MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO
E DE MINERAIS PESADOS
VOLUME V

RAUL MINAS KUYUMJIAM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

AGÊNCIA MANAUS

1974

PHL
00638
2006

I-96

SUREMI
SEDOTE
CPRM

ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 013-5

N.º de Volumes: 8 V.: 5

OSTENSIVO

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

CHEFE DO PROJETO

JOÃO ORESTES SANTOS

EQUIPE EXECUTORA

ADINAMAR SIQUEIRA MOREIRA
EDSON LOPES BARRETO
JAILTON OLIVEIRA DO NASCIMENTO
JOSAFÁ RIBEIRO DE OLIVEIRA
JOSÉ PESSOA VEIGA JUNIOR
MANOEL ROBERTO PESSOA
MIGUEL MARTINS DE SOUZA
ROBERTO FELÍCIO MALOUF
SERGIO LIMA DA SILVA
WALDEMAR VIANA PRAZERES

PARTICIPAÇÃO PARCIAL

JOÃO CARLOS RIGON
JOSÉ ERASMO DA SILVA SANTOS
MARCELO DE FREITAS MEDEIROS
OLAVO CARAMORI BORGES

COLABORAÇÃO ESPECIAL

GIACOMO LIBERATORE
GILBERTO EMILIO RAMGRAB
RAUL MINAS KUYUMJIAM

COORDENAÇÃO

LUÍS EDMUNDO GIFFONI

PROJETO NORTE DA AMAZONIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOL.	I-A	GEOLOGIA DA FOLHA SA.20-Z
VOL.	I-B	FOLHA SA.20-Z - ANEXOS
VOL.	II-A	GEOLOGIA DA FOLHA SA.20-X
VOL.	II-B	FOLHA SA.20-X - ANEXOS
VOL.	III-A	GEOLOGIA DA FOLHA NA.20-Z
VOL.	III-B	FOLHA NA.20-Z - ANEXOS
VOL.	IV	RELATÓRIO FINAL INTEGRADO
VOL.	V	RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO E DE MINERAIS PESADOS

APRESENTAÇÃO

Este trabalho contém os resultados iniciais do reconhecimento geoquímico através de sedimentos ativos de corrente e prospecção de minerais pesados por concentrados de bateia, nas principais bacias de drenagem da área do Domínio Baixo Rio Negro - Projeto Norte da Amazônia.

O Projeto Norte da Amazônia vem sendo efetuado, por solicitação do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM, através de suas Agências de Belém e Manaus, constituindo o Domínio Baixo Rio Negro uma fração deste projeto e executado sob responsabilidade da Agência Manaus.

Neste informe é descrita a metodologia de amostragem empregada, são discutidos os resultados obtidos, bem como, são apresentadas sugestões para modificações e aprimoramento da metodologia, visando futuras programações geoquímicas.

Informações complementares sobre a geomorfologia e padrões de drenagem do domínio, foram extraídas do relatório de fotointerpretação do Domínio Baixo Rio Negro, de autoria do geólogo ARNO LUIS BERTOLDO e geógrafo RONALDO RAMALHO, técnicos pertencentes ao Departamento de Geologia Geral - DEGEO da CPRM.

A fase de campo desenvolveu-se entre novem

bro de 1972 e julho de 1973. A orientação durante a etapa de amostragem, assim como, a manipulação e interpretação dos dados obtidos, foram de responsabilidade do geólogo RAUL MINAS KUYUMJIAN, da Agência Manaus da CPRM.

Durante a elaboração da minuta deste relatório foram bastante oportunas as críticas e sugestões efetuadas pelos geólogos GUSTAVO NORONHA DINIZ GONÇALVES, do Departamento de Geologia da CPRM do Rio de Janeiro, GIACOMO LIBERATORE e GILBERTO EMÍLIO RAMGRAB da Divisão de Recursos Minerais da CPRM, Agência Manaus.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO i

RESUMO ix

ABSTRACT x

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivos do trabalho 1

1.2 - Área e localização 1

1.3 - Clima e Vegetação 1

1.4 - Geomorfologia 4

2. PANORAMA GEOLÓGICO 6

3. METODOLCGIA DE TRABALHO

3.1 - Introdução 12

3.2 - Sedimentos ativos de corrente 13

3.3 - Concentrados de bateia 16

3.4 - Preparação das amostras 19

4. ANÁLISES

4.1 - Espectrografia 21

4.2 - Química 21

4.3 - Absorção atômica 21

4.4 - Mineralogia 23

5. ERROS ANALÍTICOS E DE AMOSTRAGEM 24

6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS ANALÍTICOS

6.1 - Sedimentos ativos de corrente 27

6.2 - Concentrados de bateia 30

7. RESULTADOS OBTIDOS

7.1 - Sedimentos ativos de corrente 43

7.1.1 - Comportamento dos elementos 43

7.1.2 - Padrão de distribuição dos elementos e possíveis associações 50

7.2 - Concentrados de bateia

7.2.1 - Espectrografia 54

7.2.1.1 - Comportamentos dos elementos 57

7.2.2 - Mineralogia 62

7.2.3 - Conclusões 62

8. AVALIAÇÃO DE CUSTO 81

9. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

9.1 - Conclusões 83

9.2 - Sugestões 86

10. BIBLIOGRAFIA 89

ANEXOS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

1 - Mapa de localização - Domínio Baixo Rio Negro .. 2

2 - Coluna estratigráfica - Domínio Baixo Rio Negro. 7

3 - Ficha de campo - Amostra geoquímica 17

4 - Sistema de codificaçao - Amostra geoquímica 18

5 - Curva de freqüência acumulada - BÁRIO 32

6 - Curva de freqüência acumulada - BORO 33

7 - Curva de freqüência acumulada - CHUMBO 34

8 - Curva de freqüência acumulada - COBRE 35

9 - Curva de freqüência acumulada - CROMO 36

10 - Curva de freqüência acumulada - FERRO 37

11 - Curva de freqüência acumulada - MAGNÉSIO 38

12 - Curva de freqüência acumulada - MANGANÊS 39

13 - Curva de freqüência acumulada - NIÓBIO 40

14 - Curva de freqüência acumulada - VANÁDIO 41

15 - Curva de freqüência acumulada - ÍTRIO 42

16 - FERRO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh . 64

17 - MANGANÊS - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 65

18 - BÁRIO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh . 66

19 - BERÍLIO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 67

20 - NÍQUEL - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 68

21 - COBRE - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 69

22 - CROMO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 70

23 - CHUMBO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 71

24 - ESTANHO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 72

25 - VANÁDIO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 73

26 - ÍTRIO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 74

27 - ESCÂNDIO - Distribuição do elemento em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 75

28 - ZINCO, ARSÊNIO e ANTIMÔNIO - Distribuição dos elementos em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 76

29 - CHUMBO, CROMO e COBALTO - Teores em concentrados de bateia na fração < 150 mesh ... 77

30 - MANGANÊS, VANÁDIO e ÍTRIO - Teores em concentra

dos de bateia na fração < 150 mesh .. 78
31 - ESCÂNDIO, FERRO e LANTÂNIO - Teores em concentrados de bateia na fração < 150 mesh 79
32 - NIÓBIO e ESTANHO - Teores em concentrados de bateia na fração < 150 mesh 80
33 - Áreas sugeridas para trabalhos de semidetalhe. 88

TABELAS

I - Valores limites de detecção de elementos pelo método espectrográfico semiquantitativo de emissão ótica 22
II - Estimativa dos erros analíticos e de amostragem 25
III - Quadro de possibilidades - Sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 31
IV - Principais parâmetros estatísticos de elementos traços em sedimentos ativos de corrente na fração < 80 mesh 44
V - Possíveis associações geoquímicas 55

RELAÇÃO DE ANEXOS

I - Integração de resultados geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - FERRO

II - Integração de resultados geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - MANGANÊS

III - Integração de resultados geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - BÁRIO

IV - Integração de resultados geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - CHUMBO

V - Integração de resuldos geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - COBRE

VI - Integração de resultados geoquimicos em sedimentos de corrente com a geologia - CROMO

VII - Integração de resultados geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - VANÁDIO

VIII - Integração de resultados geoquímicos em sedimentos de corrente com a geologia - ESTANHO

RESUMO

O mapeamento geológico em escala regional da área do Domínio Baixo Rio Negro, do Projeto Norte da Amazônia, que a CPRM executou para o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, foi acompanhado por um programa de prospecção através da amostragem sistemática de sedimentos ativos de corrente e minerais pesados de aproximadamente 70% da área do domínio. Foram coletadas 640 amostras de sedimentos ativos de corrente e 152 amostras de concentrados de bateia, segundo áreas de captação variáveis entre 15 km^2 a 30 km^2 e 40 km^2 a 60 km^2, respectivamente, e analisadas espectrograficamente para 30 elementos. Análises mineralógicas qualitativas foram também efetuadas nas amostras de concentrados de bateia. Para uma avaliação dos erros analíticos e de amostragem procedeu-se a replicação em 10% das estações geoquímicas. O estudo da distribuição dos elementos, em sedimentos ativos de corrente foi efetuado considerando as litologias correntes no domínio e, para o cálculo dos parâmetros estatísticos foi empregado o método gráfico sugerido por TENNANT, C.B. & WHITE, M.L. (1959). Os resultados evidenciaram que a distribuição dos elementos em sedimentos ativos de corrente bem como as assembléias de minerais pesados, estão estreitamente condicionados pelas feições litológico-estruturais da área, embora, provavelmente, a distribuição do cobre esteja ligada aos fatores ambientais secundários. O manganês e o bário revelaram-se como os elementos de comportamento mais propício para separar as rochas cristalinas das sedimentares, enquanto a associação níquel-cromo, foi a mais marcante para a individualização das rochas do Grupo Moura, na área do embasamento cristalino. Comparativamente, os elementos analisados revelaram um maior grau de concentração em concentrados de bateia do que em sedimentos ativos de corrente, evidenciando-se um aumento expressivo nos teores de Sn, Zn, Co e Nb. A análise mineralógica dos concentrados não revelou a presença de nenhum mineral economicamente importante ou indicador de atividade mineralizadora. Entretanto, teores elevados de berílio, em sedimentos de corrente coletados na área do rio Unini, e de Pb, Zn, Cu, As e Sn, na área do interflúvio Uatumã-Curiuaú, possibilitaram definir duas areas altamente prospectivas para futuras pesquisas de detalhe. A avaliação do custo operacional do programa de prospecção geoquímica evidenciou que este constitui uma pequena parcela de custo total do projeto, evidenciando a vantagem de sua realização concomitante.

ABSTRACT

A geochemical survey involving stream sediment and heavy mineral sampling was carried out in a area of about 100,000km^2 by CPRM-Manaus Agency geologists as part of the North Amazonia Project. 640 stream sediment and 152 heavy mineral samples were collected averaging one sample for each 15 - 30 km^2 and 40 - 60 km^2, respectively. The samples were analysed spectrographically for 30 elements. A qualitative mineral identification was made of the heavy mineral samples. A 10% replication sampling was performed to control analytical and sampling errors.

The data were grouped according to rock types, and the distribution was examined using the cumulative frequency plot techniques suggested by TENNANT and WHITE (1959). The results indicate a close relationship among distribution of the stream sediment elements, heavy mineral assemblages , and lithological and structural features. However, Cu seems to be related to secondary environmental factors; Mn and Ba might be used successfully in separating crystalline from sedimentary rocks; Ni and Cr characterize the Moura Group rocks.

The values of Sn, Zn, Co, and Nb are higher in heavy mineral than in stream sediment concentrates. No economic mineral have been found. However, values of Be in stream sediments of the river Unini area and Pb, Zn, Cu, As, and Sn in the interfluvial Uatumã-Curiuaú area indicate locales for future work. An evaluation of the geochemical operational costs versus the total project costs showed this to be a feasible and economical aspect of the overall project.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivos do trabalho

O reconhecimento geoquímico e de minerais pesados, efetuado concomitantemente ao levantamento geológico do Domínio Baixo Rio Negro, teve como objetivos básicos, estabelecer os traços gerais da paisagem geoquímica regional, a correlação entre a distribuição dos elementos traços e a delimitação de possíveis áreas promissoras para uma prospecção estratégica, além de propiciar dados informativos ao próprio reconhecimento geológico.

Para esse estudo foram coletadas 640 amostras de sedimentos ativos de corrente e 152 amostras de concentrados de bateia, sendo que os parâmetros descritivos de campo foram anotados em fichas programadas e padronizadas pelo Departamento de Projetos e Sistemas da CPRM, objetivando futuro processamento de dados através de técnicas de computação.

1.2 - Área e localização

O Domínio Baixo Rio Negro abrange oito folhas de $1^{o}00' \times 1^{o}30'$, ocupando uma área de, aproximadamente, 144.000 km^2, dos quais 90.000 km^2 estão localizados na porção nordeste do Estado do Amazonas e 54.000 km^2 na parte sul do Território Federal de Roraima (Figura 1).

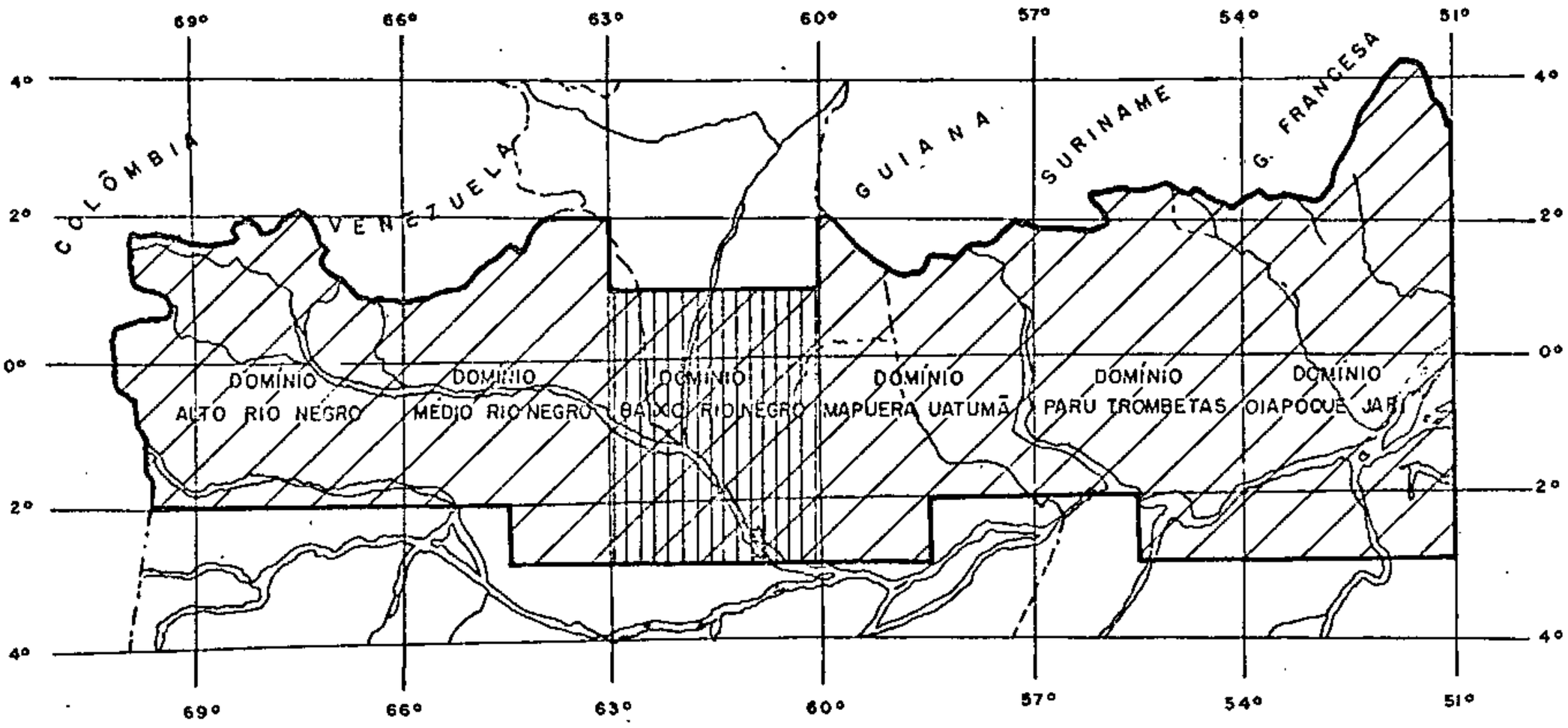
O domínio está limitado pelos paralelos $1^{o}00'N$ e $3^{o}00'S$ e pelos meridianos $60^{o}00'$ e $63^{o}00'$ de longitude W de Gr.

1.3 - Clima e vegetação

O clima predominante na área é do tipo quen

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



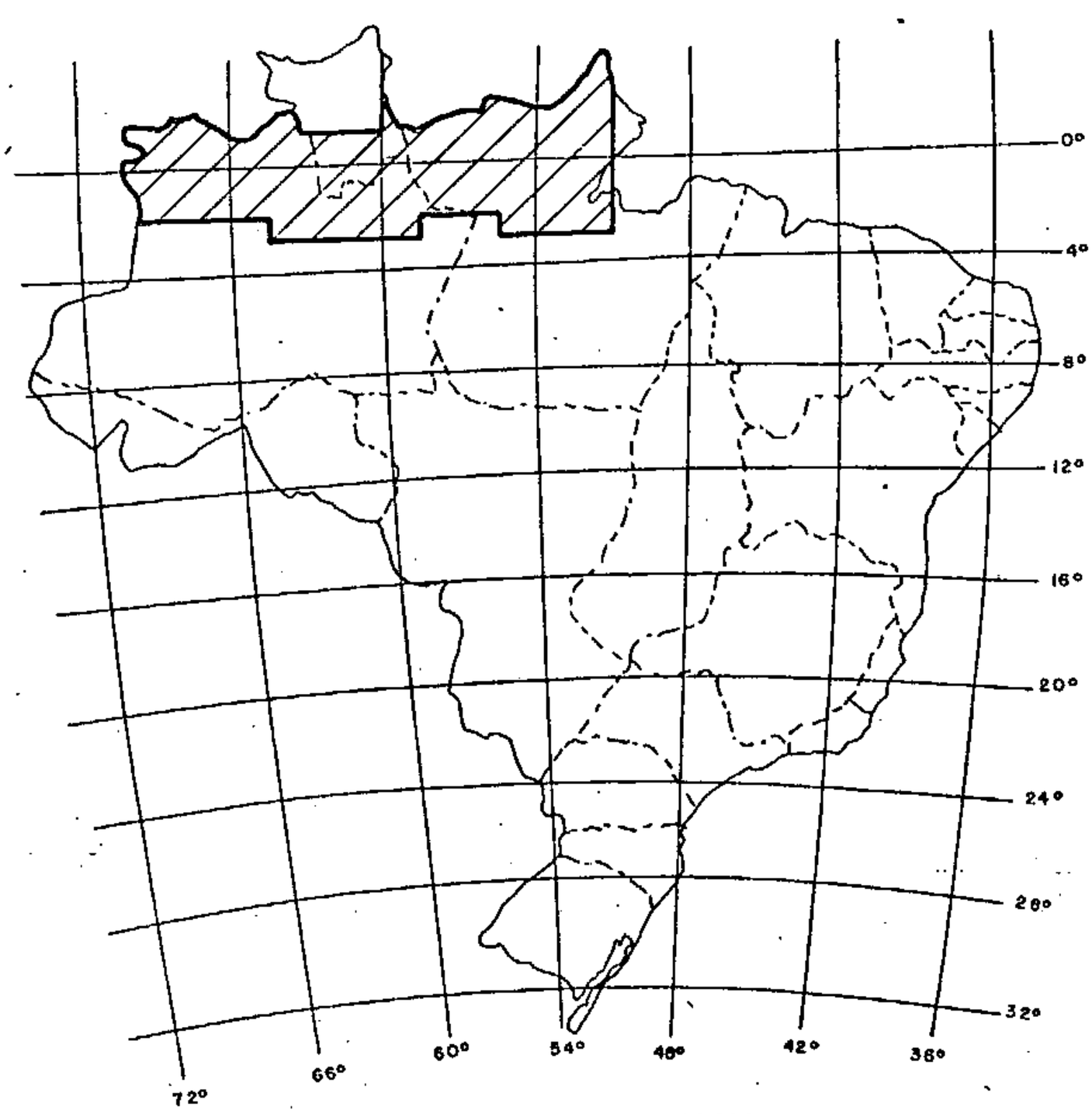


FIGURA 1

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA- RELATÓRIO FINAL- KUYUMJIAN. R.M. - 1974

te e úmido das florestas equatoriais, correspondente ao clima Am na classificação de KOPPEN. Caracteriza-se pela existência de duas estações bem definidas: estação seca e estação chuvosa de elevadas precipitações. Segue-se em importância o clima Aw, caracterizado por uma estação seca bem pronunciada, com vários meses de precipitação inferior a 60 mm.

A precipitação pluviométrica na região variou desde um mínimo de 1.355 mm em 1911, até o máximo de 2.839 mm em 1969 (Estação de Manaus).

O regime das chuvas controla o nível das águas nas bacias de drenagem, de modo que, a maior concentração da precipitação num período, provoca o fenômeno das cheias (meses de maio e junho). Por outro lado, níveis mínimos são atingidos nos meses de outubro e novembro, como reflexo do período de menor precipitação. O desnível observado nas águas do rio Negro, entre esses períodos de cheia e vazante, é da ordem de dez metros.

As temperaturas médias anuais são elevadas, atingindo 25°C. Os valores absolutos máximos de temperatura, da ordem de 36°C a 37°C, ocorrem no período mais quente, relativos aos meses de setembro e outubro, enquanto que os valores mínimos absolutos, em torno de 19°C a 22°C, são registrados geralmente nos meses de julho e agosto.

