

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR


PHL
007805
2006

RELATÓRIO FINAL DO
PROJETO BALSAS
RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-
RADIOMÉTRICO PRELIMINAR

CONVÊNIO CNEN/CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

AGÊNCIA RECIFE - 1971

	I-96	SUREMI
CPRM		RECIFE
Relatório nº	192 - 5	
N.º de Volume	1	

PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-RADIOMÉTRICO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

- C P R M -

AGÊNCIA RECIFE

AGENTE: ENG. CARLOS EUGÊNIO GOMES FARIAS

COORDENADOR DE PROJETOS: GEÓLOGO MÁRIO FARINA ✓

GEÓLOGOS: JOÃO CAVALCANTE DE OLIVEIRA ✓

(CHEFE DA EQUIPE)

FERNANDO ANTÔNIO BARROS ✓

AUXILIARES: ANTONIO RAIMUNDO GOMES ✓

DÉCIO ALOISE FILHO ✓

S U M A R I O

1	<u>RESUMO</u>	1-2
2	<u>INTRODUÇÃO</u>	3
2.1.	GENERALIDADES	3
2.2.	OBJETIVOS DO TRABALHO	4
2.3.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	4
2.4.	LOCALIZAÇÃO GEOLÓGICA	5-6
2.5.	SÍNTESE DA GEOLOGIA REGIONAL	6-7
2.6.	MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO	7-8
3	<u>GEOGRAFIA</u>	9
3.1.	CLIMA	9
3.2.	RELEVO	9-10
3.3.	DRENAGEM	10-11
3.4.	CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA	11-12
3.5.	VEGETAÇÃO	12-13
3.6.	AÇÕES ANTRÓPICAS	13-14
4	<u>ESTRATIGRAFIA</u>	15
4.1.	FORMAÇÃO PIAUI	15
4.1.1.	<u>Generalidades</u>	15
4.1.2.	<u>Descrição</u>	15-16
4.1.3.	<u>Ambiente de deposição e idade</u>	16-17
4.2.	FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO	17
4.2.1.	<u>Generalidades</u>	17
4.2.2.	<u>Descrição</u>	17-18
4.2.3.	<u>Ambiente de deposição e idade</u>	18
4.3.	FORMAÇÃO MOTUCA	18
4.3.1.	<u>Generalidades</u>	18
4.3.2.	<u>Descrição</u>	19
4.3.3.	<u>Ambiente de deposição e idade</u>	19-20
4.4.	FORMAÇÃO SAMBAÍBA	20
4.4.1.	<u>Generalidades</u>	20
4.4.2.	<u>Descrição</u>	20-21
4.4.3.	<u>Ambiente de deposição e idade</u>	21

4.5.	BASALTOS	22
4.5.1.	<u>Generalidades</u>	22
4.5.2.	<u>Descrição</u>	22
4.5.3.	<u>Origem e idade</u>	22-23
4.6.	FORMAÇÃO CORDA	23
4.6.1.	<u>Generalidades</u>	23
4.6.2.	<u>Descrição</u>	23-24
4.6.3.	<u>Ambiente de deposição e idade</u>	24
4.7.	FORMAÇÃO GRAJAU	24
4.8.	FORMAÇÃO CODÓ	24
4.9.	FORMAÇÃO ITAPECURÚ	25
4.9.1.	<u>Generalidades</u>	25
4.9.2.	<u>Descrição</u>	25
4.9.3.	<u>Ambiente de deposição e idade</u>	25-26
4.10.	QUATERNÁRIO	26
5	<u>TECTÓNICA</u>	27
6	<u>RADIOMETRIA</u>	28
6.1.	GENERALIDADES	28
6.2.	CARACTERIZAÇÃO RADIOMÉTRICA DAS UNIDADES ESTRA- TIGRÁFICAS	28-29
6.3.	APRECIÇÃO SOBRE A METODOLOGIA APLICADA	29-30
7	<u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	31
8	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	32-34
9	<u>DOCUMENTAÇÃO GRÁFICA E FOTOGRÁFICA</u>	35

Anexo : Mapa Geológico - Radiométrico

1. RESUMO

O reconhecimento geológico-radiométrico de que trata o presente relatório, foi realizado com a finalidade principal de obter dados para avaliar as possibilidades uraníferas das formações sedimentares numa área de 50.500 km², ao sudoeste da Bacia do Maranhão, limitada pelos paralelos 6° e 8° Sul e pelos meridianos 45° e 47° Oeste.

Entre os dias 23 de maio e 2 julho foram investigados 1.491 km de radiometria autoportada, estudando-se 103 afloramentos. Trata-se de uma região de recursos econômicos irrisórios, despovoada em sua maior parte e prejudicada sobretudo pela falta de vias de acesso e meios de comunicação.

O clima é quente e úmido do tipo Aw caracterizado por duas estações bem distintas: uma chuvosa e outra seca.

As feições geomorfológicas predominantes são as chapadas, resultantes dos diversos ciclos de erosão que atuaram sobre uma superfície originalmente plana.

A drenagem da área considerada é comandada pelos cursos d'água pertencentes às bacias hidrográficas do Amazonas e do Nordeste.

A vegetação é sobretudo rasteira até arbustiva de pequeno porte.

As rochas aflorantes compreendem sedimentos desde o Pensilvaniano até o Quaternário, além de basaltos e intrusivas de diabásio. As exposições rochosas normalmente são péssimas; eventualmente, a Formação Piauí, ocorre ao longo de escarpas, que variam de 50 até 100 m.

A seção sedimentar é predominantemente de clásticos finos e apresenta unidades estratigráficas bem conhecidas da Bacia do Maranhão, ou seja: Formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca, Sambaíba, Corda, Itapecurú, Grajaú e Codó. Estas duas últimas formações apesar de terem sido mapeadas pela Petrobrás, não nos foi possível identificá-las na área, em vista da inacessibilidade aos seus afloramentos.

A sequência começa com os arenitos amarelos e esbran-

quiçados, intercalados com siltitos e folhelhos, da parte superior da Formação Piauí, de origem marinha e continental. Concordantemente, segue a sequência representada pelos sedimentos das Formações Pedra de Fôgo e Motuca, distinguindo-se camadas de siltitos, folhelhos e arenitos com intercalações de sílex, calcário e evaporitos, depositados durante o Permo-Triássico, em ambiente de mar raso e continental. Sobre a Formação Motuca, seguem local e discordantemente, os arenitos da Formação Sambaíba, de origem flúvio-eólica. Sobrepostos à Formação Sambaíba, encontramos os derrames basálticos que ocasionalmente intertrapeiam os sedimentos da Formação Corda. Por fim, os siltitos e arenitos avermelhados da Formação Itapecurú, datados do Cretáceo, de origem complexa: deltas, estuários e vales.

A estrutura predominante é um monoclinal, com mergulho para NNW raramente superior a 1° .

Foram usados cintilômetros Micro-Lab mod. 346 na medida das variações do "background". Não encontramos qualquer mineralização de urânio. Os "background" mais uniformes foram os das Formações Sambaíba, Corda e Itapecurú. As demais Formações, Motuca, Pedra de Fôgo e Piauí, possuem "background" muito variável, mostrando alguns destaques radiométricos da ordem de 150 cps, sem maior interesse.

É a Formação Piauí (fácies deltáica) a que apresenta condições de litologia e ambiente de sedimentação mais favoráveis do ponto de vista radiométrico.

2. INTRODUÇÃO

2.1. GENERALIDADES

Dando prosseguimento ao extenso programa de pesquisa sistemática que o Brasil vem desenvolvendo desde 1955, no sentido de localizar jazidas economicamente exploráveis de urânio, a COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN, firmou convênio com a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, para a execução de um "estudo de reconhecimento geológico-radiométrico autoportado" de quatro áreas selecionadas, abrangendo porções políticas pertencentes aos Estados do Maranhão, Piauí, Goiás e Bahia.

Os bons resultados observados em faixas sedimentares no que se refere à localização de jazidas de urânio, tal como no Plateau do Colorado (USA), têm levado a CNEN à intensificação de estudos de reconhecimento em várias bacias sedimentares brasileiras.

Assim, a partir do fim de 1962, a CNEN, através do seu Departamento de Exploração Mineral (DEM), vem desenvolvendo intensa atividade em certos pontos da borda oriental da Baía do Maranhão, faixa de ocorrência das formações paleozóicas.

Salientamos o pioneirismo dos trabalhos ora apresentados, em se tratando de estarem os mesmos relacionados a levantamentos preliminares de regiões onde afloram formações mesozóicas, até então não avaliadas quanto às suas possibilidades de conterem depósitos uraníferos.

Para a realização desta primeira fase dos trabalhos que compreendeu a execução do Projeto Balsas, a CPRM designou os geólogos João Cavalcante de Oliveira e Fernando Antônio do Rêgo Barros e os técnicos de mineração Décio Aloise Filho e Antônio Raimundo Gomes.

As diversas etapas do trabalho compreenderam :

- a) um levantamento e pesquisa do material bibliográfico disponível sobre urânio e acerca da geologia da Bacia do Maranhão;
- b) estada em Fortaleza (Ceará), recebendo instruções preliminares junto à CNEN;
- c) um período de campo que se estendeu por 43 dias ininterruptos (20 de maio a 2 de julho);
- d) a elaboração do trabalho era apresentado, totalmente desenvolvido em Teresina (Piauí), no período de 5 de julho a 10 de agosto.

2.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Em caráter fundamental, os trabalhos propostos para esta etapa, visaram a execução de um "reconhecimento geológico radiométrico autoportado preliminar" das formações paleozóicas e mesozóicas, pertencentes à Bacia do Maranhão, aflorantes dentro dos limites de cada Projeto.

Com relação à área do Projeto Balsas, nossos estudos visaram principalmente :

- a) a medição da radioatividade das formações aflorantes, tomando anotações sistemáticas da variação do "background", seu relacionamento com a litologia dos terrenos atravessados e a possível detecção de radioatividades anômalas;
- b) um estudo descritivo da estratigrafia das sequências geológicas, aflorantes, sua natureza, distribuição, variações faciológicas, características texturais e estruturais, especialmente as espessuras das camadas e suas relações com a variação da radioatividade;
- c) o selecionamento de áreas a serem alvo posteriormente de estudos mais detalhados.

2.3. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A área proposta para reconhecimento preliminar, relativa ao Projeto Balsas, está compreendida entre os paralelos de

MAPA DE LOCALIZAÇÃO GEOGRAFICA

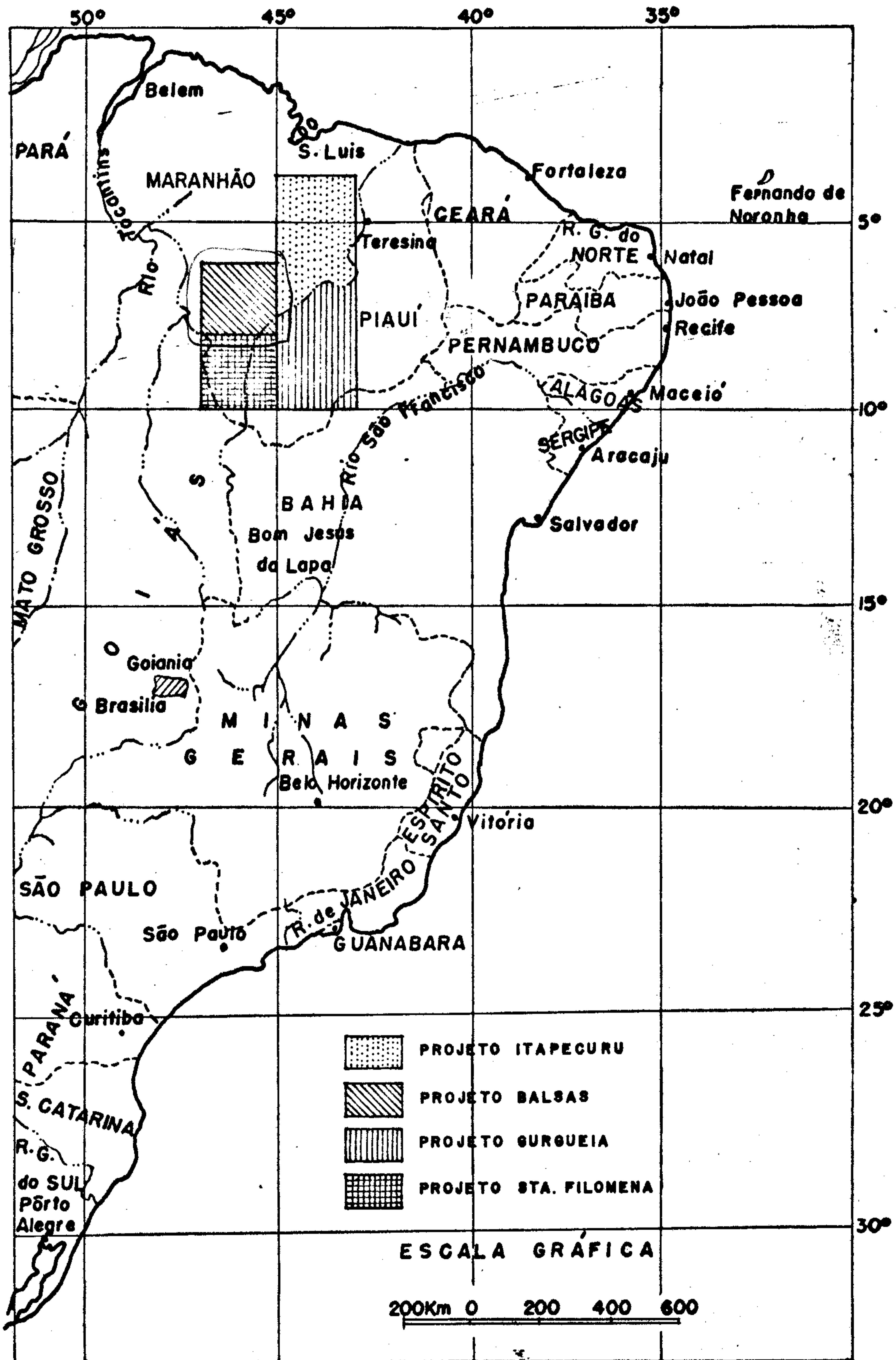


FIG. 2.1

6° e 8° S e meridianos de 43° e 45° W, cobrindo uma superfície de 50.500 Km², aproximadamente. Esta área situa-se quase que integralmente no Estado do Maranhão, salvo sua faixa sudeste localizada no Estado do Piauí e de uma outra, mais estreita, ao sul do rio Manoel Alves Grande, em terras do Estado de Goiás (vide mapa de situação, fig. 2.1).

Do ponto de vista da geografia política, a área enquadra total ou parcialmente terrenos pertencentes a 16 municípios dos quais, apenas os de Balsas, São Raimundo das Mangabeiras, e Riachão, apresentam traços de atividades comerciais.

A cidade de Balsas que constituiu uma das principais bases provisórias do Projeto, é na verdade o principal entreposto comercial dessa porção sul maranhense, tão carente de recursos econômicos e humanos.

O acesso à área se faz através da BR-230, estrada de terra que liga Floriano-Pi a Carolina-Ma, passando portanto através da área estudada segundo a direção E-W e ligando as cidades de São Raimundo das Mangabeiras-Balsas-Riachão.

A locomoção através da área é muito precária, podendo-se afirmar que 70% dos caminhos existentes acham-se em péssimo estado de conservação ou mesmo abandonados.

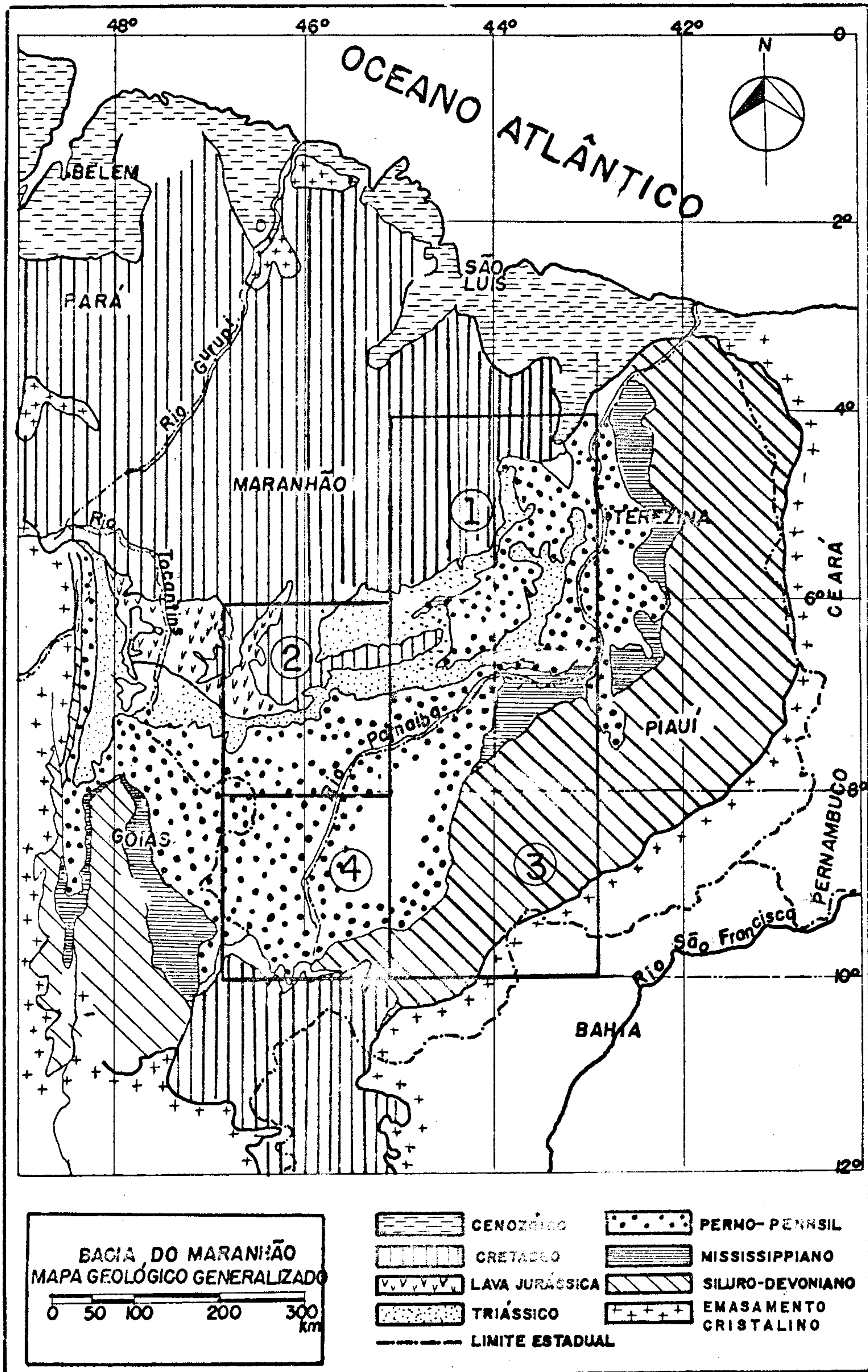
2.4. LOCALIZAÇÃO GEOLÓGICA

A fig. 2.2. mostra a localização geológica da área do Projeto Balsas, situada em plena porção sudoeste da Bacia do Maranhão, cujos domínios estão quase que totalmente compreendidos entre os paralelos de 3° e 10° S e os meridianos de 40°30' e 49° W.

