COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SÃO FÉLIX DO XINGU

019.3

RELATÓRIO PRELIMINAR DA ÁREA SW DO JOARI (PROSPECÇÃO GEOFÍSICA)

Setembro/1975

DISTEC

Carlos Otávio F. Puty

A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente relatório, de caráter preliminar, expõe os resultados obtidos com os métodos geofísicos magnético e eletromagnético VLF, executados na área SW do Joari, no Projeto São Félix do Xingu, correspondente à etapa prioritária, proposta pelo memo. 296/75 do DEPEP.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

3. INTERPRETAÇÃO

3.1 - Magnetometria

3.2 - VLF

3.2.1 - Profundidade de exploração

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

ANEXOS:

Anexo 1 - Mapa de contorno magnético

Anexo 2 - Mapa de contorno VLF

Anexo 3 - Perfis VLF

Anexo 4 - Mapa de interpretação magnética

1. INTRODUÇÃO

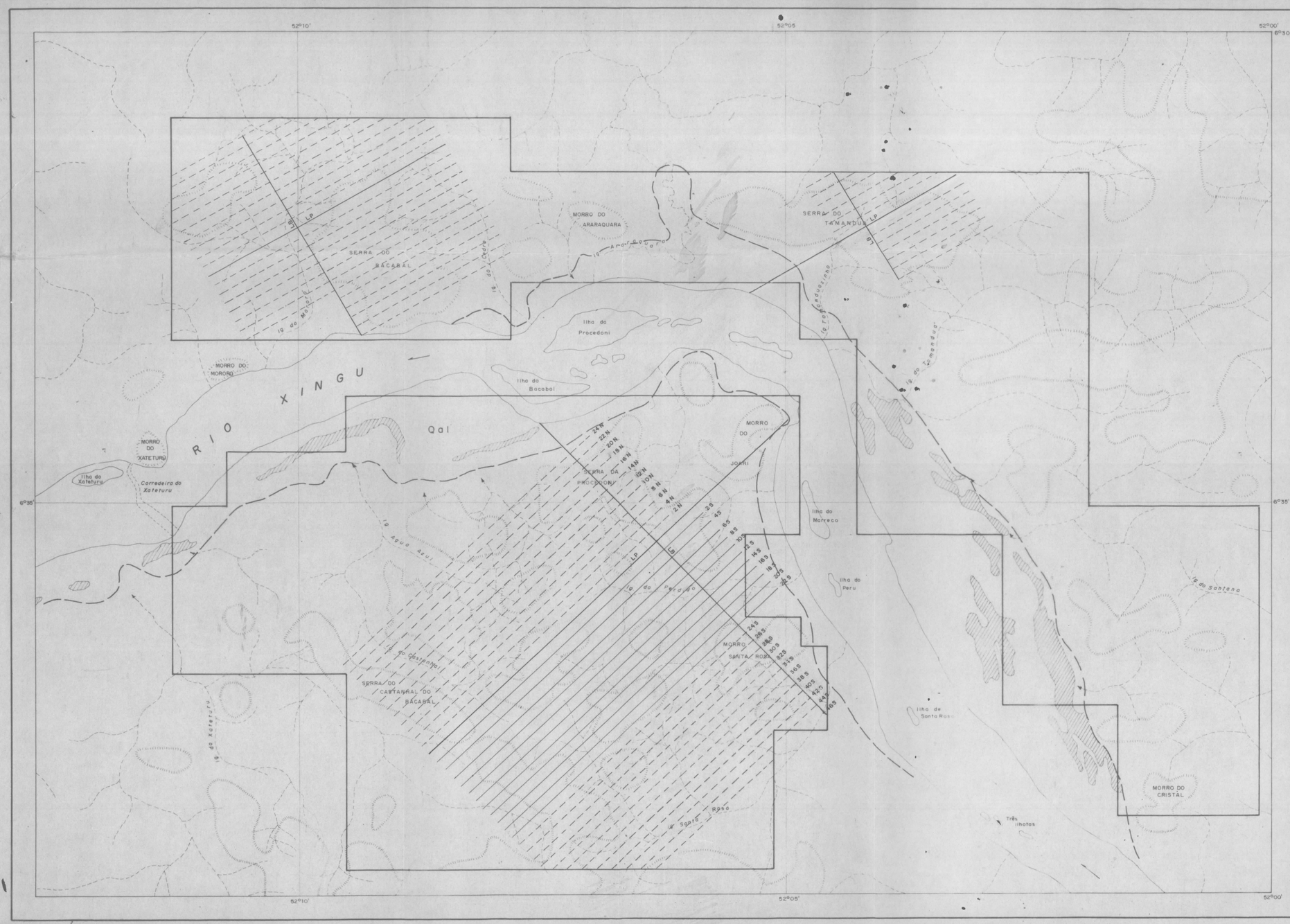
No período de 05.07.75 a 13.08.75 foram efetuados trabalhos geofísicos magnético e eletromagnético numa área de 16 km^2, do Projeto São Félix do Xingu (fig. 1), com a finalidade de se detetar corpos condutores e ter-se o controle geológico-estrutural do sítio trabalhado.

