

-  CENOZÓICO
-  FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
-  FORMAÇÃO PALERMO
-  FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
-  EMBASAMENTO
-  FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SÍSMICA
-  FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
-  LIMITES INFERIDOS
-  POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
-  ZONA DE FRATURAS

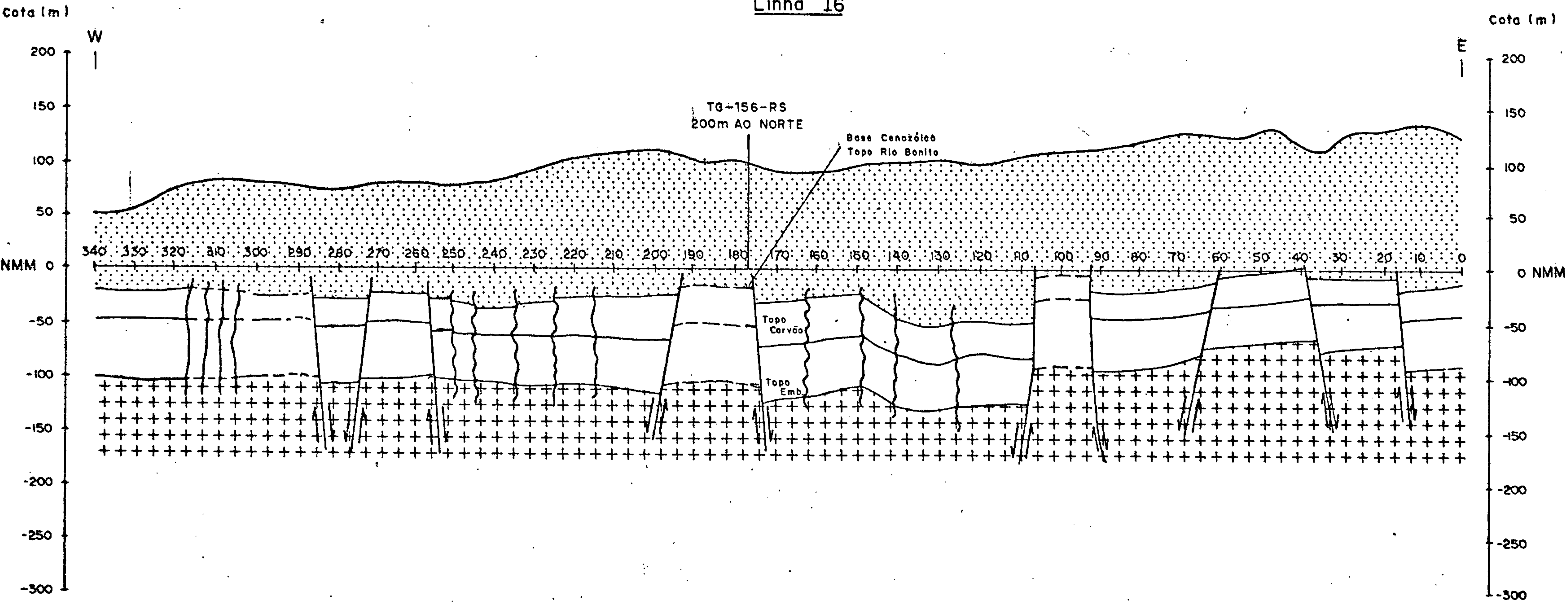
Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ



Fig.40

# CORRELAÇÃO GEOLÓGICO - GEOFÍSICA

## Linha 16



CONVERSÃO ( Prof (m) → T (S) )  
 T (S) → Prof (m)

FUNÇÃO VELOCIDADE  
 $T = 0.0786 \ln (0.00944 Z + 1)$   
 $Z = 105.875 (e^{12.71t} - 1)$   
 Z = COTA DA BOCA DO FURO  
 T = TEMPO SIMPLES

ESCALAS { HORIZONTAL : 1:20000  
 VERTICAL 1:5000

- CENOZÓICO
- FORMAÇÕES ENTRE CENOZÓICO E FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO PALERMO
- FORMAÇÃO RIO BONITO topo zona carvão
- EMBASAMENTO
- FALHA NORMAL DEFINIDA NA SEÇÃO SISMICA
- FALHA NORMAL INFERIDA PELOS CONTORNOS
- LIMITES INFERIDOS
- POSSÍVEL ZONA AFETADA POR DIABÁSIO
- ZONA DE FRATURAS