No contexto das regiões brasileiras, a bacia está localizada no Nordeste Ocidental, região esta também conhecida como Meio-Norte. Seus limites encerram as áreas políticas dos Estados do Piauí e Maranhão, além de faixas do Ceará, Pará e Goiás.

Os estudos de campo na área do Projeto Balsas, constatarem a ocorrência de uma porção da sequência sedimentar desta bacia, relacionada a formações de idade pensilvaniana até cretácica, aflorando segundo faixas que se sucedem no sentido NNW e

MAPA DE LOCALIZAÇÃO GEOLÓGICA DOS PROJETOS RADIOMÉTRICOS



- ① PROJETO ITAPECURU
- ② PROJETO BALSAS
- ③ PROJETO GURGUEIA
- ④ PROJETO STA. FILOMENA

FIG. 2.2

formando um ligeiro arco de direção ENE-WSW.

A natureza das formações observadas é predominantemente clástica, salientando-se os constituintes de grã psamítica sôbre os demais.

2.5. SÍNTESE DA GEOLOGIA REGIONAL

Desde o início do século atual vêm-se acumulando uma vasta gama de informações acêrca do conteúdo lito-estratigráfico que constitui a Bacia Sedimentar do Maranhão.

Assim, já na metade do século, o acêrvo dos dados constantes sôbre a bacia, permitiram que D. F. Campbell, L. A. de Almeida e S. de Oliveira Silva (1949), citados por W. Kegel' (1953), estabelecessem uma classificação do Paleozóico, modificando em vários pontos uma coluna geológica anteriormente apresentada por Plummer (1949 - Kegel op.cit.).

A partir de 1949 W. Kegel iniciou seus estudos na bacia, principalmente na sua borda oriental, domínio das formações paleozóicas, culminando com a apresentação em 1953 de uma coluna esquemática do neo-Paleozóico. Esta coluna, afastou uma série de incongruências taxonômicas, criadas pelos trabalhos anteriores e, ainda na atualidade, constitui uma estrutura básica para a compreensão da disposição lito-estratigráfica da bacia.

Estudos recentes sôbre a bacia, foram apresentados pelos geólogos J.C. Mesner e L.C. Wooláridge (1964), a serviço da Petrobrás, culminando com a publicação de uma coluna estratigráfica na qual nos baseamos.

Para êsses autores, a história geológica da bacia está relacionada ao desenvolvimento de três grandes ciclos de sedimentação, separados por duas discordâncias de erosão e caracterizados por condições climáticas e esquemas tectônicos de deposição diferentes.

No ciclo inferior, o neo-Siluriano (?) - Formação Serra Grande (clásticos continentais) - foi depositado diretamente sôbre o embasamento cristalino, constituído por rochas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas, fortemente dobradas e de relêvo ondulado. Em seguida, a sedimentação passa a marinha durante

todo o Devoniano quando se depositaram as Formações Pimenteiras, Cabeças e Longá, findando no Mississipiano com a deposição da Formação Poti (clásticos deltáicos e continentais). Os sedimentos deste ciclo são sobretudo clásticos e formaram-se sob condições de clima úmido e temperado.

No ciclo médio, depositaram-se camadas vermelhas, anidritas, dolomitos, calcários, arenitos continentais (fluviais e eólicos) e chert de idade pensilvaniana (Formação Piauí), permiana (Formação Pedra de Fôgo) e permo-triássica (Formações Motuca, Pastos Bons e Sambaíba). Os sedimentos deste ciclo, refletem um ambiente de deposição sobretudo continental e de mar interior remanescente, com episódicas ligações marinhas e sob um clima quente e semi-árido.

Durante o Jurássico, a bacia foi afetada por um vulcanismo básico, do que resultaram intrusões de diabásio (sobretudo nas formações paleozóicas) e derrames basálticos, às vezes espessos, sobre a superfície de erosão do ciclo anteriormente descrito.

O ciclo superior, ocupa a porção norte da bacia e é constituído pela parte superior do Jurássico, e inferior do Cretácico. Compreende as Formações Corda (continental fluvio-eólica), Codó (lacustrina com fases evaporíticas e ligações marinhas breves) e Itapecuru (clásticos de origem complexa). Sua espessura é de cerca de 500 m.

Os ciclos inferior e médio da bacia, com um pacote sedimentar de cerca de 2.500m de espessura, constituem a mais completa sequência paleozóica do Brasil.

2.6. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

A equipe do Projeto Balsas, atuando segundo a metodologia desenvolvida pela CHEN em trabalhos similares, executou o reconhecimento geológico-raíométrico da área a partir de bases de apoio provisórias, respectivamente situadas nas cidades de Balsas - para os trabalhos nas porções norte e sul; Riachão - para as porções noroeste, oeste e sudoeste; e São Raimundo das Mangabeiras - para as porções nordeste, este e sudeste.

Para o reconhecimento, utilizamos o conhecido método

de levantamento expedito a odômetro, bússola e altímetro.

A medida contínua da radioatividade com carros - radiometria autoportada - foi realizada a uma velocidade nunca superior a 25 Km/h, utilizando como equipamento detector Cintilômetros Micro-Lab Mod. 346, manuais, postos à nossa disposição pela CNEN.

Com essa sistemática, vários perfis geológico-radiométricos foram levantados e em seguida lançados progressivamente sobre um mapa plani-altimétrico do IBGE -1954 (Fôlha SB-23, Teresina SO, escala 1:500.000), que muito embora desatualizado nos foi de grande utilidade, passando a funcionar como mapa base. Como base geológica, foi utilizado o mapa geológico da Baía do Maranhão na escala 1:1.000.000, elaborado pela Petrobrás.

Vale a pena acrescentar que os valores altimétricos obtidos e que serviram de base para a construção dos diversos perfis, carecem de correção, uma vez que dispúnhamos de apenas um altímetro.

Durante o período de campo foram realizados perfis radiogeológicos cobrindo 1.491 km de vias de acesso através da área; foram estudados em detalhe 103 afloramentos e coletadas 42 amostras, apenas de interêsse geológico.

Dois jeeps Willys, constituíram os meios de transportes para os trabalhos de campo. Ocasionalmente, realizamos caminhamentos à pé ou à cavalo, principalmente nas regiões inóspitas das Serras Negra e Croeira.

O péssimo estado de conservação das vias existentes, retardou um pouco uma maior rapidez nos trabalhos e, por outro lado, a sua baixa densidade, tornou impossível nossa visita às regiões ao norte da Serra do Itapecurú, vale do rio Grajaú e sudeste da cidade de Balsas, porções estas, ao nosso entender só alcançáveis utilizando animais como meio de transporte.

3. GEOGRAFIA

3.1. CLIMA

O clima da área estudada é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen. Trata-se de um clima quente e úmido, caracterizado por apresentar duas estações bem marcadas: uma chuvosa e outra seca.

Na estação chuvosa, entre dezembro e abril, observam-se totais pluviométricos elevados. O clima nesta fase apresenta características de semi-úmido, com alta umidade relativa do ar, mas não chega a fazer muito frio; a temperatura média é de cerca de 28°C.

A estação seca, entre os meses de maio e novembro, apresenta forte insolação diária, às vezes alcançando 38°C à sombra, baixa umidade relativa do ar, refrescando durante a noite e chegando a fazer frio pela madrugada.

Esta região do Meio-Norte onde está situada a área do Projeto Balsas, constitui segundo G.O. de Andrade (1965) "uma zona de transição entre a Amazônia super-úmida, sem estação seca (Af e Am) e o Nordeste semi-árido, com estiagem dominando a maior parte do ano".

3.2. RELÉVO

A área do Projeto Balsas, estando localizada sobre os terrenos da Bacia do Maranhão, apresenta um modelado que evoluiu sob o controle da estrutura e litologia das rochas aflorantes nessa bacia.

Notadamente, a feição geomorfológica predominante é a "chapada", resultado da atuação de diversos ciclos de erosão sobre uma superfície geral, originalmente plana.

Apenas para facilitar o aspecto descritivo, dividiremos a área estudada do seguinte modo :

- a) partes centro-norte e este-nordeste - compreendem a porção hipsométricamente mais alta da área, onde as altitudes variam de 400 a 600 m e é domínio das extensas e elevadas chapadas da Formação Itapecurú, superposta a derrames basálticos.

Nestas chapadas, às quais os habitantes locais denominam de "serras", desenvolve-se uma intensa erosão areolar, notadamente em torno das chapadas do Itapecurú e Croeira.

- b) parte central - corresponde à faixa de afloramentos das Formações Motuca e Sambaíba. Localmente as altitudes variam de 200 a 400 m. O relêvo apresenta formas colinosas, às vezes a parecendo testemunhos tabuliformes, com escarpas verticais tal como se pôde observar ao sul da cidade de Sambaíba (Serra da Vitória), local típico de ocorrência dos arenitos da Formação Sambaíba (vide Foto 1).
- c) partes sul, sudeste e sudoeste - compreendem os terrenos das Formações Pedra de Fôgo e Piauí; as altitudes locais variam de 200 a 500 m. Os terrenos da Formação Pedra de Fôgo apresentam uma forte tendência a um aplainamento geral, salvo nas faixas de afloramento das camadas de folhelhos e siltitos, onde se observa um intenso ravinamento.

A sudeste, na região de Ribeiro Gonçalves, a erosão diferencial comandada pelo rio Parnaíba, entalhou profundamente os sedimentos da Formação Pedra de Fôgo, pondo a descoberto a sequência de arenitos, siltitos e argilitos da Formação Piauí e formando um vale pouco amplo, limitado por flancos escarpados. Ao sul da cidade, aparece uma extensa chapada de direção NE-SW, cuja apenas o tôpo é formado pelos níveis de sílex da base da Formação Pedra de Fôgo (vide Foto 2).

Na parte sudoeste, uma extensa falha de direção N-S e levou o pacote superior da Formação Piauí em relação à base da Formação Pedra de Fôgo, de que na atualidade, se observa a superfície semi-plana dos terrenos desta formação, terminando junto às escarpas verticais daquela formação (vide Foto 4).

3.3. DRENAGEM

A drenagem que atua sobre a área considerada, é constituída por cursos d'água pertencentes às bacias hidrográficas do Amazonas e do Nordeste.

O altiplano formado pelas Serras da Cinta, da Menina, da Croeira e do Itapecurú, além de conter as cabeceiras da maior parte dos cursos d'água da parte norte da área, funciona

como um divisor d'água entre as bacias anteriormente citadas. Em última análise, essa região apresenta um modelo de drenagem a proximadamente radial.

Os cursos d'água da porção norte, representados pelos rios Grajaú, Mearim e Corda são consequentes, influência do pen dor geral da superfície para o norte, em direção ao Oceano A tlântico.

O rio Itapecurú, tendo suas cabeceiras na encosta sul da serra do mesmo nome, segue localmente a direção E-W podendo ser classificado como um rio subsequente. O rio Alpercatas, seu afluente, nascendo na encosta norte da mesma serra, apresenta características locais semelhantes.

A modelagem da porção de área compreendida entre os paralelos de 7° e 8° S e os meridianos de 45° e $46^{\circ}30'$ W, é levada a cabo pela rêde de afluentes do rio Balsas. Trata-se de um rio subsequente, com seu curso desenvolvendo-se localmente segundo a direção SW-NE, paralelamente ao curso do rio Parnaíba que corre mais ao sudeste também em posição subsequente.

Vale a pena acrescentar uma característica dos rios e riachos que compõem o sistema de drenagem da área em estudo: o regime perene dos seus cursos, reflexo das próprias condições climáticas reinantes nesta porção ocidental da Bacia do Maranhão, onde se observam elevadas taxas de precipitação pluviométrica anuais.

3.4. CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA

Em estreita relação com as condições de clima quente e úmido, vamos encontrar na área do Projeto Balsas solos predominantemente arenosos, reflexo do intemperismo químico atuante sobre as sequências litológicas aflorantes, de natureza também arenosa.

Assim, em caráter apenas apreciativo, podemos adiantar que:

- a) as Formações Itapecurú e Motuca dão um solo de elevado percentual arenoso; sua cor é ligeiramente rósea e sua espessura varia de 1 a 3 m ;

- b) os solos da Formação Sambaíba são essencialmente arenosos, em geral profundos (variam de 1 a 5m) e oferecem difícil locomoção sôbre suas superfícies; são solos porosos;
- c) os solos da Formação Pedra de Fogo são areno-argilosos côr a marelo-avermelhada quase sempre associados a uma grande quantidade de seixos de sílex, resultantes da decomposição dos níveis de chert desta formação. Em geral são solos rasos, com menos de 2m de espessura e pouco permeáveis. Observa-se principalmente nos terrenos desta formação, a existência de superfícies cobertas por uma espécie de "canga laterítica" (com espessura variando de 0,1 a 0,4m, resultante de processos físico-químicos de natureza coloidal que ocasionam como que uma cimentação dos detritos superficiais pelos hidróxidos de Fe e Al. Dêsse fenômeno, resulta uma boa proteção contra a erosão superficial, entretanto, suprime a disponibilidade agrícola dos terrenos;
- d) também os solos da Formação Piauí, parecem não ser muito significativos. Na região de Ribeiro Gonçalves admitem sôbre sua superfície boa quantidade de seixos de sílex, provenientes do carreamento pela drenagem dos terrenos da Formação Pedra de Fogo que localmente constitui os tôpos das chapadas da Formação Piauí.

Situação à parte, apresentam os solos resultantes da decomposição dos derrames basálticos. Ocupam grandes extensões da porção noroeste da área e caracterizam-se pela exuberância da vegetação nativa que sôbre êles se desenvolve. Sua côr é marrom-avermelhada, contêm elevado teor de umidade e são essencialmente argilosos; sua espessura chega a ultrapassar 6m e só ocasionalmente deixam aflorar a rocha mater.

Salientamos por fim, a importância dos solos aluvionares, principalmente dos que constituem as baixadas dos vales do rio Balsas e, mais a sudeste do rio Parnaíba, amplamente cultivados pelas lavouras de vazante.

3.5. VEGETAÇÃO

Em estreita relação com o clima Aw dominante na área, vamos encontrar uma cobertura vegetal conhecida como "cerrado".

Trata-se de um tipo de vegetação pertencente ao grupo das Formações Complexas, sua origem é muito discutida mas, são bem conhecidos os seus traços gerais.

A vegetação observada é sobretudo rasteira até arbustiva de pequeno porte. Os maiores exemplares não chegam a ultrapassar 5 m de altura, têm seus galhos e troncos retorcidos e distribuem-se irregularmente em meio a uma cobertura descontínua de gramíneas em tufos. Só ocasionalmente podem aparecer exemplares de natureza espinhosa.

Nos solos provenientes da decomposição dos basaltos, a vegetação assume características de Floresta Equatorial, bastante úmida e rica em árvores de altura superior a 20 m.

3.6. AÇÕES ANTRÓPICAS

Situando-se na região sudoeste do Estado do Maranhão, a área estudada apresenta características marcantes do grau de sub-desenvolvimento a que se acham sujeitas as populações locais. Nêsse contexto, vamos encontrar uma atividade econômica ligada quase que exclusivamente à lavoura e à pecuária, que, diga-se de partida, é exercida por processos rudimentares.

A atividade agrícola está principalmente voltada para a cultura do arroz e, secundariamente, para o milho, feijão, fava e outros. À primeira associa-se uma pequena indústria de beneficiamento - as chamadas usinas de arroz - de capacidade produtiva reduzida, reflexo dos processos incipientes ainda adotados.

A pecuária está quase que exclusivamente voltada para a criação de gado bovino e, secundariamente, para a de suínos, no que se destacam os municípios de Balsas, Riachão e Lorêto.

O extrativismo vegetal, é um outro tipo de atividade desenvolvida em certas faixas da área onde ocorre o babaçú; na região das Serras Negra e do Itapecurú, dá-se grande importância à extração de madeiras de lei.

As cidades de Riachão, São Raimundo das Mangabeiras e Balsas, principalmente, constituem os principais pontos de comercialização locais e chegam a manter relações comerciais com as praças de Recife, Fortaleza e Goiânia, além de São Luiz e

Teresina.

A região ressen-te-se de uma rêde regular de estradas' que interligasse as sédes dos diversos municípios, do que resul-taria um maior intercâmbio comercial.

Quase tôdas as cidades possuem pequenos campos de pou-so, entretanto êstes acham-se, em geral, abandonados. Sòmente a cidade de Balsas mantêm campo de pouso permanente, sendo servi-da semanalmente (sextas-feiras) por um vôo do Avro da Varig que faz a linha São Luiz-Brasília.

Entretanto, novas perspectivas se abrem para essa vas-ta região, com a futura passagem de um trêcho da rodovia Transa-mazônica através das cidades de São Raimundo das Mangabeiras - Fortaleza dos Nogueiras em direção ao vale do Tocantins.

4. ESTRATIGRAFIA

4.1. FORMAÇÃO PIAUI

4.1.1. Generalidades

A antiga denominação de Série Piauí proposta por Small (1914, Mesner e Wooldridge, op.cit.) para um conjunto de rochas paleozóicas da Bacia do Maranhão, foi posteriormente modificada por diversos autores. Duarte (1936) e Leonardos-Oliveira (1943), limitaram o termo Piauí à seção eo-pensilvaniana, baseados no estudo do furo SGM-125 construído pelo Serviço Geológico e Mineralógico. Coube a Dequech e Kegel (Ojeda e Bembom, 1966), entretanto, num reexame dos citados testemunhos marcarem os atuais limites estratigráficos para esta formação.

Mesner e Wooldridge (op.cit.) fizeram a separação da formação em uma sequência inferior, de origem continental-fluvial e uma superior, de origem parcialmente marinha.

4.1.2. Descrição

A extensão geográfica desta formação na área do Projeto Balsas, localiza-se abaixo do paralelo de 7°30' de latitude Sul (vide mapa geológico-radiométrico anexo).

Alguns afloramentos foram estudados ao longo dos trabalhos de campo, sendo o mais característico o que se situa 23 km ao sudoeste de Ribeiro Gonçalves, no vale do riacho Estiva, apresentando uma espessura superior a 100 m. Localmente, a Formação Piauí consiste de arenitos róseos, amarelos e esbranquiçados, interestratificados com siltitos, argilitos e folhelhos vermelhos e arroxeados. Aparece também intercalado a essa sequência um banco de sílex esbranquiçado, com fratura sub-conchoidal. Texturalmente, os arenitos variam de finos a médios, limpos até argilosos, grãos sub-angulares a sub-arredondados, frequentemente brilhantes, matriz siltico-argilosa, mal selecionados, às vezes feldspáticos. Normalmente, os arenitos são duas ou três vezes mais espessos que os siltitos, argilitos e folhelhos. Estes últimos, aparecem eventualmente com aspecto várvido, numa alternância repetida e uniforme de lâminas milimétricas vermelhas e amarelo-esbranquiçadas.

Em Ribeiro Gonçalves, pela margem esquerda do rio Parnaíba, ocorre também uma sucessão de arenitos finos a médios, amarelos e róseos, ligeiramente feldspáticos, grãos sub-arredondados, regular e pobremente selecionados, às vezes com estratificação cruzada do tipo cuneiforme, intercalando-se delgadas camadas de siltitos parcialmente silicificados, de cores róseo-esbranquiçada e cinza-arroxeadas. Esses arenitos e sílexitos, via de regra, mais resistentes ao intemperismo que as litologias em contato, salientam-se da topografia como serras de altitudes médias 300-400 m. Afloram na direção SW-NE e E-W ao longo de toda a margem do rio Parnaíba, desde Ribeiro Gonçalves até Uruçuí.