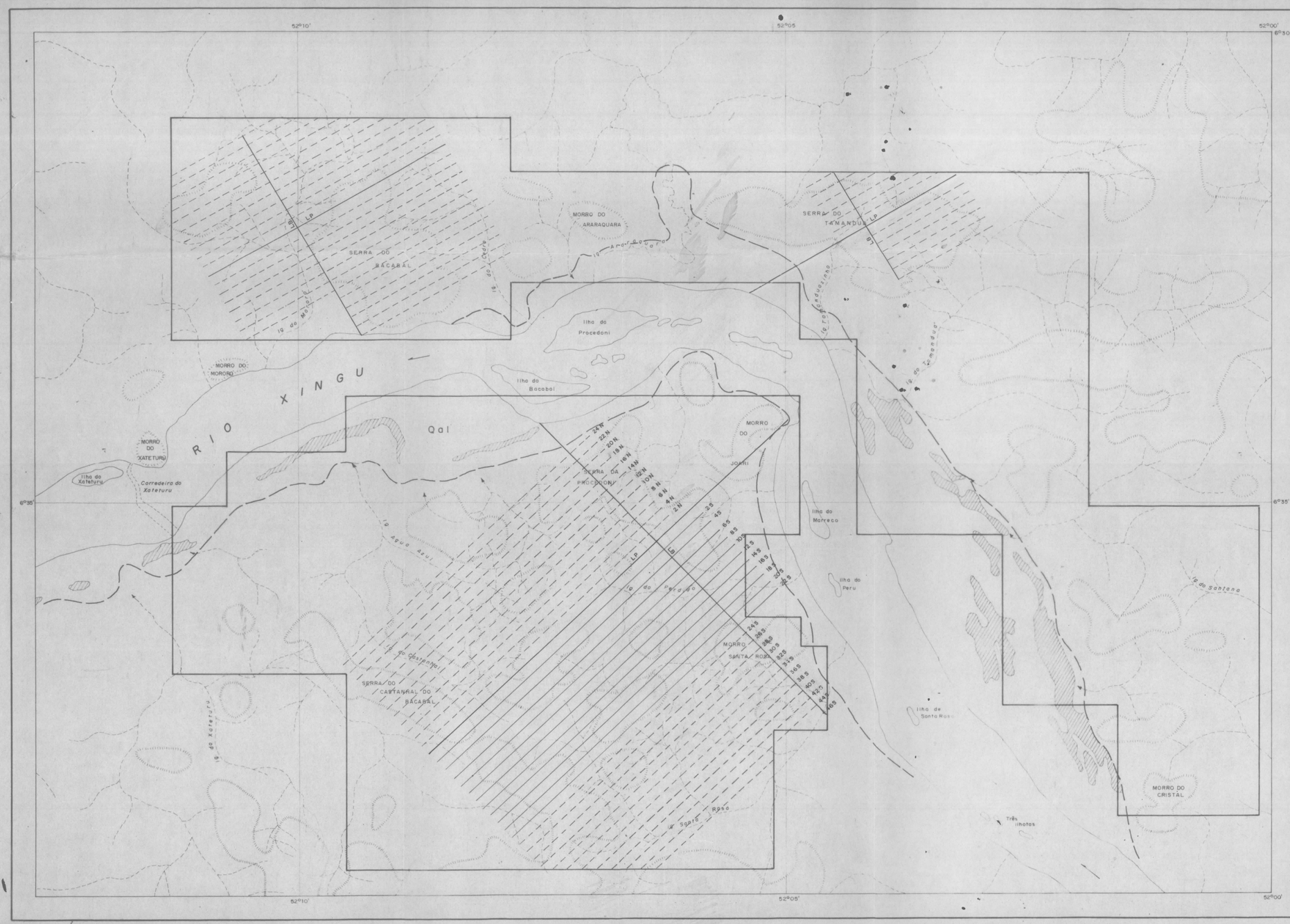
Durante os trabalhos foram utilizados dois magnetômetros de prótons, modelos G-806 e G-816, de fabricação da GEOMETRICS, e uma unidade eletromagnética VLF, modelo EM-16, da GEONICS.