Obs.: NA BASE DA FORMAÇÃO RIO BONITO, PODE HAVER O GRUPO ITARARÉ

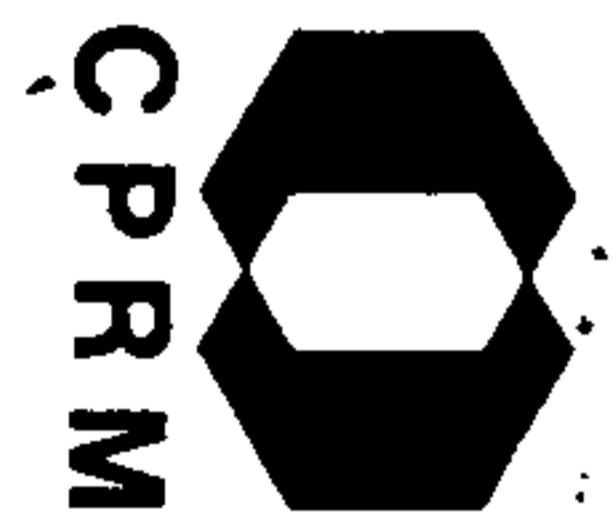


Fig. 41



## VI - RECOMENDAÇÕES

### VI.1 - Da Necessidade de Programas de Migração

Seria conveniente que fossem escolhidos alguns trechos para serem reprocessados, usando-se programas específicos de "Migração", já que a sequência normal de processamento não apresenta esse tratamento. Mediante esse procedimento obteríamos uma predição mais acurada sobre os dados sísmicos interpretados, especialmente acêrca da localização das falhas.

### VI.2 - Sobre Perfilagem Geofísica

Continuamos insistindo na necessidade dos furos perfilados com sônico e gamma-gamma, assim como um maior número de "Well-velocity" ou "Up-hole surveys". Só assim o controle sobre a variação vertical das velocidades e densidades da área seria realmente efetivo, permitindo:

- uma amarração mais precisa dos horizontes refletores às camadas sedimentares.
- a confecção de sismogramas sintéticos, os quais, como já foi exposto, são imprescindíveis numa interpretação sísmica.

### VI.3 - Sobre a Zona da Coxilha das Lombas

Os trabalhos de correção estática tornaram-se muito difíceis na zona da Coxilha das Lombas. A definição exata dos tempos a serem corrigidos foi prejudicada pela espessura do Cenozóico. Sabe-se que esse é um dos passos mais importantes no tratamento a ser aplicado aos dados: qualquer erro pode gerar

cotas distorcidas quando aplicamos a função velocidade, bem como cria ou elimina falhas, ou zonas perturbadas. Temos vários exemplos desse tipo no trabalho em questão. Tentativas foram feitas para minimizar essas distorções, através de comparação com outras seções próximas de melhor qualidade. Porém, deve-se ter em mente as suas limitações.

O ideal para se fazer Sísmica de Alta Resolução nessa faixa seria uma fonte alternativa explosiva, enterrando as cargas abaixo da zona de baixa velocidade, eliminando a sua influência. Tal procedimento tornaria as operações de campo mais lentas, porém melhoraria sobremaneira a qualidade dos dados.

#### VI.4 - Sobre os Furos Indicados

As limitações da interpretação são muitas. Além dos problemas devido às distorções das estáticas descritos, temos também a falta de informações de furos de sonda em áreas consideradas críticas. Seria de bom tom realizarem-se os furos sugeridos por esse trabalho a fim de elucidarmos esses pontos considerados duvidosos. Assim poderemos saber da real efetividade do método "Mini-Sosie" na zona da Coxilha das Lombas e qual o efeito da espessa camada de Cenozóico na transmissão de energia.

#### VI.5 - Sobre Locação de Linhas Sísmicas

Sugerimos que, em trabalhos futuros, ao serem localizadas as linhas em mapa, seja feito um reconhecimento prévio do terreno, a fim de se evitar perda de cobertura. Todas as linhas na área C foram gravadas com lacunas, deixadas devido às condições do terreno. (fig. 42) A linha 14/14A sofre um "gap" de 200m causado por um lago no centro; a linha 9 passava através de um grande pântano onde quase 1 km de cobertura foi perdido; a



linha 7 também atravessava um lago de 200m de extensão; a linha 8 tem um "gap" de 540m no ponto exatamente onde a superfície a ser martelada pelos batedores estava totalmente alagada; a linha 10 foi terminada na extremidade de uma floresta inacessível.