Pela similaridade dos tipos litológicos e pela posição estratigráfica, parece não haver dúvida que se trata da parte superior da Formação.

O contato com a Formação sotoposta, Poti, não foi identificado. O contato com a Formação Pedra de Fogo, sobrejacente, é brusco como verificamos nos arredores de Ribeiro Gonçalves. Passa-se de uma sequência de arenitos finos e médios, concordantemente, para sílex marrom, de fratura sub-conchoidal, e argilitos róseos em camadas delgadas parcialmente silicificados.

4.1.3. Ambiente de deposição e idade

Os elementos disponíveis para opinar sobre o ambiente gerador desta formação, com uma distribuição vastíssima na Baía do Maranhão e, restrita à parte superior na área do reconhecimento, revestem esta tarefa de grande responsabilidade.

Contudo, a estratificação cruzada cuneiforme de alguns arenitos, a não continuidade lateral de alguns bancos de siltitos e folhelhos, a presença de estrutura várvida nesses últimos, além de lentes de calcários silicificados, são evidências da deposição em ambiente de transição entre o continental e o marinho, com lagôas costeiras e depósitos deltáicos sob influência eólica. Pequenas invasões marinhas também se sucederam conforme comprovação do conteúdo fossilífero (Mesner e Wooldridge, op. cit.).

Os elementos faunísticos encontrados no Calcário Mo-cambo, nas proximidades da cidade de José de Freitas (Pi), fo-

ram identificados como Spirifer sp., Orbiculoidea sp., Bellerophon, Trilobites, etc., típicos do Pensilvaniano (Ojeda e Bembom op.cit.).

Também nos estudos levados a efeito pela Petrobrás (Ojeda e Bembom, op.cit.) nas áreas do Alto Parnaíba e Gilbués foram encontrados e identificados fósseis como: Chonetes, Productidae, Dictuoclotus, todos pertencentes ao Pensilvaniano.

4.2. FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO

4.2.1. Generalidades

Plummer (1946, Mesner e Wooldridge, op.cit.) propôs pela primeira vez o termo Pedra de Fogo para designar uma seção de sílex, calcários e folhelhos às vezes com madeira fóssil (Psaronius) que afloram no leito do riacho Pedra de Fogo, entre as cidades de Pastos Bons e Nova Torque, Estado do Maranhão.

4.2.2. Descrição

A extensão geográfica desta formação está situada a baixo do paralelo 7° de latitude Sul.

Pelo fato dessa formação ocorrer quase sempre em extensas chapadas (sul de Balsas e Riachão), a exposição de bons afloramentos é um tanto difícil. Um solo resultante, predominantemente argiloso, permite pouca infiltração das águas pluviais, de forma que é comum a formação de pequenas lagoas. Os afloramentos, via de regra, têm espessura inferior a 5m, estando bastante intemperizados. Assim, torna-se difícil acompanhar as camadas de um a outro afloramento.

Aproximadamente, 14 km ao sul da cidade de Riachão, encontramos uma sequência de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados, claros e arroxeados, com intercalações de arenitos finos, esbranquiçados, ligeiramente friáveis, grãos sub-arredondados e foscos. Os siltitos basais passam gradativamente a calcários, às vezes com delgadas lâminas (1 cm) de evaporitos intercaladas. No topo desta seção, aparece um banco de arenito vermelho, micáceo, muito fino, pertencente à Formação Motuca.

Outra sequência típica da Formação Pedra de Fogo, constatamos 6 km ao sul de Balsas, na estrada para Tasso Fragoso, começando por um arenito muito fino, maciço, matriz argilosa,

esbranquiçado, grãos sub-arredondados, caolínico, capeando siltitos e folhelhos cinza-arroxeados, róseos, nos quais se intercalam várias camadas delgadas (20 cm) de sílex compacto cinza-avermelhado.

Um banco de sílex oolítico, vermelho-esbranquiçado, foi constatado 30 km ao oeste de Balsas e representa, segundo Ojeda e Bembom (op. cit.) a parte superior desta formação.

A parte basal foi muito bem observada no reconhecimento entre São Raimundo das Mangabeiras e Ribeiro Gonçalves. Observamos uma sequência de sílex amarronzado, de fratura sub-conchoidal, intercalada com argilitos e siltitos róseos e amarelos, parcialmente silicificados, muito bem estratificados.

4.2.3. Ambiente de deposição e idade

Os sedimentos da Formação Pedra de Fogo depositaram-se em ambiente costeiro, alternadamente lagunar-lacustrino.

O sílex oolítico que foi originalmente calcário, depositou-se em águas rasas, bem movimentadas. A presença de evaporitos indica uma forte salinidade d'água.

Foi baseado no anfíbio vertebrado *Laberitodonte* que Price atribuiu idade permiana à esta formação (Ojeda e Bembom, op. cit.).

4.3. FORMAÇÃO MOTUCA

4.3.1. Generalidades

Plummer (1946, Mesner e Wooldridge, op. cit.), foi o primeiro a propôr o termo Motuca para os folhelhos vermelhos tijolo e leitões delgados de anidrita e calcário que ficam sobrepostos as camadas de Pedra de Fogo, na Fazenda Motuca, entre Benedito Leite e São Domingos do Azeitão, Estado do Maranhão.

Campbell (1949, Ojeda e Bembom, op.cit.) englobou a Formação Motuca de Plummer como pertencente à Formação Pastos Bons.

Foi, entretanto, o "Grupo de Estudos da Bacia do Maranhão" (Ojeda e Bembom, op.cit.) criado pela Petrobrás que elevou Motuca à categoria de Formação.

ambiente de deposição continental de água doce para esta formação (Ojeda e Bambom, op. cit.).

As camadas de evaporitos que ocorrem na base da formação atestam pequenas invasões marinhas.

A intensa coloração vermelha dos sedimentos, às vezes ferruginosos, não deixa dúvida de que reinou durante a deposição um clima árido fortemente oxidante. A presença de mica às vezes abundante no topo da formação, indica ambiente de deposição em águas tranquilas.

Os sedimentos estudados não revelaram características marcantes texturais e ou estruturais de deposição em ambiente eólico.

Mesner e Wooldridge (op.cit.) atribuem-lhe idade do Permiano Superior, com reserva, baseados nos achados fósseis e sua posição estratigráfica.

4.4. FORMAÇÃO SAMBAÍBA

4.4.1. Generalidades

Coube a Plummer (1947, Mesner e Wooldridge, op.cit.) introduzir o termo Sambaíba para representar uma sequência de arenitos constituintes da Serra da Vitória, próxima à cidade de Sambaíba, inicialmente como Membro Superior da Formação Melancieiras, hoje já extinta.

Outros trabalhos sucederam-se na Bacia do Maranhão. Campbell (1949), Blankennagel (1953) e Kremer C. W. Campos (1955), (Ojeda e Bambom, op.cit.), ao estudarem os mesmos arenitos, optaram pela sua manutenção como membro.

Contudo, o "Grupo de Estudos da Bacia do Maranhão" criado pela Petrobrás (Ojeda e Bambom, op.cit.), resolveu definitivamente elevar ditos arenitos à categoria de Formação.

4.4.2. Descrição

Na localidade típica de sua definição, constatamos uma sequência espessa composta essencialmente de arenitos finos a médios, às vezes bem selecionados, friáveis, grãos às vezes foscos, sub-arredondados, pouca matriz argilosa, friáveis, caulínicos, de cores amarela, vermelho-arroxeadas e esbranquiçadas.

Alguns bancos de arenito exibem estratificação cruzada cuneiforme, muito bem definida, outros estratificação paralela. Aparece no t^opo, uma camada de arenito fortemente silicificado, muito compacto, grãos em geral sub-angulares, cimento silicoso, fratura sub-conchoidal, c^or cinza-amarelada. Essas camadas sendo muito resistentes aos processos atuais de intemperismo, formam sempre paredes verticais.

Ao longo da BR-230, entre a localidade de Mato Grosso e à cidade de São Raimundo das Mangabeiras, ocorre alguns afloramentos desta formação, quase sempre constituídos de arenitos finos, eventualmente com lentes grosseiras, sub-arredondados, matriz pouco argilosa, c^or avermelhada devido aos atuais processos de intemperismo, apresentando estratificação lenticular distinta.

O contato superior com os basaltos não foi observado. Verifica-se na sua proximidade um intenso metamorfismo de contato, produzindo a silicificação de arenitos de espessura às vezes considerável (30-40 m), como é o caso da Cachoeira do Macapá, 40 km ao norte de Balsas.

4.4.3. Ambiente de deposição e idade

Camadas espessas de arenitos finos a médios, eventualmente grosseiros, às vezes bem selecionados, grãos f^oscos, sub-angulares a arredondados, com estratificação cruzada dos tipos cuneiforme e lenticular, indicam, sem dúvida, deposição em ambiente flúvio-eólico.

É provável que tenha ocorrido o levantamento da área fonte, com acentuação do relêvo, para que houvesse criado condições da formação de clásticos grosseiros s^obre finos da Formação Motuca, como também da discordância angular já citada. Ojeda e Bambom (op. cit.), aliás, já propuseram essa discordância entre as Formações-Motuca e Sambaíba.

Não tendo sido encontrado até agora conteúdo fóssilífero na Formação Sambaíba, Mesner e Wooldridge (op. cit.) baseados na posição estratigráfica, atribuíram-lhe idade triássica superior.

4.5. BASALTOS

4.5.1. Generalidades

Coube a Lisbôa (1914, Mesner e Wooldridge, op.cit.) pela primeira vêz, descrever os derrames basálticos que ocorrem na cidade de Grajaú (Maranhão), correlacionando-os com os derrames da Bacia do Paraná.

Contudo, coube a Campbell (1949, Ojeda e Bambom, op. cit.) colocar os derrames basálticos da parte central da Bacia do Maranhão entre os arenitos Sambaíba e Corda, separados de ambos por discordância.

4.5.2. Descrição

Os derrames basálticos ocupam grande faixa da área do Projeto e foram divididos pela Petrobrás (Mapa Geológico escala 1:1.000.000) em Basaltos Mosquito, Fortaleza e Sardinha. Nos nossos trabalhos de campo, não tivemos a oportunidade de diferenciá-los.

Ao norte da cidade de Riachão, próximo à localidade de Bom Jardim, constatamos os basaltos em posição superior aos arenitos da Formação Sambaíba. São facilmente reconhecíveis pelo seu solo argiloso, marron-avermelhado e cinza-escuro, com uma exuberante cobertura vegetal. Via de regra, seus afloramentos estão restritos aos leitos dos riachos e rios (Farinha, Marim, etc.), onde aparecem formando pequenas cachoeiras. Apresentam forte tendência à decomposição esférica.

Texturalmente, os basaltos são afaníticos, às vêzes com estrutura amigdaloidal como verificamos na Cachoeira da Laranja, próxima à localidade Flôr do Dia. Sua composição mineralógica é essencialmente de plagioclásios, máficos (minerais ferro-magnesianos). Neste local, os basaltos estão sobrepostos provavelmente aos arenitos e siltitos da Formação Corda e poderiam ser correlacionados com os derrames basálticos descritos por Moore (Mesner e Wooldridge, op. cit.) ao sudeste de Grajaú.

4.5.3. Origem e Idade

W. M. Rezende (1965, Ojeda e Bambom, op.cit.) assegu-

ra que em derrames basálticos desta natureza, o nível geodético do magma encontra-se acima da superfície topográfica. Falhas e fraturas pré-existentes constituíram o conduto para passagem do magma.

Os derrames basálticos encontrando-se entre os arenitos da Formação Sambaíba (do Triássico Superior, com reserva) e os folhelhos fossilíferos da Formação Codó, podem ter sido formados desde o Triássico Superior até o Cretáceo.

4.6. FORMAÇÃO CORDA

4.6.1. Generalidades

Coube a Lisbôa (1914, Mesner e Wooldridge, op.cit.) introduzir o termo Corda para englobar um arenito abaixo do derrame basáltico, na cidade de Grajaú, Maranhão.

Entretanto, foi Campbell (1949, Ojeda e Bembom, op. cit.) que englobou à Formação Corda tanto os arenitos acima dos basaltos como abaixo dos folhelhos da Formação Codó.

4.6.2. Descrição

A área de ocorrência desta formação via de regra está localizada acima do paralelo 7° de latitude Sul.

Poucos foram os afloramentos estudados desta formação tendo em vista sua forma de ocorrência quase sempre em chapadas arenosas. Na faixa próxima ao paralelo de 7° as ocorrências da Formação Corda estão sobrepostas aos derrames basálticos, sob a forma de "ilhas". Aproximadamente 30 km ao sul de Fortaleza dos Rogueiras, encontramos camadas de siltitos cinza-arroxeados, com nódulos brancos caolínicos, compactas.

Nas proximidades da localidade Bom Jardim, ao norte de Riachão, encontramos um siltito litologicamente semelhante, encaixando diques de arenitos sub-verticais, com espessura de 20-30 cm, ligeiramente compactados, grãos sub-arredondados, branco-amarelados, sobrepostos aos basaltos. A presença destes diques sugere que durante a deposição, ainda existiam movimentos sísmicos (Mabessone, pag. 80, 1968) provenientes dos derrames basálticos.

Na cachoeira da Laranja, encontramos sotoposta aos ba

saltos, uma sequência com espessura de 4 m composta de argilitos, siltitos e arenitos avermelhados e róseos; estes últimos, exibem uma granulometria fina a média, grãos sub-arredondados, fôscos, friáveis, mal classificados, sem estratificação, ligeiramente compactados devido ao metamorfismo de contato.

Ao sul de Grajaú, aproximadamente no limite da área do Projeto, constatamos uma sequência de siltitos, argilitos e arenitos, bem intercalados. Os argilitos e siltitos normalmente são de coloração amarelo-avermelhada; os arenitos apresentam grãos sub-arredondados e fôscos, cor creme, granulometria fina a média, com estratificação cruzada do tipo cuneiforme, muito bem definida.

No restante da área, como nos perfis Leandro a Resplandes, Resplandes a Jatobá e Resplandes a Aldeia, a cobertura de solos, em extensas chapadas, não nos permitiu melhores observações de campo.

4.6.3. Ambiente de deposição e idade

Os dados disponíveis são escassos para se opinar sobre a deposição desses sedimentos.

Apenas localmente constatamos alguns caracteres texturais e estruturais que sugerem deposição em ambiente flúvio-éolico. Devia reinar ao norte de Riachão, durante a deposição, alguns movimentos de origem vulcânica, para que se formassem os diques de arenitos.

Mesner e Wooldridge (op. cit.) baseados na posição estratigráfica, atribuíram idade jurássica à Formação Corda.

4.7. FORMAÇÃO GRAJAÚ

Apesar de constar no mapa geológico escala 1:1.000.000 da Petrobrás, os arenitos da Formação Grajaú não foram reconhecidos nos trabalhos de campo, devido a inacessibilidade aos seus afloramentos.

4.8. FORMAÇÃO CODÓ

Nas mesmas condições da anterior.

4.9. FORMAÇÃO ITAPECURÚ

4.9.1. Generalidades

O termo Formação Itapecurú foi introduzido por Campbell (1949, Mesner e Wooldridge, op. cit.) para agrupar uma sequência de arenitos variegados, siltitos e folhelhos que o correm no vale do rio Itapecurú.

Mesner e Wooldridge (op. cit.) fazem referência a grande variabilidade litológica da Formação, desde uma "série de camadas vermelhas variegadas na Bacia do Maranhão, passando a clásticos cinza azulados e vermelhos na Bacia de São Luiz, clásticos cinza, grosseiros, mal classificados e folhelhos escuros e betuminosos na Bacia de Barreirinhas".

4.9.2. Descrição

Conquanto esta formação esteja cobrindo grande parte da área do Projeto, formando os elementos morfológicos mais expressivos como as Serras do Itapecurú, Negra, Cinta e Croeira, a penas seis afloramentos, mal expostos e intemperizados, foram estudados ao longo do reconhecimento geológico-radiométrico.

Litologicamente, a formação está representada por arenitos finos a médios, feldspáticos, de coloração vermelho-arroxeadada, pobremente selecionados, grãos sub-angulares a sub-arredondados, matriz siltico-argilosa, eventualmente com cimento ferruginoso. Às vezes, como nos flancos ocidentais das Serras Negra e Croeira, aparecem siltitos arenosos com espessura de 2 m, intercalados nos arenitos, acarretando formas de relêvo escalonadas. Um intemperismo intenso nessas camadas, cuja maior consequência, é a formação de "canga ferruginosa", de espessura entre 4 a 5m, impede que localmente se realize observações mais pormenorizadas. Essa lateritização é um dos fatores importantes contra à erosão atual, de forma que êsses arenitos formam quase sempre extensas chapadas.

Mineralogicamente, predomina o quartzo. Secundariamente, aparecem minerais argilosos e feldspatos em alteração. Resalte-se a presença de moderado teor de minerais escuros, provavelmente ilmenita e magnetita.

4.9.3. Ambiente de deposição e idade

Os elementos disponíveis, assaz insuficientes, não nos permitiram determinar o ambiente de deposição da Formação Itapecurú.

Contudo, os estudos detalhados de Mesner e Wooldridge (op. cit.) revelaram que sua origem é muito complexa e mista. Os sedimentos originais foram depositados alternadamente em vales chatos, planos aluviais, deltas e estuários.

Segundo Mesner e Wooldridge (op. cit.) na Formação Itapecurú foram encontrados os fósseis *Turritella*, *Inoceramus* e *Merinea*, típicos do Cretácio.

4.10. QUATERNÁRIO

Compõe-se especialmente de aluviões e terraços fluviais.

5. TECTÔNICA

A sequência paleo-mesozóica que aflora na área do Projeto, apresenta um mergulho quase que imperceptível no sentido NE e NW, reflexo direto da estrutura monoclinal da bacia, cuja sequência litológica mergulha suavemente, com ângulo raramente superior a 1° .

O caráter tectônico de natureza epirogenética (F. M. de Almeida, 1964) que bem caracteriza a bacia, está representado em nossa área pela amplitude suave dos dobramentos das camadas, principalmente naquelas pertencentes ao neo-Paleozóico.

Ao sul de Balsas, ocorre uma extensa falha normal de direção N-S (vide Foto 4) que elevou a parte superior da Formação Piauí em relação à parte inferior da Formação Pedra de Fôgo. Este falhamento, nos pareceu estar relacionado às perturbações de caráter mais ativo verificadas em fins do Paleozóico e que segundo F.M. de Almeida (op. cit.) chegaram a provocar inconformidades angulares locais entre termos do Permiano e Triássico, fenômeno este também observado em nossa área (vide Foto 3), entre as Formações Motuca e Sambaíba que representam aqueles períodos, respectivamente.

O magmatismo básico a que esteve sujeita a bacia durante o Jurássico, não chegou a ocasionar fenômenos de deformação significativa. Os efeitos traduziram-se apenas por extensos derrames basálticos (bem representados a N e NW da nossa área) que cobriram sedimentos triássicos na porção centro-oeste da bacia, enquanto intrusões de diabásio preencheram fendas e fraturas existentes na sequência paleozóica.

