CPRM

PROJETO RIO DOCE

C.C. 2176

RELATÓRIO PRELIMINAR DE PESQUISA

TEXTO e ANEXOS

ANIDRITA

V. 96

CPRM SUREMI
SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1081 - S
N.º de Volumes: 1 V.:
PHI 008455

CPRM

SUMÁRIO

		P.
	APRESENTAÇÃO	i.
1.	INTRODUÇÃO	1.
2.	ASPECTOS GEOGRÁFICOS E FISIOGRÁFICOS	3.
3.	GEOLOGIA REGIONAL	4.
4.	TRABALHOS REALIZADOS	25
5.	JUSTIFICATIVAS DO PROSSEGUIMENTO DA PESQUISA	28
6.	PREVISÃO DOS TRABALHOS A REALIZAR	30
7.	PREVISÃO ORÇAMENTÁRIA E PRAZO DE EXECUÇÃO	39
8.	CONCLUSÕES	40

CPRM

ANEXOS

ANEXO 1 - Situação Legal dos Pedidos de Pesquisa

ANEXO 2 - Planta de Situação (1:500.000)

ANEXO 3 - Planta de Detalhe (1:100.000)

ANEXO 4 - Cronograma dos Trabalhos de Pesquisa

ANEXO 5 - Cronograma de Desembolso

FIGURA 1 a FIGURA 12.

APRESENTAÇÃO

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, requerente dos pedidos de pesquisa para Anidrita na Plataforma Continental Brasileira, ao largo da costa do Estado do Espírito Santo, cujos processos têm os nºs 811.216 a 811.220/75, tendo em vista o que faculta o ítem II do Artigo 22 do Código de Mineração, vem submeter ao Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, o competente Relatório Preliminar de Pesquisa relativo às 5 (cinco) áreas mencionadas.

O presente Relatório contempla as diretrizes, estudos e resultados dos trabalhos até então executados nas áreas concedidas, bem como as justificativas de prorrogação do prazo de pesquisa, com novo plano de trabalho e orçamento para a sua realização.

A programação e execução dos trabalhos estiveram a cargo da Superintendência de Recursos Minerais da CPRM, sendo o responsável técnico o Engenheiro de Minas José Aloísio Paione, Chefe do Departamento de Pesquisas Próprias da Empresa.

CPRM

1. INTRODUÇÃO

O enxofre é matéria-prima altamente estratégica na indústria química e de fertilizantes. Apesar de largamente distribuído no mundo, até o presente, no Brasil, não são conhecidos grandes depósitos comerciais deste metalóide. A quase totalidade de nosso consumo é atendido pela importação, a qual atingiu em 1979 cerca de 688.453 toneladas.

A maioria dos geólogos acredita que o enxofre associado à rocha capeante de domos salinos é resultante da alteração de anidrita - constituinte normal do domo, na forma de resíduo insolúvel - para gás sulfídrico e carbonatos, por meio da ação de bactérias redutoras de sulfato, na presença de hidrocarbonetos, e da subsequente oxidação do gás sulfídrico para enxofre, que, junto com carbonatos de origem secundária, preenche cavernas, fissuras e espaços intergranulares das anidritas, gipsitas e outros evaporitos que constituem a capa insolúvel (Cap rock) do domo salino.

Trabalhos realizados pela PETROBRÁS e pela CPRM, esta última através dos projetos Plataforma Continental e REMAC, permitiram selecionar, junto à foz do rio Doce, ao largo da costa do Estado do Espírito Santo, entre estruturas correspondentes a domos salinos perfurantes rasos, já constatados, aquelas com características bem semelhantes às do Golfo do México, responsável,

CPRM

como se sabe, pela maior produção de enxofre elemental do mundo. Nessa região, aliás, o enxofre ocorre associado à anidrita, rocha capeante dos domos salinos perfurantes rasos, tanto na parte emersa como na submersa.

Esses fatos ensejaram a CPRM solicitar pesquisa para anidrita, provável rocha capeante das três estruturas selecionadas, visando a caracterização desse material no que se refere ao mesmo conter enxofre elementar, preenchendo seus espaços intergranulares e outros.

Considerando que as 5 (cinco) áreas de 1.000 ha cada, estão próximas umas das outras e apresentam o mesmo condicionamento geológico estrutural, será aqui apresentado um Relatório Único de Pesquisa para as áreas concedidas, tal como faculta o Art. 35 do Regulamento do Código de Mineração.

Foram concedidas 5 (cinco) Alvarás de Pesquisa de 1.000 ha cada um, totalizando 5.000 ha, com a situação legal de cada processo mostrada no quadro do Anexo 1 e localização mostrada nas plantas dos Anexos 2 e 3.

PROJETO RIO DOCE

C.C. 2176

SITUAÇÃO LEGAL DOS PEDIDOS DE PESQUISA

Nº	DNPM	SUBSTÂNCIA MINERAL	ALVARÁ		ÁREA (ha)	
			Nº	D.O.U.	Requerida	Concedida
ES - 1	811.216/75	Anidrita	1.018	26.03.79	1.000	1.000
ES - 2	811.217/75	"	8.077	16.01.79	"	"
ES - 3	811.218/75	"	8.078	"	"	"
ES - 4	811.219/75	"	8.079	"	"	"
ES - 5	811.220/75	"	8.080	"	"	"
					5.000	5.000

ANEXO 1

Mod. 002
NE 7530.0210.0343
CPRM

CPRM

2. ASPECTOS GEOGRÁFICOS E FISIOGRÁFICOS

2.1 - Localização e Vias de Acesso

O conjunto das áreas requeridas ocupa uma superfície de 5.000 ha (cinco mil hectares) e está situado em áreas da Plataforma Continental brasileira, ao largo da costa do Estado do Espírito Santo, a aproximadamente 60 km a leste da foz do rio Doce, na altura do paralelo 19° 30' de latitude sul.

O acesso às áreas poderá ser feito partindo-se do porto da cidade de Regência, na foz do rio Doce, e por helicóptero, rebocador ou lancha atinge-se as áreas num percurso aproximado de 60 km.

2.2 - Fisiográficos

Nas áreas requeridas, a cota batimétrica é da ordem de 40 a 50 metros e o fundo do oceano é bastante aplainado, limoso, constituído por sedimentos detríticos esqueletais.

Fisiograficamente ao longo da costa do Espírito Santo, na latitude das áreas requeridas, a região é plana, destacando - se uma zona de praia e uma zona encharcada com vegetação de mangue , caracterizada pela presença de uma série de lagoas entre as quais se destacam as lagoas Monsaras, Suçuraca e dos Comboios.

O baixo curso e foz do rio Doce comandam o sistema hidrográfico.

3. GEOLOGIA REGIONAL

3.1 - Generalidades

Os domos de sal conhecidos na área foram descobertos pela Petrobrás, a partir dos levantamentos geofísicos realizados visando a prospecção de hidrocarbonetos.

EDYR DE OLIVEIRA (1962), interpretando os dados gravimétricos da área, associou algumas anomalias negativas a domos de sal. Posteriormente, a sísmica de reflexão revelou no local dessas anomalias, estruturas geológicas de forma dômica ~~e com aparência~~ e com aparência de deformação halocinética.

Finalmente a perfuração do 1-ESS-1 pela Petrobrás em 1968, atravessou o flanco de um domo, comprovando definitivamente a presença de tais estruturas na área.

A partir de então, a CPRM interessou-se na pesquisa de enxofre associado às rochas capeadoras desses domos, bem como para conhecer a natureza do sal. Com essas finalidades perfurou-se o poço 9-CPRM-1-ESS (1971), o qual atingiu o sal a 123m(-106m), perfurando-o até 1016m (-999m). Apesar de cumpridas as finalidades propostas, não foram constatados quaisquer indícios de enxofre nesse domo (item 3.2.8).

ASMUS, GOMES e PEREIRA (1971), no "Estudo da Interpretação Geológica Regional da Bacia do Espírito Santo", tecem considerações sobre os domos salinos, quanto a forma, classificação ,

CPRM

distribuição, idade da camada mãe de sal e tempo de migração.

Em fins de 1972 a Coordenação Técnica da CPRM no Projeto REMAC, solicitou ao Geólogo J. ROCHA a elaboração de um trabalho sobre domos de sal e suas possibilidades com vistas a ocorrência de enxôfre, recomendando sobretudo o delineamento dos possíveis domos favoráveis, visando, a depender dos resultados, a execução de futuras perfurações nas rochas capeadoras desses domos.

O trabalho foi então efetuado, utilizando-se essencial - mente os resultados das seções sísmicas, dados de poços, perfis e análises de laboratórios disponíveis na Petrobrás. Os relatórios técnicos sobre a área e a bibliografia consultada, também foram úteis na elaboração do trabalho.

3.2 - Os Domos de Sal da Área

São conhecidas cerca de 21 estruturas diapíricas, dos tipos perfurantes raso e intermediário, na Plataforma Continental Bahia Sul/Espírito Santo. Estão distribuidas pelas províncias da foz do rio Doce (7), Barra Nova (7), Abrolhos Norte (3) e Mucuri (4). Outras ocorrências de domos profundos são também conheci - das.

Os domos de sal citados, alinham-se na direção preferencial N-S, possivelmente refletindo o reativamento do sistema de falhas pré-Aptiano. Também é fato conhecido que esses domos só

ocorrem nas feições estruturais negativas, mas nenhuma explicação definitiva foi estabelecida para o caso. Esta situação repete-se para os domos da costa do Golfo, onde HAZZARD et al (1954), procura explicar o fato sugerindo que:

- as áreas positivas teriam grandes ondulações de sal que não atingiram o estágio de domo.
- o sal adelgaçou pelo efeito da elevação, e a maioria deste escoou mergulho abaixo.
- a erosão fez com que as áreas altas se tornassem mais leves e as baixas mais pesadas, resultando num aumento relativo da carga estática nas áreas baixas, permitindo a ascenção de sal só nessas áreas.

Além dessas condições que poderiam explicar também a ausência de domos de sal nos blocos elevados da plataforma Bahia/Sul/Espirito Santo, pode-se citar ainda, com a mesma finalidade, as seguintes hipóteses (ROCHA, 1973):

- não houve deposição de sal nas áreas positivas.
- no caso contrário, i. é, em caso de ter havido, o mesmo teria desaparecido por erosão subsequente.

3.2.1 - Mecanismo de Formação

As evidências geológicas da área em questão, sugerem que a migração do sal da camada mãe, teve início a partir do Paleoceno (ASMUS et al 1971). Uma espessa sobrecarga sedimentar teria sido a força motora causadora do fluxo ascendente. Os esforços de compressão horizontal resultantes das atividades magmáticas atuantes na bacia desde o Cretáceo até o Eoceno Médio (CORDANI, 1970), teriam apenas acelerado tal movimentação.

3.2.2 - Considerações sobre a Evolução

As considerações abaixo, resultam da interpretação das seções estratigráficas elaboradas (Figuras 4 e 5). Um estudo integrado de dados de subsuperfície e sísmica, tentando identificar linhas de tempo nas seções sísmicas, poderiam contar detalhadamente a história dos domos (ROCHA, 1973).

Assim, têm-se:

- o início da movimentação do sal para formar domos, deu-se , provavelmente, a partir do Paleoceno e, seguramente, no Eoceno.
- a taxa de crescimento dos domos verificou-se de forma errática, algumas vezes movendo-se rapidamente e, em outras, permanecendo quase quiescentes. Tal fato pode ser observado, por exemplo, com o domo CPRM (Barra Nova - 7, Figuras 5 e 12), o qual apresentou um extenso estágio de movimentação durante o Oligoceno, sofrendo inclusive erosão em um dos seus flancos .

Já no Mioceno Inferior, essa taxa de crescimento foi mínima, voltando a aumentar posteriormente.

- a ascenção da massa de sal foi distinta para cada domo. Assim é que, enquanto o domo CPRM, apresentava alta taxa de crescimento no Oligoceno, o domo Yemanjá projetado na seção (Figura 4), atravessou um estágio de baixo crescimento relativo.

3.2.3 - Configuração

Os domos de sal da área são predominantemente circulares a elípticos quando vistos em mapas (Figuras 1 e 2), mas alguns apresentam feições bastante irregulares (Figura 3). Em seção mostram-se geralmente cilíndricos, em sinos alongados e em pirâmide truncada. Os flancos são altamente inclinados a praticamente verticais. Algumas formas são bastante complexas, alargando-se ou afinando-se com a profundidade. O topo do núcleo do sal mostra-se plano a ligeiramente irregular e praticamente horizontal. São ainda frequentes as formas convexas para cima. O diâmetro do sal ao nível de 1 segundo varia de aproximadamente 1 a 6km. O domo CPRM na área de Barra Nova, destaca-se por ser um dos maiores, com diâmetro médio superior a 5 km, ao nível de 0,5 segundos (Figura 12).