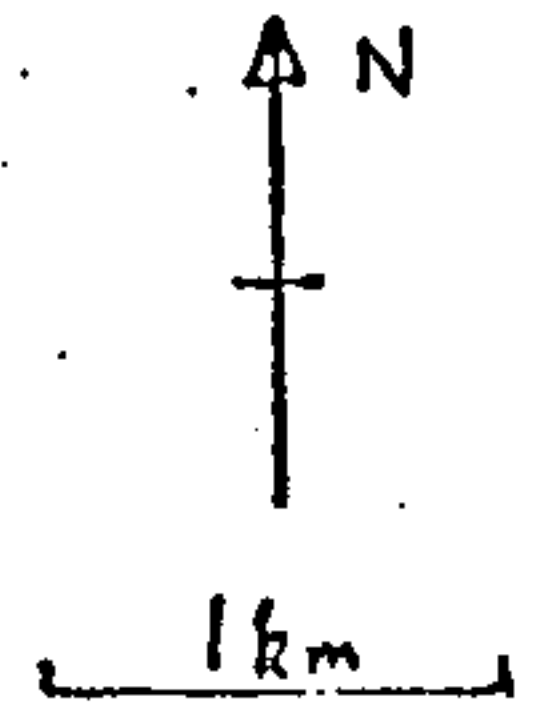
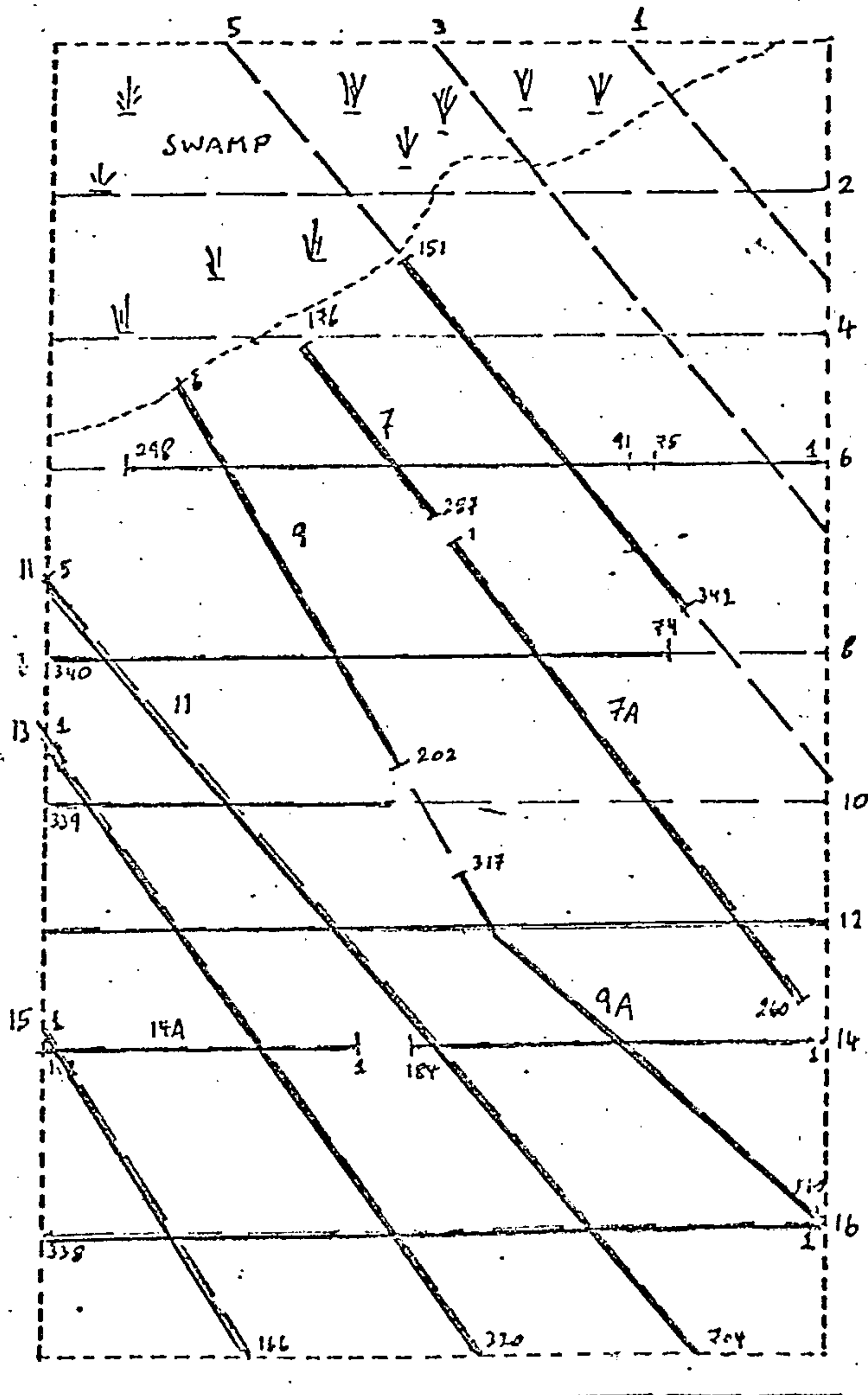
#### VI.6 - Sobre Novas Linhas a Serem Levantadas na Área