A cobertura vegetal da área prospectada corresponde a uma típica floresta equatorial, segundo dois tipos distintos, ou seja, floresta de terra firme ou caaetê e a floresta de várzea ou caaigapó. A primeira distribui-se nos terrenos situados acima do nível máximo das cheias e é caracterizada pelas seguintes espécies vegetais: mogno, maçaranduba, copaiba, marupá, andiroba, paurosa, castanheira e itauba. A floresta de várzea desenvol

ve-se nas áreas cujo solo apresenta elevada taxa de umidade, transformando-se em igapós. As principais espécies vegetais são: seringueira, maparajuba e samaúma. Localmente, a floresta de várzea torna-se arbustiva, rica em buritis. Resta salientar as manchas claras que podem ser observadas nas imagens de radar e que representam verdadeiros campos constituidos por tufos de gramíneas em solo bastante arenoso.

1.4 - Geomorfologia

Na área do Domínio Baixo Rio Negro individualizam-se, a grosso modo, quatro unidades morfológicas principais: planície cenozóica, baixo platô arenítico, peneplano cristalino e os maciços residuais.

A planície cenozóica compreende duas zonas: uma de terra firme, formada pelos altos terraços do rio Solimões, possuindo uma superfície uniformemente plana, e outra constituindo a faixa de aluviões recentes da calha do rio Negro. Esta unidade morfológica ocupa toda a porção sudoeste do domínio, estendendo-se desde a margem direita do rio Negro até o rio Solimões. O padrão de drenagem é grosseiramente dendrítico.

O baixo platô arenítico, o qual abrange toda a porção sudeste do domínio, apresenta duas feições distintas: uma zona de colinas bastante dissecada, com drenagem dendrítica, onde os rios quase não apresentam planície aluvial, e, na parte norte desta unidade, ocupando apenas a margem esquerda do rio Negro, o platô tabular com vales bastante largos e drenagem incipiente.

O peneplano cristalino ocupa metade da área do domínio e divide-se em duas porções distintas. A oeste, tem-se peneplano mais rebaixado, com suaves mergulhos

de norte para sul, e os rios apresentando cursos retilí - neos, com trechos intercalados de meandros e canais anastosomados; a leste, o peneplano representa uma área onde o substrato rochoso aflora em extensão, sem cobertura aluvial e com relevo ligeiramente ondulado. Nesta segunda ' sub-unidade, a drenagem apresenta padrão dendrítico denso com os rios bem encaixados.

Os maciços residuais salientam-se dentro do peneplano sem cobertura e correspondem às zonas onde a dissecação não foi suficiente para rebaixar o relevo. Apresentam aspecto montanhoso, com vertentes abruptas e vales profundos, e, apesar da intensa erosão a que estão ' submetidos, os maciços apresentam limites bem nítidos com o peneplano que os circundam. A rede hidrográfica é muito densa e os rios principais mostram-se encaixados, raramente formando planícies aluviais, enquanto que a drenagem secundária e as de menor ordem apresentam padrão dendrítico, extremamente denso.

2. PANORAMA GEOLÓGICO

Na área correspondente ao Domínio Baixo Rio Negro afloram rochas do embasamento cristalino, rochas sedimentares e intrusivas básicas, além de depósitos clásticos cenozóicos. As rochas sedimentares e os alúvios abrangem aproximadamente 70% da área total do domínio.

A partir dos dados obtidos pelo reconhecimento geológico ao longo de drenagens e de uma fotointerpretação de integração, foi possível esboçar uma coluna estratigráfica para a área trabalhada (Figura 2).

A seguir são feitos breves comentários sobre as principais feições geológicas de cada unidade litológica estabelecida.

O Grupo Moura compreende migmatitos, granitos, gnaisses, charnoquitos e anfibolitos, sendo correlato do Grupo Anauá, do qual uma determinação radiométrica revelou idade de 2.525 $\pm$ 125 m.a. É caracterizado pela presença de hornblenda em todos os tipos litológicos, os quais estão estruturalmente dispostos em direção NE, com bandeamento mergulhante para SE. As rochas que compõem o Grupo Moura mostram contatos concordantes entre si, ora bruscos, ora gradacionais. Ao nordeste da área do domínio, o Grupo Moura faz contato com a Seqüência Granítico-granodiorítica; a leste, está limitada com rochas do Grupo Uatumã, enquanto que ao sul é recoberta pelos depósitos mais antigos da bacia paleozóica do Amazonas (Formação Prosperança) e a oeste pela cobertura cenozóica da Formação Solimões.

A Seqüência Gnáissica compreende rochas de alto grau de metamorfismo que afloram no setor noroeste

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

ÉON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA		LITOLOGIA
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO	DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS	DEPÓSITOS ALUVIAIS	AREIAS, ARGILAS E ARENITOS FERRIFICADOS
					DEPÓSITOS INTERFLUVIAIS	AREIAS
			PLEISTOCENO		COBERTURAS LATERÍTICAS	LATERITAS
		TERCIÁRIO	SUPERIOR	FORMAÇÃO SOLIMÕES		ARENITOS FRIÁVEIS SILTITOS ARGILITOS FOLHELHOS ARENITOS SILICIFICADOS
	MESOZÓICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO		ARENITOS ARGILOSOS ARGILITOS, GRAUVAQUES BRECHAS INTRAFORMACIONAIS
			INFERIOR	ROCHAS ALCALINAS VULCANISMO BÁSICO		NEFELINA-CANGRINITA-SODALITA-SIENITO E NEFELINA-FONOLITO / HIPERSTÊNIO-AUGITA DIABÁSIOS OLIVINA-AUGITA-DIABÁSIOS AUGITA-PIGEONITA-DIABÁSIOS
		JURÁSSICO	SUPERIOR			
			MÉDIO			
			INFERIOR			
		TRIÁSSICO	SUPERIOR			
			MÉDIO			
	PALEOZÓICO	DEVONIANO	INFERIOR	FORMAÇÃO MAECURU		ARENITOS SILTITOS FOLHELHOS
		SILURIANO	INFERIOR	FORMAÇÃO TROMBETAS		ARENITOS ORTOQUARTZÍTICOS SILTITOS FOLHELHOS
		ORDOVICIANO	SUPERIOR			
		CAMBRO-ORDOVICIANO		FORMAÇÃO PROSPERANÇA		ARCÓSEOS SUB-ARCÓSEOS ARENITOS ARGILOSOS ARENITOS SILICIFICADOS
CRIPTOZÓICO	PRÉ-CAMBRIANO	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR	1.536 m.a. a 1.814 m.a.	FORMAÇÃO RORAIMA		MUSCOVITA-QUARTZITO
			1.814 m.a. a 1.915 m.a.	GRUPO UATUMÃ		GRANITOS RIOLITOS RIODACITOS DACITOS MICROADAMELITOS
		PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO A INFERIOR	1.915 m.a. a 2.600 m.a.	SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA		GRANITOS GRANODIORITOS
			?	SEQUÊNCIA GNÁISSICA		GNÁISSES MIGMATITOS GRANITOS
			+ de 2.600 m.a.	GRUPO MOURA		MIGMATITOS GNÁISSES GRANITOS CHARNOQUITOS ANFIBOLITOS

FIGURA 2

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA RELATÓRIO FINAL - SANTOS, J.O.S. - 1974

do domínio, na região dos rios Cuieiras e Demêni, representadas, principalmente, por migmatitos, gnaisses e, secundariamente, por granitos, os quais estão cortados por diques básicos e recobertos, ao sul, a leste e a sudeste, de sua área de afloramentos, pelos depósitos cenozóicos da Formação Solimões. A exceção dos granitos, estas litologias mostram um bandeamento regional orientado segundo N70°W, constituindo uma faixa que se estende para oeste e noroeste, ultrapassando os limites do domínio, formando uma cadeia de montanhas orientadas na mesma direção do seu bandeamento, a qual alcança a fronteira do Brasil com a Venezuela. Em toda a área do Domínio Baixo Rio Negro, é a unidade que apresenta alineamentos estruturais mais notáveis nas imagens de radar.

A Seqüência Granítico-granodiorítica é a unidade de que se dispõe menos dados, quer litológicos, quer estruturais, dada a inacessibilidade da sua área de ocorrência. Está representada por biotita-granitos e granodioritos, sendo sua posição estratigráfica provisoriamente situada entre os Grupos Moura (>2.600 m.a.) e Uatumã (>1.650 m.a.), representando provavelmente um episódio do ciclo Transamazônico (1.800 - 2.600 m.a.).

O Grupo Uatumã é constituido litologicamente por vulcânicas ácidas (riolitos, riodacitos e dacitos) e intrusivas graníticas associadas. Dados obtidos por datações radiométricas tem indicado uma idade de 1.600 m.a. (CORDANI, U.G. - 1974, informação verbal) para o Grupo Uatumã, tendo sido aventada a possibilidade de uma correlação entre este grupo e o Grupo Kuyuwini ocorrente na Guiana, de idade similar, visto que aparentemente existe uma continuidade física entre os dois grupos na região lindeira Brasil-Guiana (cabeceiras dos rios Jatapú, Mapuera e Trombetas).

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

A Formação Prosperança compreende arcóseos, subarcóseos e arenitos argilosos que se distribuem superficialmente em área restrita, estando porém presentes em sub-superfície, de acordo com os perfís de poços da Petrobrás, manifestando, na área do domínio, um espessamento de leste para oeste. Está recoberta, ao sul, pela Formação Trombetas e a oeste, pela Formação Solimões, sendo composta por arenitos arcoseanos, mal classificados, imaturos, que indicam terem sido áreas de embasamento a principal fonte de material para suas camadas.

A Formação Trombetas forma uma faixa com desenvolvimento leste-oeste, limitada ao sul pela Formação Alter do Chão, a oeste pela Formação Solimões e ao norte pela Formação Prosperança. É constituída essencialmente por arenitos ortoquartzíticos, brancos, com intercalações de folhelhos e siltitos cinza. Mergulha suavemente para o quadrante sul, ora para SE, ora para SW, e sua espessura mantem-se em torno de 500 m, aumentando suavemente no sentido de norte para sul, em direção ao eixo da bacia paleozóica. Acreditamos que a maior parte dos afloramentos desta unidade, representa o Membro Nhamundá, aflorando o Membro Autaz Mirim para oeste, na região dos rios Carabinâni e Puduari. O Membro Pitinga, por sua vez, estaria possivelmente representado pelos siltitos de cor cinza que ocorrem na BR-174, sendo os depósitos aflorantes mais superiores da formação.

A Formação Maecuru ocorre restritamente no canto sudeste da área do domínio, estando representada por arenitos, siltitos e fólhelhos, que constituem uma estreita faixa com 15 km de largura ao longo da BR-174 e que se prolonga, para leste, ultrapassando os limites do domínio.

O Vulcanismo Básico, evidenciado pela pre

sença de diques de diabásio nos rios Negro, Unini, Jaú, Curiuaú, Demêni, Camanaú e Maepengui, afetou tanto as unidades paleozóicas como rochas pré-cambrianas. São diabásios toleíticos, possuindo pigeonita além de augita, cuja idade é admitida como situada no intervalo de 220 milhões de anos (Triássico Médio) a 120 milhões de anos (Cretáceo Inferior).

A Formação Alter do Chão é constituída por argilitos, arenitos argilosos, grauvaques e brechas intraformacionais, todos de cor vermelha intensa e bem consolidados. São depósitos imaturos, restritos ao interior da bacia paleozóica, que ocorrem na porção sul e sudeste da área estudada. Recobrem os arenitos da Formação Trombetas, em disconformidade, e, da mesma forma, são recobertos pela Formação Solimões.

A Formação Solimões está representada por depósitos friáveis, formados por arenitos amarelados, siltitos e argilitos de cor cinza ou esverdeados, constituindo uma ampla planície que ocupa todo o setor ocidental da área do domínio, tendo continuidade até a região do alto Solimões e do rio Japurá. Os arenitos mostram frequentemente níveis ferrificados, são pobremente estratificados e gradam, lateral e verticalmente, para lutitos. Os últimos são bem laminados, aflorando em camadas com mais de dois metros de espessura, contendo restos orgânicos perfeitamente preservados, os quais permitem estabelecer uma idade terciária superior a pleistocênica para a unidade. A espessura de suas camadas aumenta para oeste e sudoeste, atingindo 570 metros na seção tipo no poço RC-St-1-AM na região do alto Solimões. Recobre disconformemente todas as formações precedentes.

Notável é a extensão dos Depósitos Holocênicos que, além de acompanhar os cursos d'água principais

na forma de faixas aluviais, formam grandes áreas deposicionais nas regiões de interflúvio, onde são originados principalmente a partir do retrabalhamento das camadas da Formação Solimões.

Resta mencionar pequenos testemunhos da Formação Roraima, representados por muscovita-quartzitos correntes no interflúvio Cuieiras-Demêni, na extremidade noroeste do domínio, bem como, um pequeno corpo de Rochas Alcalinas que emerge na forma de "monadnock", entre os sedimentos cenozóicos, no interflúvio Catrimâni-Água Boa do Univíni, representado por nefelina-sienito e fonolito, e que constitui a primeira ocorrência de rochas alcalinas conhecida na Amazônia Ocidental.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

3.1 - Introdução

A metodologia de trabalho empregada no reconhecimento geoquímico e de minerais pesados do Domínio Baixo Rio Negro, correspondeu essencialmente àquela originalmente recomendada pela Diretoria de Operações da CPRM para o Projeto Norte da Amazônia, com algumas adaptações, como consequência das características peculiares da área prospectada.

As bacias de drenagem relacionadas para os reconhecimentos geológico e geoquímico foram as seguintes:

a - margem esquerda do rio Negro

- bacia do rio Branco: rios Catrimâni, Xeruini, Preto e Água Boa do Univíni
- bacia do rio Jauaperi
- bacia do baixo-médio rio Demêni
- bacia do rio Apuaú
- bacia do rio Cuieiras
- bacia dos rios Camanaú e Curiuaú *
- bacia do rio Jufari

b - margem direita do rio Negro

- bacia do rio Caurés
- bacia dos rios Unini, Papagaio e Paunini
- bacia dos rios Jaú e Carabinâni
- bacia do rio Puduari

c - margem esquerda do rio Amazonas

- bacia do rio Uatumã

---

* Os rios Camanaú e Curiuaú só foram amostrados parcialmente uma vez que eles drenam áreas de reserva indígena.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

3.2 - Sedimentos ativos de corrente

A amostragem dos sedimentos ativos de corrente foi efetuada concomitantemente ao levantamento geológico e, a boa distribuição das bacias de drenagem por quase toda a área prospectada, em muito contribuiu e facilitou o reconhecimento geoquímico.

A amostragem limitou-se às drenagens de terceira e quarta ordem, sendo evitados os cursos d'água principais e seus afluentes maiores.

Evitou-se, sempre que possível, o estabelecimento de estações geoquímicas em localidades onde a influência da drenagem principal, nos cursos tributários, se fazia presente. Em certas bacias de drenagem, tal influência se estendeu além de 3 km a montante da foz com o rio principal.

Em campo, observou-se que essa influência se exerce de duas maneiras: por extravasamento lateral das águas do rio principal e/ou por represamento exercido também pelo rio principal.

O extravasamento lateral das águas, provocado pelas cheias, se faz presente principalmente nas áreas planas e de baixada, dando origem a planícies de inundação, as quais podem atingir extensões consideráveis. É evidente que materiais pertencentes a estas planícies de inundação são lentamente carreados às drenagens tributárias, contaminando-as e alterando o regime de deposição das mesmas. O represamento de um afluente pelo rio principal, na época das cheias, pode atingir locais além dos limites de inundação.

Os cursos d'água em que foram coletadas as

amostras geoquímicas, raramente ultrapassaram sete metros de largura e 1,50 m de profundidade durante a época da amostragem. Em média, as drenagens percorridas não ultrapassaram dimensões de 3 m a 5 m de largura e profundidade da ordem de 0,7 m.

A cada estação geoquímica correspondeu uma única amostra, constituída de material coletado em três pontos distribuídos longitudinalmente ao leito do rio, preferencialmente na parte central do mesmo, e distanciados, entre si de, aproximadamente, cem metros.

A coleta de amostras foi efetuada manualmente sendo o material coletado acondicionado em sacos plásticos, evitando-se a eliminação total da água barrenta, objetivando-se, com este procedimento, evitar a perda do material fino, mais adequado às análises geoquímicas.

Embora a programação do projeto tenha estabelecido para o reconhecimento geoquímico áreas de captação em torno de 25 km^2, tal orientação não pôde ser seguida uniformemente em toda a área do domínio, devido principalmente às dificuldades de acesso e locomoção ao longo das drenagens tributárias, resultando, deste modo, que algumas das amostras coletadas representam área de captação de até 40 km^2.

Nas áreas sedimentares, que geralmente apresentam pouca variação dos valores, resultaram áreas de captação que variaram de 15 km^2 a 40 km^2, enquanto que naquelas de rochas cristalinas, onde em certos locais a amostragem foi densificada, as áreas de captação variaram de 10 km^2 a 30 km^2.

Considerando-se a área total prospectada e o número de amostras coletadas, resultou, para o reconhe

cimento geoquímico do domínio, uma densidade de amostragem da ordem de 1/150 km^2. Para efeito comparativo, citamos que em Sierra Leone, GARRETT, R.G. & NICKOL, I.(in: NICKOL, I. et alii, 1969) cobriram 36.000 km^2 com uma densidade de amostragem 1/180 km^2 e ARMOUR-BROWN, A. & NICKOL, I. (1970) em trabalho de reconhecimento regional, numa área de 200.000 km^2, em Zâmbia, obtiveram 1/225 km^2.

A amostragem geoquímica foi, em alguns locais, dificultada pelo fato da desembocadura dos tributários estar situada em "chavascais". Outros cursos d'água não puderam ser percorridos devido à dificuldades de locomoção no interior dos mesmos. Assim, a produtividade variou de duas a cinco estações geoquímicas por dia para cada equipe.

Objetivando o controle do erro de amostragem foi efetuada replicagem em aproximadamente 10% das estações geoquímicas, sendo as amostras réplicas coletadas a uma distância de 10 a 20 m dos locais das amostras de rotina correspondentes.

Com o intuito de avaliar a precisão dos métodos analíticos empregados nas análises geoquímicas, foram preparadas amostras réplicas de aproximadamente 10% do total coletado.

Condições adversas à amostragem geoquímica foram encontradas nas áreas drenadas pela bacia do médio rio Jauaperi, devido às intensas precipitações pluviométricas que perduraram durante toda a campanha de campo. Assim é que, algumas das drenagens percorridas apresentaram grande volume d'água, resultando profundidades tais que dificultaram e, por vezes, impossibilitaram a coleta das amostras.

Nestas áreas, a influência das drenagens

principais nos tributários se fez sentir a distâncias, as vezes, superiores a 3 km a montante da foz no rio principal. O pH da água nestas drenagens apresentou valores em torno de quatro, sensivelmente inferior aos valores obtidos nas áreas restantes do projeto, ou seja, de cinco a seis. Tal fato, aliado ao de que na época da amostragem o material coletado deve ter sofrido considerável lixiviação, nos conduzem a supor a possibilidade dos teores obtidos não representarem efetivamente a distribuição geoquímica mais significativa de certos elementos naqueles sedimentos de corrente, embora tal variabilidade não seja um fator decisivo em reconhecimentos regionais.

O controle da amostragem geoquímica foi efetuada através do preenchimento de fichas programadas e padronizadas pelo Departamento de Projetos e Sistemas da CPRM, nas quais estão especificados os principais parâmetros descritivos de campo (Figuras 3 e 4).

3.3 - Concentrados de bateia

Considerando-se que uma prospecção aluvionar para minerais pesados apresenta melhores resultados em áreas de rochas ígneas e, que as litologias predominantes na área trabalhada são rochas sedimentares, o número total de amostras de concentrados de bateia coletadas (152) foi inferior ao correspondente em sedimentos ativos de corrente (640).

Tal amostragem foi restrita às principais drenagens de terceira ordem tendo sido preferidas aquelas que drenam maiores extensões dentro de uma litologia. As estações da amostragem de minerais pesados coincidiram com locais onde foram também estabelecidas estações geoquímicas.