Na área levantada foram efetuadas 1960 leituras com a unidade VLF e 980 com o método magnético, em 12 perfis de 7 km cada, totalizando 84 km de picadas.

No período de 18.08.75 a 05.09.75 foram realizados trabalhos de escritório, constando do processamento e interpretação dos dados VLF e magnéticos.

O presente trabalho foi executado pelo geólogo Carlos Otávio Ferreira Puty e auxiliado no campo na fase final dos trabalhos, pelo geólogo Ruy Célio Martins. No escritório, na interpretação dos dados, teve-se a colaboração do geólogo Roberto Magalhães Reis.


52°10'
52°05'
52°00'
6°30'
6°35'
SERRA DO BACABAL
MORRO DO ARARAQUARA
SERRA DO TAMANDUÁ
Ilha do Procedoni
Ilha do Bacabal
MORRO DO MORORÓ
RIO XINGU
Qal
MORRO DO XATETURU
Ilha do Xateturu
Corredeira do Xateturu
SERRA DA PROCEDONI
MORRO DO JOARI
Ilha do Morreco
Ilha do Peru
MORRO SANTA ROSA
SERRA DO CASTANHAL DO BACABAL
Ilha de Santa Rosa
MORRO DO CRISTAL
Três Ilhotas
Igarapé do Ouro
Igarapé do Tamanduá
Igarapé do Morreco
Igarapé Água Azul
Igarapé do Castanhal
Igarapé do Xateturu
Igarapé Santa Rosa
Igarapé do Santana
LP
SANTARÉM
ALTAMIRA
PARÁ
SERRA DOS CARAJÁS
CONVENÇÕES
PERFIS GEOFÍSICOS REALIZADOS
PERFIS PROGRAMADOS
NV
NM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
PROJETO SÃO FELIX DO XINGU
LOCALIZAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS
AUTORES
DATA
ESC.
1:45.000
DES


52°10'
52°05'
52°00'
6°30'
6°35'
SERRA DO BACABAL
MORRO DO ARARAQUARA
SERRA DO TAMANDUÁ
Ilha do Procedoni
Ilha do Bacabal
MORRO DO MORORÓ
RIO XINGU
Qal
MORRO DO XATETURU
Ilha do Xateturu
Corredeira do Xateturu
SERRA DA PROCEDONI
MORRO DO JOARI
Ilha do Morreco
Ilha do Peru
MORRO SANTA ROSA
SERRA DO CASTANHAL DO BACABAL
Ilha de Santa Rosa
MORRO DO CRISTAL
Três Ilhotas
Igarapé do Ouro
Igarapé do Tamanduá
Igarapé do Morreco
Igarapé Água Azul
Igarapé do Castanhal
Igarapé do Xateturu
Igarapé Santa Rosa
Igarapé do Santana
LP
SANTARÉM
ALTAMIRA
PARÁ
SERRA DOS CARAJÁS
CONVENÇÕES
PERFIS GEOFÍSICOS REALIZADOS
PERFIS PROGRAMADOS
NV
NM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
PROJETO SÃO FELIX DO XINGU
LOCALIZAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS
AUTORES
DATA
ESC.
1:45.000
DES

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O trabalho geofísico foi realizado em 12 picadas abertas no rumo S46°18'S, a SW do Morro Joari, espaçadas de 200 metros.

O levantamento magnético foi efetuado com espaçamento de 50 metros entre as estações e o eletromagnético VLF com intervalo de 25 m entre as leituras.

Com o magnetômetro de base, localizado na estação 12S/00, foram realizadas leituras a intervalos de 15 minutos, visando obter o controle da variação diurna do campo magnético terrestre e posteriormente permitir a correção dos dados magnéticos do levantamento.

Na prospecção com o método VLF, utilizou-se os sinais da estação NAA, localizada em Cutler, Maine, operando numa frequência de 17,8 KHz. O campo magnético primário, produzido pela estação transmissora VLF, perpendicular à direção geral das principais estruturas geológicas da área, formava um ângulo de aproximadamente 15° com as linhas de trabalho.

Concomitantemente ao levantamento geofísico, foi realizado o reconhecimento geológico da área, para permitir uma melhor avaliação e interpretação dos dados.

A equipe de campo foi constituída de um geólogo, operando a unidade VLF e o magnetômetro, e dois braçais para os serviços auxiliares. As leituras do magnetômetro de base foram efetuadas por um técnico em mineração.