Os domos da plataforma fronteira aos Estados da Bahia Sul/ Espirito Santo, são na sua quase totalidade perfurantes rasos(topo do sal acima de 660 m), mas alguns são considerados do tipo

intermediário (topo entre 660 a 2000 m), dentro da classificação de TEAS (1972).

Dos domos selecionados para teste, o Janaina e o Yemanjá são do tipo perfurante raso e o Mucunã (opcional) é do tipo intermediário. Todos apresentam paredes quase verticais e o topo do sal é praticamente horizontal nos dois primeiros. As prováveis rochas capeadoras sobre estes domos apresentam seus bordos inclinados para baixo, acompanhando a configuração geral do domo. Este fato favoreceria o trapeamento do gás sulfídrico e a consequente formação de depósitos de enxofre.

3.2.4 - Composição dos Domos da Área

3.2.4.1 - O Núcleo de Sal

O núcleo de sal dos domos da área compõe-se, essencialmente, de halita (NaCl) e, em menor quantidade, de anidrita ($CaSO_4$) que constitui o principal resíduo insolúvel. Traços de outros minerais como quartzo, dolomita, clorita, caulinita, ilita ou glauconita, são ainda reportados. Nenhum indício de enxofre foi encontrado até o presente.

Os dados mais importantes quanto a composição das massas de sal da área, são provenientes dos resultados das análises de testemunhos do poço 9 - CPRM - 1 - ESS, realizadas nos laboratórios da CPRM. Foram feitas análises de lâminas delgadas, químico-

cas, mineralógicas e por difração de raios X para os resíduos insolúveis. De acordo com os resultados obtidos o teor de halita nesse domo, varia de 89,7 a 92,91%. A halita apresenta-se vítrea, granular, em cristais anedrais, de formas irregulares, alongados e com contatos ligeiramente encurvados. O resíduo insolúvel é constituído predominantemente por anidrita, cujo teor médio de 1,56 a 3,7%, é bastante semelhante ao encontrado nos domos da costa do golfo, onde segundo KUFFER ..(1963), esse teor é inferior a 3%.

A análise dos perfís elétricos dos poços que penetraram flancos de domos, mostra que o núcleo do sal é composto, essencialmente, de halita. Uma delgada camada de polihalita, foi interpretada no intervalo 149,5 - 151,5 m., no poço 9-CPRM-1-ESS.

3.2.4.2 - A Rocha Capeadora

Com relação aos domos da área pouco ou quase nada se pode dizer sobre a composição da rocha capeadora, uma vez que, até o presente, apenas um domo foi perfurado no seu topo (o 9-CPRM-1-ESS) que, no entanto, não a apresentou desenvolvida. Além disso, devido a problemas mecânicos de perfuração, a mesma não foi testemunhada, como estava previsto.

As descrições das amostras de calha da seção sobreposta ao sal, revelaram a existência de uma mistura complexa de rochas sedimentares (calcário e areia) e ígnea. Essa última, analisada

CPRM

posteriormente, por técnicos da CPRM, foi classificada como sendo do Essexito (rocha da família dos gabros). A presença dessas rochas no topo dos domos é bastante viável, uma vez que, segundo interpretação sísmica de JOÃO VICTOR (1972), observa-se claramente que essas feições perfuram os derrames basálticos. "Xenólitos" dessas rochas poderiam portanto flutuar na massa de sal ou serem por ela carregados para níveis mais superiores (ROCHA, 1973).

A análise dos perfis elétricos indicou a existência de uma possível camada de anidrita de 2 m de espessura, no topo do sal, o que atestaria a existência de uma rocha-capeadora bastante incipiente.

Segundo HALBOUTY et al (1957) a ocorrência da rocha capeadora decresce com o aumento da profundidade, mas a mesma tem sido encontrada em muitos domos da costa do golfo, a profundidades abaixo de 3.000 m.

Uma rocha capeadora bem desenvolvida, compõe-se de uma camada inferior de anidrita granular; uma zona de trasição (anidrita, gipsita e calcário) e uma zona superior de carbonato. É na zona de transição que se localizam os depósitos comerciais de enxofre. Nem sempre, contudo, essas três zonas mostram-se distintas e facilmente identificáveis. Além disso uma ou mais zonas podem estar ausentes, dependendo do estágio de formação em que a mesma se encontra, ou do grau de intensidade erosiva, que porventura a mesma tenha sofrido.

CPRM

A espessura média da rocha capeadora nos domos rasos é de 90 a 120 m, mas tem sido encontrada com mais de 300 m. Geralmente é mais espessa sobre o centro do domo, adelgaçando para a periferia.

Associada a muitos domos ocorre uma zona dura, formada pela recimentação dos sedimentos supradomais e comumente denominada "falsa rocha capeadora".

3.2.4.3 - Origem do Enxofre

Serão discutidas a seguir, de uma maneira resumida, as idéias mais aceitás sobre a origem do enxofre em domos de sal e os processos relacionados, a fim de se ter uma melhor compreensão desses depósitos.

A maioria dos geólogos acredita que o enxofre associado a domos de sal é resultante da redução da anidrita para gás sulfídrico e da subsequente oxidação do gás sulfídrico para enxofre.

FEELY e KULP (1957), baseados na aplicação de técnicas isotópicas, reações de laboratório e estudos bacteriológicos, confirmaram esse mecanismo e definiram mais detalhadamente, a origem dos depósitos de enxofre dos domos da costa do golfo.

Os resultados das experiências dos citados autores esclareceram vários detalhes, tais como:

- o petróleo não é capaz de reduzir diretamente o sulfato da ani

drita, numa razão suficientemente rápida, nas condições de temperatura reinantes nos domos de sal. Nessas condições, o petróleo levaria cerca de 150 milhões de anos para reduzir o sulfato de anidrita e produzir depósitos de enxofre semelhantes aos encontrados na costa do golfo. Como os domos dessa região penetraram camadas pleistocênicas e tendo em vista que o enxofre formou-se "in loco" deduz-se que aqueles depósitos foram formados no último milhão de anos. Consequentemente, a reação química direta, não pode ser o mecanismo de produção do gás sulfídrico a partir do sulfato.

- por outro lado, a redução do sulfato de anidrita por bactéria na presença do petróleo, nas condições de temperatura encontrados nos domos, procede em razão extremamente rápida (100 mg/litro/dia). Com esta razão, mesmo as rochas-capa mais espessas (cerca de 300m) seriam reduzidas em 100 anos, dado um adequado suprimento de petróleo e ótimas condições sobre a rocha-capa. Embora os autores considerem que esta razão seja superior a real, ficou demonstrado a extraordinária produção potencial desses organismos.

- concluiu ainda que a bactéria redutora do sulfato atuando como catalizador da reação, é o agente primário na produção do enxofre na rocha-capa.

- a reação subsequente, isto é, de oxidação do gás sulfídrico pa

ra enxofre, resulta da ação de ions de sulfato adicionais na rocha-capa.

De acordo com HINDS e CUNNINGHAN (1970), o processo metabólico de bactéria para origem do enxofre pode ser sumarizado na forma abaixo:

- a bactéria redutora de sulfato, utilizando hidrocarboneto como fonte de energia, reduz o sulfato de cálcio para carbonato de cálcio e gás sulfídrico. O gás sulfídrico assim formado, reage posteriormente com ions adicionais de sulfato para produzir enxofre, o qual poderá ser depositado nos espaços vazios do carbonato formado na reação inicial.

Um esquema simplificado do processamento da reação seria:

- reação de redução do sulfato:

$Ca^{++}SO_4^{=}$ + HC (hidrocarboneto) + Bactéria $\rightarrow$ $H_2S + H_2O +$ $CaCO_3$

- reação de oxidação do H_2S

$$3\ H_2S + SO^{=}_4 \rightarrow 4\ S + 2H_2O + 2\ OH^-$$

3.2.5 - Critérios Utilizados para Identificação da Rocha Capeadora e Evidências de sua Existência em Domos da Área

A presença da rocha capeadora em domos da área, não está definitivamente estabelecida, em vista do limitado poder de reso-

lução dos dados existentes.

O critério utilizado na tentativa de identificá-la, foi baseado em evidências indiretas, fornecidas pela interpretação das seções sísmicas. A ocorrência de fortes reflexões no topo do domo foram atribuídas, à possível existência de calcário ou anidrita da rocha capeadora.

Esse método tem sido empregado por alguns autores (PETER LEHNER, 1969), em trabalhos da costa do golfo, com relativo sucesso, porém é ainda discutido.

A interpretação das seções sísmicas, com base no critério acima descrito, mostrou que:

- somente alguns domos, particularmente os situados na foz do rio Doce, mostram evidências da existência da rocha-capeadora.
- em outros, o problema permanece indefinido por não apresentar boas evidências, ou pelo fato das seções estarem processadas abaixo do topo do sal (raros casos).
- finalmente, a maioria dos domos não mostra quaisquer evidências da existência de rocha-capeadora, nas seções sísmicas analisadas.

3.2.6 - Aplicação Potencial Para Exploração de Enxofre em Domos de Sal

FEELY e KULP (1957), baseados na origem dos depósitos de

enxofre na rocha capeadora dos domos e nos processos relaciona - dos, estabeleceram critérios que permitem avaliar a probabilidade de um domo ainda não explorado, conter enxofre em quantidades comerciais na sua rocha-capeadora. Esses critérios, alguns dos quais de fundamental importância, são mostrados a seguir:

- tendo em vista que a rocha capeadora se forma quando o sal é lixiviado, só aqueles domos que penetram camadas permo-poro - sas são, potencialmente, portadores de enxofre.
- somente domos com espessa rocha-capeadora de anidrita e calcita devem ser pesquisados.
- desde que grandes quantidades de petróleo devem ser usadas durante a formação do gás sulfídrico e calcário da rocha capeadora, os domos que mostram espessas camadas geradoras de petróleo em seus flancos, merecem mais esforço exploratório de sua rocha-capeadora.
- tendo em vista que o enxofre só se formará no domo, quando o gás sulfídrico produzido na rocha capeadora não pode escapar há necessidade portanto, de um bom trapeamento para o aprisionamento do mesmo. Por isto, domos mostrando extensivo fraturamento sobre a sua cobertura estariam sujeitos a perda do H_2S.
- por razões similares, domos cujas rochas capeadoras alcança - ram a profundidade de 30 m (aproximadamente), não despertam in

teresse para enxofre.

- domação pronunciada dos sedimentos é necessária para permitir uma migração rápida de água através da rocha capeadora.
- um domo cuja rocha capeadora alcançou a superfície num determinado tempo geológico passado, sofrendo erosão e destruição dos possíveis depósitos de enxofre, pode ser ainda pesquisado. Novos depósitos poderiam se formar após seu soterramento pela sedimentação posterior.

3.2.7 - Potencialidade dos Domos da Área

3.2.7.1 - Generalidades

Segundo ROCHA (1973), os dados disponíveis sobre a área não permitem traçar com segurança um quadro da potencialidade dos domos em estudo, visando a pesquisa de enxofre. Isso em virtude de se dispor apenas de seções sísmicas de reflexão e de um relativo pequeno número de poços, na quase totalidade perfurados objetivando jazidas de petróleo e não de enxofre. Entretanto, a utilização racional desses dados possibilitam descartar os domos desinteressantes e selecionar os mais promissores, com vistas a uma pesquisa orientada para enxofre.

Também em vista da relativa falta de dados, não se pode seguir exatamente os pré-requisitados estabelecidos por FEELY e KULP, para se fazer uma triagem perfeita dos domos da área.

3.2.7.2 - Critérios Utilizados para sua Definição

O critério adotado por ROCHA (1973), na tentativa de definir a potencialidade de enxofre desses domos, baseou-se, fundamentalmente, nos seguintes aspectos:

- na presença ou ausência de rocha-capeadora nos domos:

  A tentativa de identificá-la como visto no item 4.2.5, baseou-se nas evidências das seções sísmicas. Fortes reflexões no topo do sal foram atribuídas à presença de anidrita ou calcário da rocha capeadora. Os domos com essas evidências bem distintas, foram considerados como os mais promissores para a pesquisa de enxofre.

- na litoestratigrafia penetrada pelos domos ou em suas proximidades:

  As características litoestratigráficas da área foram baseadas em dados de poços, perfis (Figura 6) e trabalhos existentes. Os domos que estão penetrando rochas permo-porosas, são os de maior potencialidade para enxofre.