Para cada bacia de drenagem correspondeu

FICHA DE CAMPO – AMOSTRA GEOQUÍMICA

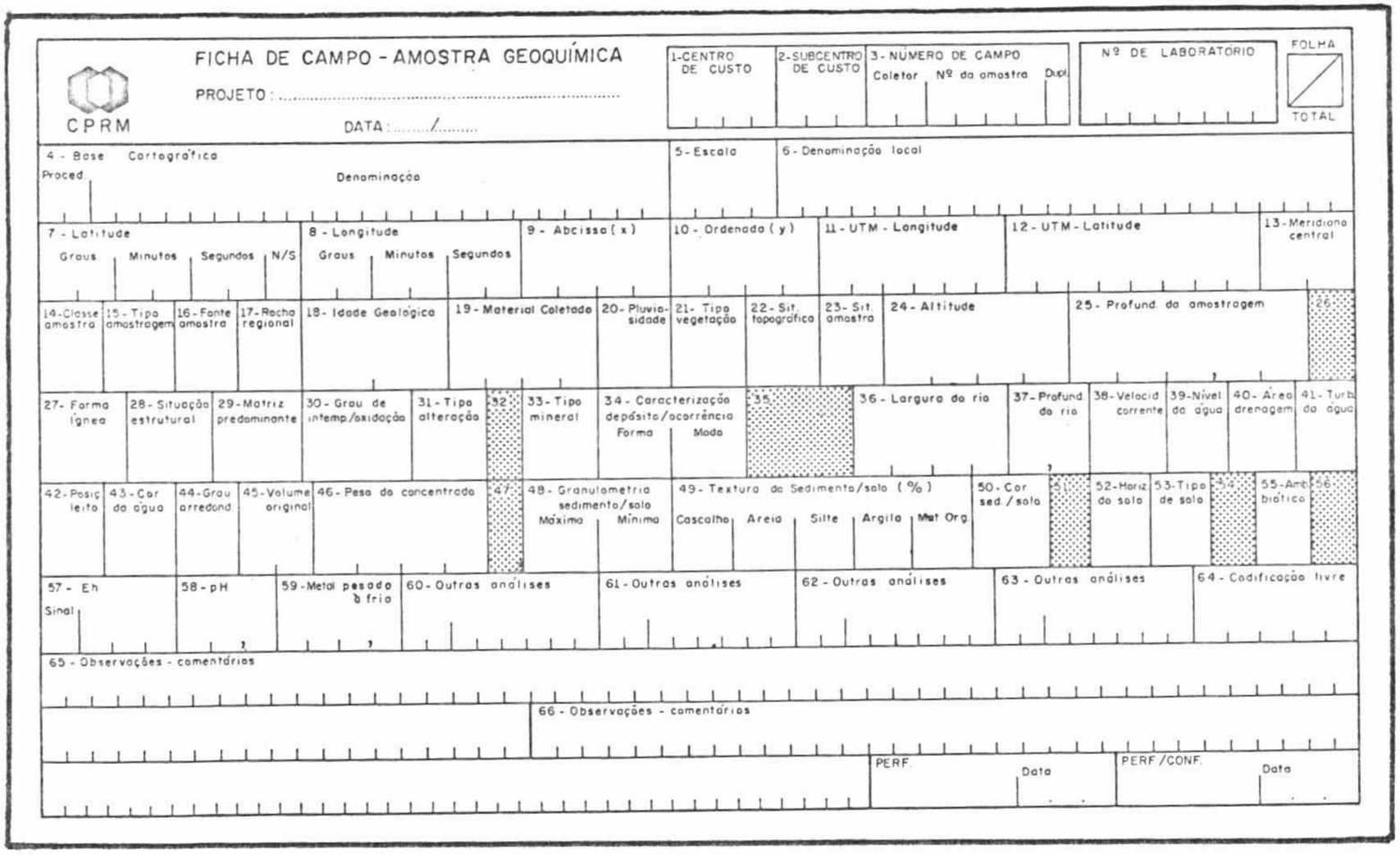


FIGURA 3

SISTEMA DE CODIFICAÇÃO — AMOSTRA GEOQUÍMICA

14- CLASSE DA AMOSTRA
- S - Sed. Corrente
- R - Rocha
- L - Solo
- B - Conc. Batéia
- V - Vegetação
- A - Água
- M - Mineral / Minério
- Z - Outras

15- TIPO DE AMOSTRAGEM
- A - Simples
- B - Composta
- C - Canal
- Z - Outras

16- FONTE DA AMOSTRA
- A - Afloramento
- B - Mina
- C - Poço
- D - Trincheira
- E - Sondagem
- F - Solo Residual
- G - Solo Transportado
- H - Solo não especificado
- I - Pântano
- J - Fonte
- K - Mar
- L - Rio
- M - Lago
- Z - Outros

17- ROCHA REGIONAL
- A - Não Identificada
- B - Sedimentar
- C - Metamórfica
- D - Ígnea Intrusiva
- E - Vulcânica
- F - Conglomerado
- G - Arenito
- H - Siltito
- I - Argilito
- J - Folhelho
- K - Sequência Carbonática

17- ROCHA REGIONAL (cont.)
- L - Ardosia
- M - Gnaisse (1 - Cataclástica, 2 - Vulcanoclástica)
- N - Xisto (1 - Cataclástica, 2 - Vulcanoclástica)
- O - Quartzito
- P - Mármore
- Q - Filito
- R - Hornfels
- S - Ígnea Ácida
- T - Ígnea Alcalina
- U - Ígnea Máfica / Ultram.
- V - Vulc. Ácida
- X - Vulc. Básica / Interm.

18- IDADE GEOLÓGICA (2 colunas)
- A - Pré-Cambriano
- B - Eo-Cambriano
- C - Paleozóico
- D - Cambriano
- E - Ordoviciano
- F - Siluriano
- G - Devoniano
- H - Carbonífero
- I - Permiano
- J - Mesozóico
- K - Triássico
- L - Jurássico
- M - Cretáceo
- N - Cenozóico
- O - Terciário
- P - Quaternário
- X - Indeterminada

2ª Coluna: I - Inferior; M - Médio; S - Superior; X - Indeterminado

20- PLUVIOSIDADE DURANTE A COLETA
- A - Período Seco
- B - Chuvas esparsas
- C - Chuvas diárias
- D - Chuvas fortes recentes
- E - Chuvas torrenciais

21- TIPO DE VEGETAÇÃO
- A - Terras cultivadas/pastagens
- B - Floresta Fechada
- C - Floresta Aberta
- D - Caatinga/Agreste
- E - Cerrado
- F - Pantanal
- G - Mangue

22- SITUAÇÃO TOPOGRÁFICA
- A - Pé de Encosta
- B - Meia Encosta
- C - Topo

23- SITUAÇÃO DA AMOSTRA
- A - Leito Seco
- B - Leito Ativo ao Nível Água
- C - Leito Ativo Abaixo N. Água
- D - Leito Ativo Acima N. Água
- E - Banco
- F - Superfície

27- FORMA ÍGNEA
- A - Plutônica
- B - Extrusiva
- C - Dique ou Sill

28- SITUAÇÃO ESTRUTURAL
- A - Fratura ou Junta
- B - Cizalhada ou Falha
- Z - Outra

29- MATRIZ (Predominantemente)
- A - Sílica
- B - Fe / Mn
- C - Carbonato
- D - Argila
- Z - Outra

30- GRAU INTEMPERISMO/Oxidação
- A - Decomposta ou Oxidada
- B - Parcial-decomposta ou Oxidada
- C - Fresca ou não Oxidada

31- TIPO DE ALTERAÇÃO
- A - Propilitização
- B - Argilitização
- C - Silicificação
- D - Sericitização
- E - Feldspatização
- Z - Outros

33- MINERAL / MINÉRIO
- A - Metais Preciosos
- B - Metais não Ferrosos
- C - Metais Ferrosos
- D - Metais Leves
- E - Sb, As, Bi, Hg, Zr
- F - Fertilizantes
- G - Minerais Industriais
- Z - Outros

34- CARACT. DEP. MIN.
- A - Veio
- B - Amas
- C - Estratiforme
- D - Nível Mineralizado
- E - Veio + Amas
- F - Veio + Estratiforme
- G - Amas + Estratiforme
- H - Veio + Amas + Estratiforme

- A - Maciço
- B - Disseminado
- C - Substituição
- D - Preenchimento
- E - Maciço + Substit.
- F - Maciço + Preench.
- G - Disseminado + Substit.
- H - Disseminado + Preench.

38- VELOCIDADE CORRENTE
- 0 - Parada
- 1 - Lenta
- 2 - Baixa
- 3 - Moderada
- 4 - Rápida

39- NÍVEL DA ÁGUA
- 0 - Seco
- 1 - Baixo
- 2 - Normal
- 3 - Alto
- 4 - Caudaloso

40- ÁREA DRENAGEM
- 1 - Até - 10 Km²
- 2 - 10 Km² - 50 Km²
- 3 - 50 Km² - 100 Km²
- 4 - 100 Km² - 500 Km²
- 5 - 500 Km² - 1000 Km²
- 6 - 1000 Km² - 10000 Km²
- 7 - Acima de 10000 Km²

41- TURBIDEZ DA ÁGUA
- 0 - Nenhuma
- 1 - Pouca
- 2 - Moderada
- 3 - Muita

42- POSIÇÃO NO LEITO
- D - Margem Direita
- E - Margem Esquerda
- C - Calha

43- COR DA ÁGUA
- A - Clara
- B - Vermelha
- C - Marrom
- D - Cinza
- E - Preta
- F - Branca
- G - Laranja
- H - Verde
- I - Amarela

44- ARREDONDAMENTO
- A - Anguloso
- B - Sub-Anguloso
- C - Sub-Arredondado
- D - Arredondado

48- GRANULOMETRIA
(Use 2 colunas)
Máximo e Mínimo
- A - Maior do que
- B - 2,00 mm - 9 Mesh Tyler
- C - 1,00 mm - 16 " "
- D - 0,50 mm - 32 " "
- E - 0,25 mm - 60 " "
- F - 0,177 mm - 80 " "
- G - 0,147 mm - 100 " "
- M - Menor do que

49- TEXTURA DO SOLO/SED
Use em cada um dos campos numeros de 1-9 significando a porcentagem de cada um dos seguintes elementos
Cascalho, Areia, Silte, Argila e Matéria Orgânica

50- COR DO SOLO
Idêntico ao Campo 43

52- HORIZONTE SOLO
- A - A
- B - B
- C - C
- D - A C O
- E - A O
- F - B 1
- G - B 2
- H - Não Identificado
- I - Composto
- J - Sem zoneamento Ap

53- TIPO DE SOLO
- A - Laterítico
- B - Salino
- C - Orgânico
- D - Calcário Bem Drenado
- E - Calcário Mal Drenado
- F - Jovem
- G - Não Especificado

55- AMBIENTE BIÓTICO
- A - Xerofítia
- B - Mesófita
- C - Hidrófita
- D - Freatófita
- E - Halófita
- F - Epífita
- G - Parasítica
- H - Saprofítica

FIGURA 4

uma única amostra de concentrado de bateia, tendo sido considerada, como área de captação do material coletado, toda a extensão drenada pelo curso d'água a montante do local amostrado, incluindo as áreas percorridas pelos seus afluentes e sub-afluentes. Verifica-se portanto que, comparada à amostragem de sedimentos ativos de corrente, a prospecção de minerais pesados caracterizou-se por uma menor densidade de amostragem e áreas de captação mais amplas.

Tal como na amostragem geoquímica, naquelas áreas de litologias mais propensas a mineralizações de interesse, coletou-se um maior número de amostras de concentrados de bateia a fim de melhor definir a assembleia mineral existente.

Cada amostra correspondeu ao bateamento de 20 litros de material, quase sempre obtido em concentradores naturais tais como: porções convexas dos meandros, corredeiras, pés de cachoeiras, etc. Antes de sofrer bateamento, o material original era submetido a peneiramento para a eliminação da fração maior que 0,8 cm. Os concentrados obtidos não sofreram intenso apuramento procurando-se assim evitar a perda de mineral pesado claro.

3.4 - Preparação das amostras

O esquema de logística estabelecido para o desenvolvimento do projeto no Domínio Baixo Rio Negro possibilitou, na maior parte das vezes, a remessa semanal dos lotes de amostras por parte das equipes de campo. Isso permitiu uma imediata preparação do material para análise e evitou, além disso, perdas desnecessárias de tempo por acúmulo de amostras a serem tratadas, bem como, possíveis contaminações e perdas das mesmas, caso permanecessem longo tempo de posse das equipes.

Devido à coincidência da época de preparação das amostras com a estação de chuvas, o procedimento ideal de secagem das amostras ao sol não pôde ser seguido. Assim, a secagem teve que ser efetuada em estufas com a utilização de lâmpadas mistas a vapor de mercúrio diretamente sobre as amostras. Foram utilizadas cinco lâmpadas de 160 W que permitiram, em média, a secagem de dez a quinze amostras por dia. Após a secagem, as amostras geoquímicas foram submetidas a peneiras de aço inoxidável de crivo 80 mesh, sendo que da fração menor que 80 mesh, assim obtida, eram tomadas quantidades suficientes para serem acondicionadas em pequenos recipientes de vidro, etiquetados, e posteriormente remetidos ao Rio de Janeiro a fim de serem analisadas nos laboratórios do LAMIN.

Cada recipiente continha, em média, 20 g de material, quantidade suficiente para as análises geoquímicas e/ou mineralógicas. Separada a fração a ser enviada ao laboratório central, a parte restante de cada amostra foi arquivada na sede da Agência.

A rotina da preparação das amostras de concentrados de bateia sofreu algumas variações. Após a secagem, as amostras eram submetidas a uma triagem, sendo enviadas para análise somente aquelas que exibiam uma assembleia mineralógica mais complexa. As demais, por apresentarem quantidade mínimas de minerais pesados, quase sempre tratando da "suite" ilmenita, hematita e/ou magnetita, eram somente examinadas em lupa binocular.

4. ANÁLISES

4.1 - Espectrografia

As amostras de sedimentos ativos de corrente e concentrados de bateia, foram analisadas para 30 elementos padrão pelo método espectrográfico semiquantitativo de emissão ótica. Os elementos padrão analisados foram os seguintes: Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, As, Ag, Au, B, Ba, Be, Br, Cd, Cr, Co, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr. Os limites inferior e superior de detecção para cada um dos elementos estão especificados na Tabela I.

As análises foram executadas por CARMEN LUCIA ROQUETTE PINTO, MARIA LÚCIA DE MIRANDA E LEMOS, GLÓRIA BERENICE C.B. DA SILVA e ELIZABETH B.B.W. PECEGO.

4.2 - Química

As amostras de sedimentos ativos de corrente foram ainda analisadas quimicamente para determinações de As e Sb. Para tanto, foi utilizado o método colorimétrico semiquantitativo, empregando-se as técnicas preconizadas no boletim 1152 do USGS.

As análises foram efetuadas por CECILE STARCK MAIER, GERDA MORAES PIERRE DE OLIVEIRA, SERGIO CORREA DE SÁ, CELIA MARIA TINOCO ARIDE, EWERTON MARQUES DE GOUVEA e NELSON CHINEN.

4.3 - Absorção atômica

Empregou-se o método espectrofotométrico de absorção atômica para determinações do elemento zinco em

CPRM

VALORES LIMITES DE DETECÇÃO DE ELEMENTOS PELO MÉTODO ESPECTROGRÁFICO SEMIQUANTITATIVO DE EMISSÃO ÓTICA

ELEMENTOS	V A R I A Ç Ã O	
	LIMITE INFERIOR ppm	LIMITE SUPERIOR ppm
Fe	500	200.000
Mg	200	
Ca	500	
Ti	20	10.000
Mn	10	5.000
Ag	0,5	5.000
As	200	10.000
Au	10	5.000
B	10	
Ba	20	5.000
Be	1	1.000
Bi	10	1.000
Cd	20	
Co	5	2.000
Cr	10	5.000
Cu	5	2.000
La	20	1.000
Mo	5	2.000
Nb	10	2.000
Ni	5	5.000
Pb	10	2.000
Sb	100	10.000
Sc	5	100
Sn	10	1.000
Sr	100	
V	10	10.000
W	50	2.000
Y	10	2.000
Zn	200	10.000
Zr	10	1.000

Tabela I

amostras de sedimentos ativos de corrente. Tais análises foram efetuadas por CECILE STARCK MAYER, GERDA MORAES P. DE OLIVEIRA e CÉLIA MARIA TINOCO.

4.4 - Mineralogia

Anteriormente às análises espectrográficas semiquantitativas, as amostras de concentrados de bateia foram submetidas à análise mineralógica qualitativa de minerais pesados, as quais estiveram a cargo da geóloga EXPEDITA GONÇALVES DE TORRES.

5. ERROS ANALÍTICOS E DE AMOSTRAGEM

Procurando estimar a variância analítica e de amostragem combinadas, foram selecionadas 30 replicagens daquelas efetuadas durante as campanhas de campo, manipulando-se, portanto, os teores analíticos obtidos de 30 (trinta) amostras de rotina e de 30 (trinta) amostras réplicas correspondentes.

Para tanto, foram considerados os elementos cromo, cobre, chumbo, nióbio e manganês, já que somente estes, dentre os 30 elementos padrão analisados, com exceção do elemento ferro, apresentaram teores acima do limite inferior de detecção, tanto nas amostras de rotina como nas réplicas consideradas.

O método empregado foi aquele preconizado por GARRET, R.G. (1969), baseado no "F-TEST", o qual procura determinar se a variabilidade dos teores das amostras de rotina, V^2_D, é significantemente maior que a variabilidade introduzida pelos erros analíticos e de amostragem, V^2_{SA}.

Para o cálculo da precisão de amostragem e analítica, empregou-se a fórmula $P=\overline{X}.1,2/1,98.V_{SA}$, onde $\overline{X}$ é a media de todos os pares de duplicatas considerados.

Os resultados obtidos estão expressos na Tabela II.

Observando-se os dados obtidos para cromo, nióbio, chumbo e manganês, verifica-se que a variabilidade analítica e de amostragem é significantemente menor que a variabilidade entre os teores das amostras de rotina. Portanto, os dados analíticos podem ser considerados

ESTIMATIVA DOS ERROS ANALÍTICOS E DE AMOSTRAGEM

	V^2_D	V^2_{SA}	Graus de liberdade	$F_{calc.}$	$F_{tab.}^{*}$ ($\alpha = .05$)	p ($\alpha = .05$)
Cu	0,2858	0,1164	1, 30	2,45	4,00	2,48
Cr	0,1948	0,0180	1, 30	10,82	4,00	4,46
Nb	0,0758	0,0147	1, 30	5,16	4,00	4,90
Pb	0,1917	0,0288	1, 30	6,66	4,00	4,32
Mn	0,5682	0,0494	1, 30	11,50	4,00	5,43

V^2_D = Variabilidade das amostras de rotina

V^2_{SA} = Variabilidade introduzida pelos erros analíticos e de amostragem

$$F_{calc.} = \frac{V^2_D}{V^2_{SA}}$$

p = precisão analítica

α = grau de confiança

TABELA II

---

* Valor estimado a partir da "tabela de percentagens de pontos de distribuição tipo F", Introduction to the Theory of Statistics, Mood, M.M. & Graybill, A.F., 1961.

satisfatórios e passíveis de tratamento estatístico ($F_{calc.} > F_{tab.}$).

Observa-se ainda que, os resultados obtidos a partir dos teores de cobre não foram satisfatórios, possivelmente, devido ao número de graus de liberdade considerados. Assim sendo, para este elemento, que se revelou de distribuição bastante irregular na área prospectada, os cálculos para erros analíticos e de amostragem deveriam, provavelmente, ser efetuados a partir de um número maior de amostras duplicadas.

O grau de precisão analítica e de amostragem, para todos os cinco elementos considerados, recai dentro da faixa de confiança ($p > 1,0$), embora o valor obtido para o cobre, P=2,48, não seja muito satisfatório.

6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS ANALÍTICOS

6.1 - Sedimentos ativos de corrente

Para efeito de extrair dados mais conclusivos da interpretação geoquímica, procedeu-se a manipulação e interpretação dos resultados analíticos dos 30 elementos padrão, procurando estabelecer para cada uma das unidades geológicas aflorantes na região, populações definidas de elementos.

Nesse sentido puderam ser reconhecidas na área do Domínio Baixo Rio Negro, as seguintes populações:

- população Solimões A (Formação Solimões)
- população Solimões B (Formação Solimões)
- população Alter do Chão (Formação Alter do Chão)
- população Trombetas (Formação Trombetas).
- população Prosperança (Formação Prosperança)
- população Uatumã (Grupo Uatumã)
- população Granítico-granodiorítica (Seqüência Granítico -granodiorítica).
- população Gnáissica (Seqüência Gnáissica)
- população Moura (Grupo Moura)

As amostras de sedimentos ativos de corrente coletadas em área de contato foram desprezadas, evitando-se, assim, situações duvidosas de pertencerem as mesmas, a uma ou outra população. Procedeu-se da mesma forma com aquelas amostras com áreas de captação superior a 40 km^2, por acreditarmos serem as mesmas pouco representativas da litologia a montante da drenagem em relação à localidade amostrada.

Para os elementos que apresentaram mais de 50% de valores definidos nas respectivas populações amos

tradas, foram estabelecidas curvas de freqüências percentuais acumuladas em papel de probabilidade logarítmica, a fim de determinar o tipo de distribuição dos mesmos, bem como parâmetros estatísticos, tais como: "background", possíveis limiares, média geométrica, desvio geométrico. Os intervalos de classe escolhidos foram uma adaptação ao sistema padrão utilizado pelo LAMIN para análises espectrográficas semiquantitativas ("6-step espectrographic report").

As freqüências percentuais foram acumuladas a partir das classes de teores inferiores para aquelas de teores mais elevados, procurando-se assim dar maior ênfase aos valores de "background", já que, em se tratando de reconhecimento regional, interessou-nos a visualização da paisagem geoquímica do domínio, do que os valores "anômalos".

Para a plotagem em gráficos de probabilidade logarítmica, considerou-se para os teores censurados, o valor correspondente à metade do limite inferior de detecção do método analítico.

Os gráficos obtidos consistiram de retas ou segmentos de reta indicando, portanto, distribuição aproximadamente "lognormal" para aqueles elementos, segundo método estabelecido por TENNANT, C.B. & WHITE, M.L., in: WOODSWORTH, G.J., 1971.

Mesmo naquelas populações em que a plotação dos pontos não caracterizou lognormalidade bem definida, aceitou-se o risco de assim considerá-las, a fim de manter um critério uniforme para todas as populações. Além disso, em sendo os valores provenientes de análises espectrográficas semiquantitativas, os erros cometidos seriam sempre menores se considerássemos todas as distribuições

como sendo do tipo lognormal (Figuras 5 a 15).

Quando se obteve dois segmentos de reta, o ponto de inflexão foi considerado ora limite de subpopulações, ora limiar de "background", e, neste último caso, desde que o número de valores anômalos não excedesse, aproximadamente, 15% do número total das análises que constituiram a curva de freqüência acumulada (CASSIE, in: WILLIAMS, X.K., 1971).

Quando a curva apresentou dois pontos de inflexão, resultante da presença de três segmentos de reta correspondentes a três subpopulações, o possível "threshold" foi tomado como o teor correspondente ao ponto médio da parte intermediária da curva.