O andamento dos trabalhos foi diversas vezes prejudicado por panes nos magnetômetros, devido a forte umidade reinante na região, havendo necessidade de se tomar cuidados especiais com os instrumentos eletrônicos, como por exemplo envolvê-los, durante a noite, com cobertores e sa

cos plásticos e expô-los ao sol uma vez por semana. Na metade do desenvolvimento dos trabalhos um dos magnetômetros (G-816) entrou em pane, sendo providenciado imediatamente novo instrumental.

A unidade VLF teve um ótimo desempenho durante toda a operação. Os sinais das estações NAA e NBA são bastante fortes e perceptíveis, todavia, utilizou-se no presente trabalho apenas o campo primário produzido pela primeira estação.

Como observação, cita-se que, às sexta-feiras, no horário de 11 às 15 horas, a estação NAA fica fora do ar, interrompendo consequentemente os trabalhos. Do mesmo modo, durante os outros dias da semana, ocorrem interrupções esporádicas de no máximo cinco minutos.

No escritório em Belém foram efetuadas as correções das observações magnéticas e o processamento dos dados VLF, utilizando-se o método de Fraser.

São apresentados neste relatório os mapas de interpretação magnética, de contornos VLF e magnético e perfis VLF.

3. INTERPRETAÇÃO

3.1 - Magnetometria

Os dados magnéticos obtidos no campo, após correção da variação diurna e subtraídos de uma constante correspondente a 26500 gamas, foram lançados em mapa na escala 1:10.000 e contornados com um intervalo de 10 gamas.

Para a interpretação qualitativa dos dados utilizou-se a técnica da análise dos padrões magnéticos, ressalto com cores da intensidade magnética e o controle geológico realizado na época do levantamento de campo.

Foi possível, então, separar em três unidades as diversas litologias da área e ter o seu comportamento estrutural.

As falhas que ocorrem na área formam dois sistemas principais, nas direções N70W e N40W, e, normalmente estão a elas associadas a especularita, e, às vezes, são contatos de andesitos e riolitos.

À unidade III, correspondem os riolitos e/ou tufos ácidos. Estas rochas afloram principalmente nas áreas topograficamente elevadas, mas alguns afloramentos encontram-se em planos inferiores. Apresentam-se normalmente bastante fraturadas e brechadas, já num estado de alteração avançado, com cor avermelhada e dando como produto de intemperismo uma argila avermelhada. Nos altos topográficos estão sempre associados ao quartzo leitoso e à especularita.

A unidade III forma padrão magnético com linhas espaçadas e abertas, cobrindo grande parte da área mapeada.

A unidade II, correspondente aos andesitos,

forma um padrão magnético característico. Os andesitos são normalmente de cores cinza a cinza-avermelhados, observados em afloramentos em forma de blocos. Ocorrem geralmente nas áreas aplainadas, mas podem ser observados em serras que dominam a região. O seu contato com os riolitos se dá tanto por falha como normal. No campo, no ponto 18S/158W, foi observado contato de falha entre os andesitos e os riolitos e pelas evidências locais leva a supor que os riolitos se moveram para baixo em relação aos andesitos. Desse modo, estratigraficamente, os riolitos estariam sobrepostos aos andesitos. Na estação 18S/114W, foi encontrado bloco rolado de andesito com mineralizações de malaquita em planos de fratura.

A unidade I, na parte esquerda do mapa, com contatos normais e de falha com os andesitos, possui uma alta intensidade magnética, em discrepância ao restante da área, mas com padrão magnético semelhante aos riolitos. No campo, são observadas apenas cangas lateríticas.

Supõe-se que a unidade I possa corresponder a uma litologia mais antiga, como o embasamento das rochas vulcânicas da área, ou uma própria rocha vulcânica de derrames diferentes.

Ainda na área levantada são observados dois diques de diabásio, na direção N40°W e N20°W, e um corpo de microdiorito, observado na estação 22S/170W.

3.2 - VLF

As componentes do campo vertical em fase e em quadratura, obtidas com a unidade VLF, foram plotadas em perfis, na escala horizontal de 1:10.000 e vertical de 1 cm = 10%.

Observam-se, entretanto, que todos os perfis mostram ruídos, tornando-se difícil a interpretação. Além do ruído geológico causado pela relativa alta frequência da estação utilizada (17,8 KHz), nas áreas montanhosas tem-se a contribuição do efeito topográfico.

Para tornar os dados do VLF contornáveis, de fácil interpretação, utilizou-se o filtro de Fraser, que pela aplicação do operador diferença transforma os cruzamentos zeros em picos e do operador suavização passa-baixo, para reduzir os ruídos.