A programação inicial constava de mais linhas, assim como uma maior extensão daquelas levantadas, na parte plana da área (fig.42 ), onde a qualidade dos dados mostrou-se excelente. Devido à época das chuvas, esse trecho achava-se inundado, tendo o levantamento sísmico nesse trecho sido então cancelado. Sugerimos que no futuro esses trabalhos sejam retomados, mesmo na zona do Banhado Grande, quiçá buscando-se alternativas para a fonte utilizada.

#### VI.7 - Sobre Fontes de Energia Alternativas

Poderiam ser feitos testes nessa ou noutra área, com fontes explosivas, dinamite, por exemplo, na tentativa de obtenção de frequências mais altas, não perdendo-se, no entanto, a continuidade dos horizontes refletores.

ÁREA C



----- Linhas Programadas  
 ————— Linhas Executadas

Fig. 42

## VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

## VII.1 - A Resolução do Método

A faixa de frequências dominantes ficou entre 50 e 60 Hz. Tal fato revela que, pelo menos na área em questão, o método "Mini-Sosie" não pode ser utilizado com o objetivo de se atingir uma alta resolução. Essas frequências são demasiado baixas para se fazer um estudo, através da análise de ondículas, de camadas individuais de carvão. Considerando a velocidade média de propagação das ondas sísmicas na zona do carvão em torno de 2500 m/s, podemos obter os seguintes resultados:

$$v = \lambda f$$

$$2500 = \lambda \times 50 \therefore \lambda = 50 \text{ metros, para } f = 50\text{Hz}$$

$$2500 = \lambda \times 60 \therefore \lambda \approx 42 \text{ metros, para } f = 60\text{Hz}$$

O limite mínimo teórico para detecção de camadas individuais é  $\lambda/4$ , assim, somente camadas de 10,5m a 12,5m poderiam ser detectadas. Nos furos existentes na área a espessura média da zona do carvão, incluindo camadas e leitos, situa-se entre 8 a 10 metros, como pode ser visto:

TG-02-RS: 10,19m

TG-203-RS: 7,73m

TG-112-RS: 18,47m

GT-01-RS: 7,83m

TG-154-RS: não tem carvão

TG-156-RS: 16,05m

TG-06-RS: 8,04m

TG-153-RS: 8,20m

TG-80-RS: 10,42m

TG-155- RS: 13,55m



TG-79-RS: 0,90 - CL4

4,76 - carvão próximo ao embasamento

Nesse furo, embora a camada CL4 tenha somente 0,90m de espessura, o seu topo foi detectado, em vista do contraste de impedância acústica com o siltito sobrejacente.

Dessa forma a zona do carvão é que foi individualizada como refletor, tendo a interpretação sido feita seguindo-se o topo da mesma.

Quanto às falhas marcadas, embora o limite mínimo teórico de resolução seja igual a  $\lambda/8$ , logo 5,25 a 6,25 m, foram detectadas algumas com rejeito de 3 metros.

#### VII.2 - Mapa Estrutural do Topo do Embasamento Cristalino

Foi feita uma tentativa de se fazer um mapa estrutural do topo do embasamento. A transformação tempo-profundidade acarretou um contorno distorcido. Parece que a função velocidade não se aplicou bem ao embasamento, pois a sua forma, exponencial, faz com que pequenas diferenças em tempo acarretem maiores contrastes em profundidade. Pode ser essa a causa das distorções. Nas seções sísmicas foi mapeado o horizonte refletor que seria correspondente ao topo do embasamento, em vermelho. Os parâmetros de aquisição de dados foram estabelecidos para a obtenção do horizonte refletor relativo à zona do carvão: aquele mapeado como embasamento, situando-se abaixo dos horizontes alvos, pode estar sendo afetado pela presença de múltiplas ou pela falta de transmissão de energia, por exemplo.