O termo ANOMALIA ou ANÔMALO é empregado, neste relatório, em seu "sensu stricto" e refere-se apenas à presença de teores mais elevados para certos elementos em sedimentos ativos de corrente das áreas amostradas.

A média geométrica de cada elemento foi obtida tomando-se, na ordenada, o teor correspondente ao valor 50% da abcissa.

Quanto aos valores de desvio geométrico, os mesmos foram obtidos do quociente da diferença entre os teores correspondentes a 16% e 84% no eixo da abcissa, pela média geométrica.

Os elementos Sc, Sr, W, Au, Ag, As, Co, Mo, Sn, Cd, Sb e Zn, apresentaram geralmente teores baixos ou inferiores à sensibilidade mínima de detecção do método analítico empregado, não sendo por isso tratados estatisticamente, o mesmo acontecendo para os elementos Ti e Zr, por apresentarem teores geralmente acima do limite supe

rior de sensibilidade do método analítico empregado (Tabela III).

Os valores erráticos obtidos para certos elementos em algumas populações, não foram considerados para o estabelecimento das curvas de freqüências acumuladas.

6.2 - Concentrados de bateia

Os resultados analíticos espectrográficos obtidos das amostras de concentrados de bateia não sofreram manipulação estatística, pois procuramos somente verificar a variação dos valores objetivando evidenciar correlação dos elementos com os diferentes tipos litológicos correntes na área do domínio.

Os intervalos selecionados para a elaboração de mapas de distribuição de valores são subjetivos, no entanto, foram os memos escolhidos por pensarmos que evidenciam razoavelmente as relações entre os padrões de distribuição dos elementos com as diferentes litologias da área.

QUADRO DE POSSIBILIDADES

SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH

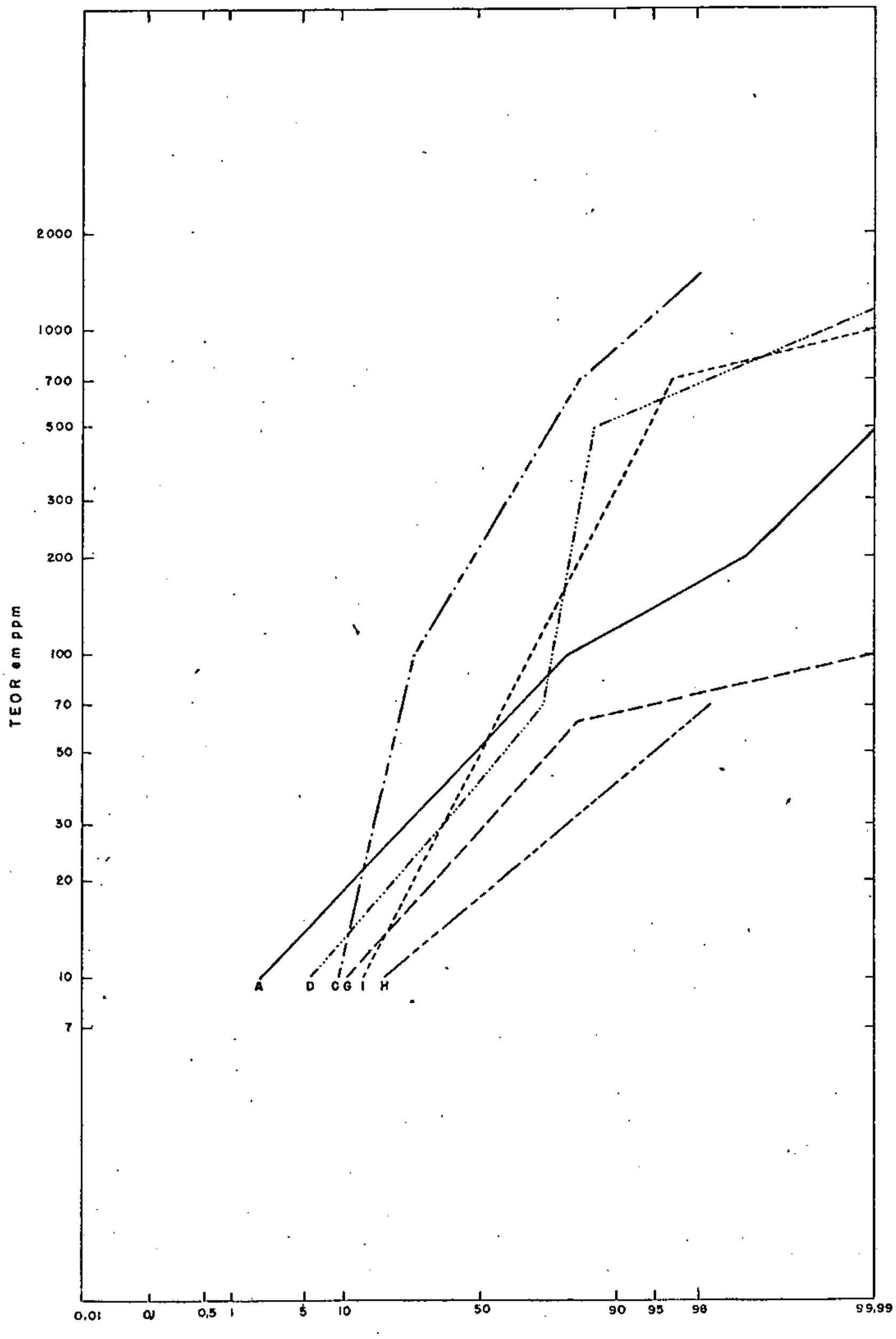
ELEMENTO / LITOESTRATIGRAFIA	Fe (0,05) *		Mg(0,02)		Ca(0,05)		Ti(0,02)		Mn (10)		Ag(0,5)		As(200)		Au(10)		B(10)		Ba(20)		Be(1)		Bi(10)		Cd(20)		Co(5)		Cr(10)		Cu(5)		La(20)		Mo(5)		Nb(10)		Ni(5)		Pb(10)		Sb(100)		Sc(5)		Sn(10)		Sr(100)		V (10)		W(50)		Y(10)		Zn(200)		Zr(10)	
	TEOR%	%AMOST.	TEOR %	%AMOST.	TEOR%	%AMOST.	TEOR%	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.	TEORppm	%AMOST.
FORMAÇÃO SOLIMÕES ÁREA – A (165 Amostras)	0,05 - 1 1 - 3	81 19	< 0,02 0,02 - 0,10 0,10 - 0,30 0,30 - 0,70	9 64 24 13	< 0,05 0,05 - 0,10 0,10 - 0,20	70 22 8	0,10 - 1 1	63 37	15 - 70 70 - 300 300 - 700	4 93 3	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10 - 50 50 - 100 100	3 amostras 47 40 11	< 20 20 - 100 100 - 300 500	7 52 19 1 amostra	< 1 1 - 3 3 - 20 20 - 70 70 - 100	38 48 10 3 1 amostra	< 10 10 - 30 70	90 9 1 amostra	< 20	100	< 5	94	< 10 10 - 100 100	11 87 3 amostras	< 5 5 - 100 100 - 200 200	1 amostra 91 7 2 amostras	< 20 20 - 50 50 - 100	65 25 10	< 5	99 2 amostras	< 10 10 - 30	39 61	< 5 5 - 20	69 31	< 10 10 - 50 50 - 200 200	11 79 7 2 amostras	< 100	100	< 5 5 - 20	69 31	< 1 1 - 10 10 - 30 30 - 100 100 - 300	72 11 9 8	< 100 70 - 200	87 13	< 10 10 - 50 50 - 100 100 - 200	1 amostra 72 14 13	< 50	100	< 10 10 - 50 50 - 100	9 87 4	< 200	100	≤ 1000 > 1000	78 22
FORMAÇÃO SOLIMÕES ÁREA – B (98 Amostras)	< 0,05 0,05 - 1 1 - 3 3	9 82 9 1 amostra	< 0,02 0,02 - 0,10 0,10 - 0,5	67 26 7	< 0,05 0,05 - 0,20 0,20 - 1,50	87 6 7	0,05 - 1 > 1	76 24	15 - 100 100 - 500 500 - 1500	18 69 13	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10 - 70 150	43 56 1 amostra	< 20 20 - 300 300 - 1000	62 33 5	< 1 1 - 5 5 - 30 70 100	76 17 4 1 amostra 1 amostra	< 10	100	< 20	100	< 5 10 20	98 1 amostra 1 amostra	< 10 10 - 100	54 46	< 5 5 - 100	3 amostras 97	< 20 20 - 150 300	62 37 1 amostra	< 5	100	< 10 10 - 30	49 51	< 5 5 - 30	72 28	< 10 10 - 30 30 - 150	45 48	< 100	100	< 5 5 - 20	90 10	< 10 20 100 150	97 1 amostra 1 amostra 1 amostra	< 100 100	97 3 amostras	< 10 10 - 100	17 83	< 50	100	< 10 10 - 100 200	34 64 2 amostras	< 200	100	≤ 1000 > 1000	33 67
FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO (76 Amostras)	0,05 - 1 1	96 3 amostras	< 0,02 0,02 - 0,10 0,10	76 22 1 amostra	< 0,05 0,05 - 0,10	97 2 amostras	0,07 - 1 > 1	86 14	10 - 70 70 - 300 300 - 1000	12 74 14	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10 - 70	64 36	< 20 20 - 100	58 42	< 1 1 - 3	80 20	< 10	100	< 20	100	< 5	100	< 10 10 - 30 30 - 100	20 64 16	< 10 10 - 100 150	18 80 1 amostra	< 20 20 - 70 500	68 30 1 amostra	< 5	100	< 10 10 - 50	10 90	< 5 5 15	91 8 1 amostra	< 10 10 - 70 200 300 500	53 5 1 amostra 1 amostra 1 amostra	< 100	100	< 5 5 - 30 30 - 70 100	67 21 7 2 amostras	< 10 10 - 70 150 300 500	91 5 1 amostra 1 amostra 1 amostra	< 100	100	< 10 10 - 70 100	5 93 1 amostra	< 50	100	10 - 70 70 - 150 300	72 5 2 amostras	< 200	100	≤ 1000 > 1000	9 91
FORMAÇÃO TROMBETAS (61 Amostras)	< 0,05 0,05 - 1	23 77	< 0,02 0,02 - 0,10	70 30	< 0,05 0,05 -	97 2 amostras	0,05 - 1 > 1	89 11	< 10 10 - 100 100 - 500 700	23 51 25 1 amostra	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10 - 50 50 - 100 > 100	34 46 11 9	< 20 20 - 100 150	31 67 1 amostra	< 1 1 - 3 5	67 31 1 amostra	< 10	97 2 amostras	< 20	100	< 5	100	< 10 10 - 50	43 57 1 amostra	< 5 5 - 50 50 - 100 100	25 54 18 2 amostras	<	79 13 8	< 5	100	< 10 10 - 30	66 34	< 5 5	90 10	< 10 10 - 30	57 43	< 100	100	< 5 5 - 15 15 - 50 100 > 100	67 23 3 1 amostra 2 amostras	< 10 10 - 30 50 70 100	87 8 1 amostra 1 amostra 1 amostra	< 100	100	< 10	46 3 amostras	< 50	100	< 10 10 - 30 30 - 50 50 - 100 100	30 61 8 5 1 amostra	< 200	100	≤ 1000 > 1000	21 79
FORMAÇÃO PROSPERANÇA (35 Amostras)	0,05 - 0,70	100	< 0,02 0,02 - 0,08	9 91	< 0,05 0,05 - 0,10	63 17	0,15 - 1 > 1	86 14	15 - 100 100 - 300	20 80	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	20 150 200	97 3 amostras	< 20 20 - 150	14 86	< 1 1 - 7 7 - 30 50 100	11 66 11 1 amostra 3 amostras	< 10 10 - 30	66 34	< 20	100	< 5	100	< 10 10 - 30	40 60	< 5 200 500	94 3 amostras 1 amostra	< 20 20 - 50	83 17	< 5	100	< 10 10 - 30	34 66	< 5	100	< 10 10 - 30	34 66	< 100	100	< 5 5	86 14	< 10 10 - 100	1 amostra 97	< 50	100	10 - 50	100	< 200	100	≤ 1000 > 1000	43 57
GRUPO UATUMÃ (62 Amostras)	0,05 - 1,5 1,5 - 5 7	92 6 1 amostra	< 0,02 0,02 - 0,10	43 57	< 0,05 0,05 - 0,20	81 19	0,02 - 1 > 1	56 44	10 - 500 500 - 7000 > 1000	53 45 1 amostra	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10 - 30	82 18	< 20 20 - 200 200 - 1500	11 68 21	< 1 1 - 30	98 1 amostra	< 10	100	< 20	100	< 5 5	81 19	< 10 10 - 100	64 36	< 5 5 - 30	40 60	< 20 20 - 150	66 34	< 5	100	< 10 10 - 70	32 68	< 5 5 - 15	95 5	< 10 10 - 70	16 84	< 100	100	< 5 5 - 30	53 47	< 10 10 70	92 4 amostras 1 amostra	< 100 100 - 200	85 15	< 10 10 - 50	45 53 1 amostra	< 50	100	< 10 10 - 150	34 66	< 200	100	≤ 1000 > 1000	11 89
SEQUENCIA GRANITICO GRANODIORITICA (56 Amostra)	0,50 - 1,50 1,50 - 5,00	80 20	< 0,02 0,02 - 0,10 0,10 - 0,80	14 82 2 amostras	< 0,05 0,05 - 0,30	29 71	0,05 - 0,50 0,50 - 1,50	9 91	20 - 200 200 - 5000 5000	29 70 1 amostra	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10	100	< 20 20 - 100 100 - 1500 1500 - 3000	7 14 71 8	< 1 1 - 3 5	61 37 1 amostra	< 10	100	< 20	100	< 5 5 - 30	71 29	< 10 10 - 30	48 52	< 5 5 - 70	1 amostra 98	< 20 20 - 70 70	5 93 1 amostra	< 5 7	98 1 amostra	< 10 10 - 50 50	7 91 1 amostra	< 5 5 - 30	50 50	< 10 10 - 70 100	9 89 1 amostra	< 100	100	< 5 5	77 23	< 10 20	98 1 amostra	< 100 100 - 300	45 55	< 10 10 - 100	1 amostra 98	< 50	100	< 10 10 - 50 50 - 200	2 amostras 89 7	< 200	100	≤ 1000 > 1000	14 86
SEQUENCIA GNAISSICA (35 Amostra)	< 0,05 0,05 - 1 1 - 2	20 66 14	< 0,02 0,02 - 0,10 1 - 3	40 40 20	< 0,05 0,05 - 0,10 0,10 - 0,70	69 11 20	0,02 - 1 > 1	94 2 amostras	< 10 10 - 100 100 - 700 700 - 1500 2000	2 amostras 20 63 9 1 amostra	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10	94 2 amostras	< 20 20 - 300 300 - 1500	20 62 18	< 1 1 - 5 5 - 15 50 100	11 77 6 1 amostra 1 amostra	< 10 10 - 30	86 14	< 20	100	< 5	100	< 10 10 - 150	74 26	5 - 200	100	< 20 20 - 50 50 150	43 51 1 amostra 1 amostra	< 5	100	< 10 10 - 30 50 70	31 66 1 amostra 1 amostra	< 5 5 - 20	80 20	< 10 10 - 50 50	26 69 1 amostra	< 100	100	< 5 5 - 15	66 34	< 10 10 - 70	86 14	< 100 100 - 20	83 17	< 10 10 - 70	69 31	< 50	100	< 10 10 - 30	60 30	< 200	100	≤ 1000 > 1000	14 86
GRUPO MOURA (40 Amostra)	0,05 - 1 1 - 3 3	92 5 1 amostra	< 0,02 0,02 - 0,10 0,10	12 82 2 amostras	< 0,05 0,05 - 0,10 0,10	85 10 2 amostras	0,10 - 1 > 1	78 22	50 - 1000 1000 - 3000	92 8	< 0,5	100	< 200	100	< 10	100	< 10 10 - 100	72 28	< 20 20 - 150 300	40 57 1 amostra	< 1 1 - 15	82 18	< 10 10	97 1 amostra	< 20	100	< 5 5	95 5	< 10 10 - 100	7 93	15 - 100	100	< 20 20 - 50 50	32 68 1 amostra	< 5	100	< 10 10 - 30 50 70	15 77 1 amostra 1 amostra	< 5 10 - 20	90 10	< 10 10 - 30 30 - 150	20 65 15	< 100	100	< 5 5 - 30	50 50	< 10	100	< 100	100	< 10 10 - 70	37 63	< 50	100	< 10 10 - 70 150	30 67 1 amostra	< 200	100	≤ 1000 > 1000	43 57

* – Limite inferior de sensibilidade do método espectrográfico para o elemento

TABELA III

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

BÁRIO



A – FORMAÇÃO SOLIMÕES-A

C – SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA

D – SEQUÊNCIA GNÁISSICA

G – FORMAÇÃO PROSPERANÇA

H – FORMAÇÃO TROMBETAS

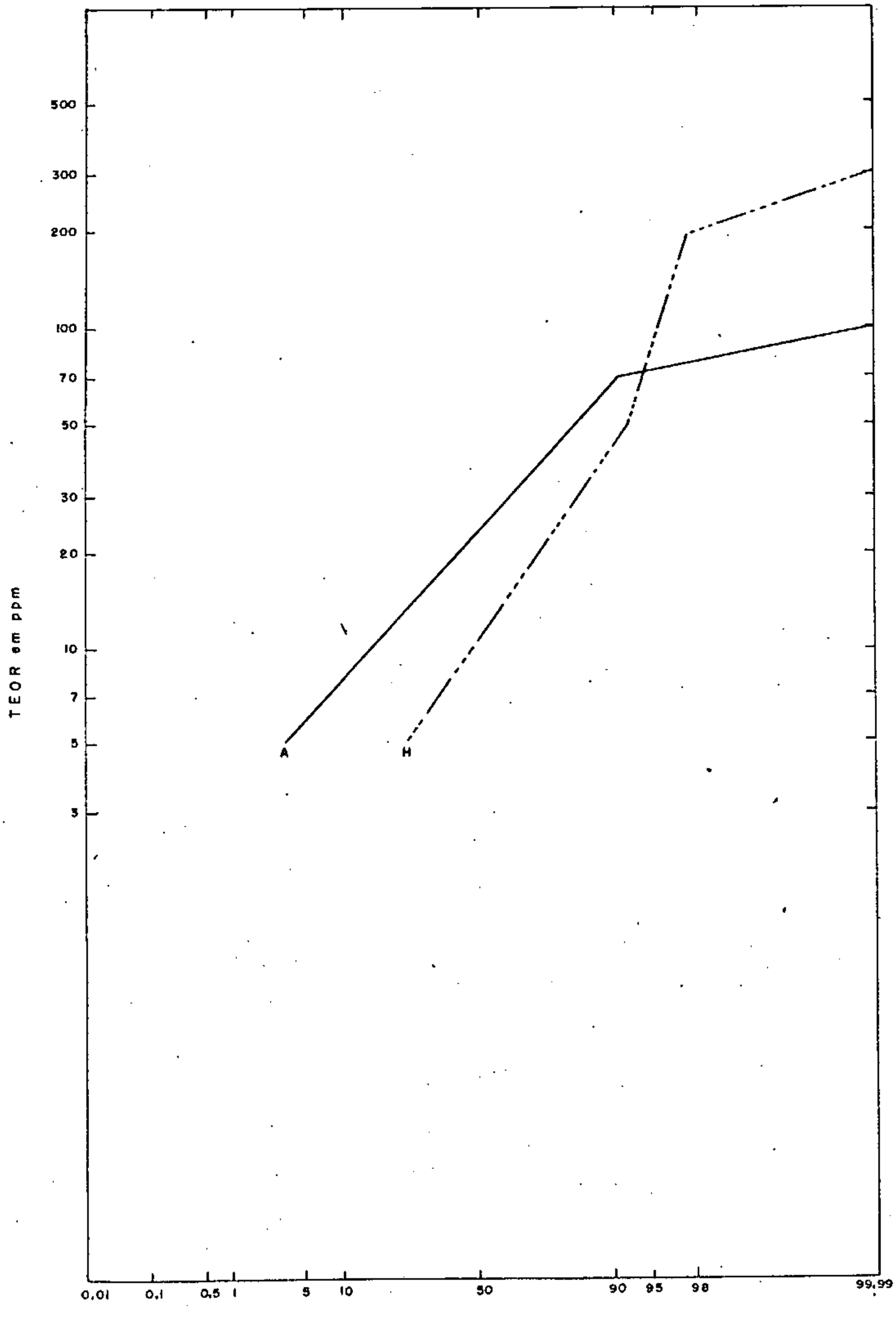
I – GRUPO UATUMÃ

FIGURA 5

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA-RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