Os seguintes pontos foram levados em consideração para o tratamento dos dados:

1. As leituras foram tomadas a cada 25 metros

2. Utilizou-se somente uma estação transmissora (NAA), para obtenção dos dados VLF, para evitar distorções na apresentação dos contornos.

3. A componente em fase ("dip angle"), foi listada em forma tabular, do modo como segue abaixo:
   a) Os dados foram listados de oeste para leste
   b) A componente leste foi designada como negativa
   c) Efetuação dos cálculos, conforme mostrado na tabela 1.

Inicialmente os dados foram somados aos pares, consecutivos, e tomadas as primeiras diferenças dos pares alternados.

Os dados filtrados, lançados em mapa na escala de 1:10.000, foram contornados com intervalos de 10 unidades, ressaltando-se os valores acima de 20 unidades.

Vários condutores são identificados, orientados na direção N40°W, coincidindo principalmente com zo

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

LEVANTAMENTO MAGNETOMÉTRICO E EM-VLF

PROJ. S. FÉLIX DO XINGU ÁREA: CENTRO LINHA: 12S DATA: 30.07.75

OPERADOR: PUTY/ARIMATÉIA INST.: G-806

TABELA 1

EST.	MAGNETOMETRIA				EM - VLF				Qt	OBS.
	Hora	Leitura	Drift	V. Corr.	DIP	Sinal + −	Soma (par)	Dif. alter.		
206W	16:17	26901	27180	221	0	0			1W	
							0	-4		
205					0	0			4W	
							-4	-7		
204	16:14	26828	27180	148	4E	-4			2W	
							-7	0		
203					3E	-3			2W	
							-4	-2		
202	16:11	26921	27180	241	1E	-1			4W	
							-9	-3		
201					8E	-8			0	
							-7	+16		
200	16:08	26947	27181	266	1W	+1			2W	
							+7	+26		
199					6W	+6			1E	
							+19	+14		
198	16:04	26972	27182	290	13W	+13			6E	
							+21	-13		
197					8W	+8			8E	
							+6	-33		
196	15:55	26977	27183	294	2E	-2			8E	
							-12	-29		
195					10E	-10			5E	
							-23	-16		
194	15:48	26965	27185	280	13E	-13			8E	
							-28	- 6		
193					15E	-15			3E	
							-29	+ 4		
192	15:41	26944	27185	259	14E	-14			1E	
							-24	+11		
191					10E	-10			0	
							-18	+ 9		
190	15:38	26947	27185	262	8E	- 8			1W	
							-15	+ 4		
189					7E	- 7			1E	
							-14	+ 1		
188	15:34	27011	27184	327	7E	- 7			1E	
							-14	+ 2		
187W					7E	- 7			3E	
							-12	+ 6		

nas de falhamento e em áreas de contatos com riolitos e andesitos.

3.2.1 - Profundidade de exploração

O método VLF-EM, utiliza como fonte primária as transmissões das estações VLF para comunicações com submarinos, operando num intervalo de frequências de 15 a 25 KHz.

A grandes distâncias da fonte transmissora, as ondas geradas tornam-se planas e a profundidade de exploração ("skin depth") pode ser estimada através da seguinte aproximação da onda plana eletromagnética:

$$d = \left(\frac{\mu_0 \, \omega \, \sigma}{2} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \text{onde:}$$

d - profundidade de exploração em metros

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ - permeabilidade magnética no vácuo

$\omega = 2\pi f$, onde f é a frequência em Hz.

$\sigma = \frac{1}{\rho}$ - condutividade média em mho/m e ρ é a resistividade em ohm.m.

Nos trabalhos desenvolvidos na área, utilizou-se os sinais da estação NAA (17,8 KHz) e cuja profundidade de exploração pode ser expressa pela relação abaixo, em função da resistividade média da região.

$$d = 3.77\sqrt{\rho}$$

Na área SW do Joari, obteve-se uma resistividade média da ordem de 100 ohm.m, quando dos trabalhos de polarização induzida efetuados na área e pôde-se, ainda, verificar a alta condutividade da camada de intemperismo

("overburden"), com espessura atingindo ao redor de 30 metros.

Esses fatores acarretariam uma atenuação do campo magnético primário, quando se utiliza o método VLF. Para essas condições a profundidade de exploração, é da ordem de 40 metros.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O resultado do levantamento magnético foi excelente no que se refere ao apoio ao mapeamento geológico, definindo as grandes estruturas da área e permitindo a separação entre os andesitos e riolitos. Somente o levantamento geológico não permitiria atingir o grau de detalhe obtido na confecção do mapa geológico.

O levantamento com o método VLF, permitiu definir vários condutores, coincidindo principalmente com falhas e contatos de andesitos e riolitos, tornando-se perfeitamente válido como um método de reconhecimento, apesar de ter contra si a limitação do seu poder de penetração.