Foram observados alguns fenômenos de natureza local, tais como estruturas de colapso em camadas de arenitos contendo intercalações de evaporitos (Formação Motuca), além de dobramentos e pequenas falhas normais devidos a fenômenos de competência diferencial nas diversas formações (sobretudo Sambaíba).

Fenômeno bastante generalizado por toda a área, é o intenso fraturamento de direções gerais NE-SW e NW-SE apresentado pelas diversas formações. Acreditamos que tal fenômeno esteja relacionado à competência diferencial das mesmas ou, por outro lado, ao caráter epirogenético da própria bacia.

6. RADIOMETRIA

6.1. GENERALIDADES

As radiações nucleares foram usadas em estudos de laboratórios pouco tempo após a descoberta da radioatividade em 1896. As técnicas empregadas inicialmente, usando material fotográfico, medidores elétricos, etc. eram muito limitadas e de pouca sensibilidade.

Com a descoberta da radioatividade nos minerais e rochas, desenvolveu-se o contador Geiger-Muller que apesar de sua boa sensibilidade, teve seu uso limitado em trabalhos de campo devido ao peso e tamanho.

Com o uso cada vez maior do urânio como fonte de energia atômica, em aplicações diversas, verificou-se um verdadeiro "rush" em fins da II Guerra Mundial, no sentido de localizar jazidas deste metal em todo o mundo, especialmente nos Estados Unidos da América. Em vista disso, procurou-se desenvolver contadores portáteis e eficientes tais como os cintilômetros que a partir de então passaram a constituir os instrumentos de uso mais difundido na prospecção de minerais radioativos.

Os contadores são utilizados na prospecção para detectar radiações gama e algumas vezes beta, provenientes dos minerais e rochas. A curta emissão da radiação alfa, torna impraticável sua detecção no campo.

6.2. CARACTERIZAÇÃO RADIOMÉTRICA DAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

Sendo a determinação da variação do "background" uma parcela importante em trabalhos de prospecção autoportada, a sua observação constituiu uma das principais preocupações de nosso trabalho. Assim as diversas formações estudadas na área do Projeto, estão bem definidas radiométricamente no quadro 6.1. construído a partir de leituras e observações nos afloramentos.

Conforme se verifica pelos quadros 6.2 a 6.5 e pelos perfis autoportados (figuras 6.1 a 6.14), podemos destacar as Formações Itapecurú, Corda e Sambaíba, além dos basaltos, como as que apresentaram leituras mais uniformes ao longo das tra

Quadro das Relações Estratigráficas/Radiométricas

BASEADO EM AFLORAMENTOS ESTUDADOS

Quadro - 6.1

FORMAÇÃO	PORÇÃO	LITOLOGIA DOMINANTE	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO	RADIOMETRIA (CPS)	COMPONENTES MINERALÓGICOS		FEIÇÕES ESTRUTURAIS	COR	NÚMERO DE AFLORAMENTOS ESTUDADOS
					PREDOMINANTES	SECUNDÁRIOS			
Itapecuru	Inferior	Arenitos finos e Siltitos	Continental Mixto	30/40	Quartzo Feldsp. alterado Argila	Pouca mica, m _l nerais escuros	Não observadas devido intemperismo	Roxa e avermelhada	06
Corda	Não diferenciada	Arenitos	Continental (Flúvio-Eólico)	20/60	Quartzo	n/obs.	Estrat. cruzada cuneiforme; níveis silisificados intertraticados	Roxa até amarelada	11
Basaltos	Não diferenciada	Basalto		10/20	Minerais Ferro-magnesianos Plagioclásio	n/obs.	Amígdalas e espessos derrames	Cinza escuro	04
Sambaíba	Superior Inferior	Arenitos	Continental (Flúvio-Eólico)	10/40	Quartzo Feldspato Caulim	n/obs.	Estrat. cruzada cuneiforme e paralela	Rósea, creme, avermelhada e branca	21
Motuca	Superior	Folhelhos Siltitos	Mares	80/140	Quartzo Argila	Mica muscovita	Estrat. paralela	Tijolácea	23
	Inferior	Arenitos	Continental	40/60	Quartzo	Níveis de calcário e anidrita	Estrat. paralela cruzada	Rosea e avermelhada	
Pedra de Fogo	Superior	Folhelhos Siltitos	Remanescentes	60/120	Argila Quartzo	Mica muscovita	Estrat. paralela	Cinza, vermelha esverdeada	27
	Inferior	Argilitos Silexitos		40/60	Chert				
Prauí	Superior	Argilitos Folhelhos Siltitos Arenitos	Continental	20/160	Argila Quartzo	Micas	Estrat. paralela cruzada	Variegada	11

ESQUEMA EXPLICATIVO DOS PERFIS

Quadro - 6.2

FIGURA	PERFIL	FORMAÇÃO	BACKGROUND (cps)		DEST. RADIOMÉTRICO (cps)		ORIGEM DO DESTAQUE	LOCALIZAÇÃO DO DESTAQUE
			AUTOPORTADO	AFLORAMENTOS	BACKGROUND	LEITURA		
1	Mato Grosso a S. R. das Mangabeiras (65km)	Sambaíba Motuca	20 30/60	30 60/90	 60	 120	Diferença litológica entre arenitos e siltitos micáceos	3km a leste de S. R. das Mangabeiras
2	Balsas a Fortaleza dos Nogueiras (96km)	Corda Basaltos Sambaíba Motuca Pedra de Fogo	20 20/30 20 20/30 40	25 25 60				
3a	F. dos Nogueiras Faz. Tabocas B. Itapecuru Faz. Bois (180km)	Itapecuru Corda Basaltos Sambaíba Motuca	20/30 10/20 10/15 10/20 10/20	40 25 20	 20	 40	Concentração de lateritas	25km a norte de Brejo Itapecuru
3b	Balsas Riachão Faz. Dois Irmãos (97km)	Motuca Pedra de Fogo	20/40 20/50	60 60	60/90(?) 60	120 130	Diferença litológica entre arenitos e folhelhos micáceos a) Solo lateritizado b) Arenitos e folhelhos	40km a leste de Riachão 24km a oeste de Balsas
3c	Riachão Limpeza Várzea Limpa Balsas (123km)	Motuca Pedra de Fogo	15/45 20/50	60 60	 60	 90	Diferença litológica entre arenitos e folhelhos	15km a sul de Riachão

ESQUEMA EXPLICATIVO DOS PERFIS

Quadro - 6.3

FIGURA	PERFIL	FORMAÇÃO	BACKGROUND (cps)		DEST. RADIOMÉTRICO (cps)		ORIGEM DO DESTAQUE	LOCALIZAÇÃO DO DESTAQUE
			AUTOPORTADO	AFLORAMENTOS	BACKGROUND	LEITURA		
4	Balsas a Brejo Alegre (59km)	Pedra de Fogo	20/40	60/90	60	120	a) Lateritas b) Diferença litológica entre arenitos e folhelhos Diferença litológica entre arenitos e argilitos	6km a sul de Balsas 55km a sul de Balsas
		Prauí	30	30/60	60	140		
5a	10km a N de Balsas a Cach. Macapá (43km)	Motuca	20/40	40/60	60	80	Diferença litológica entre siltitos e folhelhos micáceos	17km a norte de Balsas 22km a norte de Balsas
		Sambaíba	20	30		100		
5b	R. Gonçalves a km 30 Uruçuí (28km)	Pedra de Fogo	50/70	90				
5c	Loreto a Tucuns (28km)	Motuca	30/60	40/90	90	150	Diferença litológica entre arenitos e folhelhos micáceos	6km a leste de Loreto
6a	Riachão Bom Jardim Farinha (82km)	Corda	5/10	15				
		Basaltos	5/10	15				
		Sambaíba	10	20				
		Motuca	20/30					
6b	Farinha a Flor do Dia (114km)	Itapecuru	10/20	20/40				
		Corda	10	20/30				
		Basaltos	10	15				

ESQUEMA EXPLICATIVO DOS PERFIS

Quadro - 6.4

FIGURA	PERFIL	FORMAÇÃO	BACKGROUND (cps)		DEST. RADIOMÉTRICO (cps)		ORIGEM DO DESTAQUE	LOCALIZAÇÃO DO DESTAQUE	
			AUTOPORTADO	AFLORAMENTOS	BACKGROUND	LEITURA			
6c	Flor-do-Dia a Sto. Inês (120km)	Corda Basaltos	20/40 10	20/60 15					
7a	Bacuí a Aldeia (28km)	Corda	10	20					
7b	Leandro a Resplandes (18km)	Corda	10/20	20	20	80	Lateritas	2km a norte de Resplandes	
7c	Resplandes a Jatobá (28km)	Corda	20/30	30/40					
8	S.R. da Man- gabeiras a R. Gonçalves (80km)	Motuca Pedra de Fogo Piauí	30/60 40/60 40	30/80 90/100 25/60	70	140	Diferença litológica entre arenitos e folhelhos micáceos	10km a sul de Mangabeiras	
9	R. Gonçalves a Estiva (23km)	Pedra de Fogo Piauí	60/100 40/80	60 40/90		70	160	Diferença litológica entre arenitos e folhelhos	23km a SW de R. Gonçalves.
10	R. Gonçalves a Faz. Cacimba (55km)	Pedra de Fogo Piauí	60/100 40/50	60 60/90					

jetórias percorridas, nunca superior a 60 cps.

Ao contrário, as Formações Motuca, Pedra de Fogo e Piauí, nos estudos realizados apresentaram uma grande variabilidade de leituras desde 20 até 160 cps, sendo que as mais elevadas foram colocadas como destaques radiométricos. Como foi constatado nos trabalhos de campo, estas formações são constituídas de rochas bem diversificadas; de modo que, via de regra, os destaques radiométricos estão ligados aos folhelhos e siltitos, às vezes micáceos, contendo óxidos de ferro e matéria orgânica. As camadas arenosas componentes destas formações apresentam leituras baixas nunca superiores a 60 cps. Este fato parece estar ligado à própria natureza dessas rochas, quase sempre homogêneas, pouco argilosas e depositadas, salvo algumas camadas da Formação Piauí, em ambiente de clima quente e semi-árido, sob condições oxidantes.

6.3. APRECIÇÃO SOBRE A METODOLOGIA APLICADA

Apesar das constantes flutuações nas leituras as representações de "background" nos quadros e perfis já citados, fornecem uma boa idéia acerca das médias das leituras observadas ao longo das trajetórias atravessadas. Estes valores apresentados, entretanto, não são devidos unicamente à radioatividade dos terrenos e rochas estudados, haja visto que existe uma participação de outras fontes, tais como raios cósmicos, equipamento de campo, etc., que são desprezíveis em trabalhos dessa natureza.

Conquanto os resultados estatísticos obtidos: 1 km de reconhecimento em cada 33 km² e 1 afloramento estudado em cada 500 km², sejam reflexo não só da escassez de boas exposições litológicas, como sobretudo da deficiência quantitativa no sistema viário da região, o método autoportado foi bastante vantajoso. Este reconhecimento preliminar permitiu verificar com rapidez e eficiência o comportamento radiométrico das formações aflorantes, além de fornecer inúmeras outras informações, tais como: forma e distância dos afloramentos, tamanho e natureza das camadas rochosas constituintes.

São particularmente desinteressantes extensas áreas com espessa cobertura de solos arenosos e lateríticos. Elas se

mostram pouco expressivas radiométricamente, não só pelas condições pedológicas que as acompanham, mas sobretudo pela absoluta falta de afloramentos. E, segundo Dobrim (1963), bastam 60 cm de solos para que a maior parte da radiação gama seja bloqueada, de modo que as leituras obtidas não refletem nêstes casos, as condições reais das diversas formações. Ganhar tempo nessas áreas ultrapassando-as o mais rápido, sempre que possível foi obedecido.

Os perfis radiométricos realizados foram programados de tal modo que atravessassem o maior número de formações sedimentares da bacia, inicialmente acompanhando o sentido do mergulho das camadas e depois longitudinal e radialmente. Não fôsem os obstáculos naturais da região, não temos dúvida, os resultados teriam sido muito mais significativos.

Visando obter uma certa homogeneidade na sistemática das leituras, procuramos manter, nos afloramentos, um distanciamento adequado entre o aparelho e as rochas em observação, além de fazermos leituras nas mais diversas formas geométricas (fendas, cavidades, etc.). Este procedimento é particularmente interessante não só pelo fato de tirar o máximo proveito do efeito do ângulo sólido do cintilômetro, como também por minimizar as possíveis variações geométricas dos terrenos irregulares.

Sempre que houve variações do "background" ao longo dos perfis estudados, preocupamo-nos em verificar sua origem através de caminhamentos à pé seguindo várias direções numa área relativamente significativa. Apesar de não termos localizado nenhuma anomalia, êste procedimento é, na verdade, muito positivo e como tal nunca deve ser negligenciado, haja visto o número muito grande de anomalias assim detectadas. E como exemplo, citamos aquela encontrada pelos colegas do Projeto Itapecurú no km 17 da estrada Teresina (Pi) à Caxias (Ma).

O fato dos cintilômetros não possuírem qualquer dispositivo de alarme, como também nos faltou meios de acoplá-los ao veículo, sobrecarrega o operador; passando a exigir dêste não só uma acuidade visual às vêzes humanamente impossível, como sobretudo um esfôrço físico elogiável.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES :

- a) Uma discordância angular foi observada localmente entre as Formações Motuca e Sambaíba.
- b) Os contatos são às vezes gradacionais (Pedra de Fogo e Motuca) e às vezes bruscos (Pedra de Fogo e Piauí e, Sambaíba e Motuca).
- c) A seção litológica é predominantemente arenosa.
- d) A estrutura regional dominante é um monoclinal, mergulhando suavemente para N e para NW.
- e) Os sistemas de fratura nos arenitos estão ligados ao fenômeno da competência diferencial.
- f) Não encontramos nenhuma anomalia radiométrica na área.
- i) De uma análise do binômio ambiente de sedimentação-litologia, é a Formação Piauí (parte deltáica) a que apresenta condições mais favoráveis do ponto de vista uranífero.
- j) A Formação Pedra de Fogo, fortemente silicificada, de origem marinha, tem suas possibilidades bem reduzidas.
- k) A Formação Motuca, com sedimentos ferruginosos e depositados em ambiente fortemente oxidante, apresenta-se também bastante limitada.
- l) O fato da Formação Sambaíba apresentar uma grande monotonia em suas camadas, como também deposição em ambiente eólico, reduz em muito, sua favorabilidade.
- m) Com os dados obtidos não podemos julgar, as Formações Corda e Itapecuru.
- n) Recomenda-se que as extensas chapadas síltico-arenosas das Formações Corda e Itapecuru, normalmente inacessíveis ao método autoportado, sejam estudadas através de outros processos de prospecção adequados às condições naturais imperantes "in loco".
- o) Um estudo das paleocorrentes na parte superior da Formação Piauí, que apresenta ambiente e litologia favoráveis, seria de bom alvitre.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, F.F.M.de (1964) - Os fundamentos geológicos in "Brasil a Terra e o Homem", São Paulo, Cia. Editôra Nacional 1ª Ed, Vol.I, págs. 55-134.
- _____ (1967) - Origem e e evolução da plataforma brasileira, Rio de Janeiro, Bol. nº241 da D.G.M. do D.N.P.M., 36 págs.
- _____ (1969) - Diferenciação tectônica da plataforma brasileira, Salvador, Bol. S.B.G., Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia, págs. 30-44.
- Andrade, G.O. (1964) - Os climas in "Brasil a Terra e o Homem", São Paulo, Cia. Editôra Nacional, 1ª Ed., Vol.I, págs. 397-457.
- Andrade Ramos, J.R.de (1968) - Situação do urânio no Brasil, Belo Horizonte, Bol. S.B.G., Anais do XXII Congresso Brasileiro de Geologia, págs. 81-88.
- Barbosa, O. et Autores (1966) - Geologia estratigráfica, estrutural e econômica do Projeto Araguaia. Rio de Janeiro, monografia 141, D.G.M., D.N.P.M., 69 págs.
- Beurlen, K. (1965) - Observações no Devoniano do Estado do Piauí. Rio de Janeiro, Separata do Vol. 37, nº1, Anais da Acad. Bras. de Ciências, págs. 61 a 67.
- _____ (1965) - Introdução a Estratigrafia Geral e Comparada. Recife, Biblioteca Universitária, 440 págs.
- _____ (1967) - A Estrutura Geológica do Nordeste do Brasil. Curitiba, Bol. S.B.G., Anais do XXI Congresso Brasileiro de Geologia, págs. 151-158.
- Carneiro, R.G. & Perillo, I.A. (1968) - Semi-detache geológico da área de Ribeiro Gonçalves-Santa Filomena no sudoeste do Piauí. Petróleo Brasileiro S/A., relatório nº 281 (inédito).
- Clinton, N.J. & Carithers (1956) - Uranium Deposits in Sands Tones of Marginal Marine Origin Washington, U.S. Geological Survey, Prof. Paper 300, págs. 445-449.
- Ferreira, J.A.M. (1967) - Reconhecimento Geológico do Norte do Piauí. Recife, Série Geol. Regional nº12, Divisão de Geologia, Sudene, 23 págs.

- Fuzikawa, Kazuo (1968) - Trabalhos de prospecção de urânio na Baía do Piauí-Maranhão, Belo Horizonte, Bol.S.B.G., Anais do XXII Congresso Brasileiro de Geologia, págs. 89-92.
- Gzabau, A.W. (1960) - Principles of Stratigraphy. New York, Dover Publications Inc. , 1ª Ed. Vol.II, 1185 págs.
- Granger, C.Harry (1968) - Localization and control of uranium deposits in the southern San Juan basin mineral belt, New México. An hypothesis. Washington, U.S.Geological Survey, Prof. Paper 600, págs. 60-70.
- Harshman, N.E. (1962) - Alteration as guide to uranium ore Shireley Basin Wyoming. Washington, U.S.Geological Survey, Prof.Paper 450-D.
- Heinrich, E.W. (1958) - Mineralogy and geology of radioactive raw materials. New York MC Graw-Hill Book Company, Inc. págs. 441-452 e 357-406
- Johnson Haskall, D.(1955) - Radiometric prospecting and assaying Nuclear geology, a symposium of nuclear phenomena in the earth science. New York, John Wiley and Sons, págs. 219-241.
- Kegel, W. (1953) - Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, Bol.141, D.G.M., D.N.P.M., 46 págs.
- _____ (1955) - Água Subterrânea do Piauí. Rio de Janeiro, Bol. 156, D.G.M., D.N.P.M., 60 págs.
- _____ (1956) - As inconformidades na Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Rio de Janeiro, Bol. 160, D.G.M., D.N.P.M. 59 págs.
- _____ (1965) - A Estrutura geológica do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, Bol.227, D.G.M., D.N.P.M., 47 págs.
- Kreiter, M.V. (1958) - Geological prospecting and exploration. Moscow, Mir Publishers, págs. 32 a 33.
- Lahee, Frederic H. (1970) - Geologia Práctica - Barcelona, Ediciones Omega S/A., 3ª Ed, 895 págs.
- Lowell, D., James (1955) - Applications of cross-stratification studies to problems of uranium exploration, Chuska Mountains, Arizons-Washington, Economic Geology, vol. 50 nº 2, págs. 177-185.