BORO



A — FORMAÇÃO SOLIMÕES — A

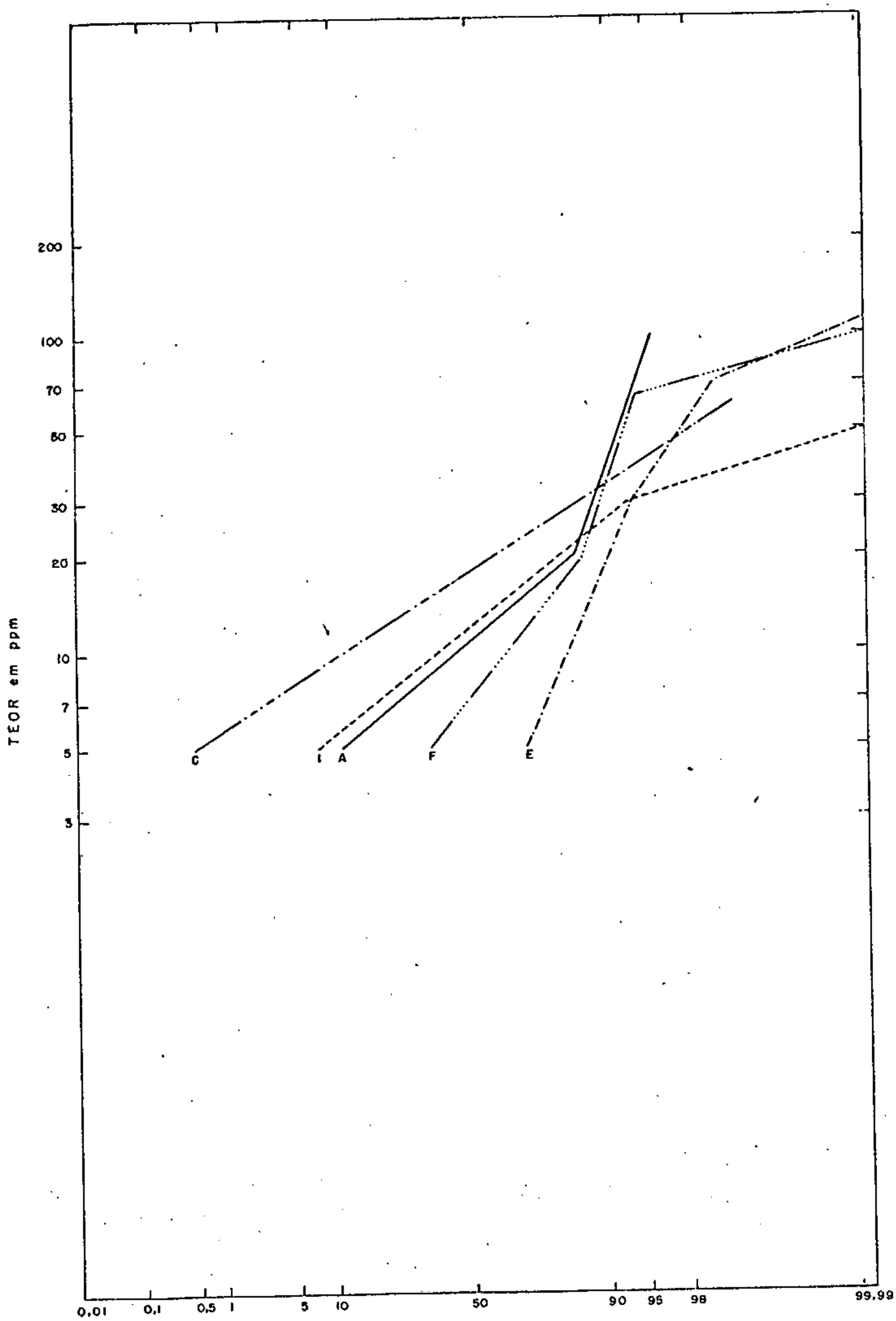
H — FORMAÇÃO TROMBETAS

FIGURA 6

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZONIA-RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

CHUMBO



A – FORMAÇÃO SOLIMÕES-A

C – SEQUÊNCIA GRANÍTICO – GRANODIORÍTICA

E – FORMAÇÃO SOLIMÕES-B

F – GRUPO MOURA

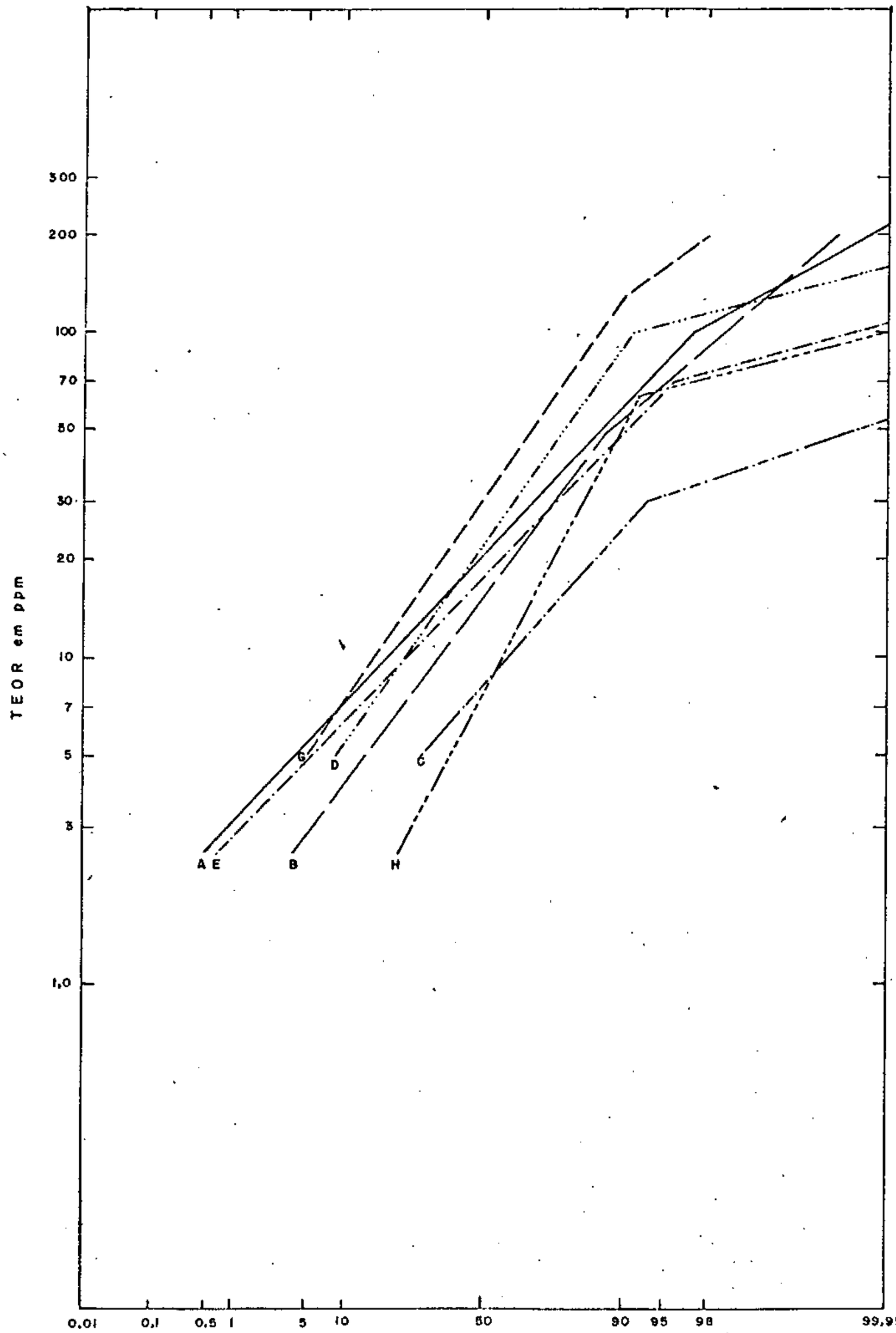
I – GRUPO UATUMÃ

FIGURA 7

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

COBRE



A — FORMAÇÃO SOLIMÕES — A

B — FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

C — SEQUÊNCIA GRANÍTICO — GRANODIORÍTICA

D — SEQUÊNCIA GNÁISSICA

E — FORMAÇÃO SOLIMÕES — B

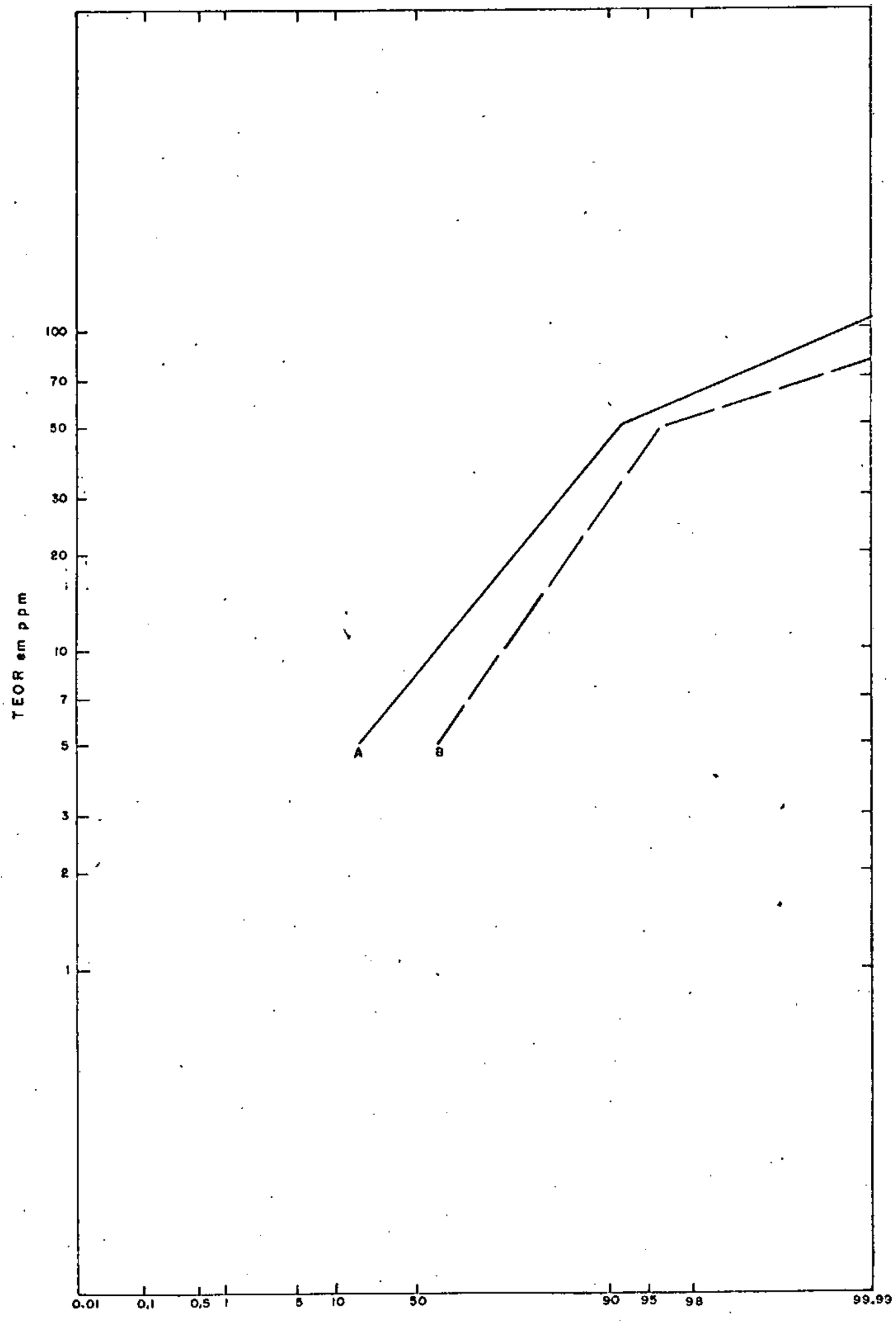
G — FORMAÇÃO PROSPERANÇA

H — FORMAÇÃO TROMBETAS

FIGURA 8

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

CROMO



A — FORMAÇÃO SOLIMÕES

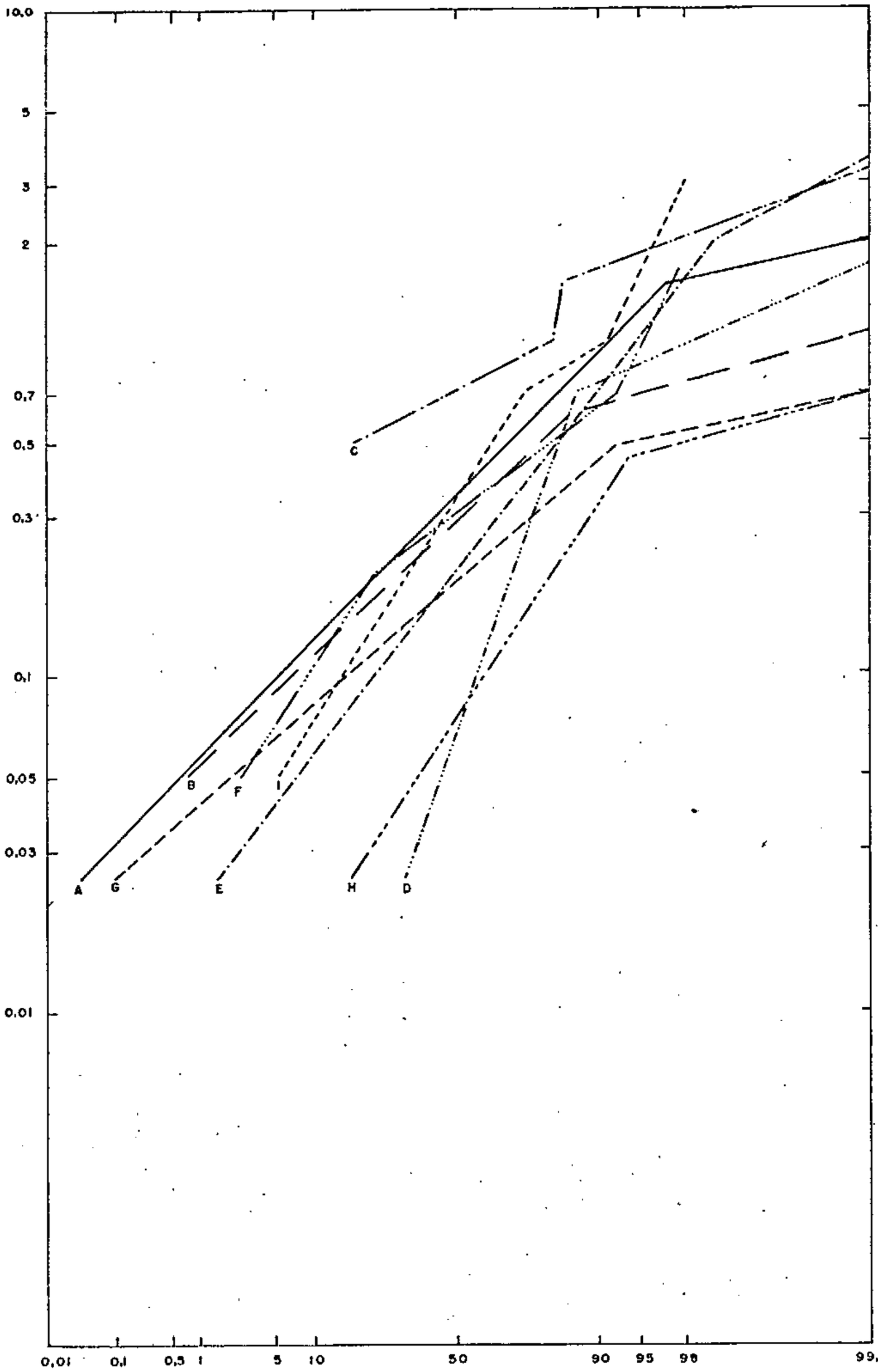
B — FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