Os resultados dos dois métodos associados ao reconhecimento geológico permitiram delinear três áreas importantes, englobando contatos entre as rochas vulcânicas (Anexo nº 2) e para cujas áreas sugere-se o seguinte:

- Levantamento geoquímico de solos, cujos resultados servirão como subsídios à definição das anomalias geofísicas.
- Aplicação de um método eletromagnético, em caráter de detalhe, que pouco seja influenciado por desníveis topográficos e pesada camada de intemperismo e com bom poder de penetração (Ex: TURAM), que permitisse melhor selecionar sítios para sondagens.

A unidade I, seria uma quarta área que mereceria trabalhos de superfície para a definição de sua litologia, dependendo porém da disponibilidade financeira do Projeto.

Sugere-se, ainda, a aplicação dos métodos magnéticos e VLF ao restante da área, de vez que contribui

riam efetivamente para selecionar regiões potencialmente favoráveis a mineralizações de sulfetos e ter-se um melhor controle geológico-estrutural dos sítios trabalhados.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SÃO FELIX DO XINGU

MAPA DE CONTORNO MAGNÉTICO

CONVENÇÕES

CONTORNO DE INTENSIDADE TOTAL MAGNETICA COM INTERVALO DE 10 GAMAS.

PERFIS MAGNÉTICOS

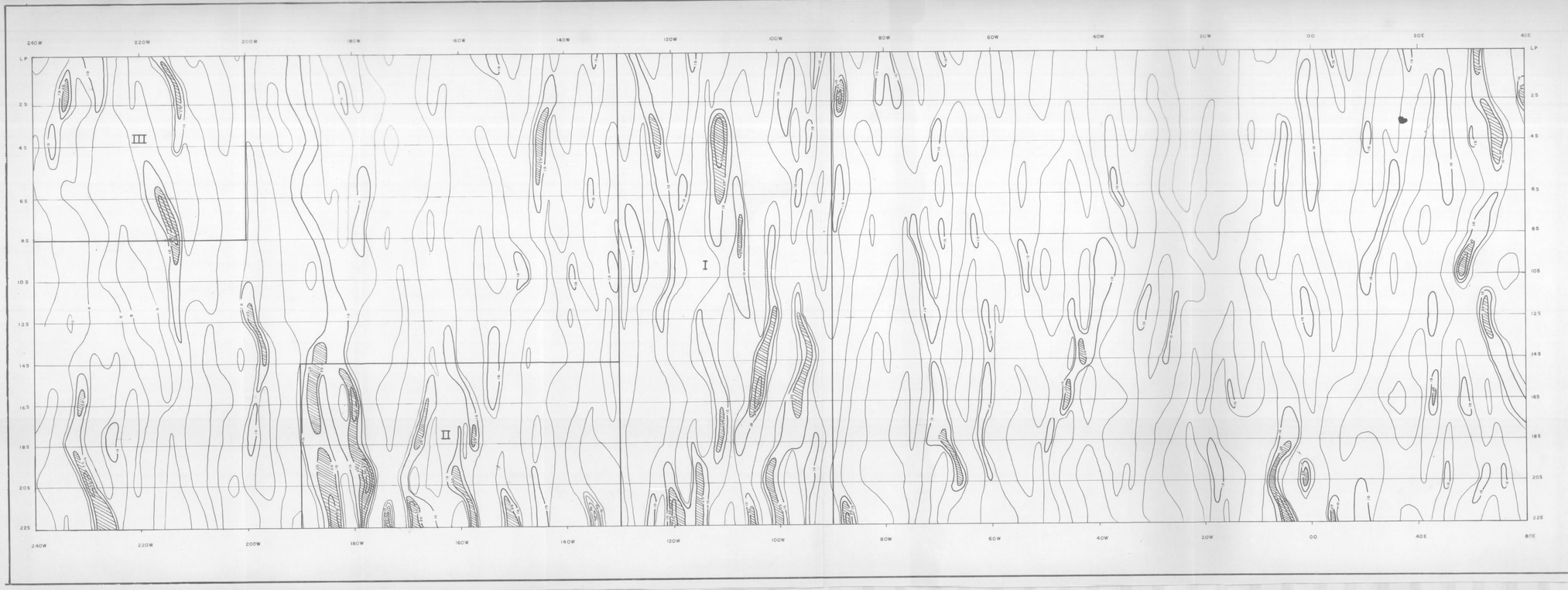
CAMPO MAGNÉTICO TOTAL SUBTRAIDO DE 28500 g

NM NV

ANEXO 1

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	COMARCA	ESTADO
	S. FELIX DO XINGU	S. FELIX DO XINGU	ALTAMIRA	PARÁ

PESQUISA DE	ÁREA	ESCALA
CHUMBO	16.000 ha	1/10.000
REQUERENTE	RESPONSÁVEL TÉCNICO	
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM	JOÃO BATISTA DE VASCONCELOS DIAS Eng. de Minas e Civil - CREA 384/D 9ª Reg.	