- Mabesoone, J.M. (1968). Sedimentologia. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 478 págs.
- Mesner, J.C. & Wooldridge I.C.P. (1964) - Maranhão Paleozoic basin and Cretaceous coastal basins, north Brazil. American Association of Petroleum Geologists, Vol. 48, nº 9, págs. 1475-1512, 29 figs.
- Miller J., Leo (1956) - Urânio ore controls of the Happy Jack deposit White Canyon, San Juan Conty, Utah. Washington, Economic Geology, vol. 50 nº2, págs.156-169.
- Ojeda y Ojeda, H. & Bembom, F.C. (1966) - Mapeamento geológico em semi-detalle do sudoeste de Riachão. Petróleo Brasileiro S/A., relatório 260, 78 págs.(médito).
- Page R., Loncolin (1956) - Geologic prospecting for uranium and thorium. Washington, U.S. Geological Survey, Prof. Paper 300, págs.627-631.
- Roubault Marcel (1958) - Geologie de L'uranium. Paris, Masson et Cie Editeurs, 461 págs.
- Shoemaker M., Eugene (1956) - Occurrence of uranium in diatremes on the Navaso and Hopi reservations Arizons, New México, and Utah. Washington, U.S. Geological Survey, Prof. Paper 300, págs. 179-181.
- Stoking E., Hobart & Page R. Lincoln (1956) - Natural occurrence of uranium in the United States - A summary. Washington, U.S. Geological Survey, Prof. Paper 300, págs. 179-185.
- Swanson E., Vernon (1956) - Uranium in marine black shales of the United States. Washington, U.S. Geological Survey, Prof. Paper 300, págs.451-456.
- Thicham, W. Thomas & Evenson G. Charles (1955) - Uranium ore guides, Monument Valley district, Arizona. Washington, Economic Geology, vol. 50 nº 2, págs. 170-176.
- Wood B., Hiram & Ground D., W. (1956) - Techniques and guides in exploration for uranium in Shinarump channels on the Colorado Plateau. Washington, U.S. Geological Survey, Prof. Paper, 300, págs. 651-657.
- Wright, J. Robert (1955) - Ore controls in sandstone uranium deposits of the Colorado Plateau. Washington, Economic Geology, vol. 50, nº 2.

DOCUMENTAÇÃO GRÁFICA E FOTOGRAFICA

CONVÊNIO G.N.E.N. — G.P.R.M.

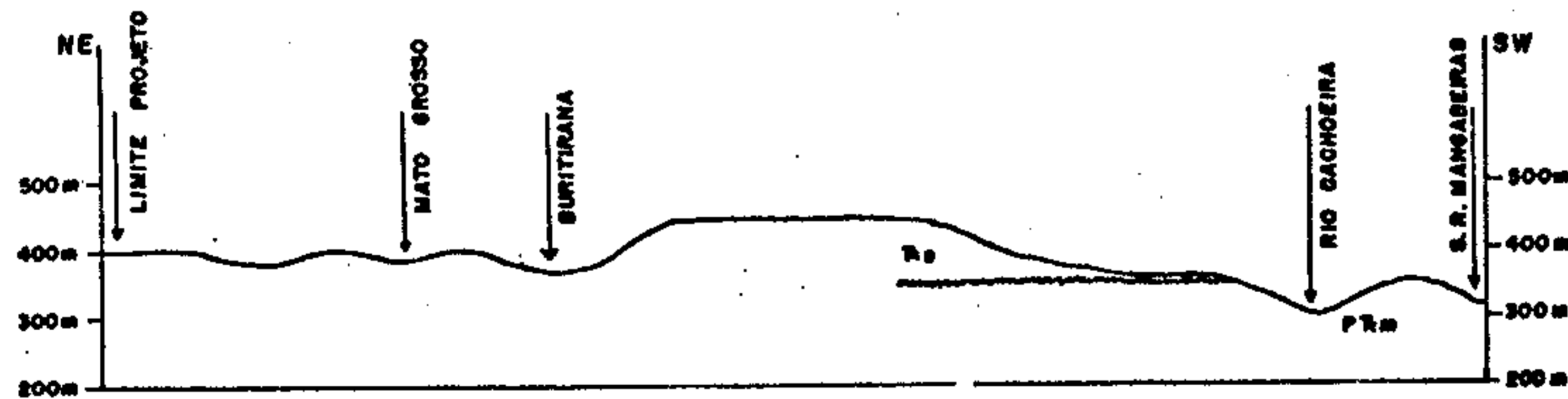
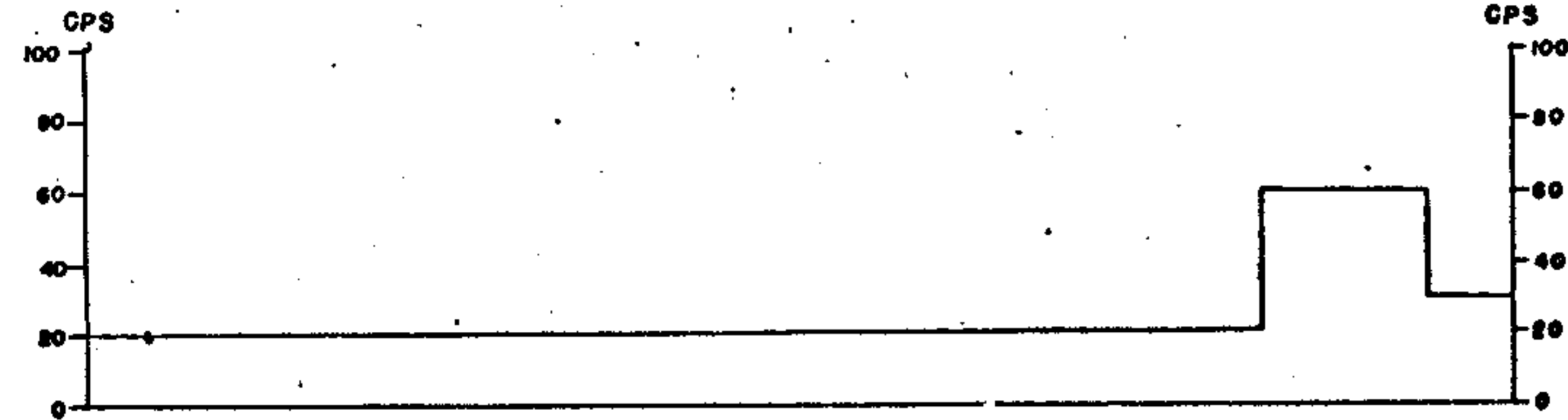
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: MATO GROSSO — S. R. DAS MANGABEIRAS

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 — 6 Km
VERTICAL: 0 — 200m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

Fm FORMAÇÃO CAMBÁDA

PRm FORMAÇÃO MOTUCA

— CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.1

CONVÊNIO C.N.E.N. — C. P. R. M

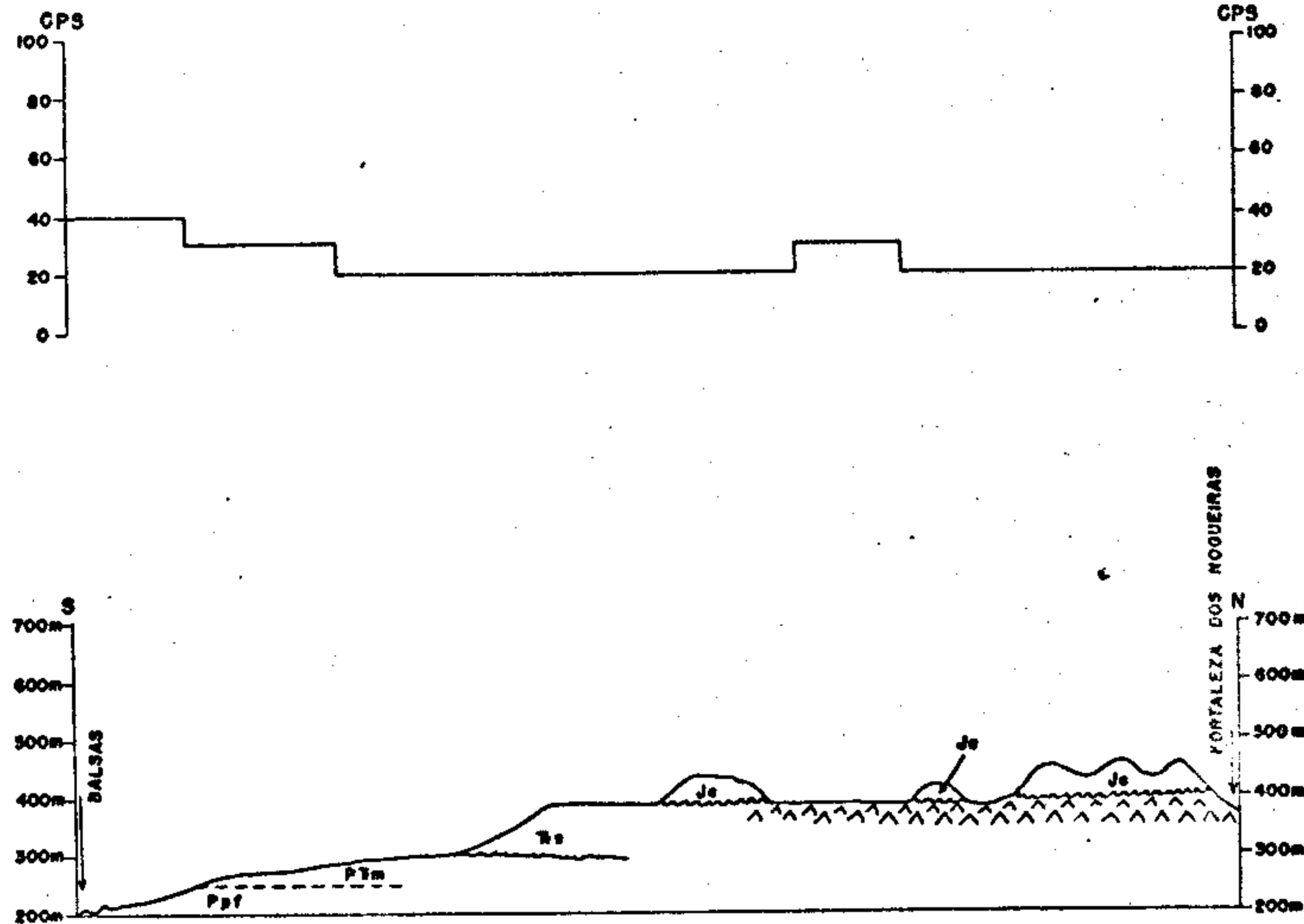
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: BALSAS — FORTALEZA DOS NOGUEIRAS

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 — 3 Km
VERTICAL: 0 — 200 m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

- Je FORMAÇÃO GORDA
- ▲▲▲▲▲ BASALTOS
- Ws FORMAÇÃO SAMBAÍBA
- PTm FORMAÇÃO MOTUCA
- Ppf FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO
- — — — — CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.2

CONVÊNIO G.N.E.N. — G. P. R. M.

PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOMÉTRICO AUTOPORTADO

PERFIL: FORTALEZA DOS NOGUEIRAS — FAZ. BOIS
 BALSAS — RIACHÃO — DOIS IRMÃOS
 RIACHÃO — FAZ. LIMPEZA — BALSAS

ESCALA HORIZONTAL: 0 20 Km

JULHO, 1971

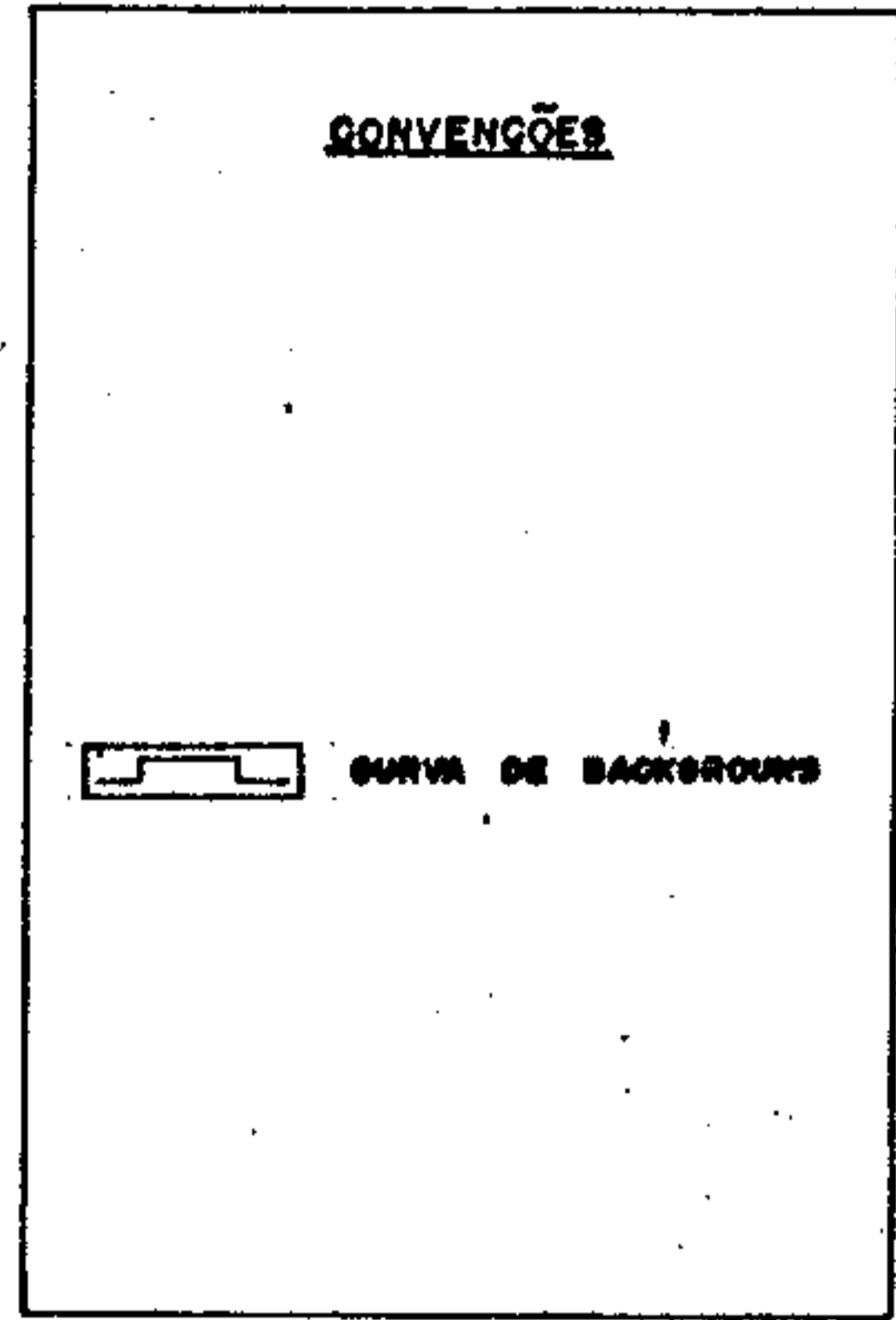
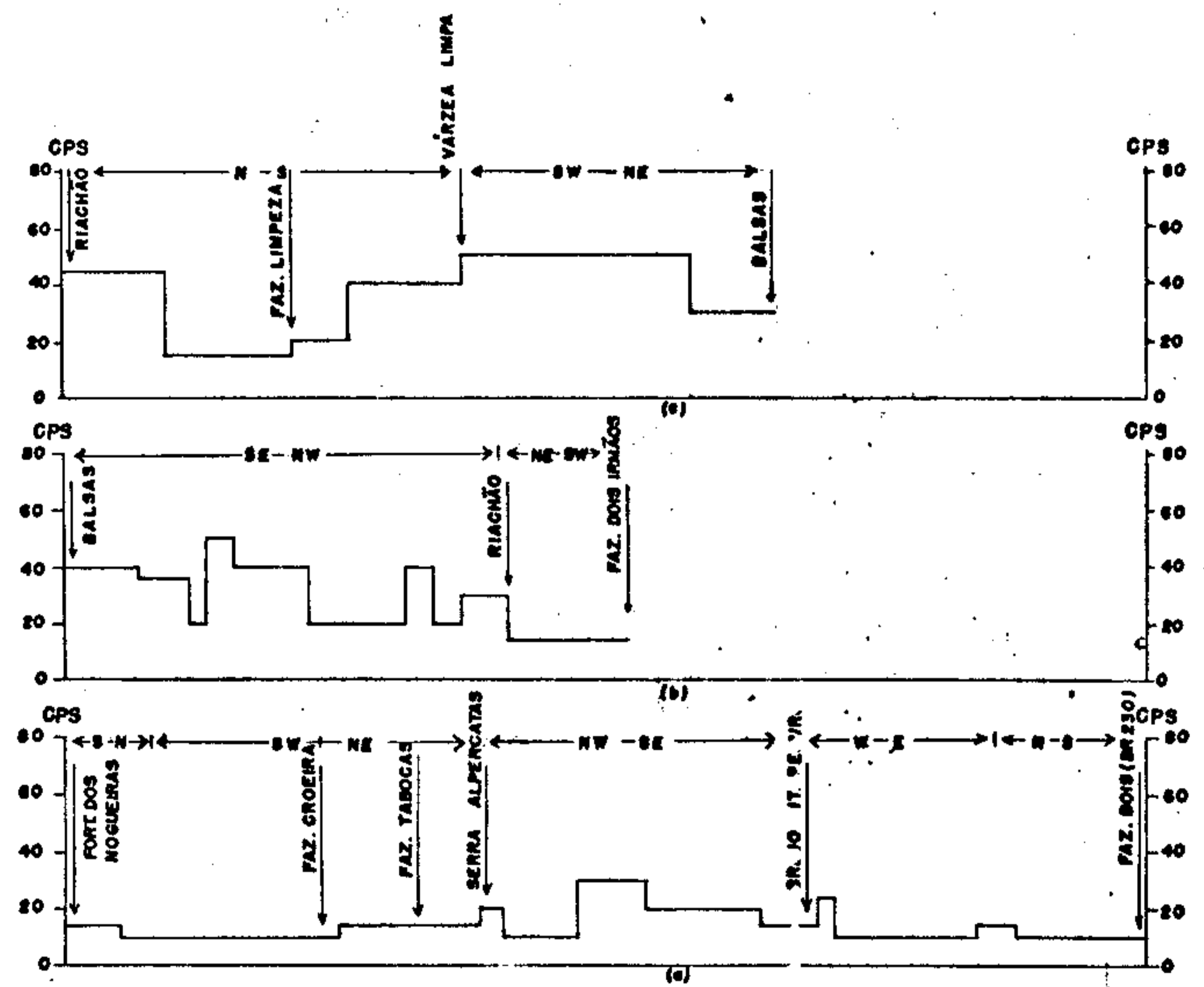


FIG. 6.3

CONVÊNIO C.N.E.N. — C. P. R. M.