FIGURA 9

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

FERRO



A — FORMAÇÃO SOLIMÕES—A

B — FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

C — SEQUÊNCIA GRANÍTICO—GRANODIORÍTICA

D — SEQUÊNCIA GNÁISSICA

E — FORMAÇÃO SOLIMÕES-B

F — GRUPO MOURA

G — FORMAÇÃO PROSPERANÇA

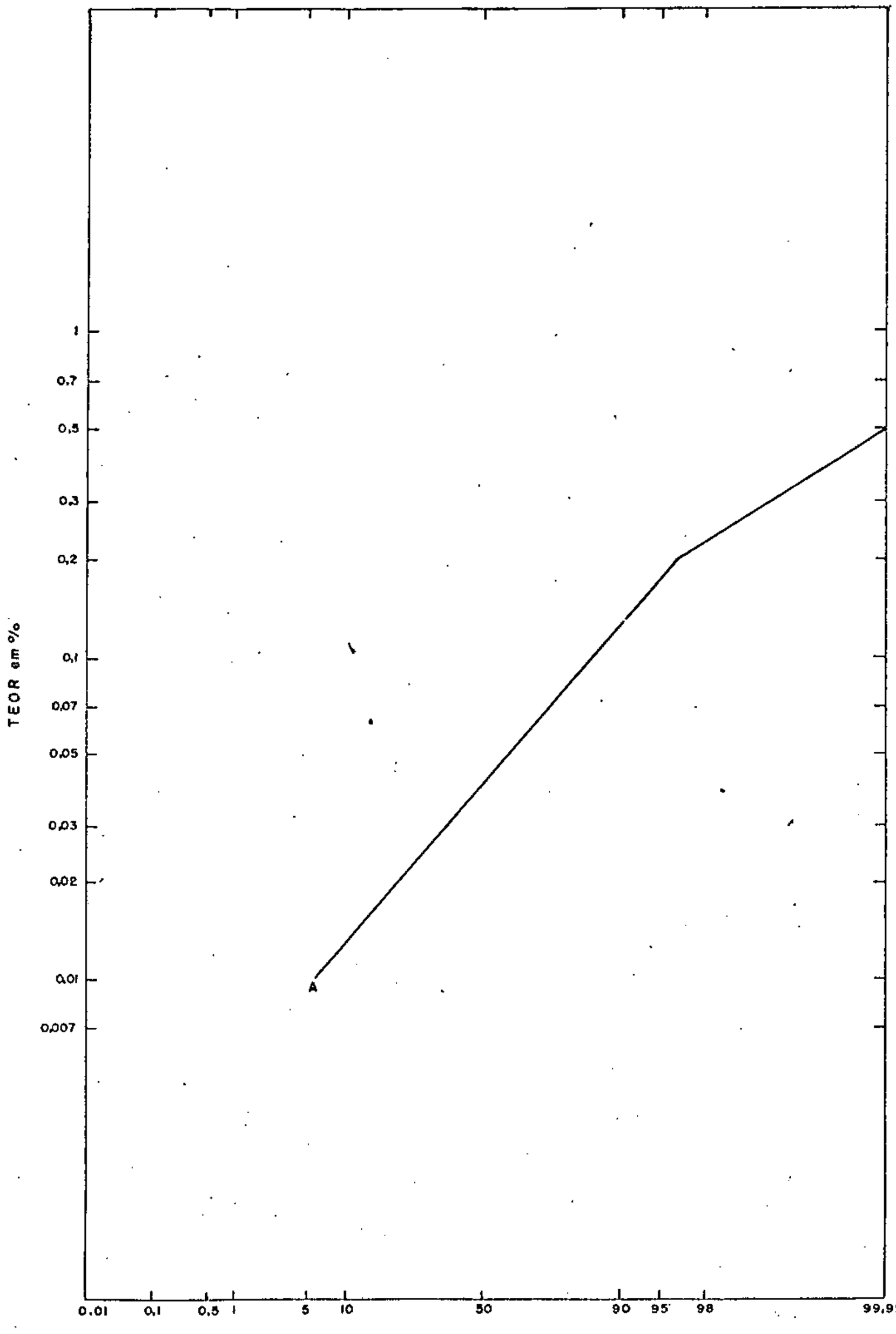
H — FORMAÇÃO TROMBETAS

I — GRUPO UATUMÃ

FIGURA 10

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

MAGNÉSIO



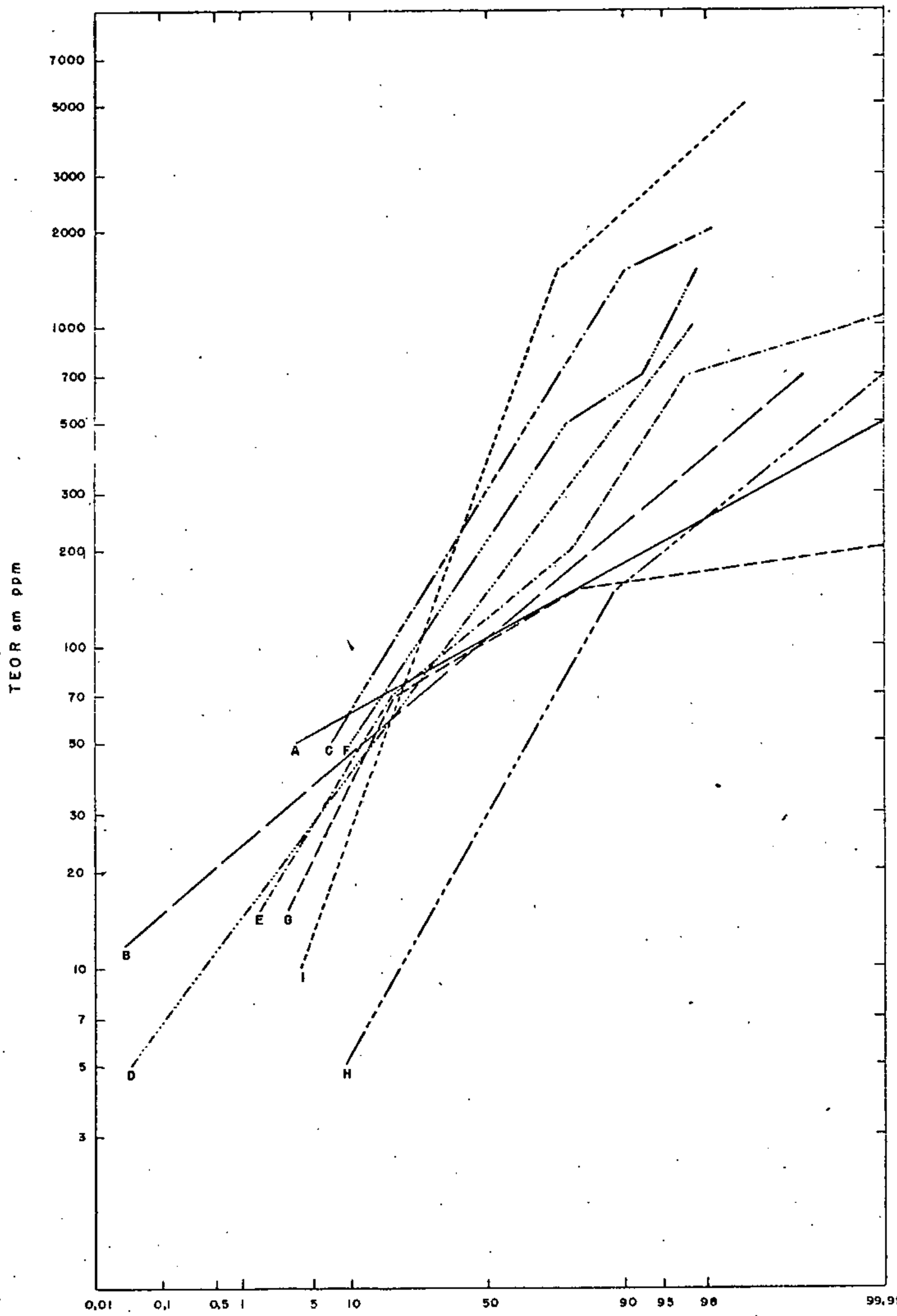
A — FORMAÇÃO SOLIMÕES — A

FIGURA II

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

MANGANÊS



A — FORMAÇÃO SOLIMÕES-A

B — FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

C — SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA

D — SEQUÊNCIA GNÁISSICA

E — FORMAÇÃO SOLIMÕES-B

F — GRUPO MOURA

G — FORMAÇÃO PROSPERANÇA

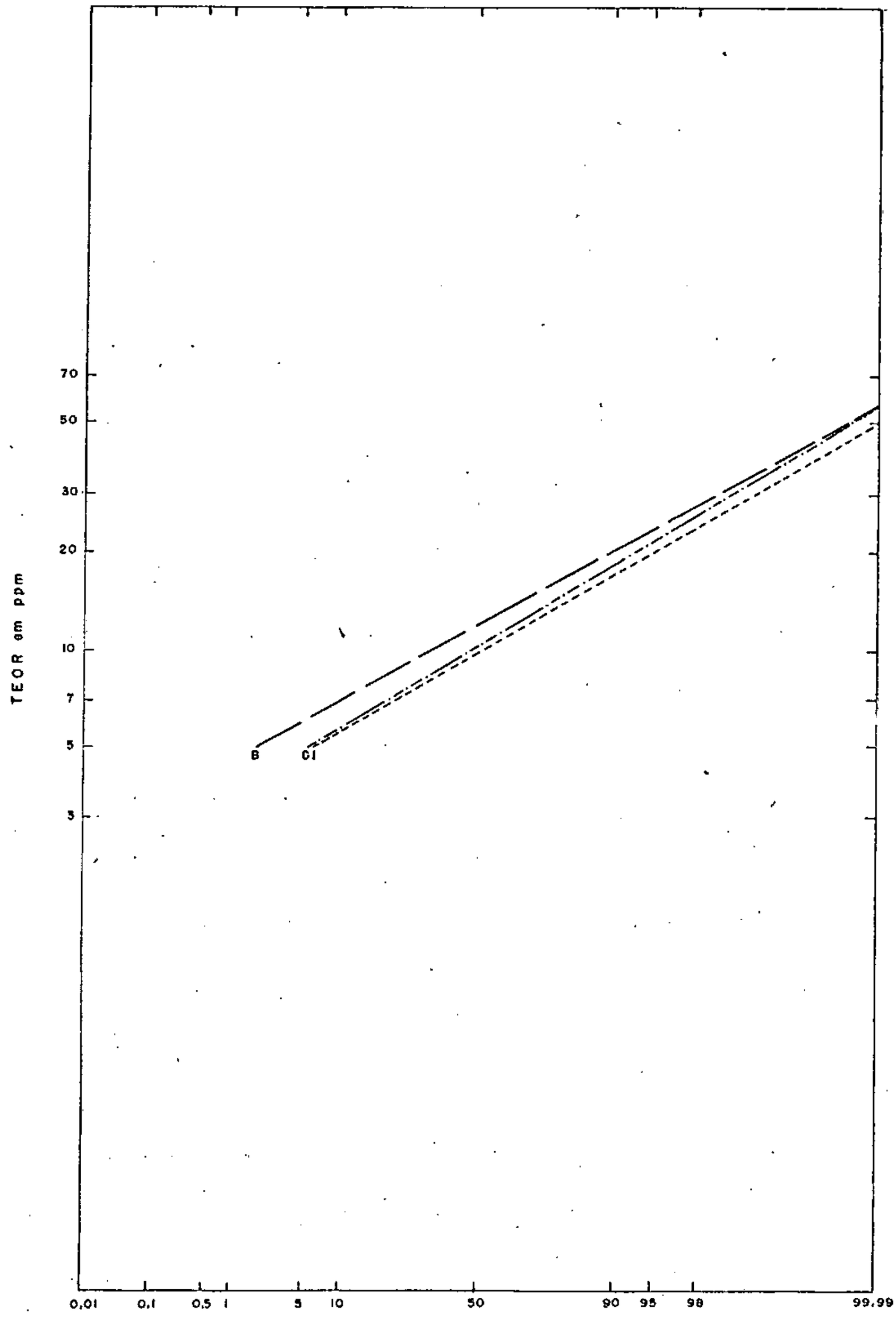
H — FORMAÇÃO TROMBETAS

I — GRUPO UATUMÃ

FIGURA 12

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

NIÓBIO



B—FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

C—SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA

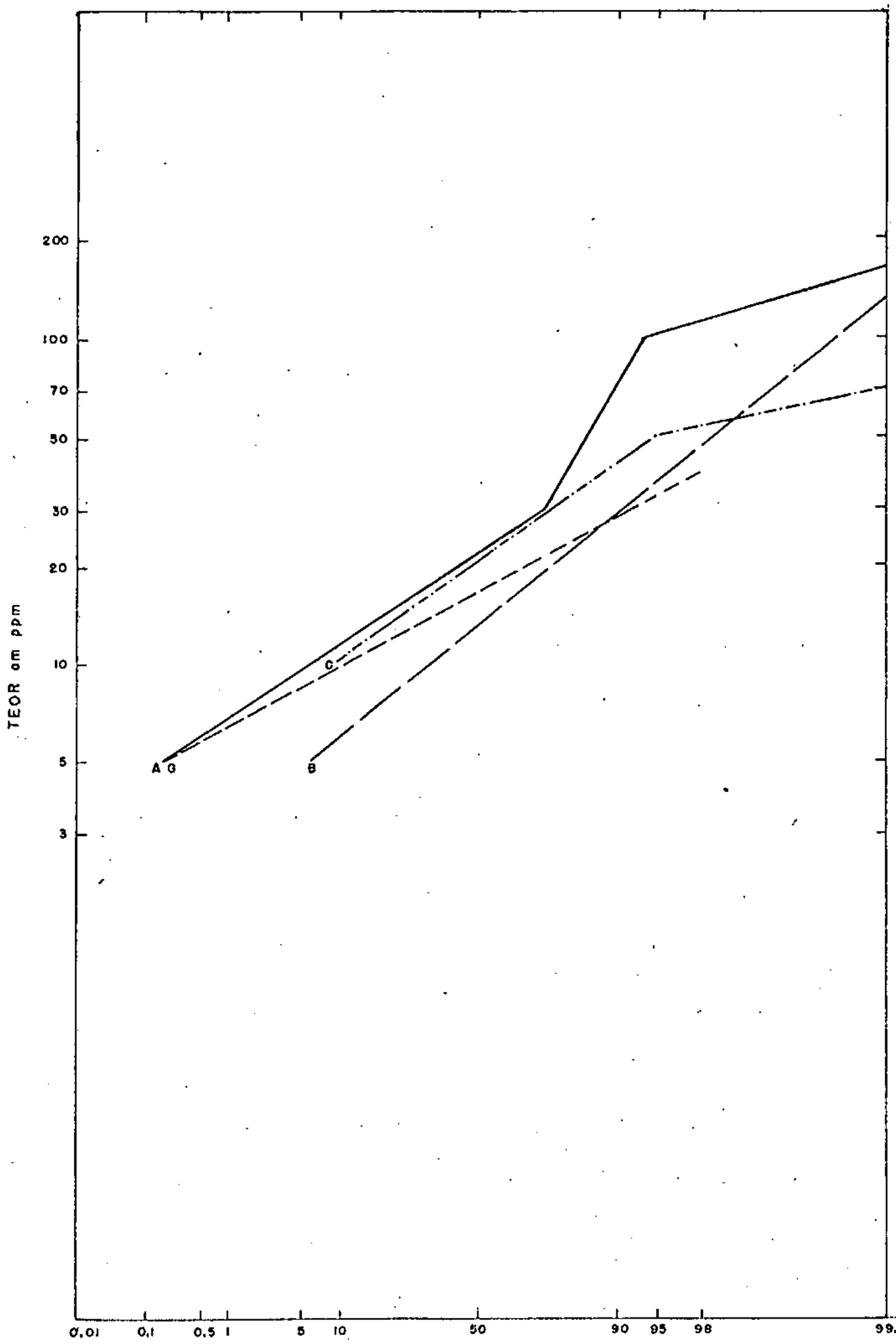
I—GRUPO UATUMÃ

FIGURA 13

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZONIA-RELATORIO FINAL- KUYUMJIAN, R.M. - 1974

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

VANÁDIO



A — FORMAÇÃO SOLIMÕES — A

B — FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

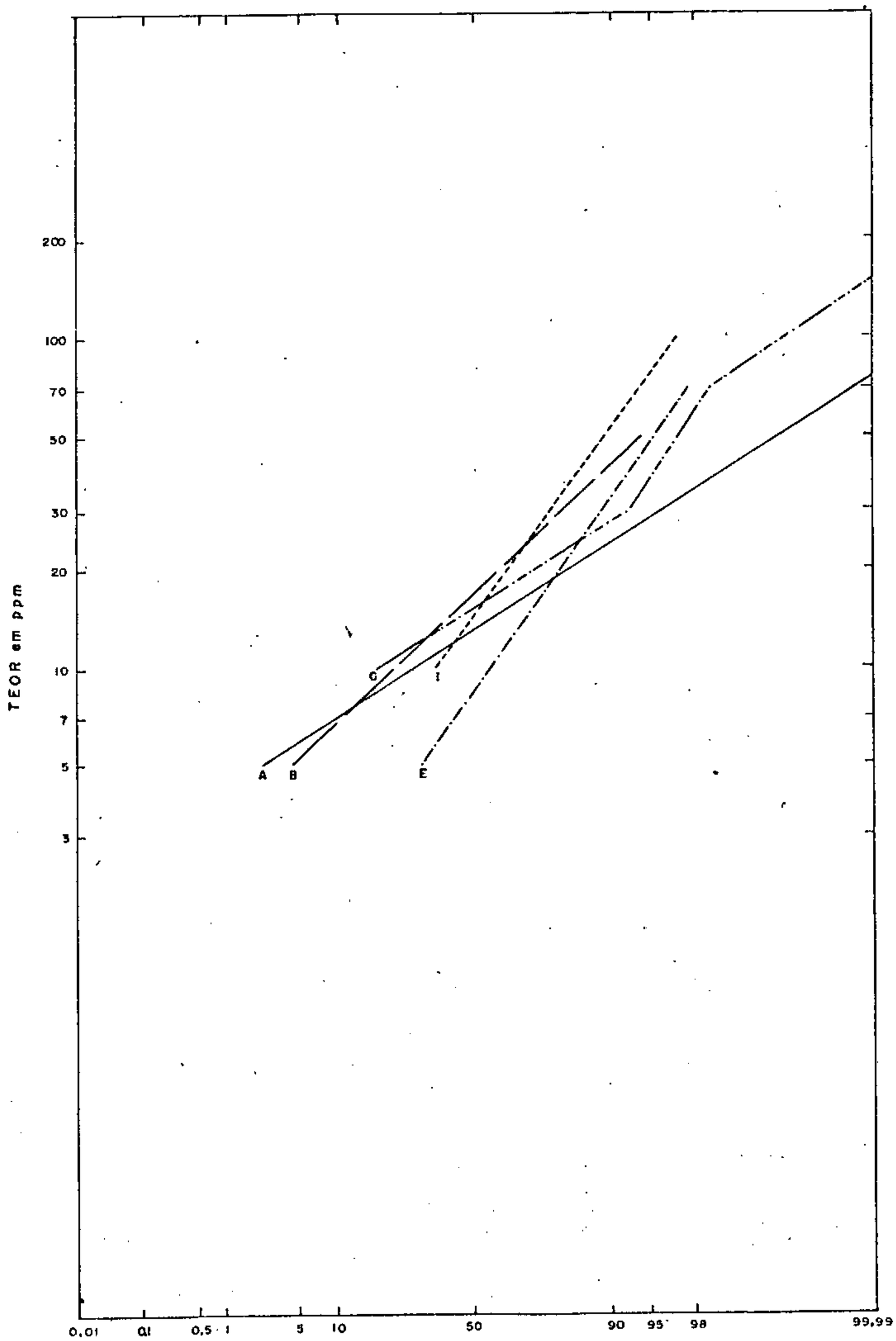
C — SEQUÊNCIA GRANÍTICO — GRANODIORÍTICA

G — FORMAÇÃO PROSPERANÇA

FIGURA 14

CURVA DE FREQUÊNCIA ACUMULADA

ÍTRIO



A– FORMACÃO SOLIMÕES–A

B– FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

C– SEQUÊNCIA GRANÍTICO – GRANODIORÍTICA

E– FORMAÇÃO SOLIMÕES – B

I– GRUPO UATUMÃ

FIGURA 15

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

7. RESULTADOS OBTIDOS

7.1 - Sedimentos ativos de corrente

Dos trinta elementos analisados espectrograficamente, não apresentaram valores tratáveis estatisticamente os seguintes: Ag, As, Au, Bi, Ca, Cd, La, Co, Mo, Ni, Sb, Sc, Sn, Sr, Ti, Zn, Zr e W. Os valores obtidos para estes elementos estão expressos no quadro de possibilidades (Tabela III).

Os elementos Ti e Zr apresentaram excesso de valores acima do limite superior de detecção do método analítico utilizado, não sendo, por este motivo, discutidos separadamente.

O sumário das estimativas das populações está contido na Tabela IV.

7.1.1 - Comportamento dos elementos

Bário

Das 628 amostras analisadas, 454 apresentaram valores acima do limite inferior de sensibilidade do método analítico, com valores definidos variando de 20 ppm a 2.000 ppm.

Somente as populações Solimões-B, Alter do Chão e Moura não apresentaram mais do que 50% de valores definidos.

O valor mais alto para a média registrou-se na população Granítico-granodiorítica com valor de 210 ppm e desvio geométrico 3,32 e o valor mais baixo na po

PRINCIPAIS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE ELEMENTOS TRAÇOS EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

(Em ppm)

		TIPO DE DISTRIBUIÇÃO	VARIAÇÃO	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	POSSÍVEL "THRESHOLD"
FORMAÇÃO SOLIMÕES ÁREA-A (165) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 2	0,35	1,24	1,50
	Mg (%)	BIMODAL	0,02 - 0,50	0,04	2,10	0,20
	Mn	UNIMODAL	15 - 500	115	0,78	250
	Cu	BIMODAL	5 - 200	25	2,20	150
	Pb	BIMODAL	10 - 1500	12	1,33	20
	Cr	BIMODAL	10 - 100	14	2,14	50
	V	TRIMODAL	10 - 150	22	1,90	
	Y	UNIMODAL	10 - 70	13	1,06	50
	Ba	BIMODAL	20 - 500	50	1,64	
	B	BIMODAL	10 - 100	23	2,08	
FORMAÇÃO SOLIMÕES ÁREA - B (98) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 3	0,20	2,37	2
	Mn	TRIMODAL	15 - 1000	120	1,58	500
	Cu	BIMODAL	5 - 100	18	1,77	50
	Pb	TRIMODAL	10 - 100	10	3,90	70
	Y	UNIMODAL	10 - 200	10	2,20	70
FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO (76) *	Fe (%)	BIMODAL	0,03 - 1	0,28	1,46	0,70
	Mn	UNIMODAL	10 - 700	105	1,39	300
	Cu	BIMODAL	5 - 150	15	2,66	70
	Cr	BIMODAL	10 - 70	7	2,67	50
	V	UNIMODAL	10 - 100	13	0,72	50
	Nb	UNIMODAL	10 - 50	12	0,86	30
	Y	UNIMODAL	10 - 300	17	2,53	
FORMAÇÃO TROMBETAS (61) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 0,70	0,07	2,87	0,50
	Mn	BIMODAL	10 - 700	30	3,07	150
	Cu	BIMODAL	5 - 100	8,40	4,02	70
	Ba	UNIMODAL	20 - 150	20	1,02	70
	B	TRIMODAL	10 - 300	10	2,85	150
FORMAÇÃO PROSPERANÇA (35) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 0,70	0,18	1,41	0,50
	Mn	BIMODAL	15 - 200	105	0,85	150
	Cu	BIMODAL	5 - 500	30	2,66	150
	V	UNIMODAL	10 - 70	16	0,87	50
	Ba	BIMODAL	20 - 100	27	1,85	70
GRUPO UATUMÃ (62) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 7	0,33	2,24	1
	Mn	BIMODAL	10 - 5000	380	4,73	1500
	Pb	BIMODAL	10 - 50	12	1,28	30
	Y	UNIMODAL	10 - 100	14	2,47	100
	Nb	UNIMODAL	10 - 50	10	0,82	30
	Ba	UNIMODAL	20 - 1000	47	4,02	700
SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA (56) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 3	0,70	1,45	1,50
	Mn	BIMODAL	20 - 5000	300	3,36	1500
	Cu	BIMODAL	5 - 50	10	1,40	30
	Pb	UNIMODAL	10 - 100	18	1,00	50
	V	BIMODAL	10 - 70	22	1,68	50
	Y	TRIMODAL	10 - 150	15	0,94	70
	Nb	UNIMODAL	10 - 50	10	0,94	30
	Ba	TRIMODAL	20 - 2000	210	3,32	700
SEQUÊNCIA GNÁISSICA (35) *	Fe (%)	BIMODAL	0,05 - 1,50	0,07	8,57	0,70
	Mn	UNIMODAL	10 - 2000	145	2,32	1000
	Cu	BIMODAL	5 - 150	23	2,64	100
	Ba	TRIMODAL	20 - 1000	30	7,54	500
GRUPO MOURA (40) *	Fe (%)	TRIMODAL	0,05 - 3	0,30	1,40	0,70
	Mn	BIMODAL	50 - 2000	210	2,28	700
	Pb	TRIMODAL	10 - 100	7	2,34	30

* NÚMERO DE AMOSTRAS

pulação Trombetas, com valor de 20 ppm e desvio geométrico 1,02.

Os valores mais altos de bário registraram-se, invariavelmente, em áreas de embasamento, onde o valor de 700 ppm constitui o possível limiar de "background".

Boro

Na área total, o boro apresentou grau de detecção 342:628, com os valores definidos variando de 10 ppm a 300 ppm.

Somente as populações Solimões-A e Trombetas apresentaram além de 50% de teores definidos. Na população Solimões-A obteve-se, para a média, valor de 23 ppm e desvio geométrico 2,08, enquanto que para a população Trombetas obteve-se, para aqueles parâmetros, 10 ppm e 2,85, respectivamente.

Embora com valor menor para a média, foi na área da Formação Trombetas onde se registraram teores mais elevados de boro.

Chumbo

Das 628 amostras analisadas, 445 apresentaram valores definidos, oscilando entre 10 ppm e 100 ppm, com valores discrepantes de até 1.500 ppm.

Apenas nas populações Solimões-B, Granítico-granodiorítica, Moura e Uatumã, os valores definidos estiveram acima de 50%.

O valor mais elevado da média registrou-se na população Granítico-granodiorítica com valor de 18 ppm

e desvio geométrico 1,00.

Para a população Solimões-B não foi possível determinar-se com segurança o valor da média, o que dificultou estimar os demais parâmetros pelo método gráfico. No entanto, o valor da média para o chumbo nesta população é inferior a 10 ppm e, extrapolando, estimou-se para o desvio geométrico, valor da ordem de 3,90.

Cromo

Na área total, o cromo apresentou grau de detecção 406:628, com valores definidos variando entre 10 ppm e 100 ppm. Somente duas populações apresentaram acima de 50% de valores definidos: populações Solimões-A e Alter do Chão.

Na primeira obteve-se 14 ppm para a média e desvio geométrico 2,14, enquanto que na segunda, 7 ppm e 2,67, respectivamente. Nas duas populações a curva de freqüência evidenciou distribuição bimodal com o ponto de inflexão em ambos os casos correspondendo a possíveis valores de limiar.

Cobre

Na área total, o cobre apresentou grau de detecção 569:628, com valores definidos variando de 5 ppm a 500 ppm, sendo que a maior média registrou-se na população Prosperança, com valor de 30 ppm e desvio geométrico 2,66; a menor, na população Granítico-granodiorítica, com valor de 10 ppm e desvio geométrico 1,40.

Nas áreas sedimentares a média geométrica variou de 15 ppm a 30 ppm, enquanto que nas de rochas cristalinas, de 10 ppm a 23 ppm. Nas populações Uatumã e

Moura o cobre revelou 50% dos seus valores abaixo do limite inferior de detecção do método analítico, não permitindo, portanto, tratamento estatístico. O desvio geométrico mais conspícuo do cobre foi 4,02, obtido na população Trombetas.