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SÃO FELIX DO XINGU

PERFIS VLF

CONVENÇÕES

CONTORNO DE DADOS VLF COM INTERVALO DE 10 UNIDADES

ZONA DE CONDUTOR

PERFIS VLF

ÁREAS SELECIONADAS PARA DETALHES

NM NV

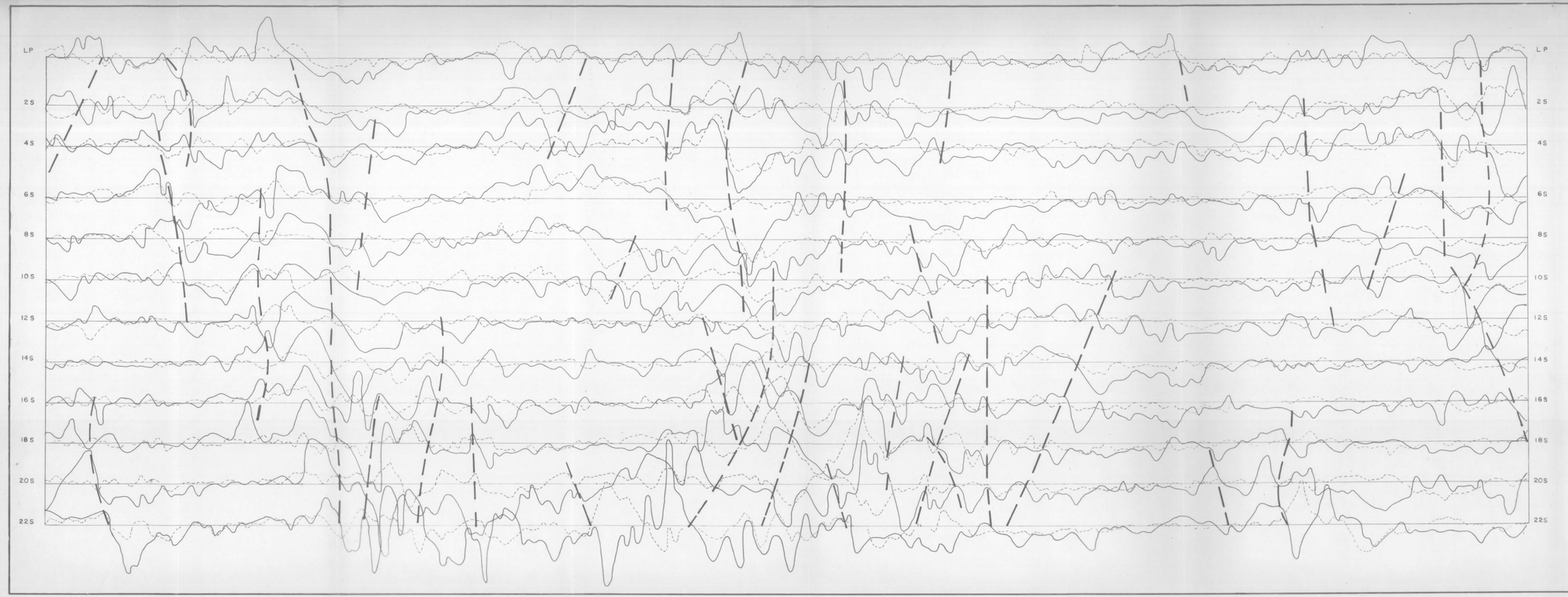
M.A.A. 01°54' 84W

ANEXO 2

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	COMARCA	ESTADO
	S. FELIX DO XINGU	S. FELIX DO XINGU	ALTAMIRA	PARÁ

PESQUISA DE	ÁREA	ESCALA
CHUMBO	16.000 ha	1/10.000

REQUERENTE	RESPONSÁVEL TÉCNICO
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM	JOÃO BATISTA DE VASCONCELOS DIAS Eng. de Minas e Civil – CREA 384/D 9ª Reg.