A conversão tempo-profundidade sofre uma inversão, (vide Tabela 3) a partir de 120m (tempo duplo):

- valores menores que 120ms, a cada tempo corresponde um valor de cota menor em valor absoluto, cerca de 10 unidades.

- valores acima de 120ms, começa a inverter-se, com cotas maiores que o tempo, com pequena diferença de 2 unidades, aumentando para até 50 unidades, a 182ms. Como o embasamento situa-se nessa faixa, é possível que as distorções apresentadas sejam devidas a esse fato. Assim sendo, foi apresentado somente o mapa de isócronas do embasamento, que são os valores geofísicos reais. Deve-se ressaltar também que nem todos os furos alcançam o embasamento e a amarração foi feita seguindo-se apenas os mesmos.

### VII.3 - Geral

A finalidade do trabalho era mapear camadas de carvão em sub-superfície, a fim de prover subsídios para um plano de lavra da Unidade Mineira "C".

Conquanto a fonte "Mini-Sosie" aplicada não atingisse a resolução desejada, de forma que fossem mapeadas camadas individuais de carvão, foi possível delimitar toda a sua zona, revelando a extraordinária complexidade estrutural que a área apresenta.

Dos 11 furos de sondagem feitos até o presente momento, apenas 3 localizam-se sobre as linhas sísmicas. São eles : TG-155-RS, linha 11, estaca 22; TG-153-RS, linha 12, estaca 178; TG-112-RS, linha 7A, estaca 10; os demais estão a distâncias que variam de 50 a 300 metros, tornando difícil uma amarração perfeita, que, no entanto, de uma maneira geral, foi boa, com pequenas distorções, atribuídas às distâncias referidas.

Foi feita a indicação de prováveis zonas perturbadas tectonicamente pela presença de intrusões de diabásio, outras mais calmas nesse sentido.

Foram feitas tentativas de amarração das diversas



formações sedimentares aos diversos horizontes refletores. Nos trechos com boa qualidade do sinal, tal procedimento revelou-se favorável, numa demonstração de que estudos mais detalhados de sismoestratigrafia também podem ser feitos.

Um problema a ser destacado é a zona da Coxilha das Lombas, com espessuras de Cenozóico de até 120 metros. Primeiramente podemos indagar até que ponto a função velocidade obtida através de um furo na parte plana pode ser nessa faixa aplicada? A interpretação foi feita mediante correlação lateral entre uma e outra parte. Tal procedimento pode ser visto especialmente na linha 11. Assim sendo, foram seguidos os mesmos horizontes refletores. Mas persiste a dúvida se essa correspondência pode ser feita através de ambientes diferentes. Ao que tudo indica, sim. Na linha 11 foi interpretada toda a sequência deposicional terminando e o Cenozóico subindo diretamente sobre a formação Rio Bonito, com o término do horizonte refletor que estaria relacionado àquele correspondente à deposição da formação Palermo.

O mapa de contorno estrutural do topo da zona do carvão foi feito com base nos contornos dos valores obtidos através da função velocidade e nas falhas marcadas nas seções sísmicas. Deve-se encarar a dose de subjetividade implícita nesse processo.

Foram feitos também perfis geológicos através das seções sísmicas com a finalidade de se obter, em seções transversais, uma melhor idéia da geologia local.

A título de ilustração, voltemos à figura 1, apresentada na introdução desse relatório:

- Observe-se a pequena extensão da Unidade Mineira "C".



- Atente-se para a quantidade considerável de informações extremamente úteis para o planejamento da lavra que o presente trabalho acrescentou.

As duas observações acima ilustram a importância da implantação do método "Sísmica de Reflexão de Alta Resolução" em toda a área das jazidas de Chico Lomã e Santa Terezinha bem como em outras que já exista ou que se planeje implantar uma mina de carvão.