- nas possibilidades de geração de petróleo na área:

  Esse aspecto, embora considerado não foi tomado como prioritário, em virtude de não estar ainda definitivamente esclarecido. Segundo BACCOCOLI (1972) as condições geradoras na área estão comprovadas apenas para as rochas pré-Aptianas. Merece

CPRM

destaque a produção de gás e condensado em teste de formação no poço 1-ESS-2, em rochas do Eoceno Médio e Inferior.

- foram ainda levadas em conta as condições de trapeamento, domação dos sedimentos sobrejacentes ao domo e a profundidade do mesmo.

Como resultado da aplicação desse critério seletivo, os domos foram englobados em categorias, variando de I a IV, na ordem decrescente de sua potencialidade para enxofre, como segue:

Categoria I - Domos com boas evidências de rocha capeadora nas seções sísmicas, além de estarem situados em áreas de boas condições permo-porosas.

Categoria II - Domos com razoáveis evidências de rocha-capeadora e ainda penetrando rochas permo-porosas.

Categoria III - Domos nos quais a possível rocha capeadora mostra-se indefinida.

Categoria IV - Domos sem qualquer evidência de rocha capeadora.

3.2.7.3 - Domos da foz do rio Doce

Os dados disponíveis sugerem que os domos situados nesta área, são os de maior potencialidade para pesquisa de enxofre. A maioria desses domos mostra nas seções sísmicas (Figuras 7 a 11), fortes reflexões no topo do sal, atribuídas, possivelmente, à

presença de rocha capeadora. Além disso o fato de penetrarem rochas permo-porosas condição indispensável para formação de anidrita da rocha capeadora, corrobora as evidências das seções sísmicas.

São conhecidos nessa área 7 domos de sal, dos quais 5 perfurantes rasos e 2 do tipo intermediário. Desses domos, 5 foram mapeados pela Petrobrás ao nível 2,0 a 2,5 segundos (M.SAITO, LA.N. REIS) e receberam os nomes de Ynaê, Janaina, Yemanjá, Ogundum e Mucunã. Os outros dois foram denominados, informalmente, Norte e Sul do Rio Doce.

Os domos Yemanjá e Janaina, considerados os mais promissores (Figuras 7 a 10), foram definidos na Categoria I.

Domo Yemanjá (características)

Apresenta-se de forma elíptica vista em mapa (Figura 2), e em sino alongado em seção (Figuras 7 e 8). Os flancos mostram-se altamente inclinados, alargando-se ligeiramente com a profundidade. O topo do sal encontra-se a aproximadamente 270 m.

A possível rocha capeadora, interpretada a partir das fortes reflexões no topo do sal, estende-se ligeiramente pelos flancos do domo. Os sedimentos flanqueantes mostram-se altamente inclinados. É um dos menores domos da área, com diâmetro variando de 1,2 a 1,5 km, no topo da estrutura. Todavia é um dos que apresenta maior potencialidade quanto à presença de enxofre na ro

cha capeadora.

Domo Janaina (características)

Apresenta forma irregularmente circular a ligeiramente cordiforme, quando visto em planta (Figura 1); em seção aparece em forma de pirâmide truncada (Figuras 9 e 10). Os flancos mostram-se também bastante inclinados, alargando-se com a profundidade. O topo do sal encontra-se a aproximadamente 300 m. A rocha capeadora está aparentemente bem identificável nas seções sísmicas. O diâmetro do domo varia de 2,1 a 2,4 km no topo do sal.

Domo Mucunã (características)

Este domo será perfurado a depender das disponibilidades econômicas do Projeto.

Também situado na área da foz do Rio Doce, reune por isto, praticamente todas as condições favoráveis dos outros dois selecionados. Todavia apresenta o núcleo de sal relativamente mais profundo (± 800 m) e, consequentemente, também a sua rocha capeadora (± 650 m). Este aspecto torna-o interessante, pois assim, se testaria também um domo do tipo intermediário com rocha capeadora mais profunda.

Além do mais apresenta o topo da estrutura com forma irregular, e por isto, sua rocha capeadora está aparentemente incli

nada, o que poderia resultar em condições de trapeamento também diferente da dos outros dois. Seus flancos como os demais, são bastante inclinados (Figuras 3 e 11).

3.2.8 - Domos de Barra Nova

Esta área apresenta sete domos sendo que um deles já foi testado pela CPRM com o furo 9-CPRM-1-ESS. Não foi selecionado nenhum domo em Barra Nova, apenas se fará um breve relato sobre a estrutura perfurada pela CPRM.

Domo CPRM ou Barra Nova - 7

Este domo foi perfurado pela CPRM em 1971 e apresentou rocha capeadora incipiente a inexistente. As razões disto são bastante evidentes ao se observar a seção sísmica constante do Anexo 12, onde claramente se verifica a ausência da rocha capeadora.

3.2.9 - Conclusões

A sobrecarga sedimentar foi a força motora que causou o início da movimentação salina para formar os domos de sal da área. Os esforços de compressão horizontal resultantes das atividades magmáticas atuantes na bacia durante o Cretáceo Superior ao Eoceno Médio, teriam apenas acelerado o processo ascencional da massa salífera.

A taxa de crescimento dos domos da área verificou-se de forma errática, algumas vezes movendo-se rapidamente e em outras permanecendo quase quiescentes. Tal fato pode ser observado no domo CPRM (Barra Nova - 7), que apresentou um extenso estágio de movimentação durante o Oligoceno, sofrendo inclusive erosão. Já no Mioceno Inferior, entretanto, essa taxa foi mínima, para voltar a crescer posteriormente.

A ascenção da massa de sal foi distinta para cada domo. Assim é que, enquanto o domo referido anteriormente, apresentava alta taxa de crescimento no Oligoceno, o domo Yemanjá atravessava, no mesmo período, um estágio de baixa taxa de movimentação.

O teor de anidrita disseminada no núcleo de sal dos domos da área pesquisada, calculado entre 1,56 e 3,5% (resultado do poço 9-CPRM-1-ESS) é bastante semelhante ao encontrado nos domos da costa do golfo, onde esse teor é inferior a 3%. Tendo em vista a origem da anidrita e desde que a mesma não tenha sofrido erosão, não há porque duvidar da sua existência, nos domos que estão penetrando rochas permo-porosas.

Os dados disponíveis não permitem definir com segurança o potencial de enxofre dos domos da área, mas possibilitam descartar as estruturas desinteressantes, selecionando as mais promissoras. Dentro do critério adotado, os domos situados na foz do rio Doce, particularmente, os domos Yemanjá, Janaína e Mucunã (este opcional) são aparentemente, os mais promissores para a pesquisa

de enxofre em toda a área estudada. Isso, por apresentarem nas seções sísmicas boas evidências de existência de rocha-capa e por estarem penetrando rochas permo-porosas da Formação Rio Doce, que lhes proporcionam ótimas condições para formação da mesma. Além disso, o fato de já ter havido recuperação de hidrocarbonetos em poços da área, valoriza grandemente, a prospectividade dos mesmos.

Um aspecto muito importante a considerar, é que os estudos e os dados disponíveis, como não podia deixar de ser, não asseguram a existência de enxofre nas rochas capeadoras selecionadas. Todavia permitem descartar os domos desinteressantes e, calcado no maior número de informações que foi possível se dispor, selecionar aqueles mais favoráveis.

Poder-se-ia pensar em estudos mais detalhados para se obter um grau de segurança ainda maior, mas para tanto, teria que se recorrer a execução de levantamentos sísmicos de refração, que no fim, praticamente alcançariam os custos do teste direto com broca, além de ainda não assegurarem a presença de enxofre, mas apenas a da rocha capeadora.

Assim, a única coisa objetiva que se pode fazer é executar as perfurações.

4. TRABALHOS REALIZADOS

A PETROBRÁS executou as Linhas Sísmicas da Área da Foz do Rio Doce, abaixo relacionadas, tendo a CPRM interpretado os dados através do projeto REMAC.

34 - RL - 31	34 - RL - 280
" - " - 37	" - " - 281
" - " - 38	" - " - 278
" - " - 74	" - " - 277
" - " - 75	" - " - 542
" - " - 76	" - " - 534
" - " - 92	28 - RL - 15
" - " - 93	" - " - 250
" - " - 73	" - " - 252
" - " - 78	" - " - 48
" - " - 94	" - " - 255
" - " - 284	" - " - 253
" - " - 253	" - " - 251
" - " - 77	" - " - 248
" - " - 279	

Nos Domos Janaina, Yemanjá e Mucunã, foram executadas as seguintes Linhas Sísmicas, também interpretadas pelo projeto REMAC.

Domo Janaina

34 - RL - 518

" - " - 536

" - " - 516

" - " - 284

" - " - 253

Domo Yemanjá

28 - RL - 251

34 - RL - 515

34 - RL - 542

28 - RL - 17

Domo Mucunã

34 - RL - 533

34 - RL - 539

34 - RL - 511

34 - RL - 512

Foram perfurados os seguintes poços no flanco e próximo do Domo Janaina:

1 - ESS - 10

1 - ESS - 11

CPRM

1 - ESS - 11D

1 - ESS - 13

Ao redor do Domo Mucunã foram realizados os seguintes poços:

1 - ESS - 14

1 - ESS - 15

Próximo do Domo Yemanjá foi executado o poço 1 - ESS - 12.

5. JUSTIFICATIVAS DO PROSSEGUIMENTO DA PESQUISA

Conforme assinalado neste relatório os trabalhos de pesquisa realizados pela CPRM nas áreas do Projeto Rio Doce compreenderam uma criteriosa análise crítica das informações-geológicas disponíveis pela PETROBRÁS e pela CPRM, esta última através dos projetos Plataforma Continental e REMAC.

Tais estudos foram possíveis graças ao convênio existente entre a CPRM e a PETROBRÁS, visando ao intercâmbio de informações e dados técnicos.

Por outro lado, as grandes dimensões das áreas a pesquisar e a sua localização em região de difícil acesso, somadas às características técnicas da pesquisa, fazem da execução do projeto em apreço um enorme desafio, face aos elevadíssimos investimentos necessários.

Essas características peculiares do Projeto Rio Doce exigem portanto um longo e acurado período de maturação das informações disponíveis, antes de se decidir pela realização de trabalhos onerosos e que demandam complicados serviços de infra- estrutura de apoio logístico.

A perfuração de poços tubulares, a amostragem e a análise dos testemunhos devem ser executadas de acordo com criteriosas especificações técnicas por empresas especializadas.

Assim, julga a CPRM que, a par das dificuldades inerentes ao projeto como um todo e tendo em vista o convênio com a PETRO -

CPRM

BRÁS, é de toda a conveniência o prosseguimento da pesquisa nas áreas objeto deste relatório, quando então será possível definir com segurança as reais possibilidades econômicas do aproveitamento de enxofre das áreas concedidas à CPRM na Plataforma Continental Brasileira.

O programa de pesquisa das áreas em apreço está incluído no 1º PLANO SETORIAL DE RECURSOS DO MAR e já teve a aprovação da Comissão Interministerial de Recursos do Mar - CIRM, com verba orçada em Cr$351.750.000,00 (Trezentos e cinquenta e um milhões, setecentos e cinquenta mil cruzeiros).

6. PREVISÃO DOS TRABALHOS A REALIZAR

6.1 - Etapas de Trabalho

Seriam 3 as etapas de trabalho, a saber:

- a primeira compreenderia a fase operacional, abrangendo a localização, mudança e execução dos poços;

- a segunda seria a das análises e interpretação dos dados, obtidos nas perfurações;

- a terceira e última compreenderia a execução do relatório final, contendo a definição das reais potencialidades da área e recomendando o prosseguimento ou não dos trabalhos.

6.2 - Programa de Perfuração e Acompanhamento

Para os domos Janaina e Yemanjá, perfurar com broca até aproximadamente 150 m, a depender do material que estará sendo penetrado. A partir desta profundidade realizar testemunhagem contínua da rocha capeadora, com recuperação mínima de 90%, até se atingir o topo do sal. Para o Mucunã (opcional) perfurar com broca até 620 m e a partir daí, iniciar a testemunhagem contínua com recuperação de 90%, até o topo do sal.

O furo será dado por concluído após penetrar cerca de 30 metros dentro do núcleo de sal. A previsão para a profundidade fi

CPRM

nal dos furos sobre os domos Yemanjá e Janaina é de 370 e 400 metros, respectivamente e para o Mucunã (opcional) 900 m.

As profundidades e diâmetros do tubo condutor e/ou revestimento de superfície serão posteriormente definidas.

Deverá ser utilizada lama à base de sal.

Após se atingir a profundidade final, o furo deverá ser devidamente condicionado para a execução da perfilagem final. Serão corridos os seguintes perfis:

- Laterolog - do fundo até a sapata do revestimento de superfície, ou do tubo condutor.
- Sónico (BHC) - idem.
- Caliper - idem.
- Densidade (FDC) - idem.
- Neutrão (CNL) - idem.
- Gama - idem.