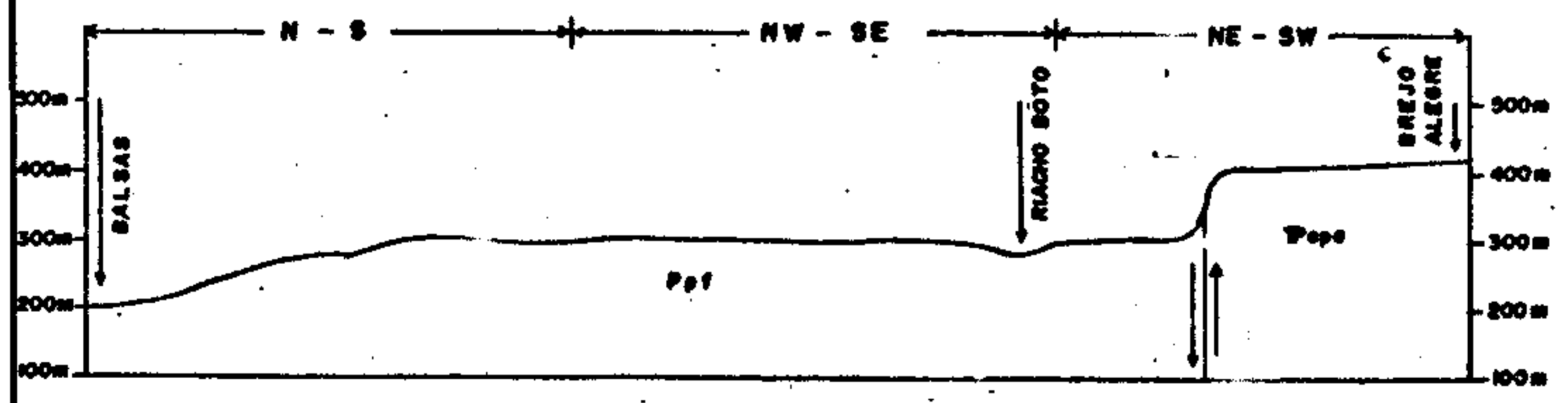
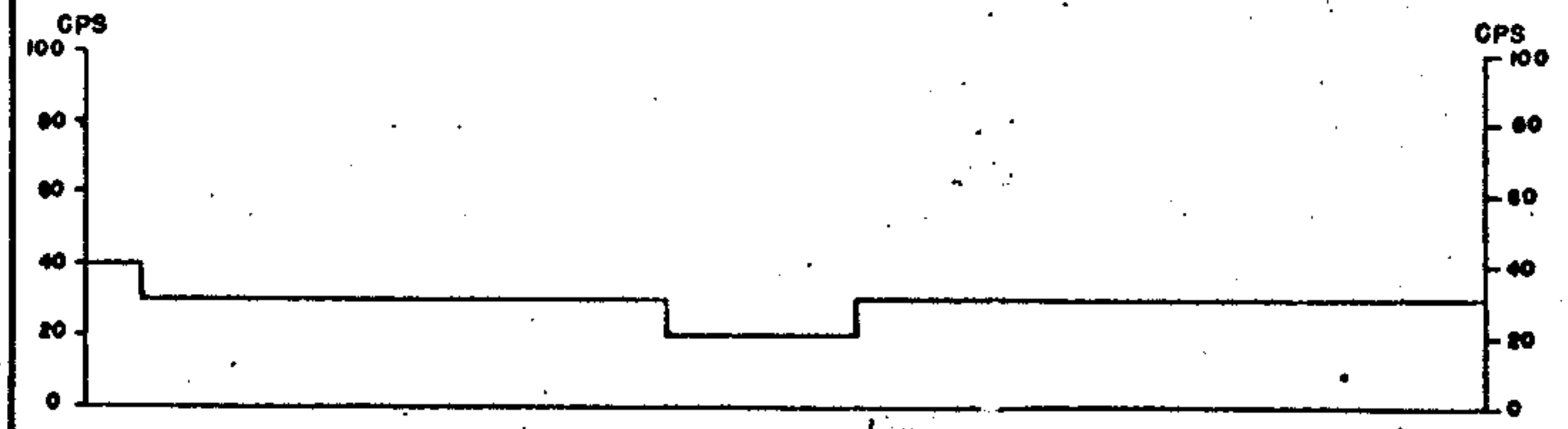
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: BALSAS — BREJO ALEGRE

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 6Km
 VERTICAL: 0 200m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES


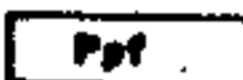

-  FORMAÇÃO PIAUÍ
-  FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO
-  CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.4

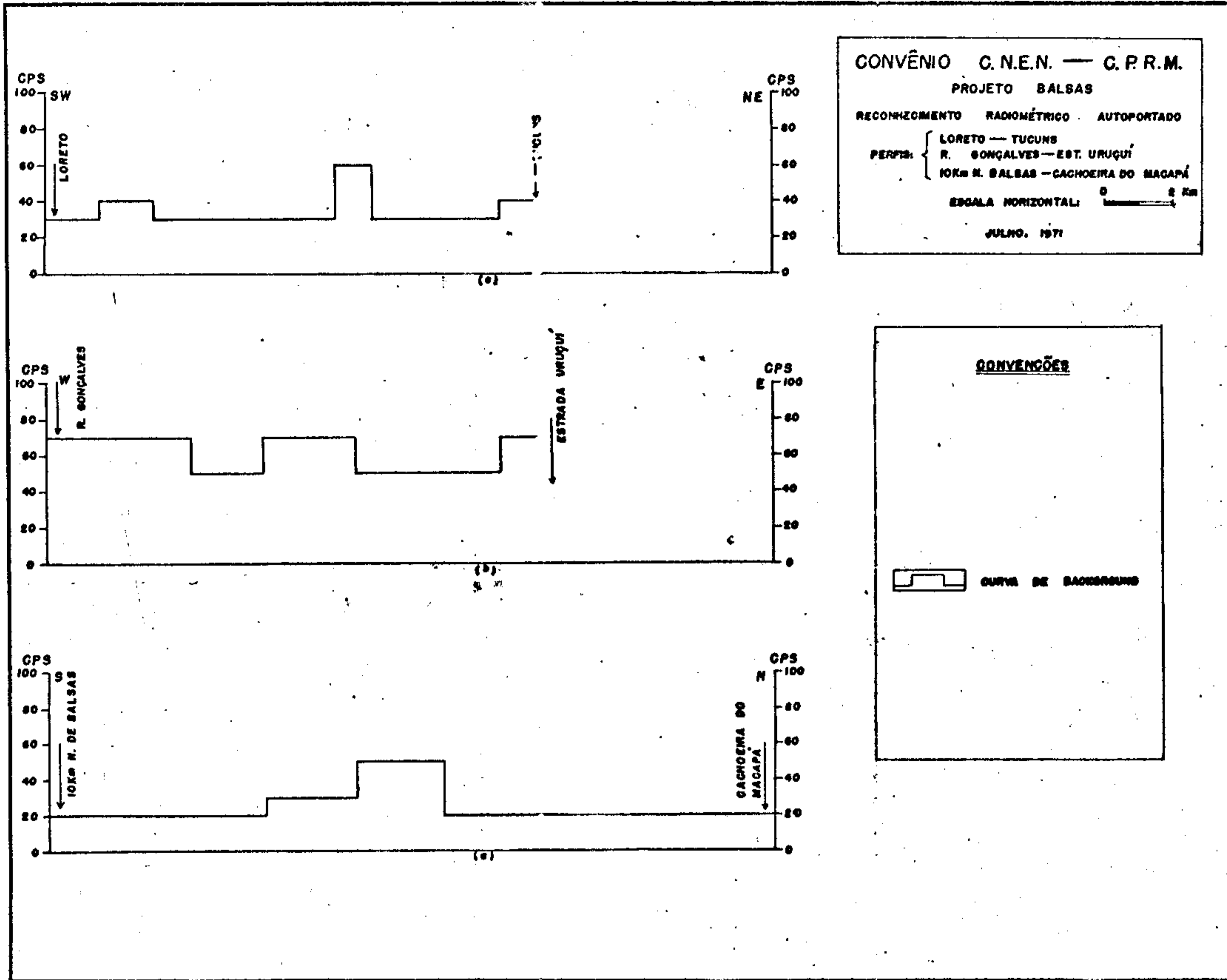


FIG. 6.5

CONVÊNIO C.N.E.N. — G.P.R.M.

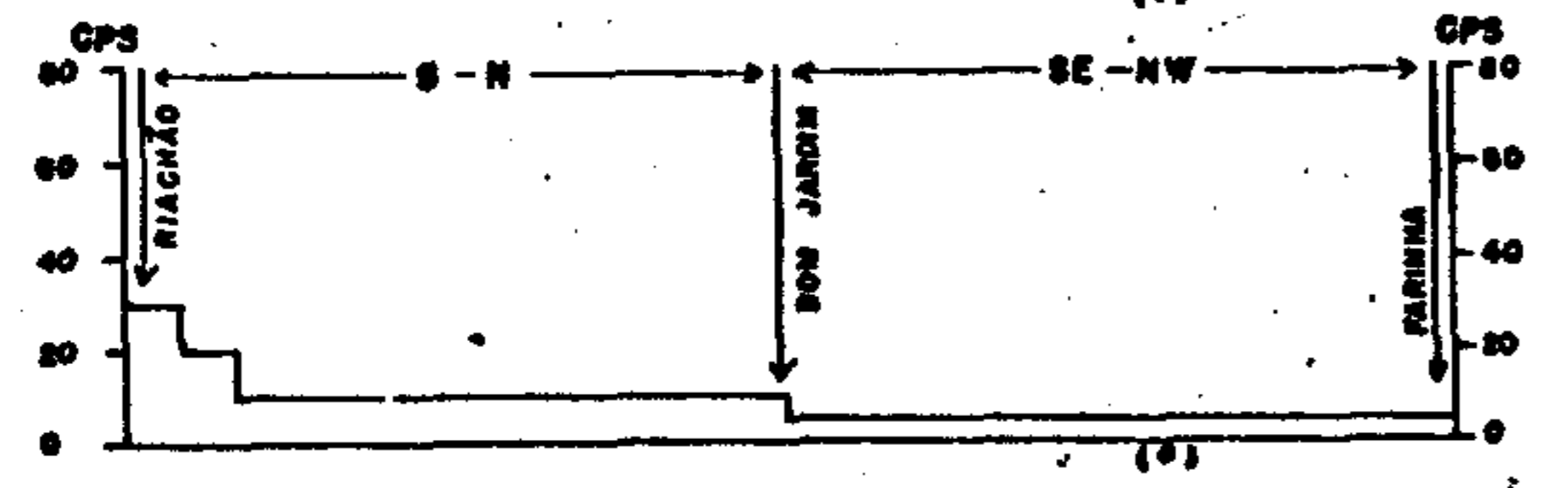
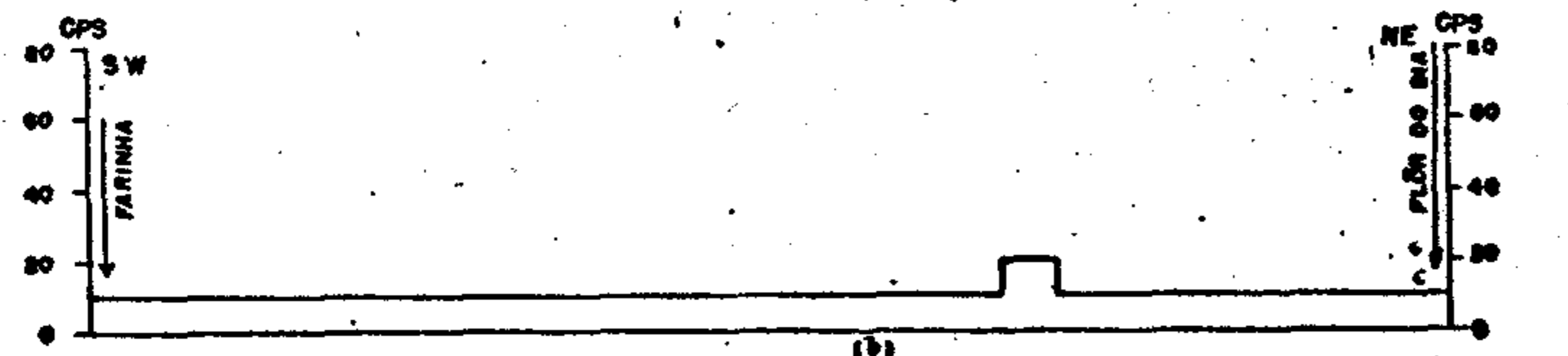
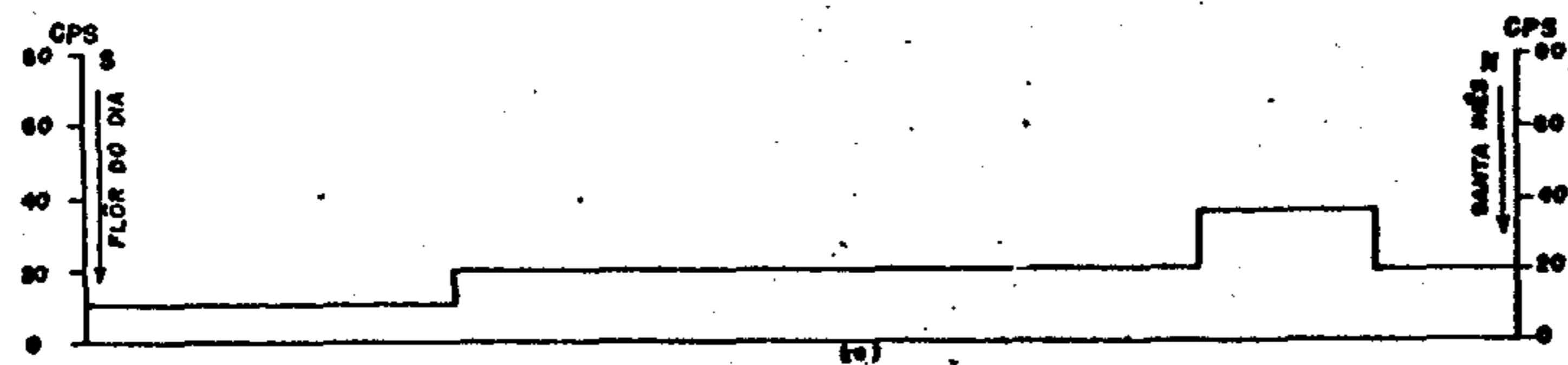
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOMÉTRICO AUTOPORTADO

PERFIL: { RIACHÃO — FARINHA
 FARINHA — FLÔR DO DIA
 FLÔR DO DIA — SANTA INÊS

ESCALA HORIZONTAL: 0 1000

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.6

CONVÊNIO G.N.E.N. — G. P. R. M.

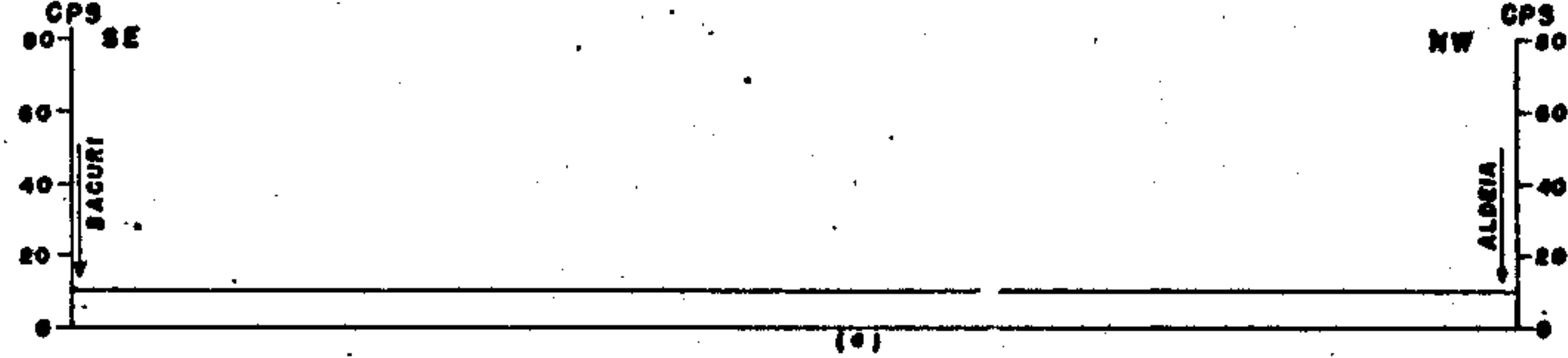
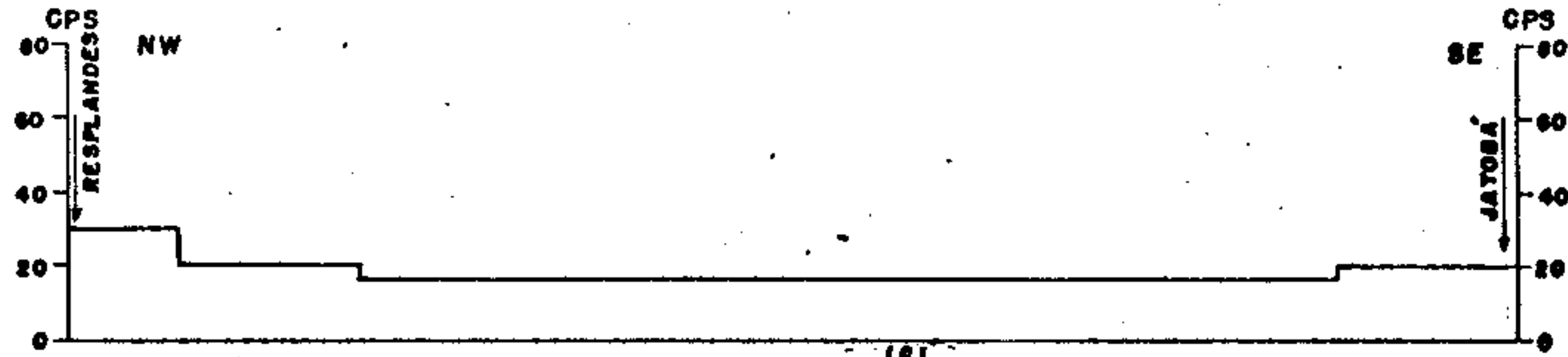
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOMÉTRICO AUTOPORTADO

- PERFIS. { SACURI — ALDEIA
LEANDRO — RESPLANDES
RESPLANDES — JATOBA

ESCALA HORIZONTAL:  3KM

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

 CURVA DE BACKGROUND

CONVÊNIO G.N.E.N. — G.P.R.M.