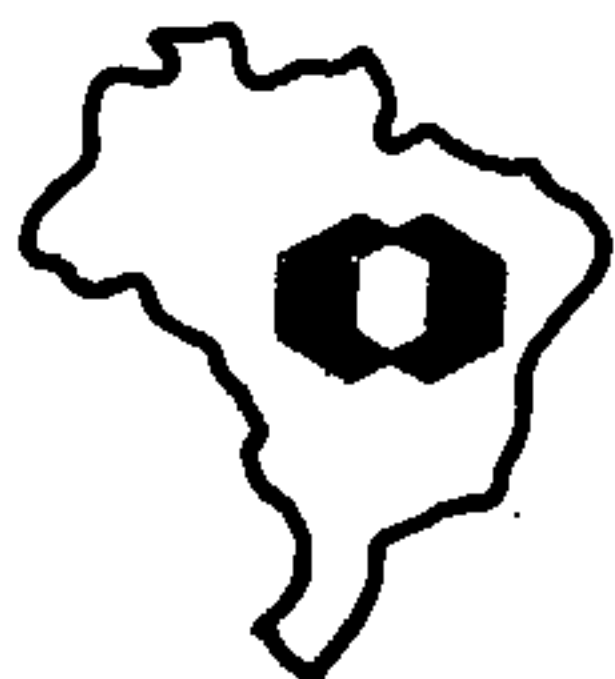


## VIII - BIBLIOGRAFIA

- . Bentes, M.; Uberti, A.F.C.; Puty, C.O.F; Ferreira, J.A.F. e Lessa, N.D. - Projeto Geofísica Terrestre para carvão em Santa Catarina e Rio Grande do Sul - DNPM - CPRM. Porto Alegre, RS. 1978.
- . CPRM - Projeto Torres Gravataí - Bloco Banhado dos Touros. Relatório Final. Porto Alegre, RS. 1983.
- . CPRM - Programa de Desenvolvimento das Unidades Mineiras de Carvão e Turfa nas Áreas de Concessão da CPRM. 1984
- . CPRM - Programa Carvão Energético Estado do Rio Grande do Sul. Relatório Final. Porto Alegre, RS. 1982.
- . CPRM - Projeto Torres Gravataí - Bloco Banhado dos Pachecos. Relatório Final - Porto Alegre, RS. 1983.
- . Dix, C.H. - Seismic Prospecting for Oil. Harpers & Bros, New York. 1952.
- . Delaney, P. J. V. - Fisiografia e geologia de superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul, Publicação Especial da Escola de Geologia, Porto Alegre, RS. 1965.
- . Fabrício, J. A. C. - Projeto Carvão Gravataí - Torres. Relatório Final. CPRM, Porto Alegre, RS. 1980.
- . Ferreira, J. A. F.; Süffert, T. e Santos, A. P. - Projeto Carvão no Rio Grande do Sul, RS. 1978.
- . Hagedoorn, J. G. - The Plus Minus Method of Interpreting Seismic Refraction Sections. In: Geophysical Prospecting, 1959, V.07, n.4, p. 158 - 181.
- . Medeiros, R. A.; Northfleet, A. A. e Muhlmann, H. - Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná, Desul/Dexpro - Petro-

brás, (1969).

- . Medeiros, R. A.; Thomaz, A.F. - Facies e Ambientes Depositionais da Formação Rio Bonito. Sociedade Brasileira de Geologia. Anais do XXVII Congresso - Vol. 3. Aracaju, SE. 1973.
- . Ricker, N. - The Form and Nature of Seismic Waves and the Structure of Seismograms. In: Geophysics. 1940, V.5, n.4, p.348-366.
- . Ricker, N. - The Form and Laws of Propagation of Seismic Wavelets. In: Geophysics. 1953, V. 18, n.1, p. 10 - 40.
- . Santos, A. P.; Santos, M. E. C. M.; Nahass, S. - Pesquisa de Carvão no Rio Grande do Sul. Resultados e Perspectivas. Sociedade Brasileira de Geologia - Anais do XXX Congresso - Vol.6. Recife, PE. 1978.
- . Schneider, R. L.; Mühlmann, H.; Tommazi, E.; Medeiros, R. A. ; Daemon, R. F.; Nogueira, A. A. - Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. Sociedade Brasileira de Geologia. Anais do XXVIII Congresso. Vol. 1. Porto Alegre, RS. 1974.



**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**

Av. Pasteur, 404 - Urca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Telefone: DDD (021) 295.0032 - Telex: (021) 226685

CEP. 22.292

SERIO/DISERV/SEGRAF