As escalas de registro utilizadas serão 1:1.000 e 1:200.

A execução dos serviços de perfilagem poderá ser feita pela Schlunberger.

Durante a perfuração do intervalo correspondente à rocha capeadora, deverão ser realizados testes de formação, de preferência convencional para se assegurar melhor êxito. Tais testes deve

rão ser feitos em zonas de melhor transmissibilidade dentro da rocha capeadora, o que será definido pelos geólogos encarregados do acompanhamento do furo.

Os testes deverão ser devidamente amostrados, coletando-se no mínimo 1 litro do topo, 1 litro do meio e 1 litro da base do recuperado. No caso de recuperar gás, coletar amostra em recipientes apropriados, que poderão ser fornecidos pela Petrobrás.

Tais amostras deverão ser bem acondicionadas vedando-se as tampas dos litros e etiquetando-se com a designação do poço, número e intervalo do teste, quantidade do recuperado em metros na coluna de perfuração e posição da mesma, se no topo, meio ou base do recuperado.

Quando do início do furo será fornecido ao geólogo um programa especial para acompanhamento e execução dos testes de formação, definindo os tempos de fluxo, pressões hidrostásticas, estáticas, etc.

As amostras de recuperado juntamente com as cartas de registro do teste, informações de temperatura, etc. deverão ser enviados imediatamente à SUREMI no Rio.

Indícios de Hidrocarbonetos: caso ocorram, tais indícios deverão ser devidamente avaliados pelos geólogos encarregados do acompanhamento dos poços. Se julgados convenientes, deverão ser efetuados testes de formação, sendo o procedimento semelhante ao expos

to no item anterior.

Ainda para avaliação de tais indícios, poderia caso se consulte a Petrobrás e esta se interesse, se instalar um detetor de gás em cada furo.

Para detecção da presença de hidrocarbonetos, todas as amostras (calha ou testemunho) deverão ser vistas no fluoroscópio e testadas com CCL4, se for o caso, para avaliação do corte de HC.

Amostras de calha deverão ser coletadas a cada 3 metros e descritas sob lupa binocular, concomitantemente com a perfuração. Tais amostras serão acondicionadas em saquinhos de pano, que serão fornecidos quando do início do furo.

Cada saquinho será etiquetado com o intervalo e com o número do furo.

Conforme já dito no item anterior, todas amostras deverão ser vistas no fluoroscópio.

Testemunhos - a descrição deverá ser também concomitantemente com a perfuração. Cada caixa deverá ser devidamente etiquetada com a designação do poço, nº do testemunho, intervalo e topo e base na caixa.

Zonas de interesse: as zonas de interesse dos intervalos testemunhados deverão ser acondicionadas em caixas individuais. Tais testemunhos deverão ser parafinados após serem envoltos em papel

CPRM

alumínio do tipo Rochedo e enviados imediatamente ao LAMIN - RIO, anotando na etiqueta os tipos de análises que deverão ser realizadas, bem como o furo, nº de testemunho, intervalo e topo e base na caixa.

Para o acompanhamento de cada furo serão necessários dois geólogos e um engenheiro de perfuração fiscal, em tempo integral na sonda.

Deverá ser coletada amostra de água na superfície e no fundo (com auxílio da garrafa de Nansen), na área da locação. Tais amostras deverão ser bem acondicionadas em latas, misturadas com um líquido antifungicida e fechada hermeticamente, conforme o procedimento já adotado no Projeto REMAC.

Sempre que um furo for perfilado, os perfis com as cópias correspondentes, contendo informações essenciais tais como, propriedades da lama de perfuração, coordenadas UTM e geográficas, etc., deverão ser encaminhadas à SUREMI no Rio.

O término de cada furo deverá ser comunicado imediatamente à SUREMI e os seus resultados sumarizados em breves relatos através de radiograma.

6.3 - Amostragem para Estudos de Laboratório

Os testemunhos, bem como as amostras de calhas solicitadas, devidamente acondicionadas, deverão ser enviados diretamente

CPRM

ao LAMIN para estudos petrográficos, químicos e paleontológicos.

Também as amostras de água coletadas e os fluidos recuperados nos testes de formação, deverão ser encaminhados diretamente ao LAMIN para análises químicas e geoquímicas.

Outras análises que forem necessárias, poderão ser solicitadas.

Os resultados de todas análises deverão ser encaminhadas ao DEGEO/DIGEOM.

Serão realizadas as seguintes análises:

- Análises Petrográficas - de testemunhos, com identificação de todos os componentes e definição de suas relações paragenéticas. Ao todo deverão ser efetuadas 30 análises por poço, dentro da rocha capeadora, a intervalos médios em torno de 5 metros. Deste modo, estima-se um total de 60 análises para os poços nos domos Janaína e Yemanjá e 90, se for perfurado o Mucunã.

- Análises Químicas - de água superficial e de fundo, com determinação de $Ca^{++}So_4^{=}$

$Na^{++}Co_3^{=}$

$Na^{+}Cl^{-}$

H_2S e S

Sílica

Sólidos totais

Estima-se que se efetuarão 2 análises por poço.

CPRM

- Análises Químicas - do fluido recuperado em teste de formação, com as mesmas determinações anteriores para o caso de água, ou com determinação de hidrocarbonetos, no caso de sua recuperação.

Estima-se que serão realizadas 2 análises deste tipo para cada poço.

- Análises Paleontológicas - da superfície até o topo do sal, a cada 50 m. Prevê-se a análise de 6 amostras para o Janaina, 5 para o Yemanjá e 13 para o Mucuna, se este for perfurado.

6.4 - Relatórios e Radiogramas de Acompanhamentos

Tanto as amostras de calha como os testemunhos deverão ser descritos concomitantemente com a perfuração e datilografados na folha de descrição de amostras, conforme o modelo já usado no Projeto Carvão Solimões.

Deverão ser enviados ao Departamento encarregado do acompanhamento do projeto, radiogramas diários denominados de Boletins Diários de Geologia e Sondagem (BDGS) contendo as infromações de interesse, conforme já se vem procedendo no Projeto Carvão do Alto Solimões.

Ao término de cada furo, será feito um Relatório de Término de Furo, de acordo com o modelo também utilizado naquele projeto.

CPRM

6.5 - Relação dos Furos Programados e Profundidades

6.5.1 - Domos Janaina e Yemanjá

- Domo Janaina - Previsões

Espessura da lâmina d'água	-	46 m
Topo da zona de interesse	-	150 m
Topo do sal	-	300 m
Profundidade final	-	400 m

- Domo Yemanjá - Previsões

Espessura da lâmina d'água	-	63 m
Topo da zona de interesse	-	120 m
Topo do sal	-	270 m
Profundidade final	-	370 m

6.5.2 - Domo Mucunã (opcional) - Previsões

Espessura da lâmina d'água	-	70 m (aprox.)
Topo da zona de interesse	-	605 m (aprox.)
Topo do sal	-	800 m (aprox.)
Profundidade final	-	900 m (aprox.)

6.5.3 - Metragem Total

A metragem a ser perfurada nos domos Janaina (400 m) e Yemanjá (370 m) é de 770 m.

No caso de se perfurar também o Mucunã esta metragem passa a 1.670 m.

7. PREVISÃO ORÇAMENTÁRIA E PRAZO DE EXECUÇÃO

Para a execução dos trabalhos de pesquisa previstos neste Relatório está estimada a importância de Cr$351.750.000,00, a ser aplicada num período de 18 meses e assim especificada:

	Cr$1.000
7.1 - Fase Pré-Operacional	
Definição do Equipamento de Perfuração	100
Contrato com firma especializada	100
7.2 - Fase Operacional	
Localização dos furos	1.000
Execução de 3 furos (Incluidos amostragens, testes e perfilagens)	300.300
7.3 - Relatório Final	
(Incluidos integração de dados, correlações e custos de ensaios de beneficiamentos)	50.250
Total	Cr$351.750

(Trezentos e cinquenta e um milhões, setecentos e cinquenta mil cruzeiros)

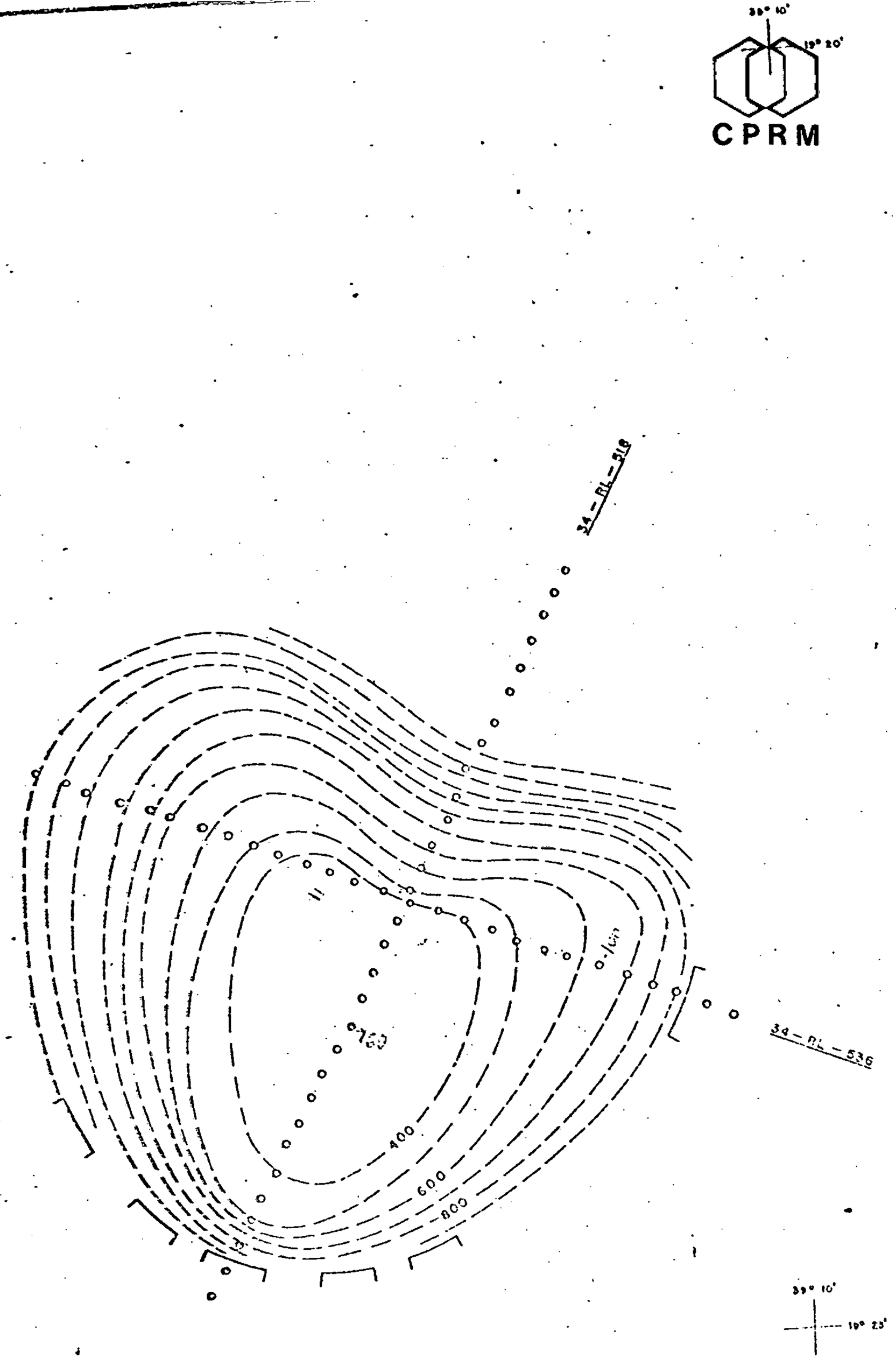
8. CONCLUSÕES

O cronograma dos trabalhos apresentados ao DNPM no Plano Único de Pesquisa das áreas objeto deste Relatório previa a pesquisa de Anidrita num período de 12 meses.

Entretanto, as dimensões das áreas a pesquisar, a sua localização em alto mar e em condições de difícil acesso, aliadas às características tecnológicas próprias da pesquisa exigindo elevados investimentos, provocaram atrasos irrecuperáveis no cronograma dos trabalhos planejados.

Assim, ao submeter à consideração do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, o presente Relatório Preliminar de Pesquisa, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, solicita a renovação das autorizações de pesquisa que lhe foram concedidas pelos Alvarás de Pesquisa nºs 1.018, 8.077, 8.078 , 8.079 e 8.080/79, pelo prazo de 2 (dois) anos, com base no que preceitua o Artigo 22 do Decreto-Lei nº 227, com a nova redação que foi dada pelo Artigo 15 da Lei nº 6.567 de 24 de setembro de 1978, regulamentada pela Portaria nº 11 de 29 de janeiro de 1979.