Ferro

Os valores definidos para o ferro oscilaram entre < 0,05 e 3%, apresentando para a área total grau de detecção 607:628. Em todas as populações as curvas de freqüências percentuais acumuladas apresentaram-se quebradas, evidenciando a possível presença de valores anômalos. Os valores mais altos registraram-se em áreas de embasamento, merecendo destaque também, a área situada entre o médio e alto curso dos rios Jaú e Carabinâni, onde ocorrem litologias da Formação Solimões.

Magnésio

Na área total, o magnésio apresentou grau de detecção 392:628 com valores definidos compreendidos entre 0,02% e 0,50%, tratáveis estatisticamente somente na população Solimões-A, onde o desvio geométrico foi da ordem de 2,10, refletindo a alta oscilação dos valores obtidos.

A curva de freqüências acumuladas evidenci ou distribuição bimodal com o valor 0,20%, constituindo o possível limiar de "background" do magnésio nesta população.

Manganês

Das 628 amostras analisadas, 612 apresentaram valores definidos variando de 10 ppm a >5.000 ppm, com

os valores mais altos grupando-se nas áreas de embasamento. A menor média geométrica registrou-se na população Trombetas, com valor de 30 ppm e desvio geométrico 3,07, e a maior, na população Uatumã com valor de 380 ppm e desvio geométrico 4,73.

As curvas de freqüências acumuladas revelaram quase sempre distribuição bimodal, com o ponto de inflexão representando, ora o possível limiar de "background", ora o limite entre duas sub-populações, refletindo variação da litologia predominante.

Nas áreas de rochas sedimentares, a média geométrica para o manganês variou de 30 ppm a 120 ppm, enquanto que naquelas do embasamento, de 145 ppm a 380 ppm.

Nióbio

Na área total, o grau de detecção foi 408:628, com valores definidos oscilando entre 10 ppm e 100 ppm. Somente as populações Alter do Chão, Uatumã e Granítico-granodiorítica apresentaram além de 50% de valores definidos.

Os valores da média foram em torno de 10 ppm, com desvio geométrico apresentando valores de 0,82 a 0,94.

As curvas de freqüências revelaram-se do tipo unimodal, com os teores mais altos registrando-se em áreas de embasamento.

Vanádio

Na área total, o grau de detecção foi 510:628 e apenas nas populações Solimões-A, Alter do Chão,

Prosperança e Granítico-granodiorítica obteve-se acima de 50% de valores definidos.

O valor mais elevado para a média foi 22 ppm na população Solimões-A, enquanto que o desvio geométrico oscilou entre 0,72 e 1,90.

Os teores mais altos de vanádio registraram-se em área de rochas sedimentares e, provavelmente, são decorrentes da presença de matéria orgânica na zona de meteorização das rochas sedimentares naquela área do domínio.

As curvas de freqüência revelaram, para o vanádio, distribuição preferencialmente do tipo unimodal.

Ítrio

Das 628 amostras analisadas, 506 apresentaram valores definidos e somente as populações Trombetas, Prosperança, Gnáissica e Moura não apresentaram acima de 50% de valores definidos.

O valor mais elevado para a média, 17 ppm, registrou-se na população Alter do Chão, com desvio geométrico 2,53 e, o mais baixo, na população Solimões-B, com valor de 10 ppm e desvio geométrico 2,20.

Nas áreas de embasamento, a média para o ítrio foi da ordem de 15 ppm e para desvio geométrico obteve-se 0,94 e 2,47.

Excetuando-se a população Alter do Chão, onde a ausência de valores reportados às classes 150 ppm e 200 ppm dificultaram uma caracterização mais correta da distribuição, o ítrio apresentou, nas populações estuda -

das, distribuição preferencialmente unimodal.

7.1.2 - Padrão de distribuição dos elementos e possíveis associações

Com o objetivo de evidenciar a presença de variações significativas do "background" dos principais elementos em relação aos principais tipos litológicos e elementos estruturais da área do domínio, foi efetuada uma análise dos principais padrões de distribuição definidos no domínio.

Esta análise limitou-se àqueles elementos que revelaram contraste geoquímico significativo, quais sejam: Fe, Mn, Ba, Be, Ni, Cu, Cr, Pb, Sn, V, Y, Sc, Zn, As e Sb, e, para tanto, foram elaborados mapas geoquímicos nos quais foram esboçadas curvas de distribuição dos elementos em escala regional. Tais mapas (Figuras 16 a 28) revelaram-se bastante úteis na definição dos padrões de distribuição dos elementos considerados.

Os intervalos adotados na elaboração desses mapas foram obtidos tentativamente, ou seja, foram considerados diversos intervalos, sendo selecionados aqueles que forneciam melhor idéia da distribuição geoquímica dos elementos.

As influências da topografia, intemperismo, padrões de drenagem, clima e pH, nas variações de concentração dos elementos, pareceu-nos de importância secundária, frente ao controle litológico e estrutural, e, por esta razão, não foram consideradas. Entretanto, vale ressaltar, que as áreas do alto curso dos rios Jauaperi e Sto. Antônio do Abonari, foram amostradas em época de intensa precipitação pluviométrica, a qual parece ter influenciado a distribuição dos elementos na rede de drenagem

das bacias destes rios.

Em algumas áreas, certos elementos mostraram padrões semelhantes de variação na sua distribuição, indicando a possível existência de associações.

As principais feições contrastantes, passíveis de serem evidenciadas, são a seguir sumarizadas.

Os elementos Ni, Cr e V apresentaram padrões de distribuição bastante similares, constituindo, os mesmos, uma provável associação. Ficou claramente evidenciado que os teores destes elementos em sedimentos ativos de corrente, na área prospectada, são função dos seus teores nas rochas subjacentes às bacias de drenagem. Assim, na porção sudoeste do domínio, em especial nas bacias dos rios Carabinâni e Jaú, os teores de níquel, cromo e vanádio, acima do "background" regional, refletem a presença de siltitos argilosos de coloração cinza e com abundante matéria orgânica.

Por outro lado, os teores mais elevados de níquel, cromo e, menos marcantemente, de vanádio, nas áreas adjacentes ao alto curso do rio Curiuaú e baixo curso do rio Jauaperi, refletem a presença de charnoquitos do Grupo Moura.

As áreas contrastantes de cromo, detectados no baixo curso do rio Jaú, estão relacionadas, possivelmente, à presença de diques de diabásio ali constatados durante o reconhecimento geológico.

Finalmente, tais elementos apresentaram ainda teores mais elevados nas cercanias do rio Catrimâni, em áreas de ocorrência de rochas graníticas (Grupo Moura) e alcalinas (sienitos).

O cobre revelou um padrão de distribuição bastante irregular, talvez refletindo o fato de que, em certas áreas, o comportamento deste elemento esteja intimamente relacionado às feições do ambiente secundário.

É possível estabelecer ainda uma associação, não marcante, dos elementos Cu e V na extremidade sudeste da área do domínio e nas áreas da bacia de drenagem do baixo curso do rio Catrimâni.

As amostras de sedimentos ativos de corrente coletadas na bacia do alto e médio curso do rio Cuieiras e na do seu afluente rio Branquinho, revelaram teores mais elevados de cobre, decorrentes, possivelmente, da presença abundante, naqueles locais, de material bastante argiloso, responsável pela fixação mais intensa do elemento. Tais áreas, geoquímicamente contrastantes coincidem, em traços gerais, com aquelas demarcadas, pelo reconhecimento geológico, como sendo constituidas de argilitos.

Os elementos Fe, Mn, Ba e Pb revelaram padrões de distribuição razoavelmente similares, principalmente nas áreas drenadas pela bacia do alto curso do rio Curiuaú, onde ocorrem rochas charnoquíticas do Grupo Moura.

Estes elementos apresentaram ainda áreas contrastantes associadas, na bacia de drenagem do alto rio Jauaperi, em área de ocorrência da Seqüência Granítico-granodiorítica.

Os elementos Fe e Mn revelaram comportamentos bastantes semelhantes nas áreas de embasamento cristalino; em contrapartida, nas áreas sedimentares mostraram valores contrastantes associados somente nas bacias de drenagem do alto curso dos rios Carabinâni e Jaú.

A associação Fe-Mn-Ba, pela extensão e forma de suas áreas contrastantes, revelou-se propícia para separar as áreas de ocorrência do embasamento cristalino (onde predominam seus valores mais elevados) das demais litologias do domínio.

É possível que as concentrações de valores mais elevados de bário e chumbo tenham sido influenciadas pelo manganês e ferro, principalmente no alto curso dos rios Jauaperi e Catrimâni.

Os padrões de distribuição do berílio, estanho e escândio foram independentes dos demais elementos. Com relação ao estanho tal independência pode ser aparente, já que a maior parte das amostras revelaram teores abaixo do limite de detecção, dificultando a visualização da distribuição deste elemento no domínio. No âmbito da área estudada, a concentração dos teores mais elevados de estanho localiza-se próximo às cabeceiras do rio Carabinâni e, possivelmente, tais valores possam ser relacionados às estruturas circulares alí presentes e observáveis em imagens de radar.

Quanto ao berílio, seus teores mais elevados ocorrem nas áreas drenadas pelo baixo e médio curso do rio Jaú e baixo curso do rio Unini. Tais áreas compreendem rochas cristalinas do Grupo Moura e a zona de contato entre este grupo e as rochas sedimentares da Formação Prosperança.

O elemento escândio apresentou valores mais elevados nas áreas drenadas pelo baixo curso do rio Catrimâni, em zona de ocorrência de rochas alcalinas, e no médio curso do rio Carabinâni, onde parece refletir predominância de siltitos com abundante matéria orgânica. Além destas duas áreas, destaca-se ainda uma terceira ao longo

da BR-174, e drenada pelo alto curso do rio Urubu, onde ocorrem folhelhos pertencentes à Formação Maecuru, de restrita ocorrência no Domínio Baixo Rio Negro.

Resta salientar que o elemento estrôncio revelou uma única área contrastante, na bacia de drenagem do rio Jauaperi, onde ocorrem rochas pertencentes à Seqüência Granítico-granodiorítica.

Na Tabela V são relacionadas as associações mais marcantes com as diversas litologias ocorrentes na área do Domínio Baixo Rio Negro.

Na elaboração dos mapas de padrão de distribuição para determinados elementos (Figuras 16 a 28), as áreas indicativas de variações do "background" regional, foram delimitadas tomando-se por base, no mínimo, três (3) amostras situadas em localidades próximas e desprezando-se, dessa maneira, os valores contrastantes isolados.

Para os elementos Fe, Mn, Ba, Pb, Cu, Cr, V e Sn, o número de valores desprezados foi de certa maneira considerável e, por este motivo, elaborou-se para os mesmos, mapas de integração dos teores obtidos em todas as localidades amostradas com a geologia do domínio (Anexos I a VIII).

7.2 - Concentrados de bateia

7.2.1 - Espectrografia

Como foi mencionado em capítulo anterior, as amostras de concentrados de bateia foram submetidas, inicialmente, a uma triagem, sendo enviadas para análise somente aquelas que revelaram, em análise superficial, uma associação mineralógica mais complexa. Assim sendo,

CPRM

POSSÍVEIS ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS

UNIDADE LITO-ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA	ASSOCIAÇÕES
Formação Solimões	Arenitos Siltitos Argilitos Folhelhos	Cr-Ni-V Pb-Ba Cu-V
Grupo Moura	Migmatitos Hornblenda-granitos Charnoquitos	Ni-Cr Mn-Ba-Pb-Fe
Seqüência Gnáissica	Migmatitos	Cu-Cr Fe-Ba-Mn
Seqüência Granítico-granodiorítica	Biotita-granitos Granodioritos Granitos intrusivos	Ba-Mn-Pb-Fe
Grupo Uatumã	Granitos e Vulcânicas	Fe-Ma-Ba

TABELA V

das 152 amostras coletadas foram descartadas 26 por não revelarem a presença de minerais pesados, correspondendo estas, em sua maioria, a estações estabelecidas em áreas sedimentares.

Dos trinta elementos padrão analisados espectrograficamente, os elementos Mg, Ca, B, Ba e Nb, apesar de apresentarem valores quase sempre superiores ao limite inferior de detecção do método analítico, não revelaram variações significativas. O titânio e o zircônio revelaram praticamente, em todas as amostras, valores acima do limite superior de sensibilidade do método analítico.

Os demais elementos, ou seja, Cr, Co, Cu, Fe, La, Mn, Pb, Sc, Sn, V e Y mostraram variações significantes de seus valores.

A partir dos resultados analíticos espectrográficos das amostras de concentrado de bateia e dos padrões de distribuição dos mesmos na área do domínio (Figuras 29 a 32), procurou-se tentativamente, esboçar possíveis associações de elementos.

Embora algumas das associações tenham sido definidas a partir de um número pequeno de amostras, acreditamos serem as mesmas significativas pois, quase sempre, estiveram condizentes com a situação geológica local.

Com relação às análises espectrográficas de concentrados de bateia, embora os resultados obtidos não tenham contribuído de maneira positiva para a indicação de ocorrência de elementos de interesse, permitiram, contudo, sugerir modificações na metodologia de trabalho adotada no Domínio Baixo Rio Negro, visando obter resultados mais satisfatórios nas futuras programações na região.

7.2.1.1 - Comportamento dos elementos

O chumbo apresentou valores de 10 ppm a 300 ppm, com os teores mais elevados refletindo áreas do embasamento cristalino, principalmente nas bacias de drenagem dos rios Catrimâni, Água Boa do Univíni, Jauaperi, Curiuaú e Anauá.

Nas áreas sedimentares, o chumbo revelou valores de 10 ppm a 30 ppm, com algumas amostras acusando valores de 50 ppm e 70 ppm.

Considerando-se as grandes unidades lito-estratigráficas, o chumbo apresentou associação com Cr, Mn, Y, V e La no Grupo Moura e Seqüência-granodiorítica; com Mn e V nas efusivas ácidas do Grupo Uatumã e, com Cr e V nas zonas de contato entre as Formações Prosperança e Trombetas.

O cobalto apresentou valores que oscilam de <5 ppm a 50 ppm, com seus teores mais elevados concentrados principalmente nas bacias de drenagem dos rios Jauaperi e Curiuaú, correspondendo a áreas de ocorrência de rochas do embasamento cristalino. Ressalte-se que duas amostras coletadas na bacia de drenagem do rio Água Boa do Univíni e uma amostra no rio Catrimâni, revelaram valores de cobalto característicos de área de embasamento cristalino, o mesmo acontecendo com duas amostras coletadas no rio Anauá.

Quando examinado em termos das grandes unidades lito-estratigráficas, o Co apresenta associação com Cr, Mn, Sc, V e Y no Grupo Moura e Seqüência Granítico-granodiorítica.

O cobre, com valores oscilando de <5 ppm a

300 ppm, apresentou teores mais elevados em áreas de litologia sedimentar e, principalmente, em rochas de natureza bastante argilosa, insinuando que o padrão de distribuição do mesmo deve estar estritamente relacionado a fatores de ambiente secundário.

Os teores mais elevados concentraram-se nas bacias de drenagem dos rios Apuaú, Xeriuini e alto curso do rio Carabinâni.

Considerando as unidades lito-estratigráficas da área, o Cu apresenta-se associado a Be e V na Formação Solimões (rio Carabinâni) e, com Mn, V e Y na Formação Alter do Chão (rio Apuaú).

O cromo apresentou valores que oscilam de <10 a 1000 ppm, com os valores mais elevados grupando-se em áreas de embasamento cristalino, principalmente nas bacias de drenagem dos rios Jauaperi, Catrimâni, Água Boa do Univíni e alto curso do rio Curiuaú.

Nas áreas sedimentares, os teores de cromo variaram de <10 ppm a 50 ppm, embora amostras coletadas nas bacias de drenagem do baixo curso dos rios Unini e Jaú tenham revelado valores de 150 ppm.

O cromo apresentou associação com Mn, Pb, Sc, La, V e Y no Grupo Moura e Seqüência Granítico-granodiorítica; com Mn, Sc, V e Y na zona de contato entre as Formações Trombetas e Prosperança; com Mn, V, La e Y na Formação Solimões (rio Unini) e em alguns locais nas efusivas ácidas do Grupo Uatumã.

O escândio apresentou valores variando de <5 ppm a 100 ppm, com seus teores mais elevados grupados em área de embasamento cristalino, principalmente nas ba

cias de drenagem dos rios Catrimâni, Água Boa do Univíni, Anauá, Jauaperi, Curiuaú e Cuieiras (afluentes do rio Demêni).

Embora algumas amostras tenham revelado teores de 20 ppm, 30 ppm e 50 ppm, os valores de escândio nas áreas sedimentares foram praticamente ⩽5 ppm.

Examinado em função das grandes unidades litoestratigráficas, o Sc apresentou associação com o Mn, Cr, Pb, V, La e Y no Grupo Moura e Seqüência Granítico-granodiorítica; com Mn, Pb e La na Sequência Gnáissica ; com Mn, Pb, Cr e Y nas efusivas ácidas do Grupo Uatumã; com Cr e V na zona de contato entre as Formações Prosperança e Trombetas.

O estanho apresentou valores que oscilaram de <10 ppm a 700 ppm, com seus teores mais elevados tendo sido alcançandos em amostras coletadas nas áreas do embasamento cristalino, em particular nas bacias de drenagens dos rios Jauaperi (3 amostras teores de 150 ppm) e Curiuaú (uma amostra com 700 ppm, duas amostras com 200 ppm e uma amostra com 150 ppm). Em caráter geral, os teores de estanho nas áreas do embasamento cristalino variaram de 50 ppm a 100 ppm.

Nas áreas sedimentares, os teores de estanho oscilaram de <10 ppm a 20 ppm, embora algumas amostras tenham apresentado valores mais elevados, de 100 ppm e 200 ppm (bacia de drenagem do rio Apuaú e cabeceiras do rio Cuieiras, próximo à BR-174).

Com relação à associação do estanho com outros elementos, verificou-se apenas uma tendência deste elemento associar-se ao Pb na Sequência Granítico-granodiorítica.

O ferro, com valores que variaram de 0,2% a 10%, apresentou seus teores mais elevados, marcadamente nas áreas de embasamento. Nas áreas sedimentares os teores mais elevados de ferro atingiram 1,50%.

Provavelmente, o ferro, juntamente com o manganês, tenha influencia direta na ocorrência de valores contrastantes mais elevados de alguns elementos. No entanto, não foi possível obter informações mais definidas sobre tais influências, pelo fato de que nas áreas do embasamento, onde a variação de valores dos elementos foi mais acentuada, o ferro e o manganês apresentaram distribuição praticamente homogênea, ou seja, com ausência de áreas geoquimicamente contrastantes.

O lantânio apresentou valores variando de <20 ppm a 700 ppm, com seus teores mais elevados grupados em áreas do embasamento cristalino, quais sejam, as bacias dos rios Água Boa do Univíni, Catrimâni, Jauaperi e, menos marcadamente, do rio Demêni. Nas áreas sedimentares, o La revelou teores de <20 ppm a 300 ppm, com os valores mais elevados concentrados na bacia de drenagem do rio Unini.

Considerando-se as grandes unidades lito-estratigráficas, o La apresentou associação com Mn, Cr, Pb, V e, menos marcantemente, Y no Grupo Moura e Seqüênica Granítico-granodiorítica; com Mn, Pb, Sc e Y na Seqüência Gnáissica e, com Mn, Cr, V e Y na Formação Solimões (rio Unini).

O manganês, com teores oscilando entre 100 ppm e 5000 ppm, apresentou seus valores mais elevados em áreas do embasamento cristalino, enquanto que em áreas sedimentares os teores daquele elemento variaram de 100 ppm a 1000 ppm.

Devido ao padrão de distribuição, razoavelmente homogêneo, do manganês em toda a área do domínio , não foi possível estabelecer associações com os outros elementos.

O vanádio apresentou valores variando de <10 ppm a 150 ppm, com os teores mais elevados agrupando-se em áreas do embasamento cristalino, ou seja, na bacia de drenagem dos rios Curiuaú, Jauaperi, Catrimâni e Água Boa do Univíni.

Foi possível estabelecer a associação deste elemento com Mn, Cr, Pb, Sc, La e Y no Grupo Moura e Seqüência Granítico-granodiorítica; com Mn, Cr, Pb, Co e Sc nas efusivas ácidas do Grupo Uatumã; com Mn, Cu e Y na Formação Alter do Chão e, com Cr, Cu., La e Y na Formação Solimões (bacias de drenagem dos rios Unini e Carabinâni).

O ítrio, com valores oscilando de <10 ppm a >2000 ppm, mostrou teores mais elevados em áreas do embasamento cristalino, em especial nas bacias dos rios Catrimâni, Água Boa do Univíni, Curiuaú e, principalmente, Jauaperi.

Para as áreas sedimentares os valores variaram de 10 ppm a 100 ppm (bacias dos rios Jufari, Unini e Apuaú).

Considerando as grandes unidades lito-estratigráficas, o Y apresentou associação com Mn, Cr, Pb, Co, V, Sc e La no Grupo Moura; com Mn, Cr, Pb, Co, V, Sc e La na Seqüência Granítico-granodiorítica; com Mn, Pb, Sc e La na Seqüência Gnáissica; com Mn, Cr, V e Sc na Formação Trombetas; com Mn, V e Cu na Formação Alter do Chão; com Mn, Cr, V e La na Formação Solirões (bacia de drenagem do rio Unini).

7.2.2 - Mineralogia

Os resultados das análises mineralógicas de concentrados de bateia, não revelaram a presença de nenhum mineral economicamente importante ou indicador de atividade hidrotermal e, portanto, não foi possível delimitar área promissoras para prospecção estratégica.

No entanto, ficou evidenciado que alguns minerais detectados são característicos de áreas sedimentares, ao passo que outros restringem sua ocorrência às áreas do embasamento cristalino.

Topázio, gahnita e hiperstênio foram detectados somente em amostras coletadas em áreas do embasamento cristalino.