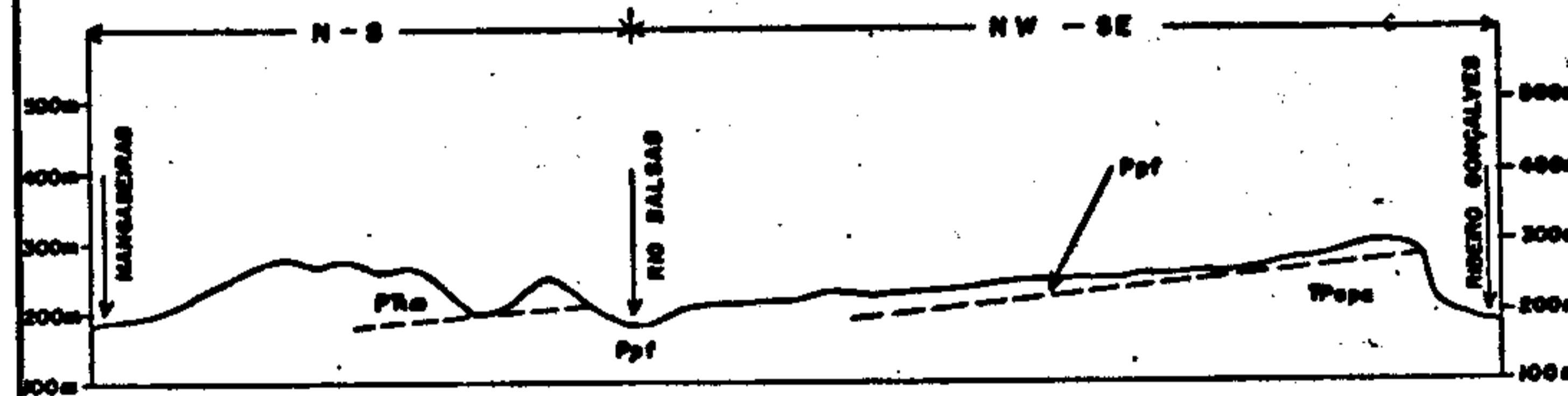
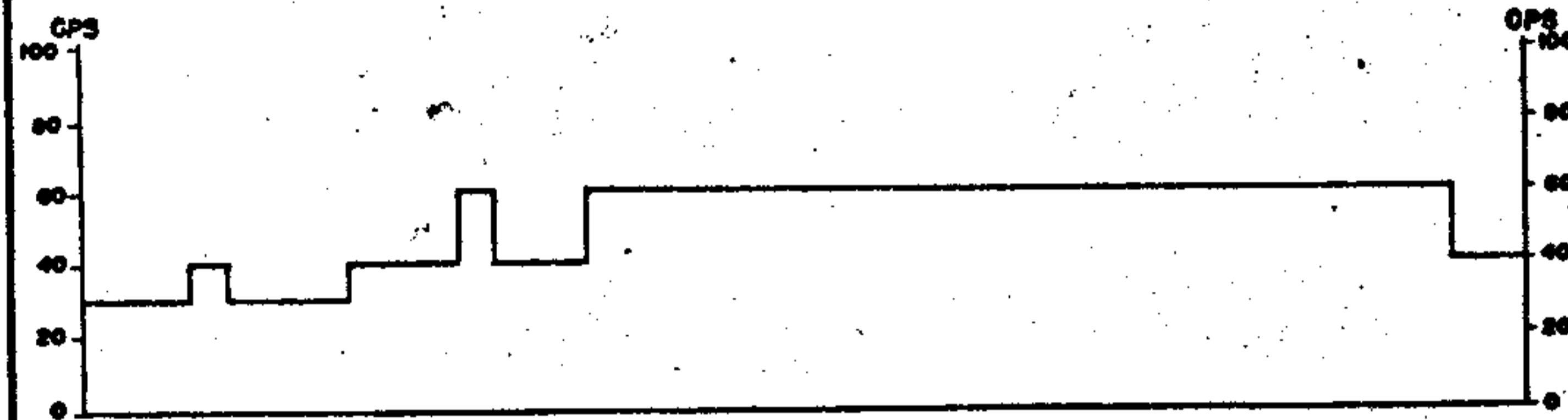
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL S. R. DAS MANGABERAS—RIBEIRO CONÇALVES

ESCALAS: { HORIZONTAL: 1:10000
VERTICAL: 1:1000

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

Pm FORMAÇÃO MOTUCA

Pp FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO

Tpe FORMAÇÃO PIAUÍ

— CURVA DE BACKGROUND

A

FIG. 6.8

CONVÊNIO C.N.E.N — C. P. R. M.

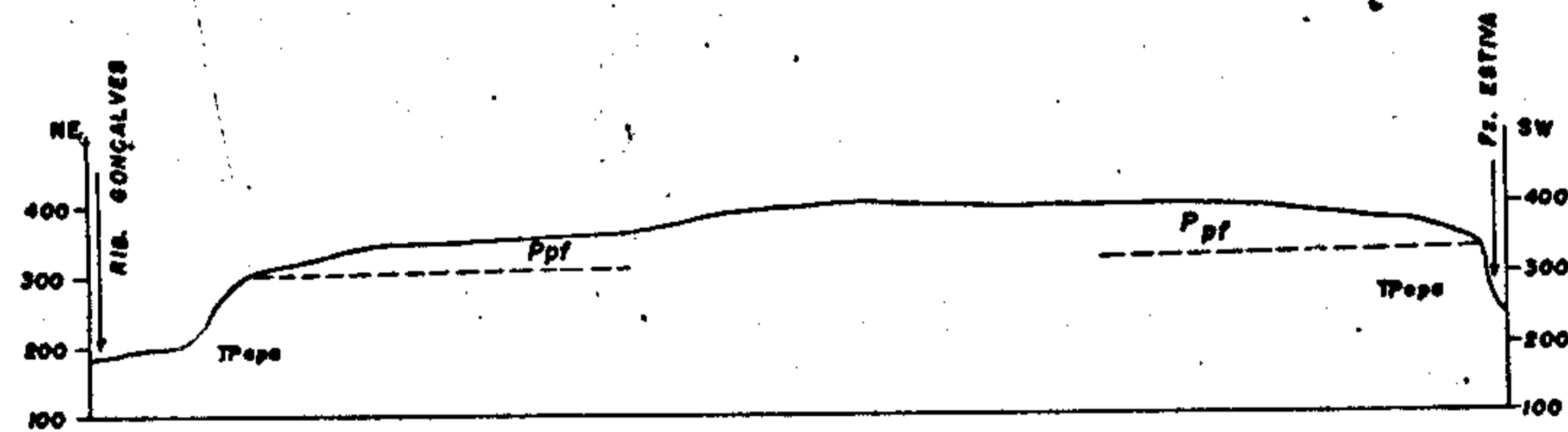
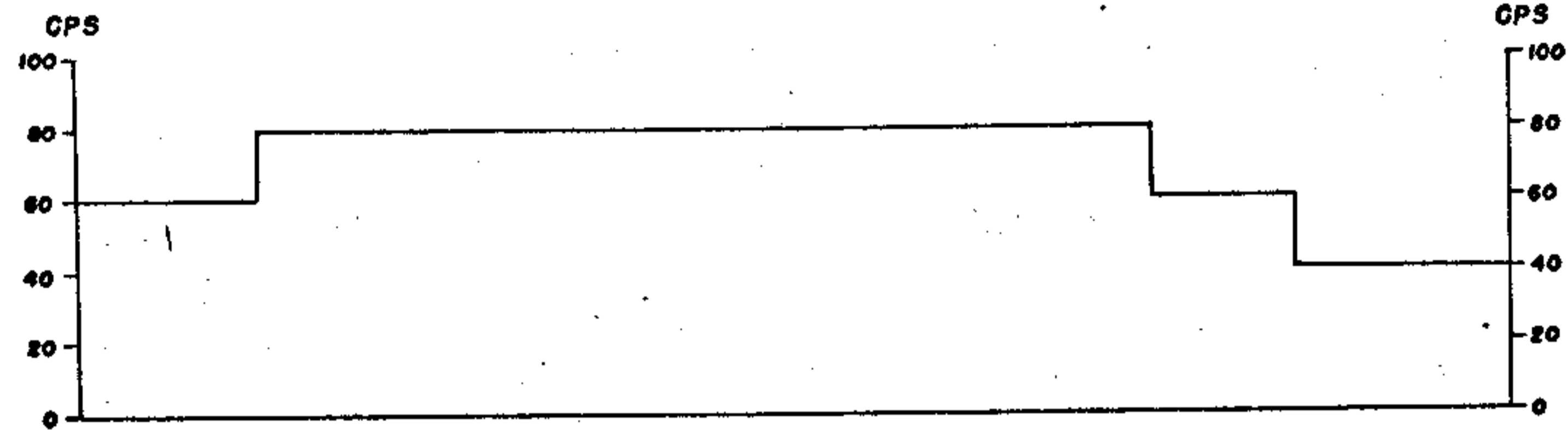
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: R. GONÇALVES — FAZENDA ESTIVA

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 2 Km
 VERTICAL: 0 200m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

Ppf FORMAÇÃO PEDRA DE FÔCO

TPapa FORMAÇÃO PIAUÍ

CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.9

CONVÊNIO C.N.E.N. — C. P. R.M.

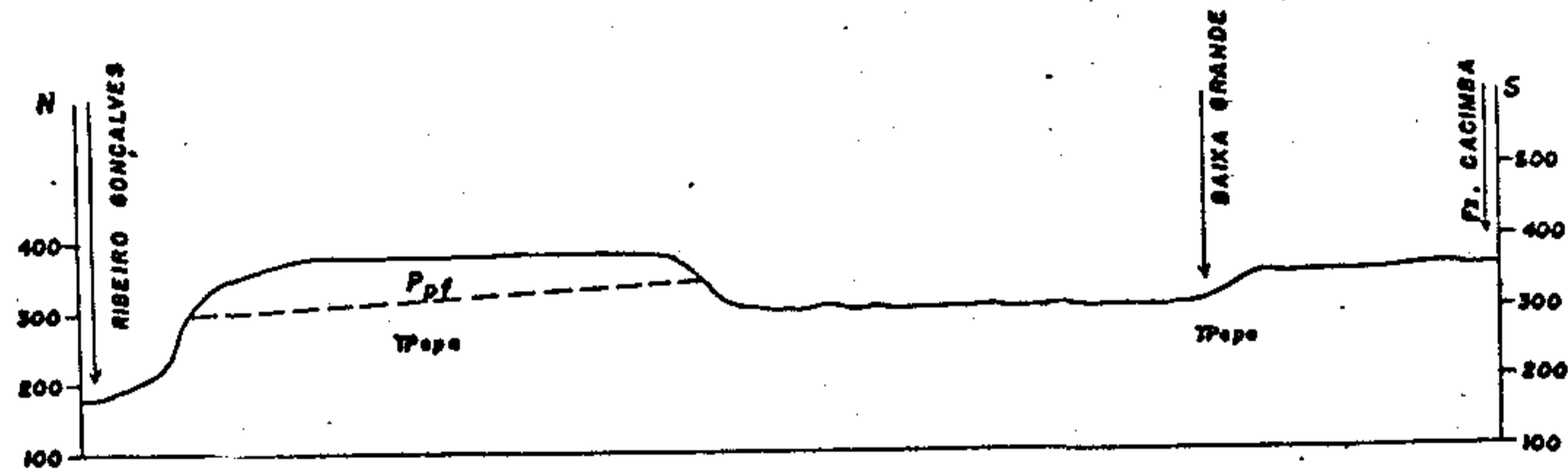
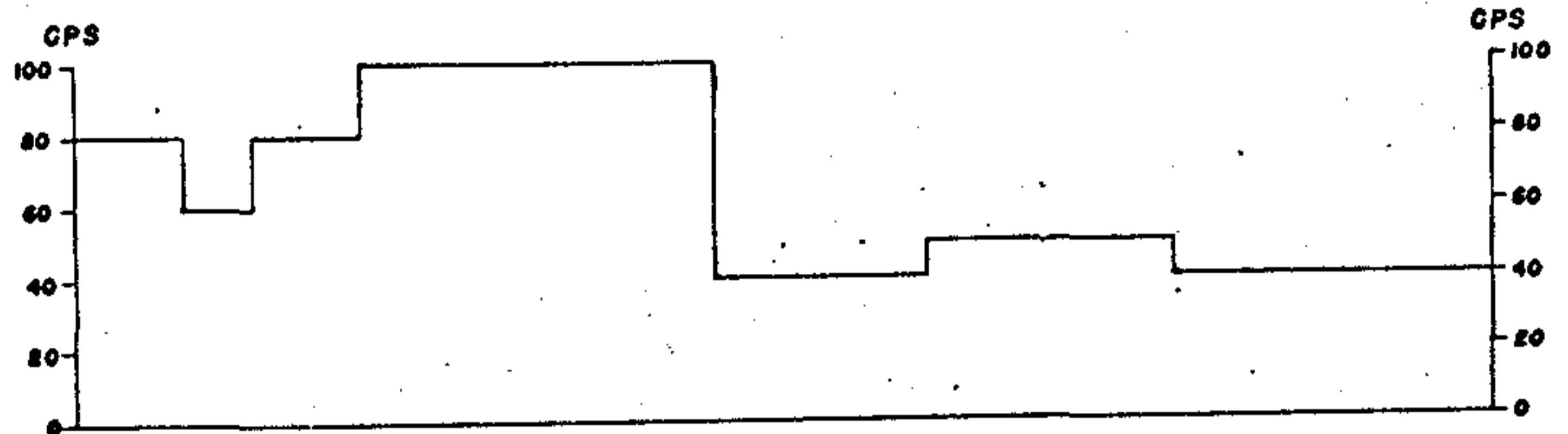
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: RIB. GONÇALVES — FT. GACIMBA

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 5 Km
VERTICAL: 0 200m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

Ppf FORMAÇÃO PEDRA DE FÔCO

Tpape FORMAÇÃO PIAUÍ

— CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.10

CONVÊNIO G.N.E.N. — G. P. R. M.

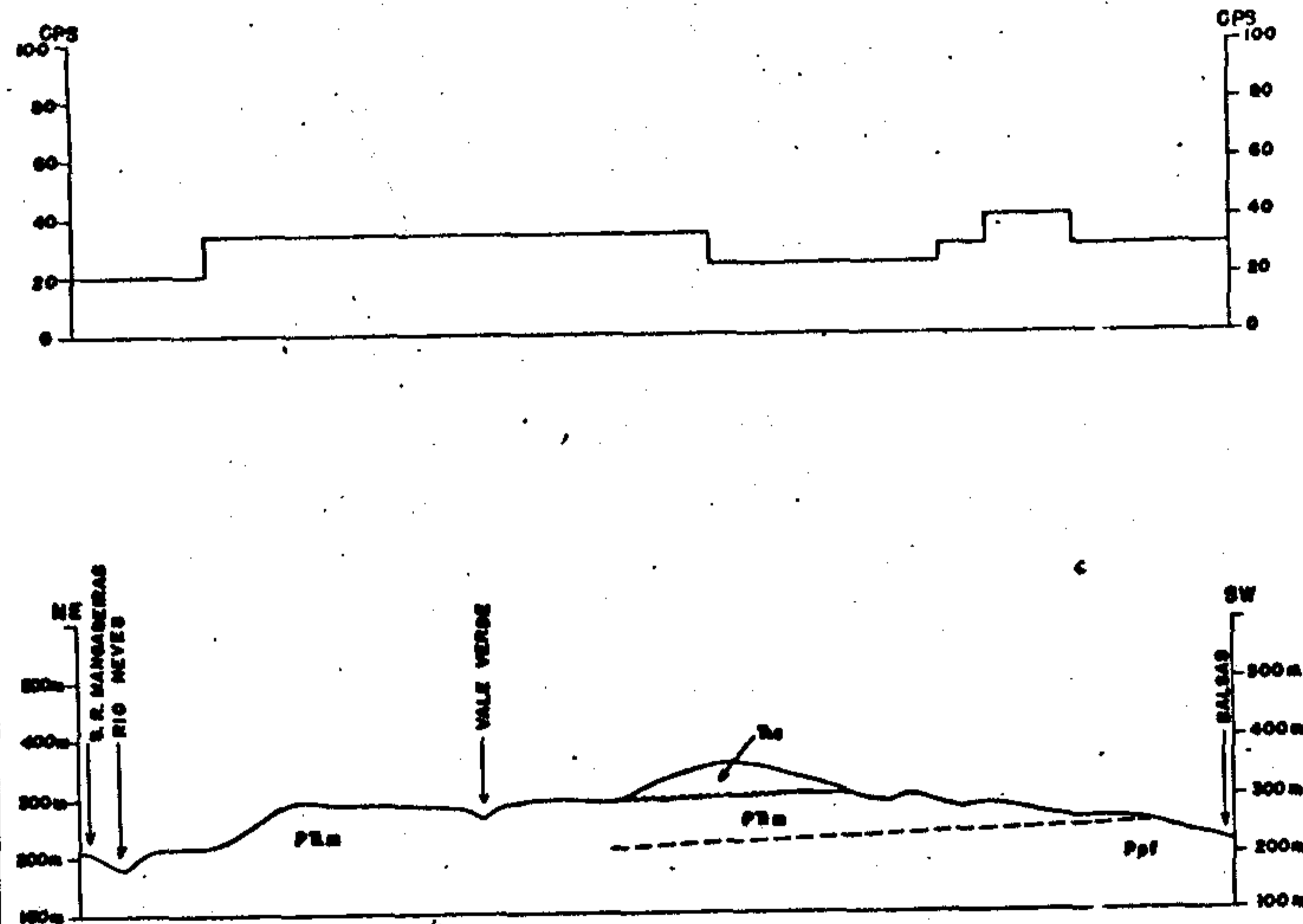
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS — BALSAS

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 9 Km
VERTICAL: 0 200m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES




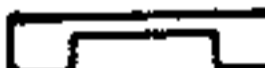
-  FORMAÇÃO SAMBAÍBA
-  FORMAÇÃO MOTUCA
-  FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO
-  CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.11

CONVÊNIO G.N.E.N. — G.P.R.M.