JOSÉ ALOISIO PAIONE
Engº de Minas - CREA Nº 10.393/D - RJ
Responsvel Técnico



FLANCO DO DOMO ALTAMENTE INCLINADO

CONTORNO EM MILISEGUNDOS (ida e volta)

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

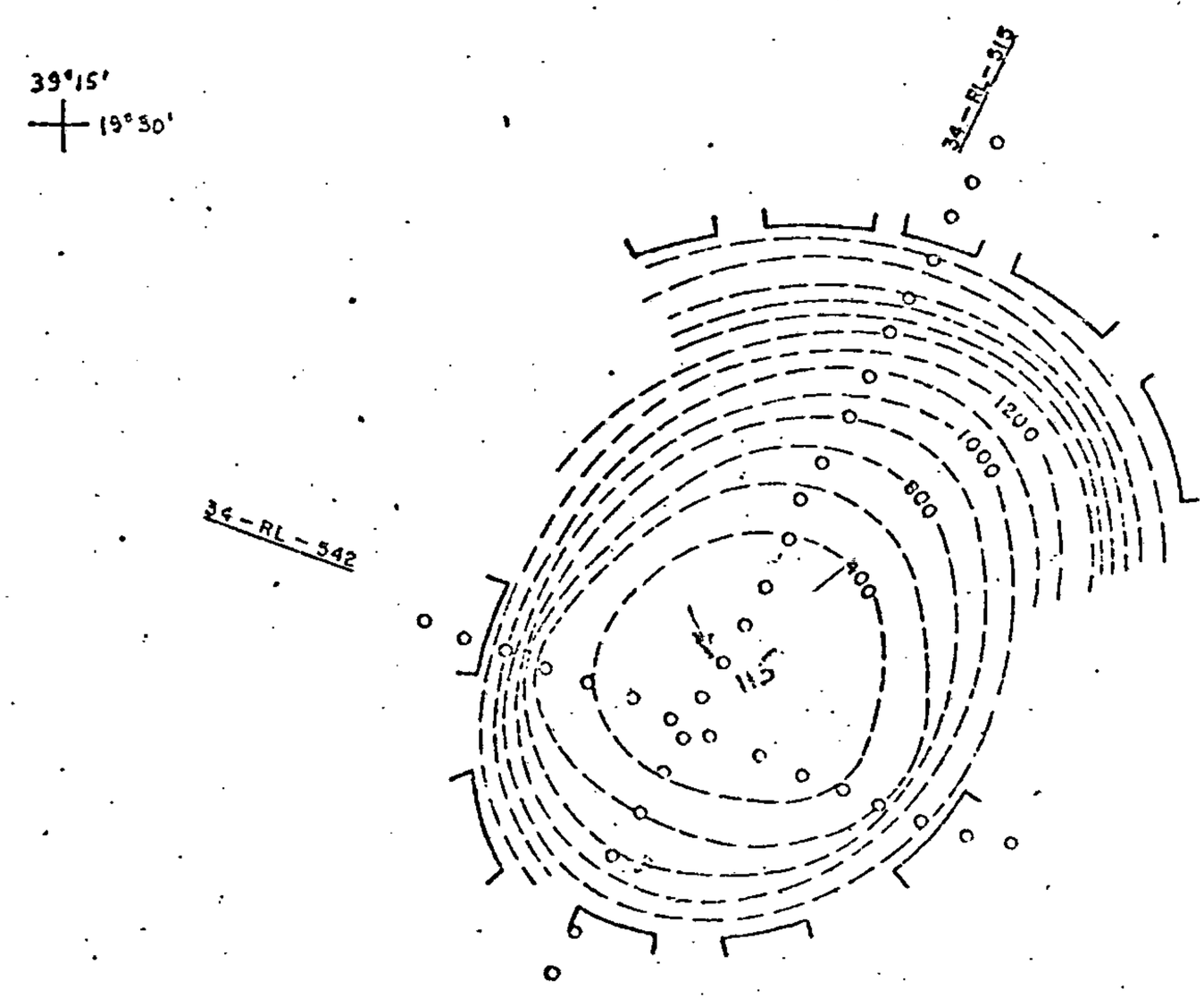
AREA – FOZ DO RIO DOCE
DOMO – JANAINA
MAPA ESTRUTURAL — TOPO DO SAL
CONTORNO EM MILISEGUNDOS
IC = 100 mseg.

AUTOR	DATA	REL Nº	FOLHA	DESENHO
JAIRO M R	AGO – 75		1	

NE 7530.0210.0343

Mod. 002

CPRM



FLANCO DO DOMO ALTAMENTE INCLINADO

CONTORNO EM MILISEGUNDOS (ida e volta)

19°35'
39°15'

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

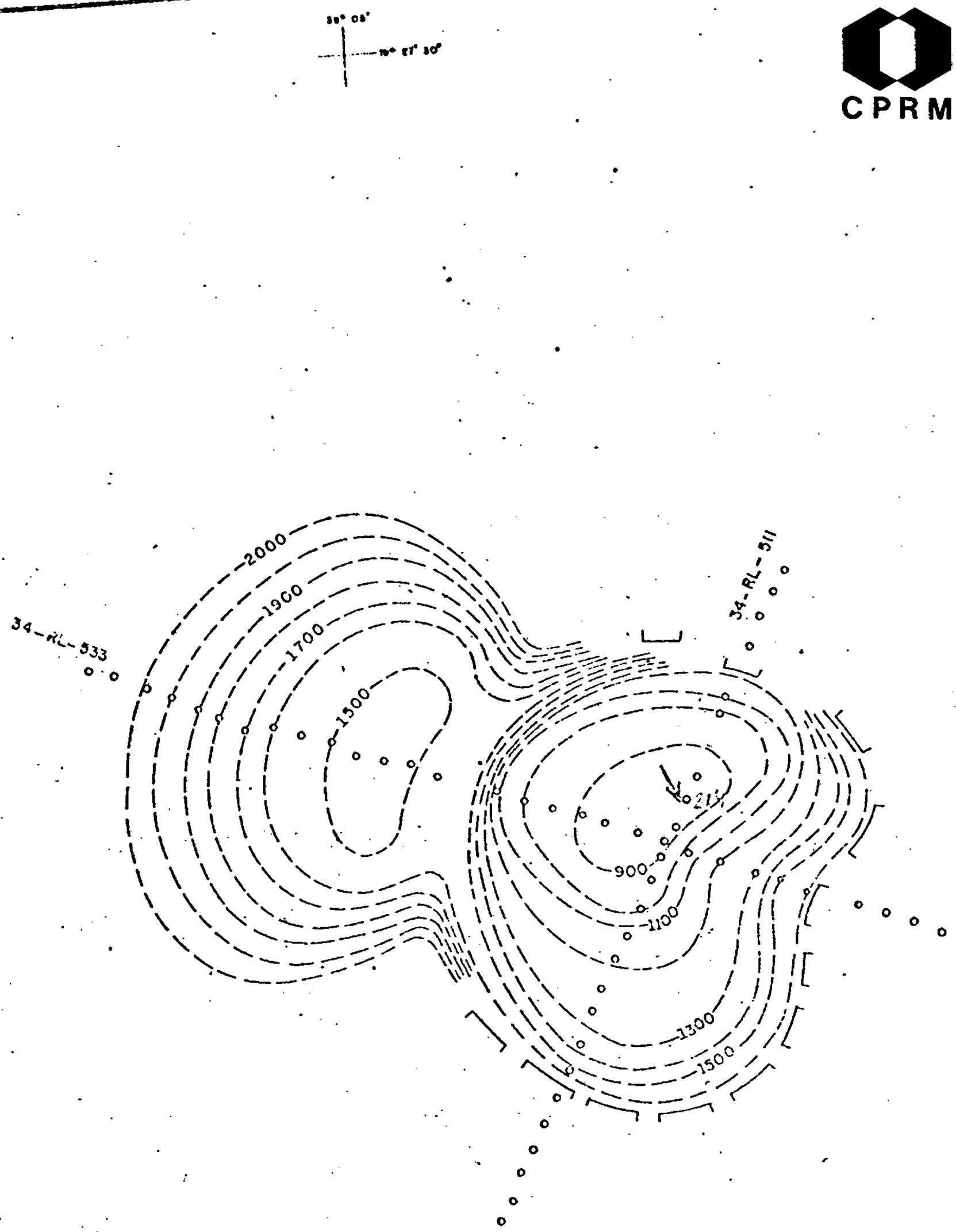
ÁREA – FOZ DO RIO DOCE
DOMO – YEMANJÁ
MAPA ESTRUTURAL – TOPO DO SAL
CONTORNO EM MILISEGUNDOS
IC=100mseg.

AUTOR	DATA	REL. Nº	FOLHA	ESCALA
JAIRO M.B.	AGO – 75		2	Desenho

NE 7530.0210.0343

Mod. 002

CPRM



39° 05'

19° 32' 30"

FLANCO DO DOMO ALTAMENTE INCLINADO

CONTORNO EM MILISEGUNDOS (ida e volta)

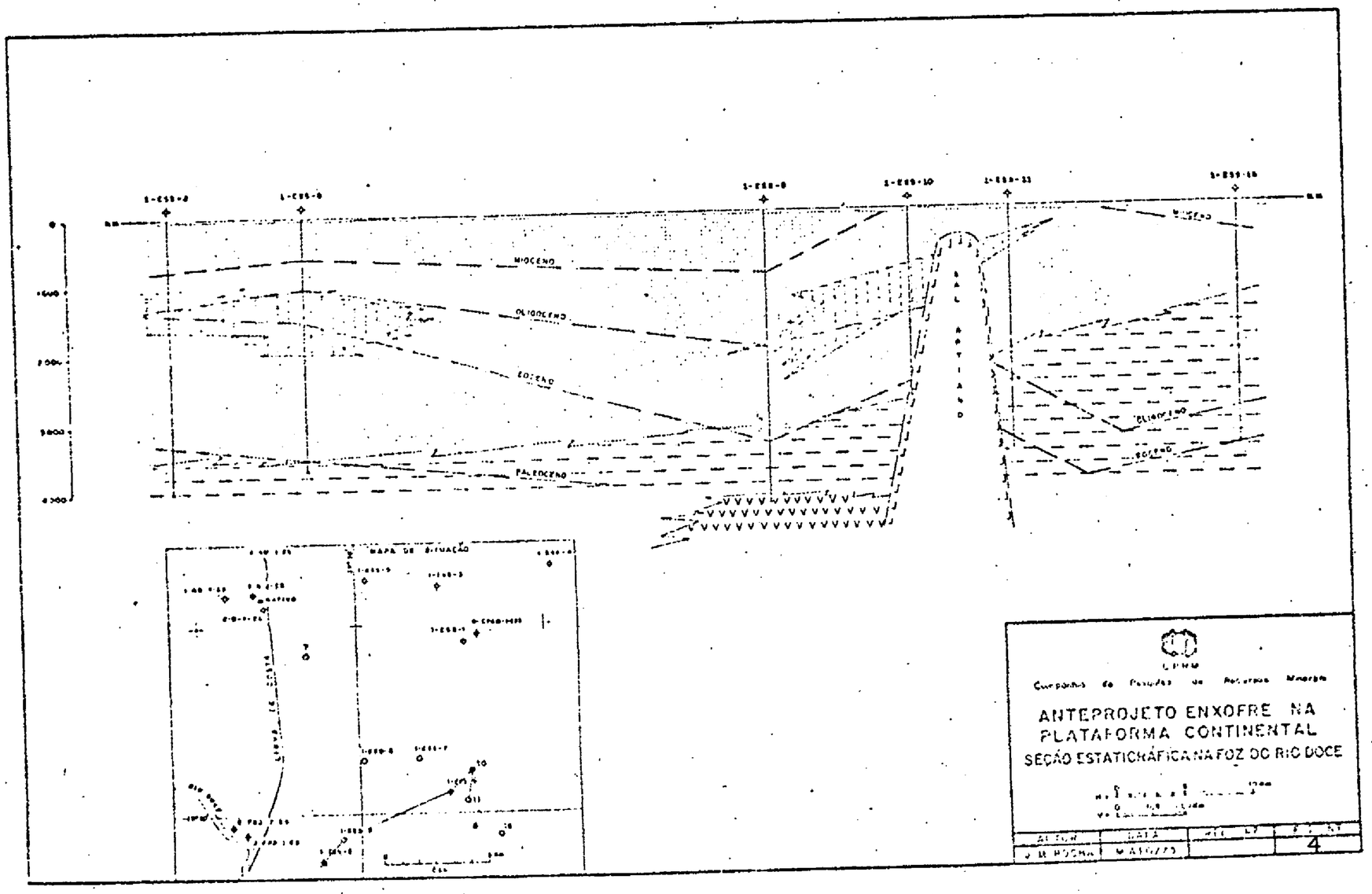
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