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

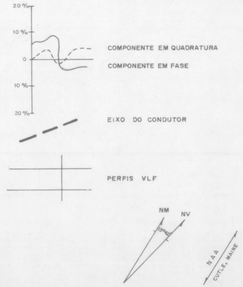
CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SÃO FELIX DO XINGU

PERFIS VLF

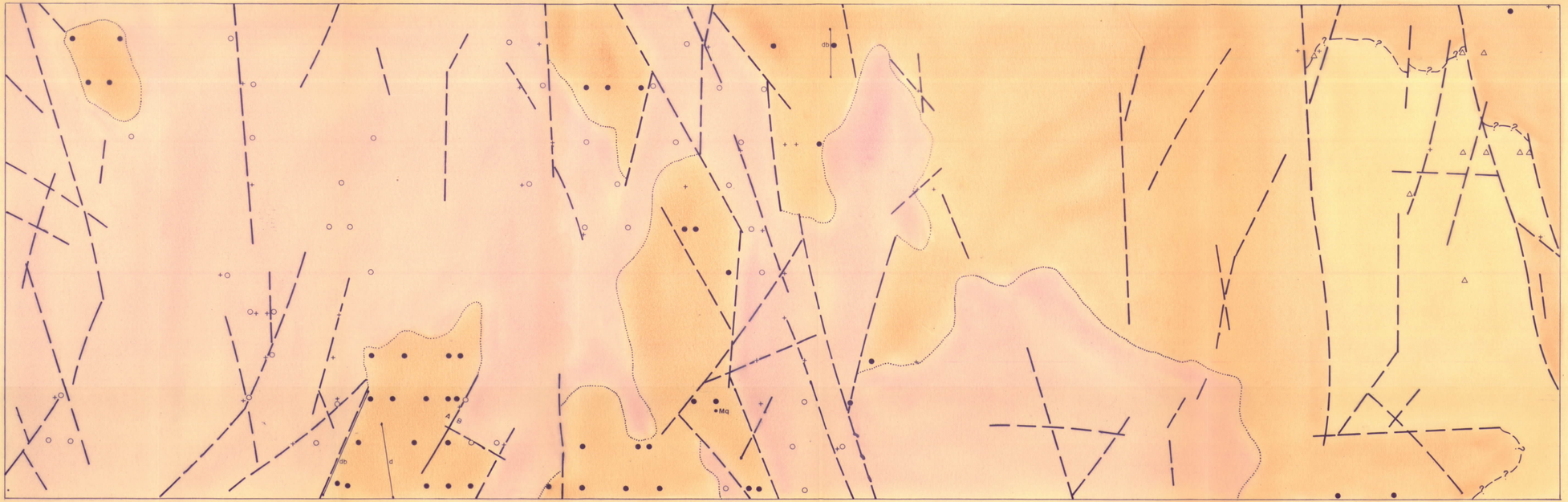
CONVENÇÕES



ANEXO 3

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	COMARCA	ESTADO
	S. FELIX DO XINGU	S. FELIX DO XINGU	ALTAMIRA	PARÁ

PESQUISA DE	ÁREA	ESCALA
CHUMBO	16.000 ha	HOR. 1/10.000 VER. 1 cm = 10%
REQUERENTE	RESPONSÁVEL TÉCNICO	
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM	JOÃO BATISTA DE VASCONCELOS DIAS Eng. de Minas e Civil - CREA 26.470 SP Reg	



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SÃO FELIX DO XINGU

MAPA DE INTERPRETAÇÃO MAGNÉTICA

CONVENÇÕES

- UNIDADE III : PREDOMINÂNCIA DE RIOLITOS E / OU TUFOS ÁCIDOS
- UNIDADE II: PREDOMINÂNCIA DE ANDESITO
- UNIDADE I
- AFLORAMENTO DE ANDESITO
- AFLORAMENTO DE RIOLITO E / OU TUFO ÁCIDO
- BRECHA DE FALHA COM QUARTZO E / OU ESPECULARITA
- CAMGA LATERÍTICA
- Mq OCORRÊNCIA DE MALAQUITA
- db DIQUE DE DIABÁSIO
- d DIQUE DE MICRODIORITO
- CONTATO LITOLÓGICO
- ? CONTATO PROVÁVEL
- FALHA INDISCRIMINADA
- A B FALHA NORMAL

NM NV

ANEXO 4

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	COMARCA	ESTADO
	S. FELIX DO XINGU	S. FELIX DO XINGU	ALTAMIRA	PARÁ

PESQUISA DE	ÁREA	ESCALA
CHUMBO	16.000 ha	1/10.000
REQUERENTE	RESPONSÁVEL TÉCNICO	
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM	JOÃO BATISTA DE VASCONCELOS DIAS Eng. de Minas e Civil - CREA 384 / D 9ª Reg.	