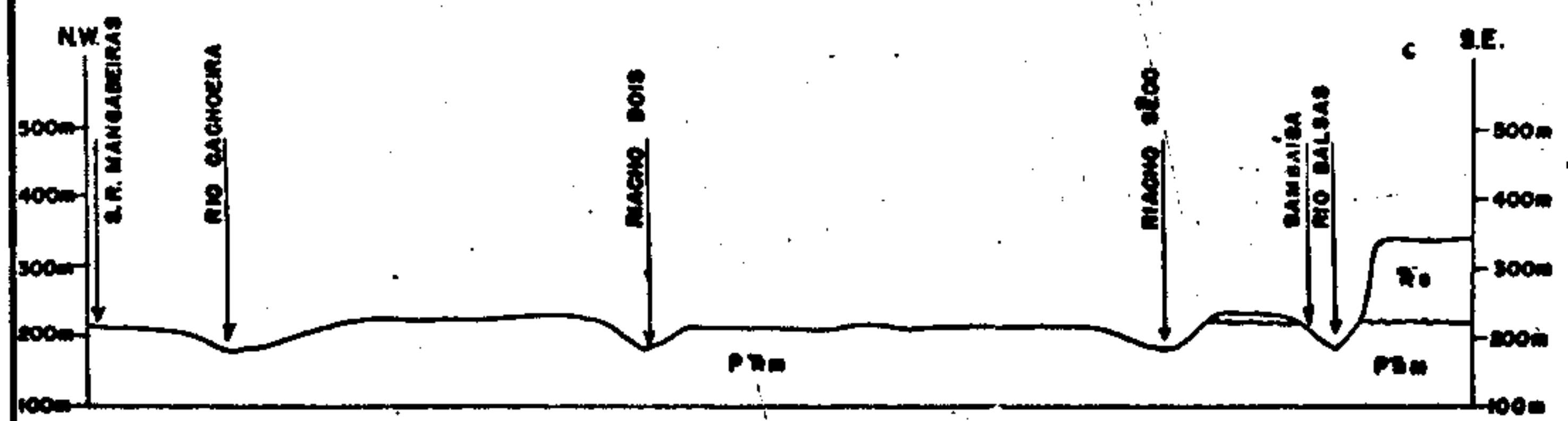
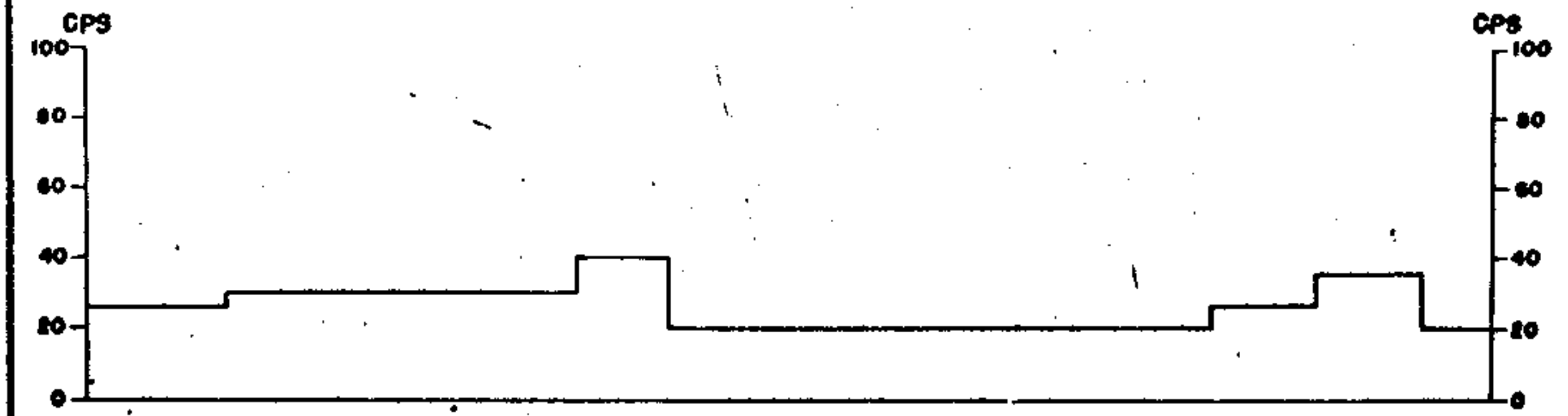
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTÁVEL

PERFL. S.R. DAS MANGABEIRAS — BANBAÍBA

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 — 1 Km
VERTICAL: 0 — 200 m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

- Bm** FORMAÇÃO BANBAÍBA
- Pm** FORMAÇÃO MOTUCA
- CURVA DE BACKGROUND

FIG. 6.12

CONVÊNIO C.N.E.N. — C. P. R. M.

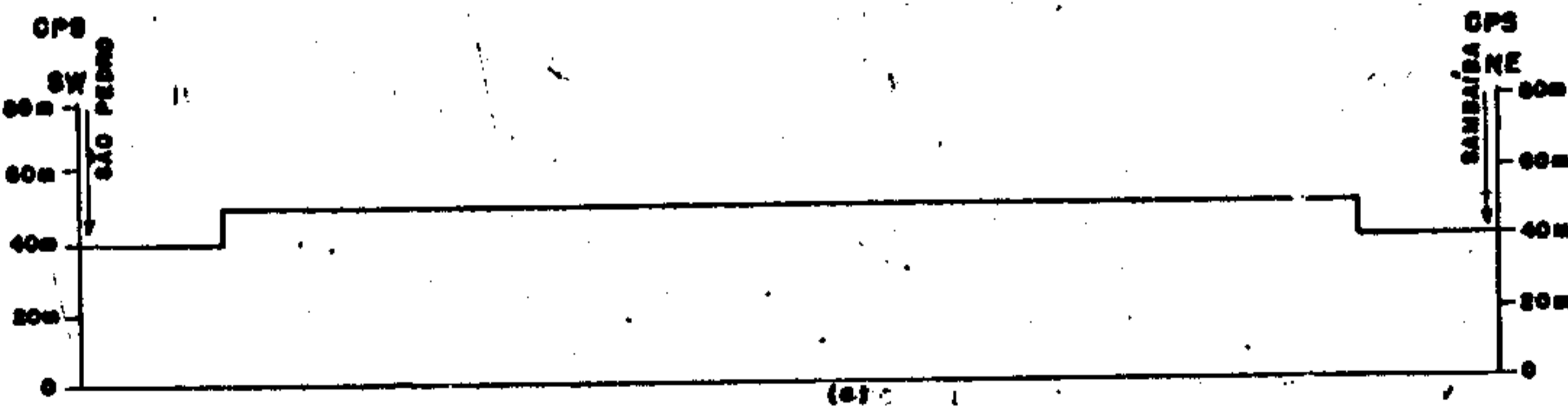
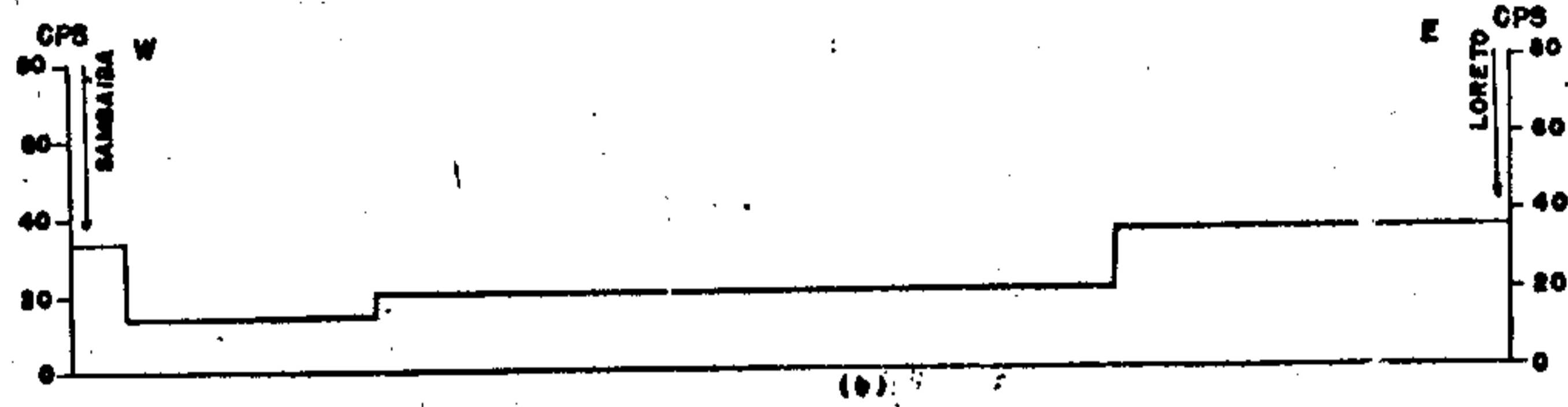
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOMÉTRICO AUTOPORTADO

PERFIS. { SÃO PEDRO — SAMBAÍBA
SAMBAÍBA — LORETO

ESCALA. HORIZONTAL: 0 3KM

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

 CURVA DE BACKGROUND

CONVÊNIO C.N.E.N. — C. P. R. M.

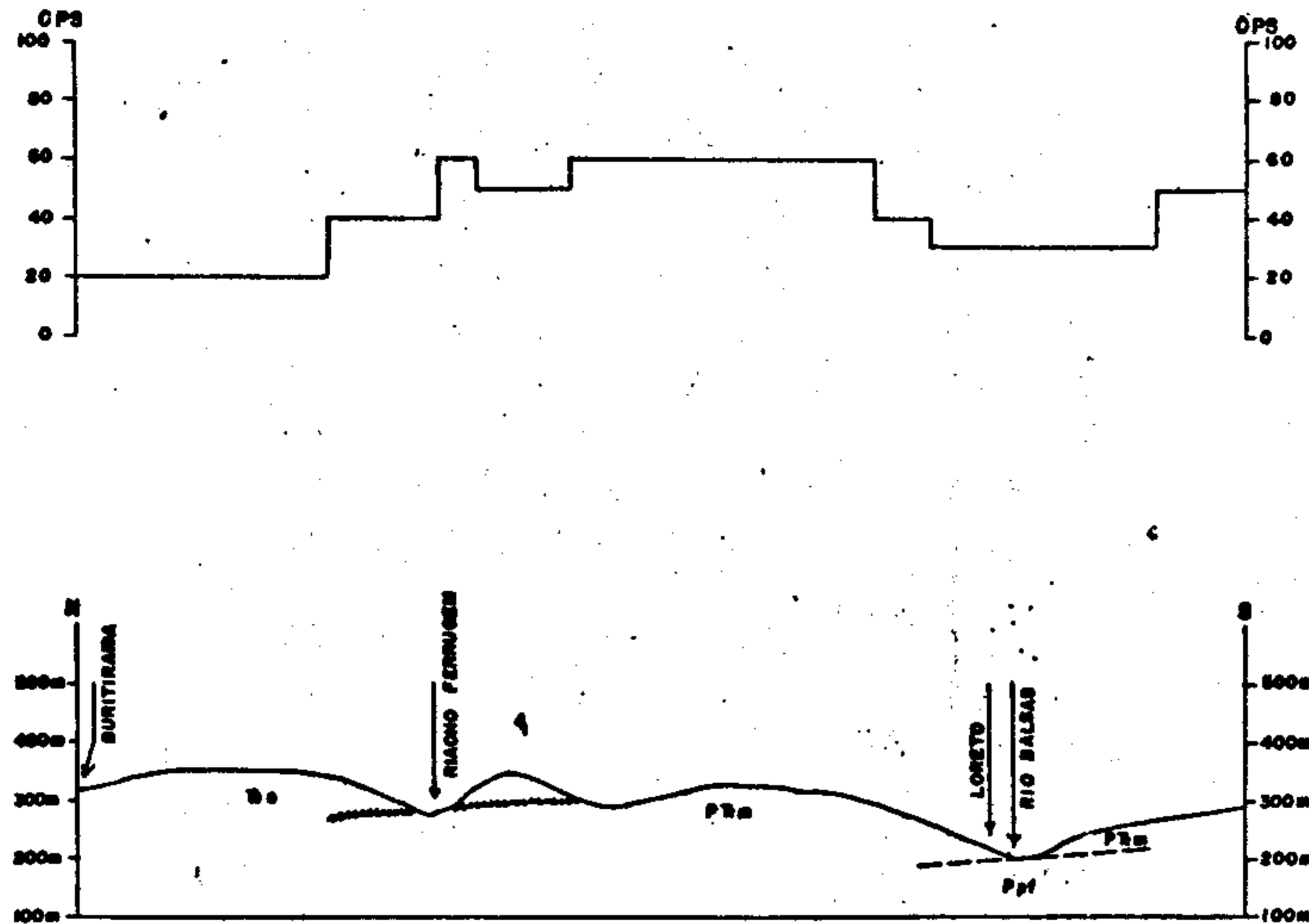
PROJETO BALSAS

RECONHECIMENTO RADIOGEOLÓGICO AUTOPORTADO

PERFIL: BURITIRANA — LORETO

ESCALAS: { HORIZONTAL: 0 4 Km
VERTICAL: 0 200m

JULHO, 1971



CONVENÇÕES

So FORMAÇÃO SAMBAÍBA

Pm FORMAÇÃO MOTUCA

Pp FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO

CURVA DE BACKGROUND

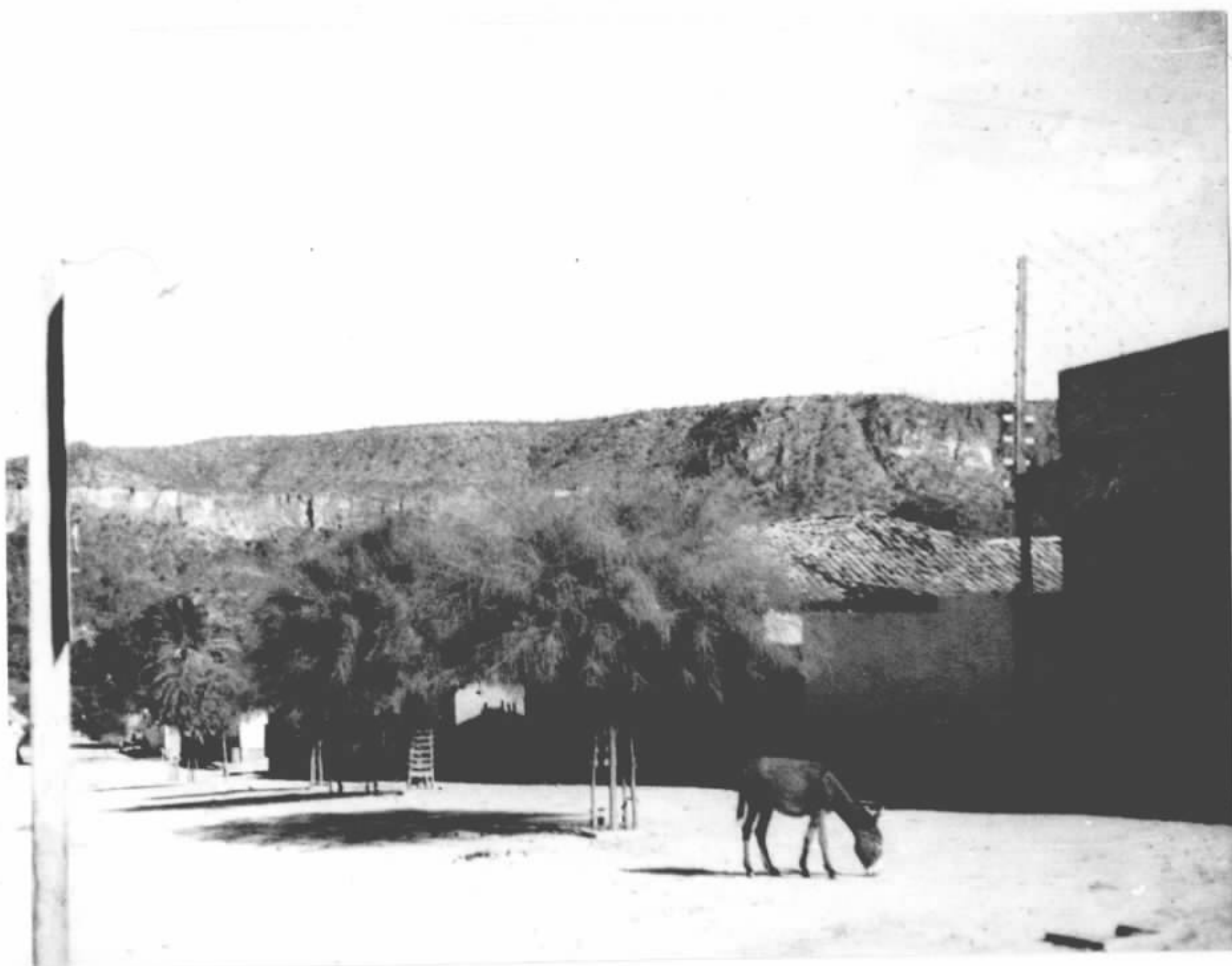


FOTO 1

Testemunho tabuliforme com escarpas verticais da Serra da Vitória, local típico de ocorrência da Formação Sambaíba.

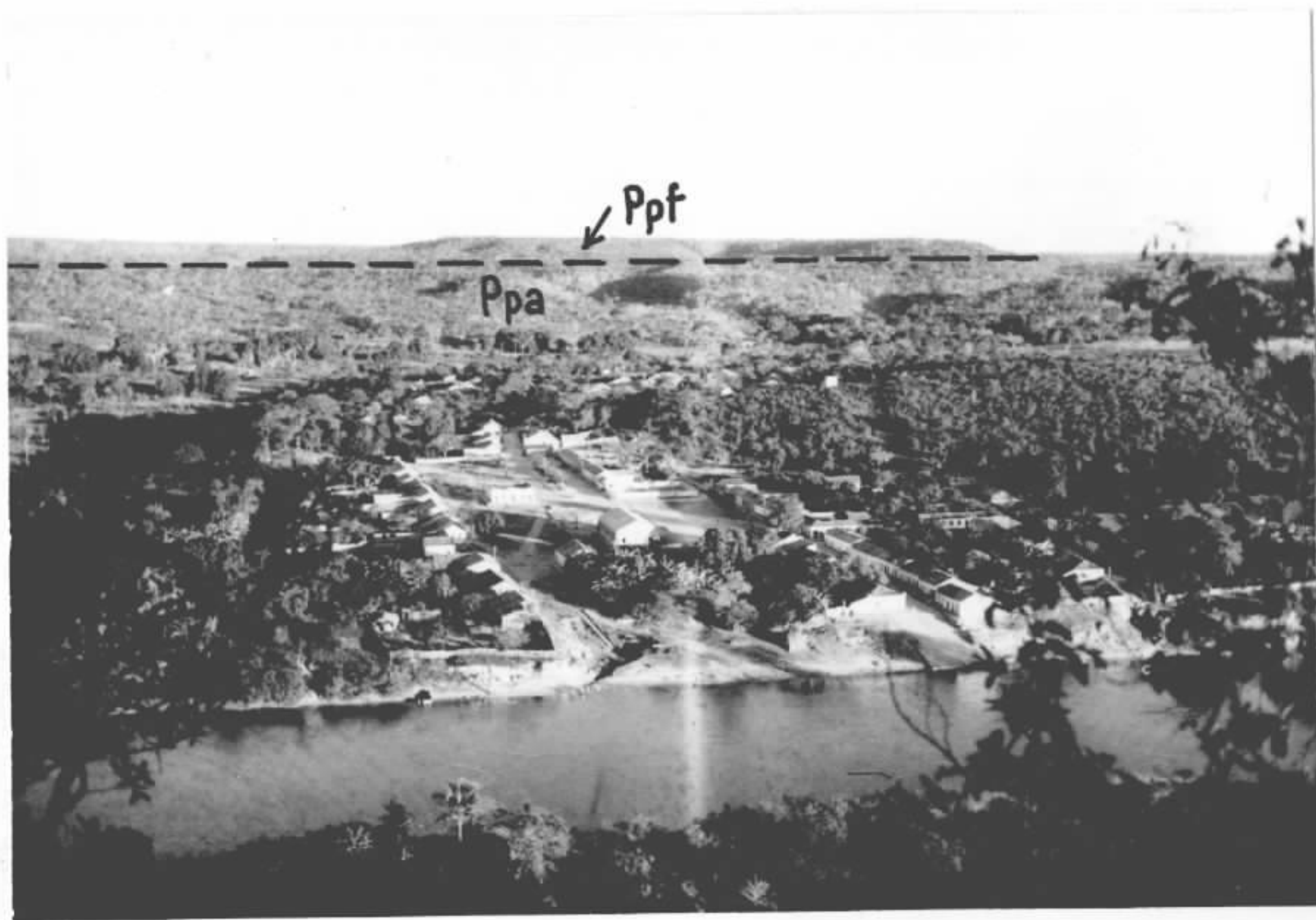


FOTO 2

Contato dos arenitos da Formação Piauí (Ppa) soto postos aos sílex basais da Formação Pedra de Fôgo (Ppf). Local: Ribeiro Gonçalves.



FOTO 3

Discordância entre as Formações Sambaíba sobre -
posta à Motuca sotoposta. Note-se o pronunciado
ângulo de caimento da superfície discordante.
Local: 13 km ao sul de Buritirana.



FOTO 4

Falha de gravidade de direção N-S que elevou a
parte superior da Formação Piauí em relação à
base da Formação Pedra de Fogo. Local: 52 km ao
sul de Balsas (Ma).