ÁREA – FOZ DO RIO DOCE
DOMO – MUCUNÃ
MAPA ESTRUTURAL – TOPO DO SAL
CONTORNO EM MILISEGUNDOS
IC= 100 mseg

AUTOR	DATA	REL. Nº	FIG. Nº	
JAIRO M.R.	AGO – 73		3	

NE 7530.0210.0343

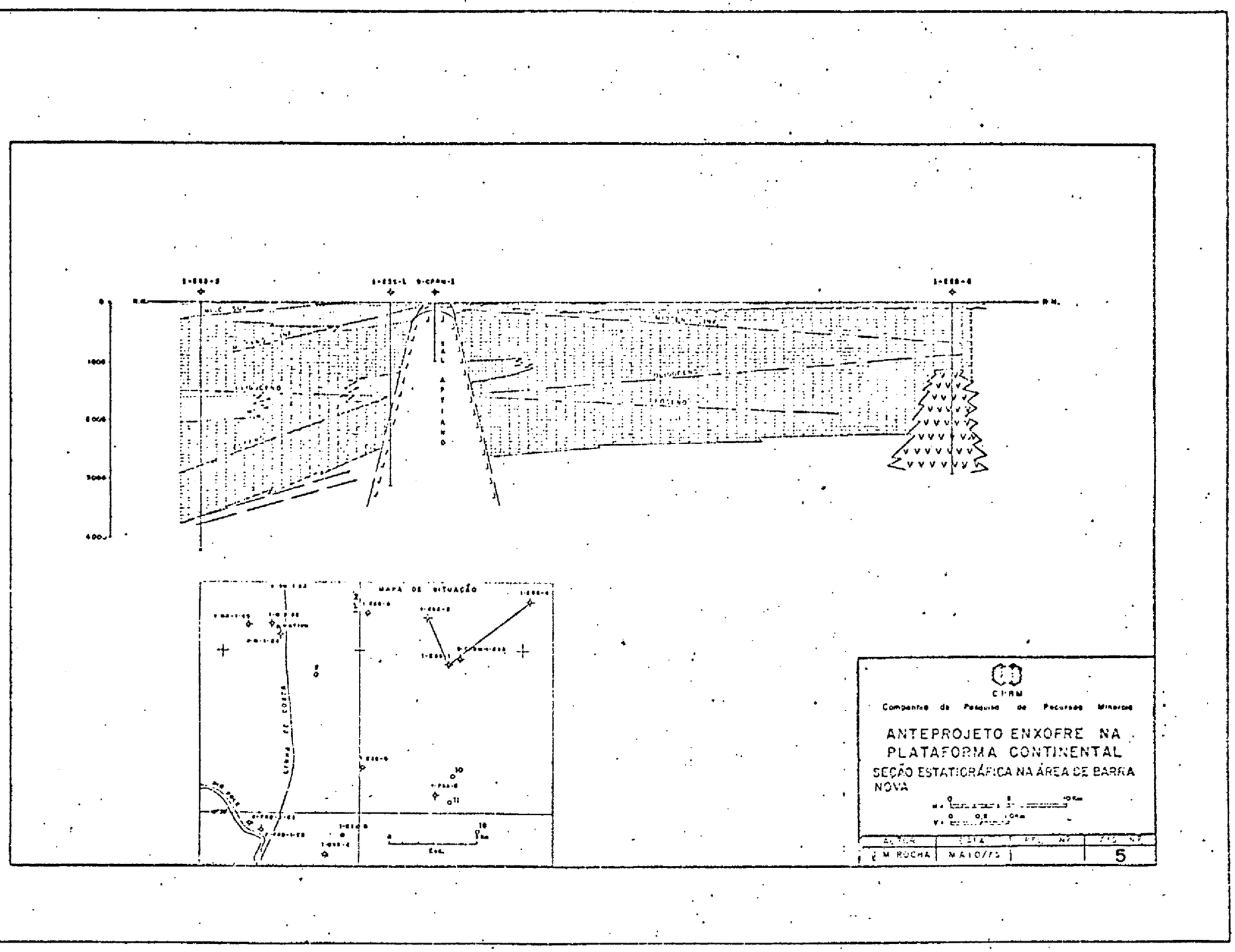
Mod. 002



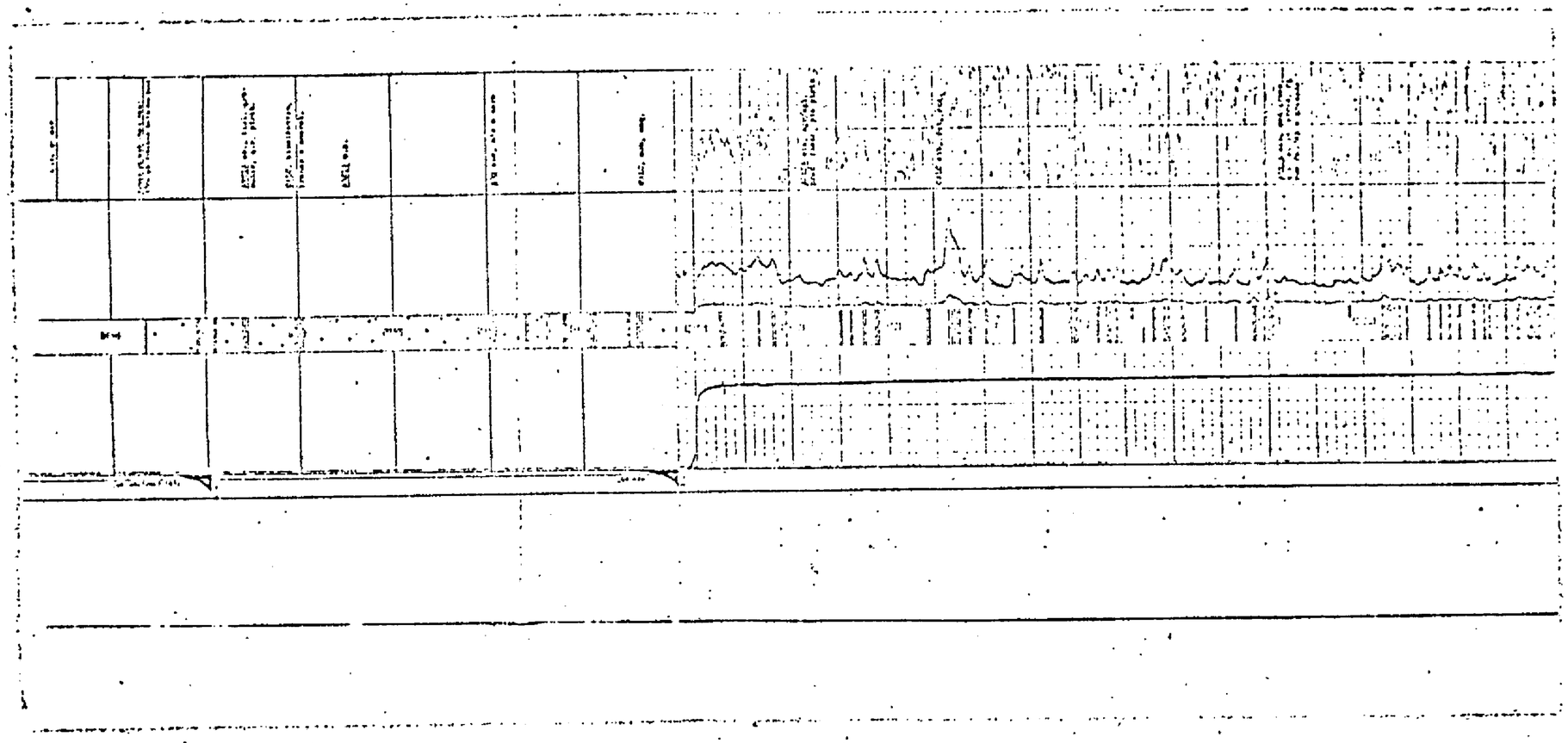
CPRM

Mod. 002

NE 7530.0210.0343



Mod. 002
NE 7530.0210.0343
CPRM



ÁREA - FOZ DO RIO DOCE

LITOLOGIA PREDOMINANTE: AREIA

COMPILADO DO PERFIL COMPOSTO DO POÇO 1-ES-5

Fig. 6

CPRM

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

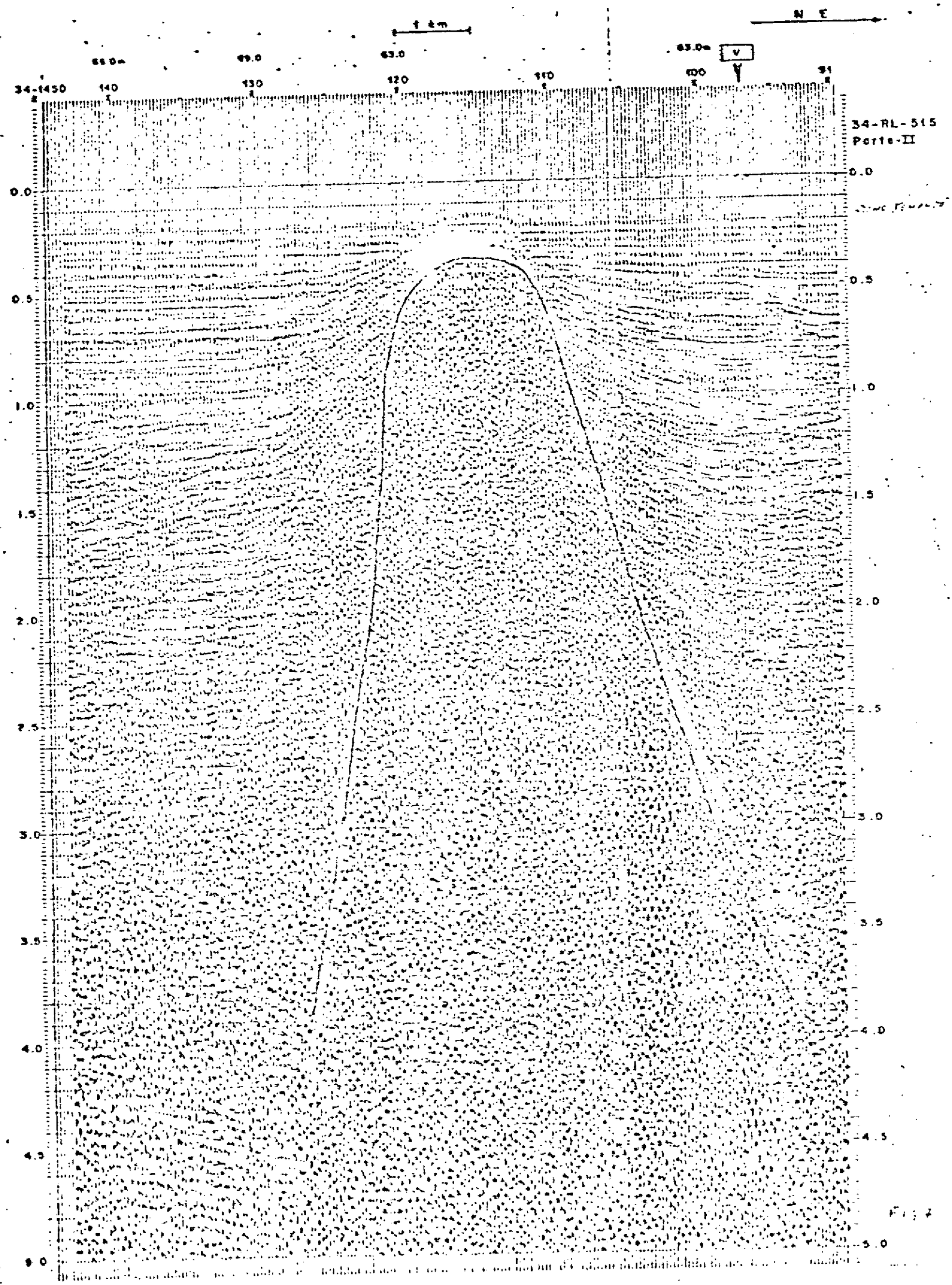

1 km
N E
34-1450
140
130
120
110
100
91
34-RL-515
Perfil-II
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0

Fig. 7

Mod. 002

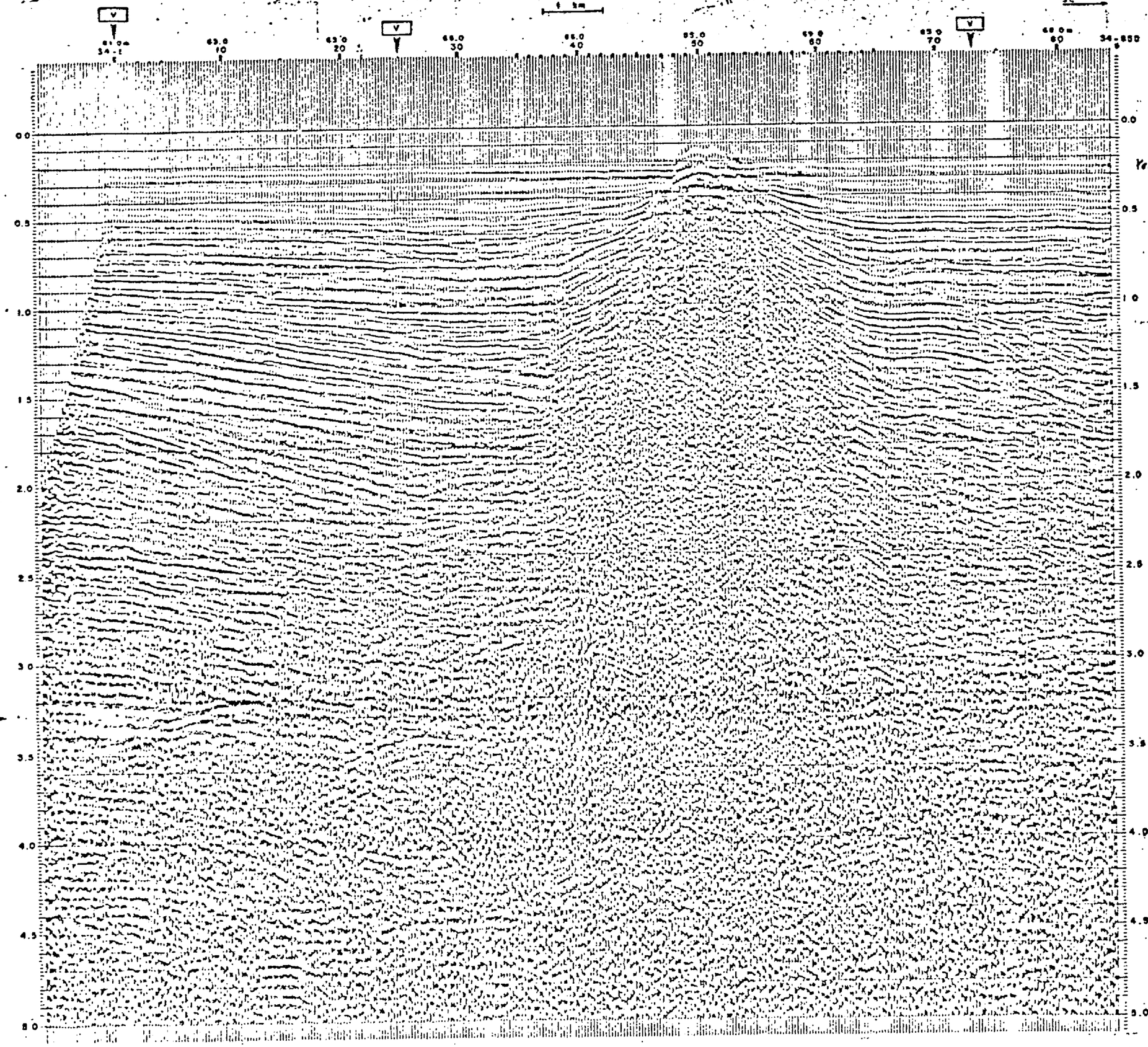


Fig. 8

SEÇÃO DE REFLEXÃO SÍSMICA

34-11-542

REGISTRO DE CAMPO

PROCESSAMENTO DIGITAL

APRESENTAÇÃO ANALÓGICA

CPRM

Fig. 8

NE 7530.0210.0343

CPRM

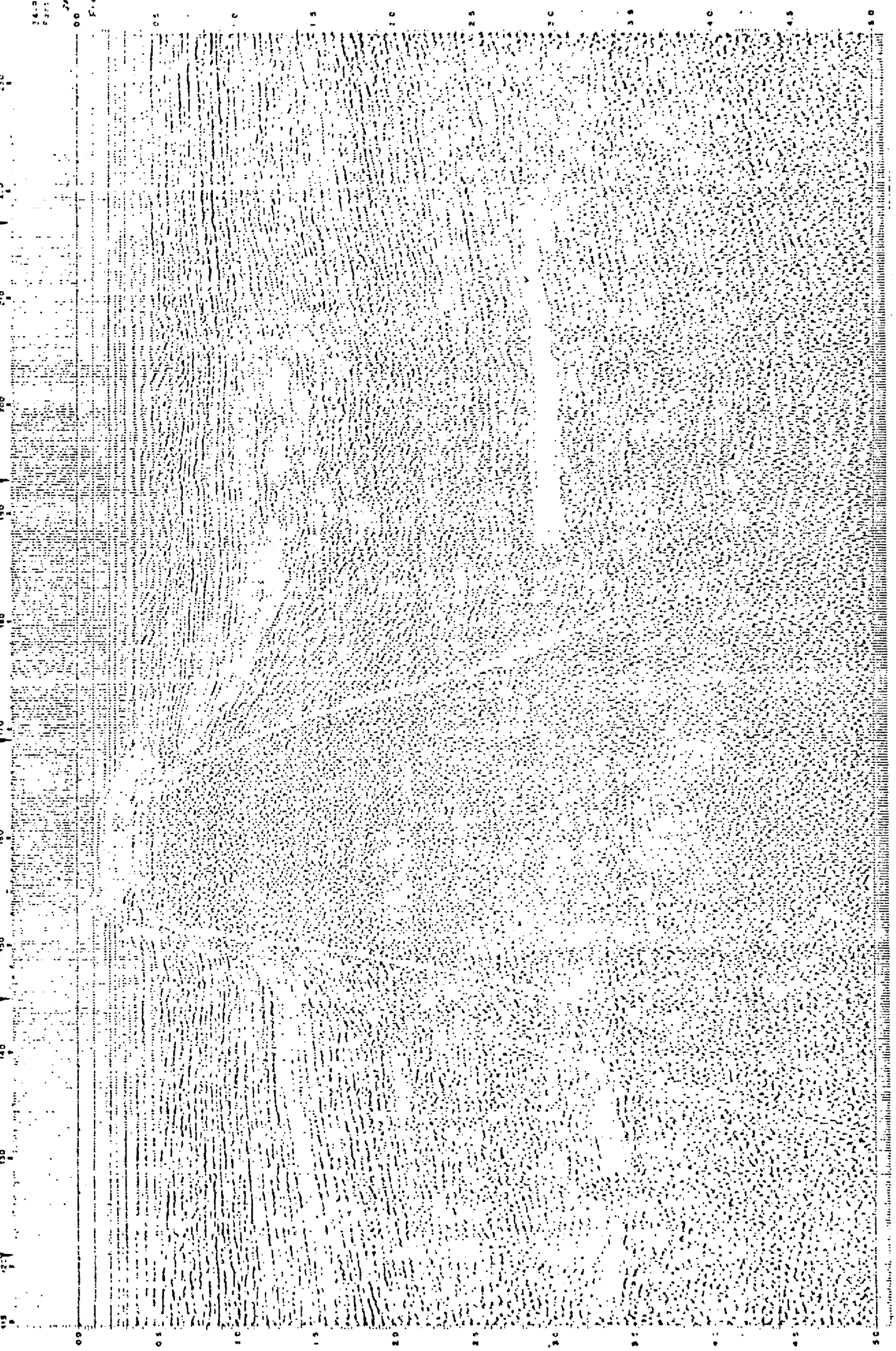


Fig. 9

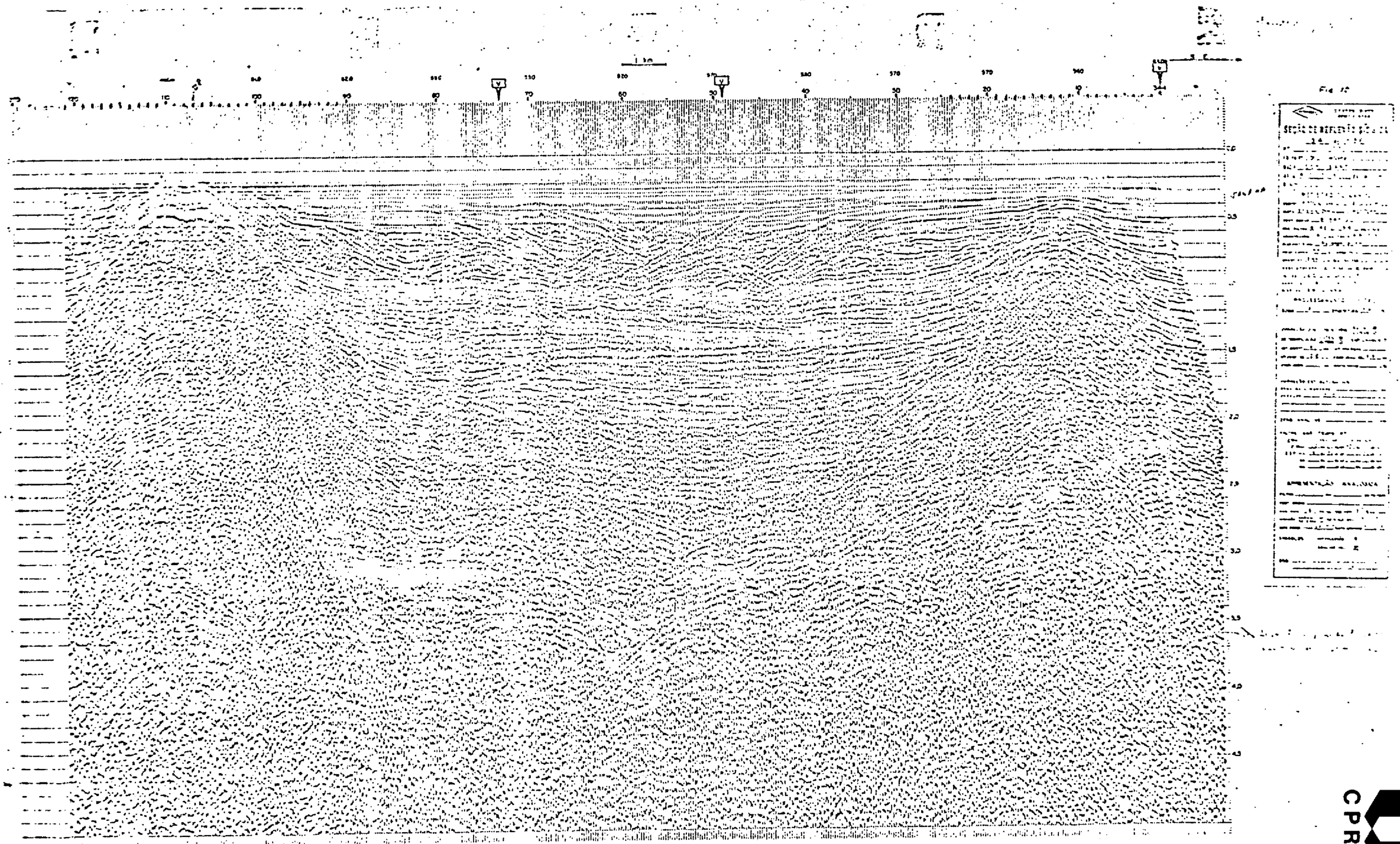


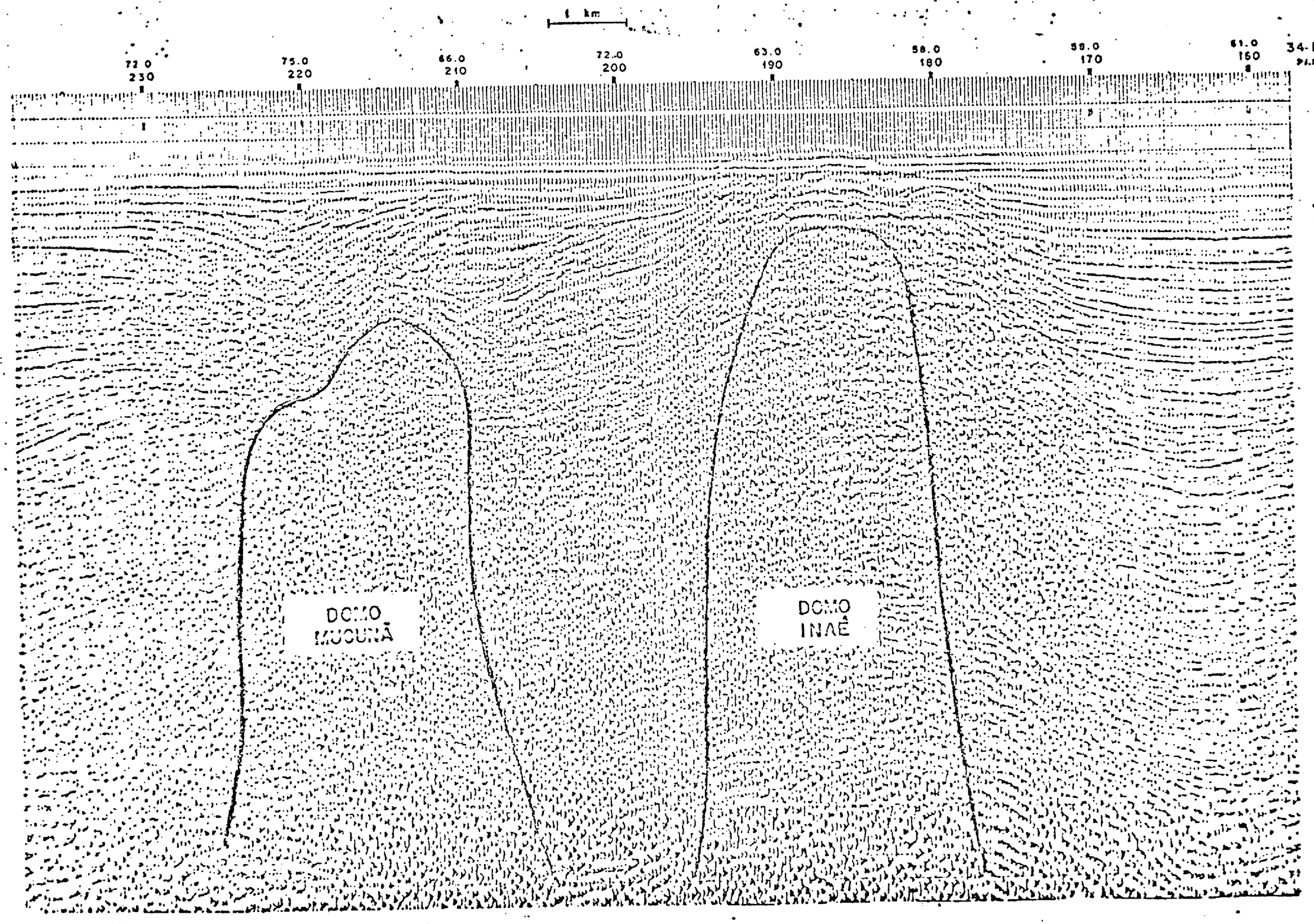
Fig. 10

Mod. 002

NE 7630.0210.0343

CPRM

Fig. 11



NE 7530.0210.0343

Mod. 002

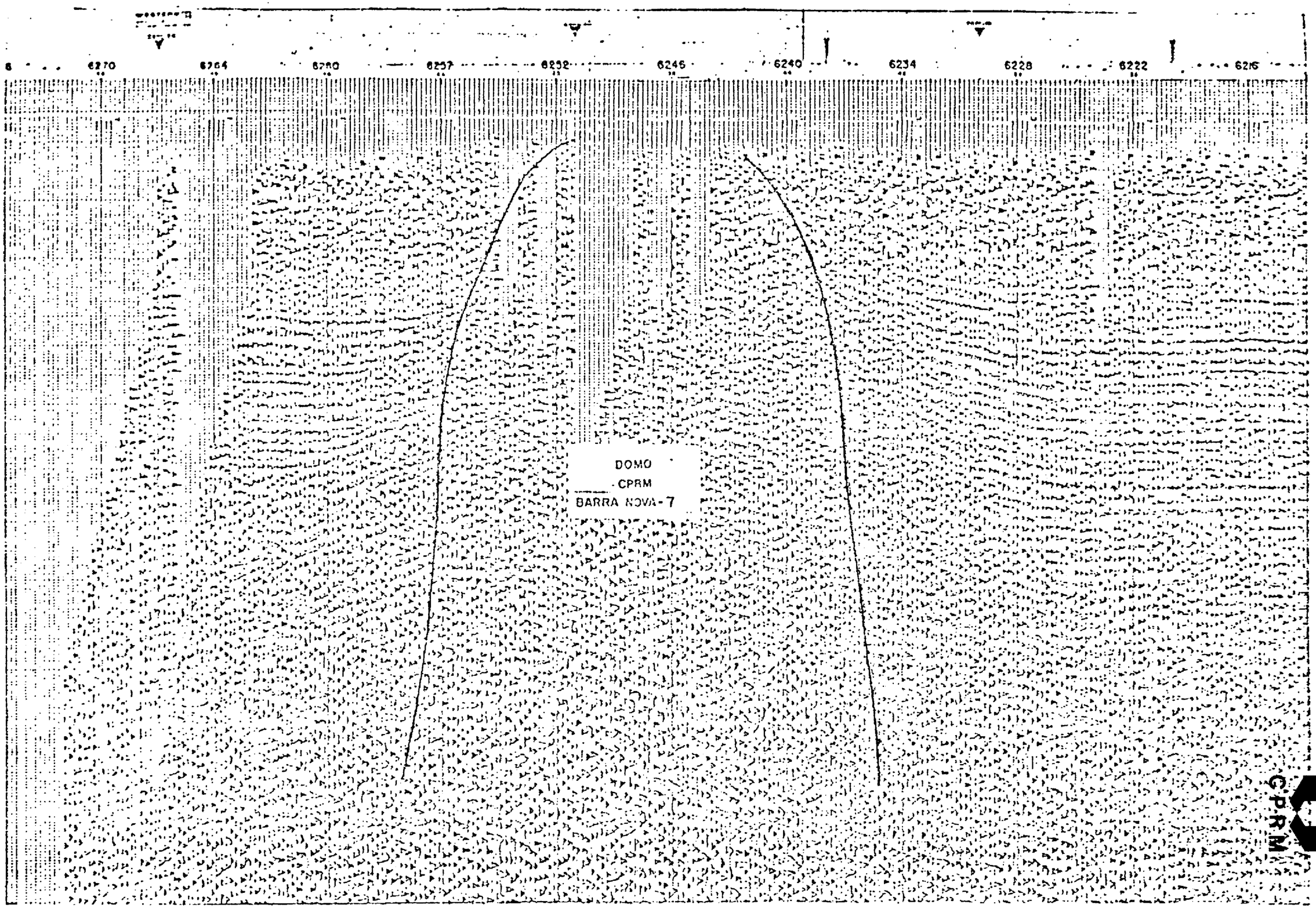


Fig. 12

Mod. 002
NE 7530.0210.0343

Mod. 002

PROJETO RIO DOCE

CRONOGRAMA DOS TRABALHOS DE PESQUISA

SERVIÇOS \ MESES	03	06	09	12	15	18
1. Definição do Equipamento de Perfuração						
2. Contrato com firma especializada						
3. Localização dos furos						
4. Execução dos furos						
5, Relatório Final						

ANEXO 04

CPRM

NE 7530.0210.0343

Mod. 002

PROJETO RIO DOCE

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

C$1.000

Serviços \ Meses	03	06	09	12	15	18	TOTAL
1. Definição do Equipamento de Perfuração	100						100
2. Contrato com Firma Especializada		100					100
3. Localização dos Furos			1.000				1.000
4. Execução dos Furos			100.000	100.300	100.000		300.300
5. Relatório Final					20.000	30.250	50.250
Subtotal	100	100	101.000	100.300	120.000	30.250	351.750

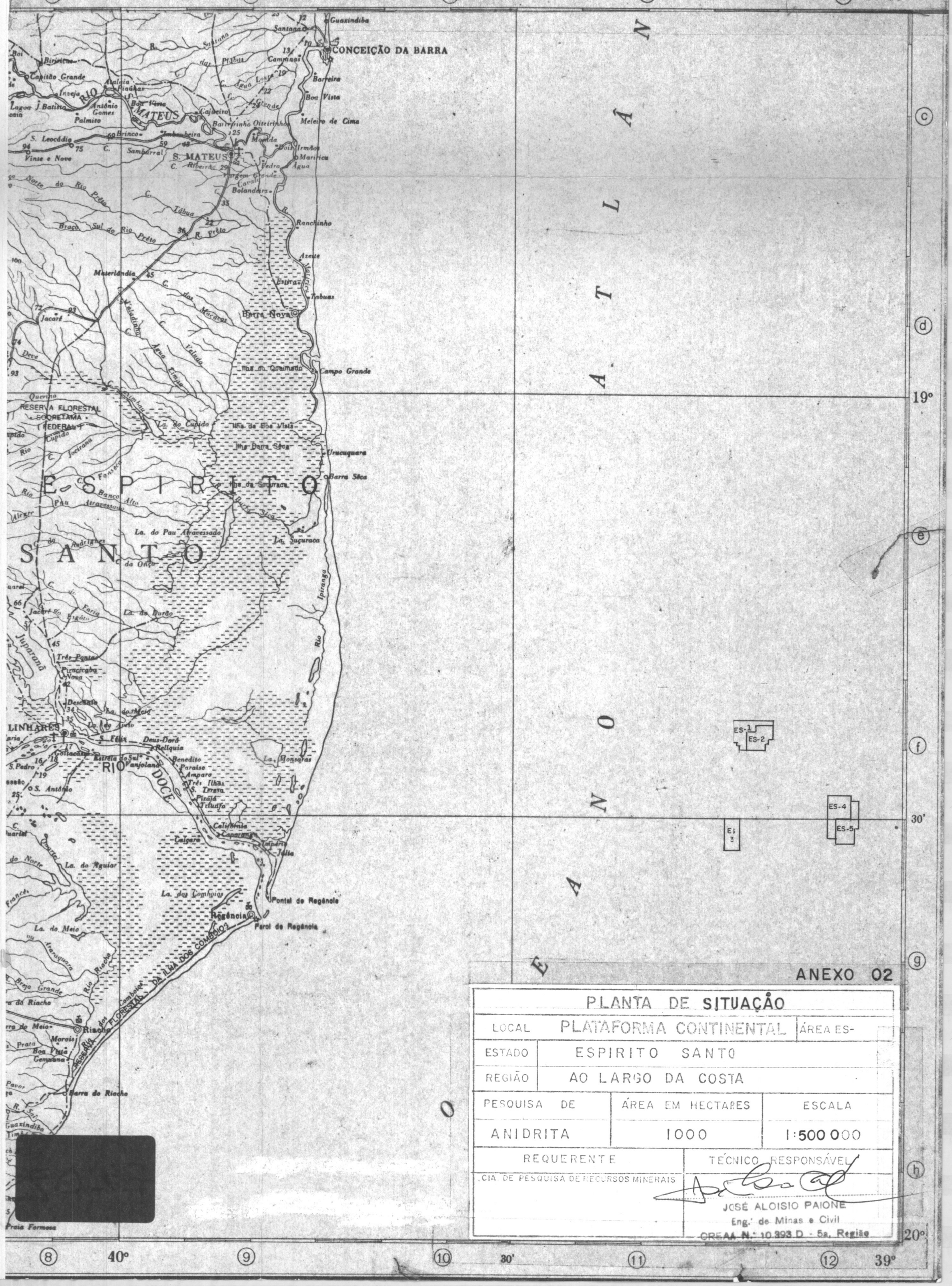
ANEXO 5

CPRM

NE 7530.0210.0343

RIO DOCE - SO

Fôlha SE-24-SO



ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Rio

Lagoa Monsarás

litorânea

Capordnga

Rio DOCE

Império

S. Julia

Pontal de Regência

Regência

Farol de Regência

OCEANO ATLÂNTICO

N 70°45' E 55 380 m

N 78°00' E 52 720 m

N 80°00'' E 63 050 m

DOMO JANAÍNA

ES-1

ES-2

DOMO YEMANJÁ

ES-3

DOMO MUCUNÃ

ES-4

ES-5

Base Cartográfica do IBGE - Ampliação Fotográfica de parte da Folha SE-24-50-4 (Rio Doce) na escala 1: 250 000

ANEXO 03

PLANTA DE DETALHE		
LOCAL	PLATAFORMA CONTINENTAL	ÁREA ES-
ESTADO	ESPIRITO SANTO	
REGIÃO	AO LARGO DA COSTA	
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA
ANIDRITA	1000	1: 100 000
REQUERENTE	TÉCNICO RESPONSÁVEL	
CIA. DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS	JOSÉ ALOISIO PAIONE Eng.º de Minas e Civil CREA N.º 10.393 D - Sa. Região	