A grosso modo, as amostras de concentrado de bateia que revelaram a presença de gahnita foram coletadas em localidades em que amostras de sedimentos ativos de corrente revelaram teores mais elevados de zinco.

7.2.3 - Conclusões

O desenvolvimento da prospecção de minerais pesados, no Domínio Baixo Rio Negro, foi com o intuito de obter dados complementares ao reconhecimento geoquímico através de sedimentos ativos de corrente e, sob este aspecto, os objetivos foram razoavelmente atingidos.

Os padrões de distribuição dos elementos ferro, manganês, cromo, chumbo e escândio, em sedimentos de corrente, foram bastante similares aos obtidos a partir de concentrados de bateia.

Na área do domínio, a bacia de drenagem do

rio Jauaperi salientou-se das demais por apresentar maior concentração de valores mais altos para alguns elementos, tais como: ferro, manganês, lantânio, chumbo, cromo, cobalto, vanádio, escândio, ítrio e, menos intensamente , estanho. Nesta mesma bacia de drenagem, o estudo dos resultados analíticos obtidos a partir de sedimentos ativos de corrente, revelaram áreas contrastantes de maganês, bário, chumbo, arsênio e zinco.

Na área situada entre as cabeceiras do rio Cuieiras e interflúvio dos rios Curiuaú e Uatumã, os padrões de distribuição dos elementos ferro, manganês, chumbo, cromo, vanádio, ítrio e escândio, em concentrados de bateia, foram similares aos obtidos a partir de sedimentos ativos de corrente. Nesta área, as análises de amostras geoquímicas revelaram a presença de zinco, arsênio e antimônio, os quais não foram detectados em concentrados de bateia coletados na mesma.

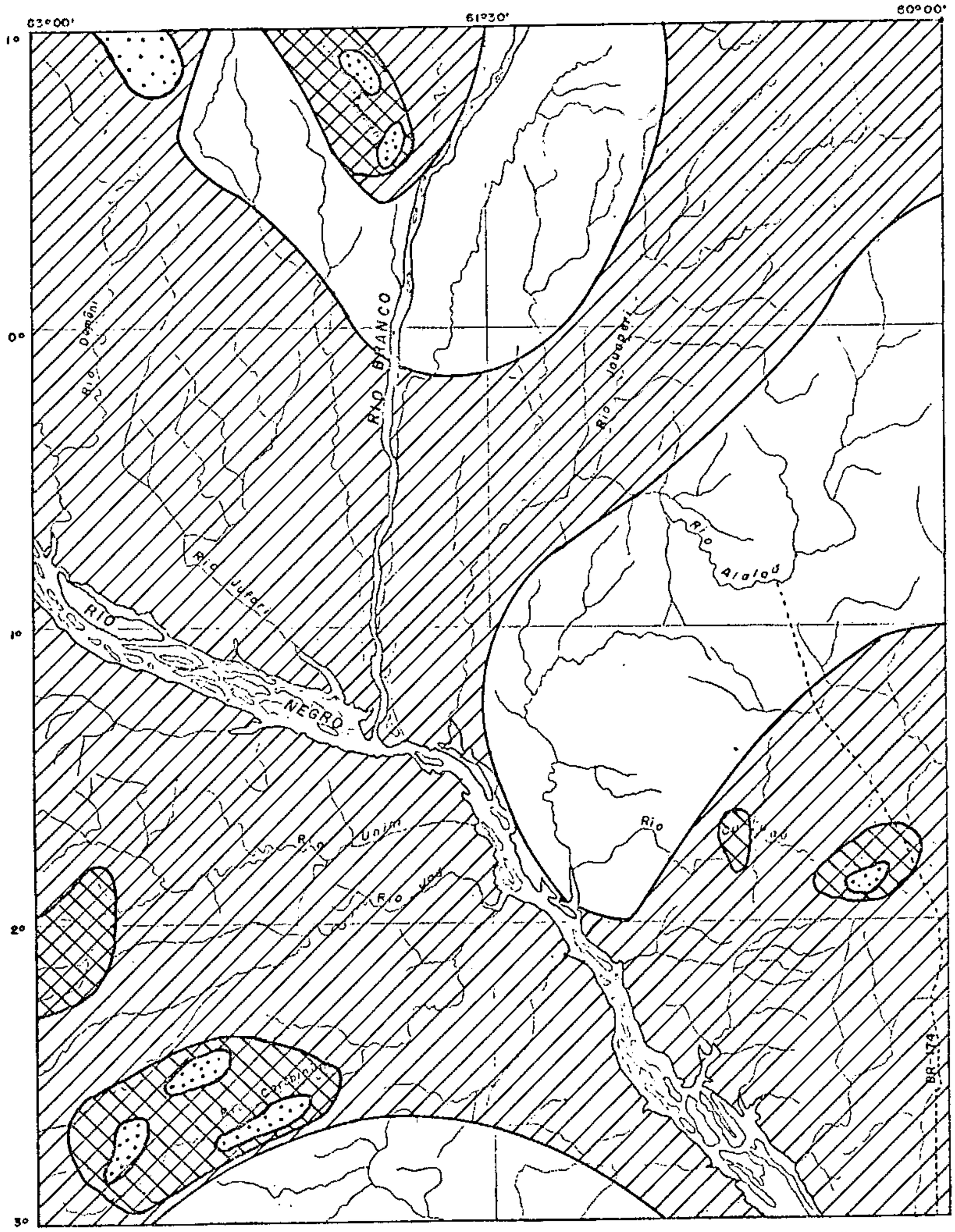
Como foi dito anteriormente, a análise mineralógica não revelou a presença de nenhum mineral economicamente importante, com exceção de gahnita em duas amostras coletadas nas cabeceiras do rio Cuieiras.

Foi possível evidenciar assembléias mineralógicas como características de certos tipos litológicos ocorrentes no domínio, no entanto, não foi possível a delimitação de províncias petrográficas, devido a baixa densidade de amostragem resultante para a prospecção aluvionar.

A grosso modo, os resultados espectrográficos e/ou mineralógicos obtidos permitiram delimitar, com certa segurança, as áreas de embasamento.

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



FERRO – DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

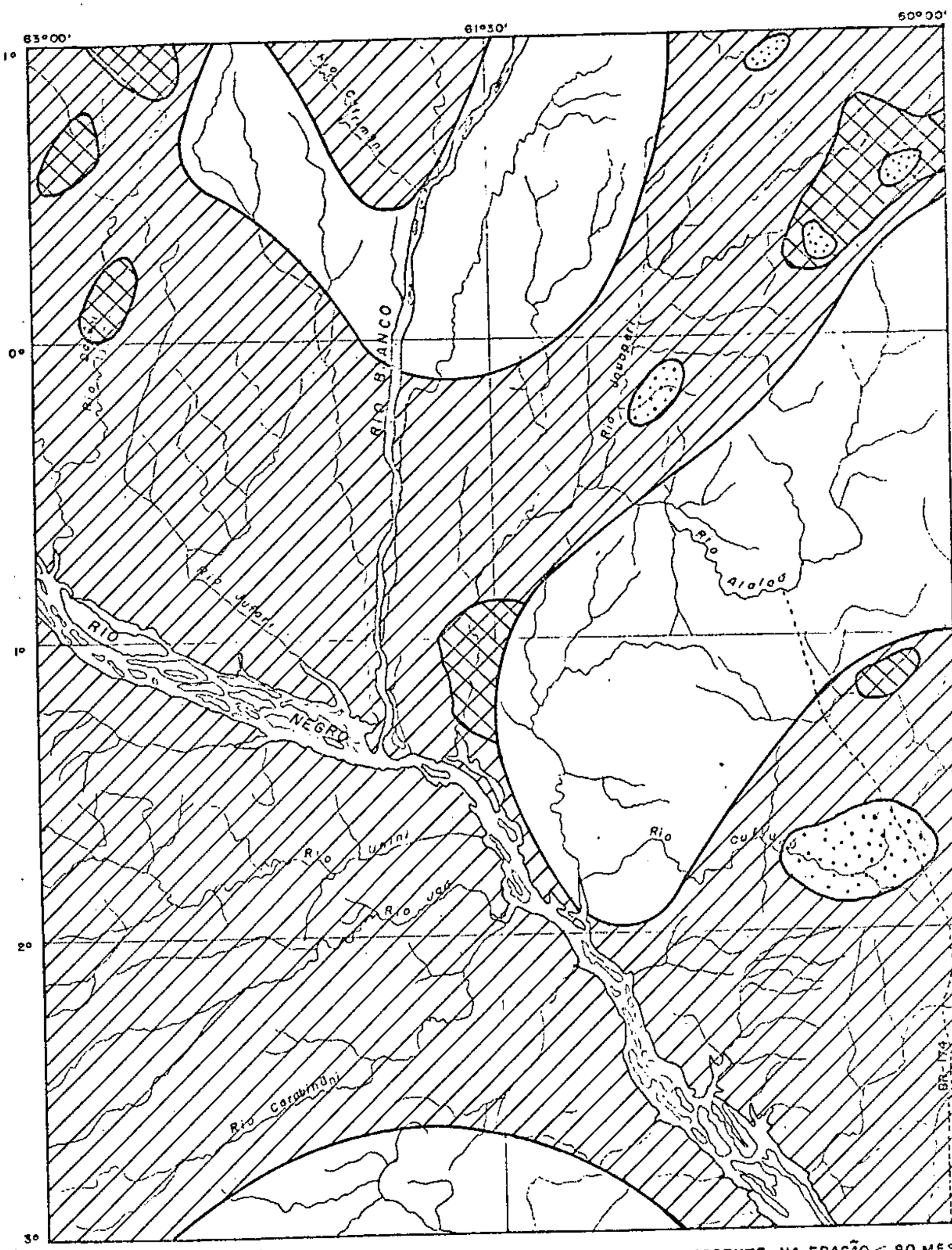
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		0,5 ⊢ 1,0 %
	≤ 0,5 %		> 1,0 %

FIGURA 16

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZONIA - RELATORIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



MANGANÊS – DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

ÁREA NÃO PROSPECTADA

300 ⊢ 1000 ppm

≤ 300 ppm

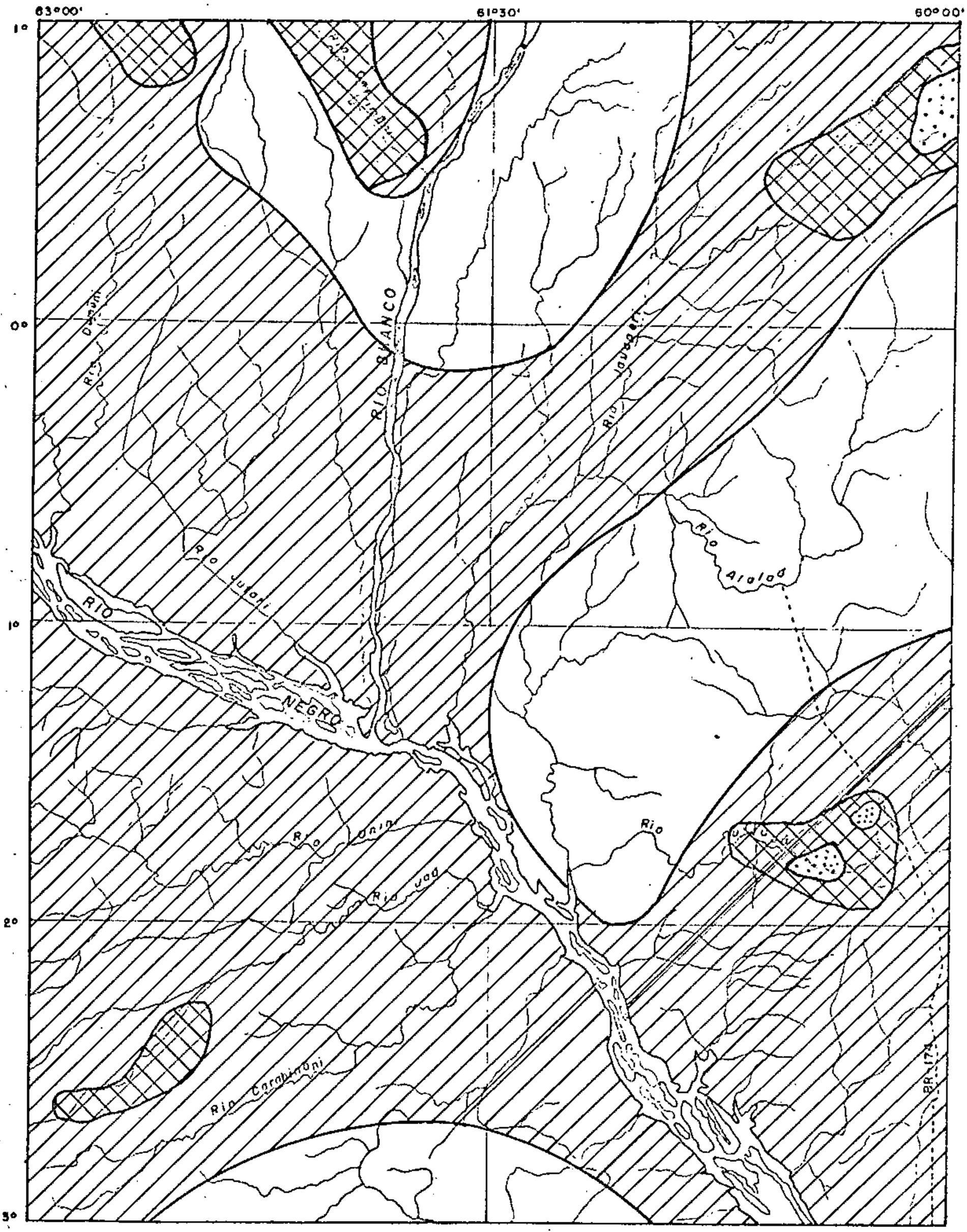
> 1000 ppm

FIGURA 17

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA-RELATÓRIO FINAL- KUYUMJIAN. R.M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



BÁRIO — DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

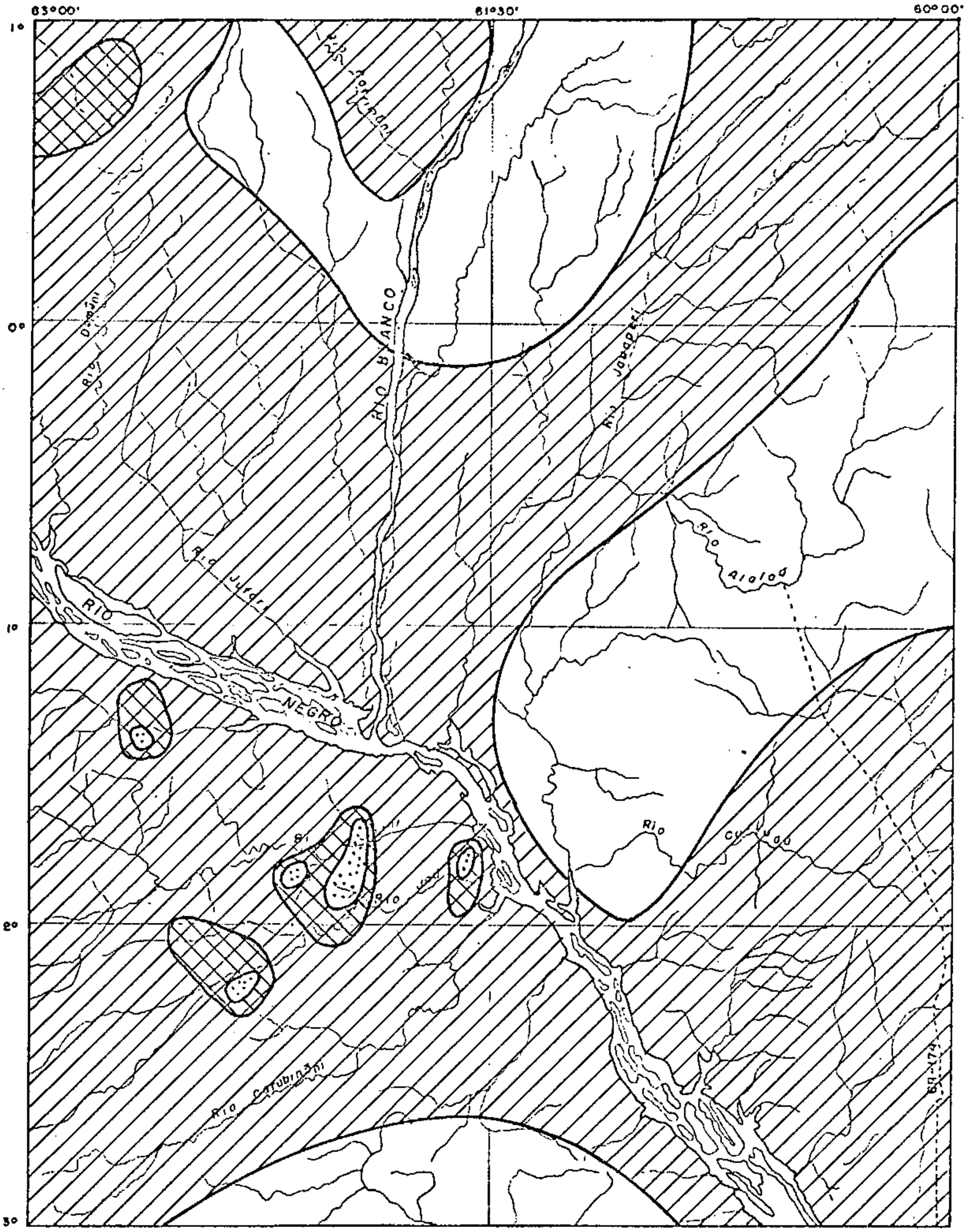
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		100 ⊢ 500 ppm
	≤ 100 ppm		> 500 ppm

FIGURA 18

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA-RELATÓRIO FINAL- KUYUMJIAN, R.M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



BERÍLIO — DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRACÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

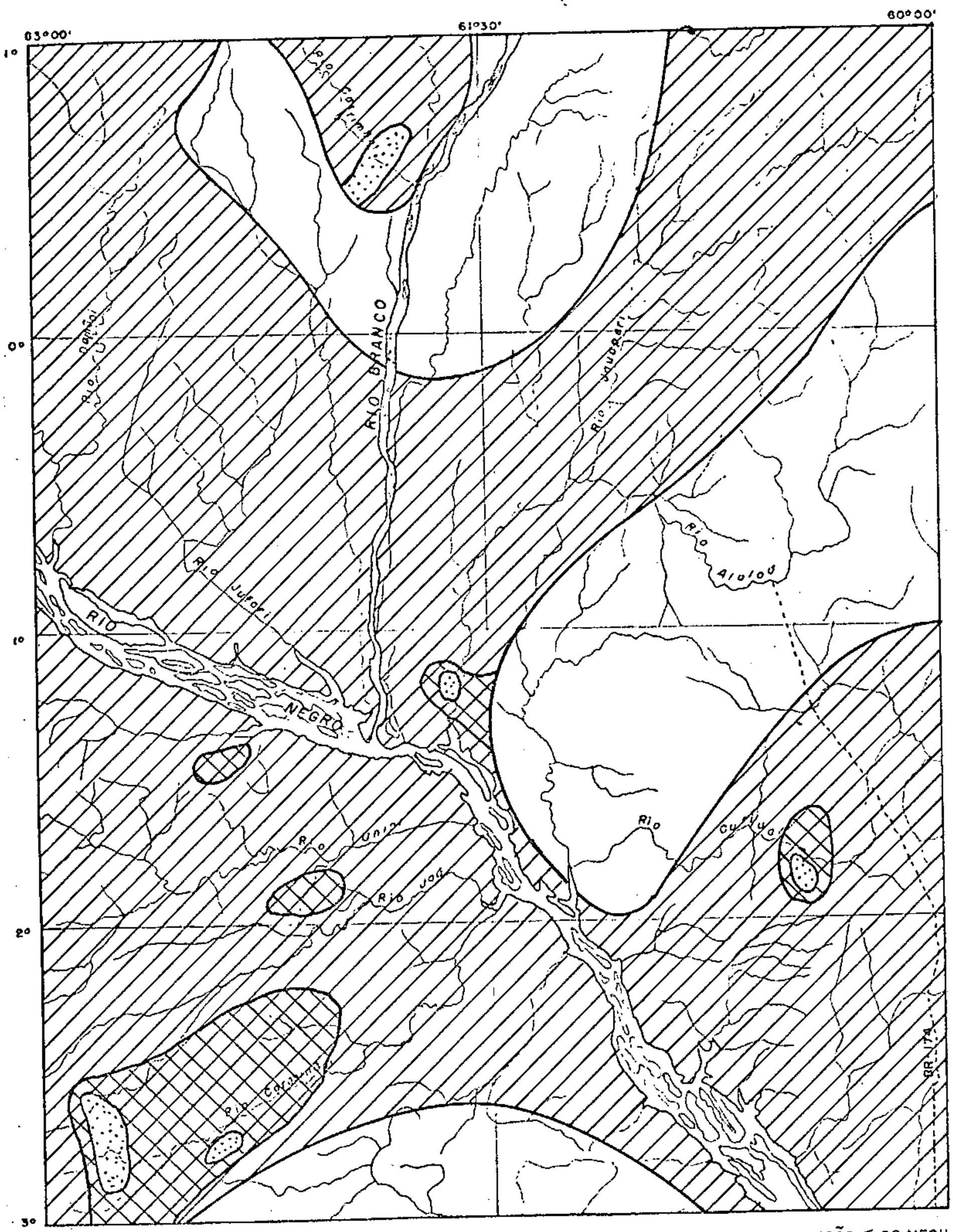
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		2 ⊢ 10 ppm
	≤ 2 ppm		> 10 ppm

FIGURA 19

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



NÍQUEL — DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

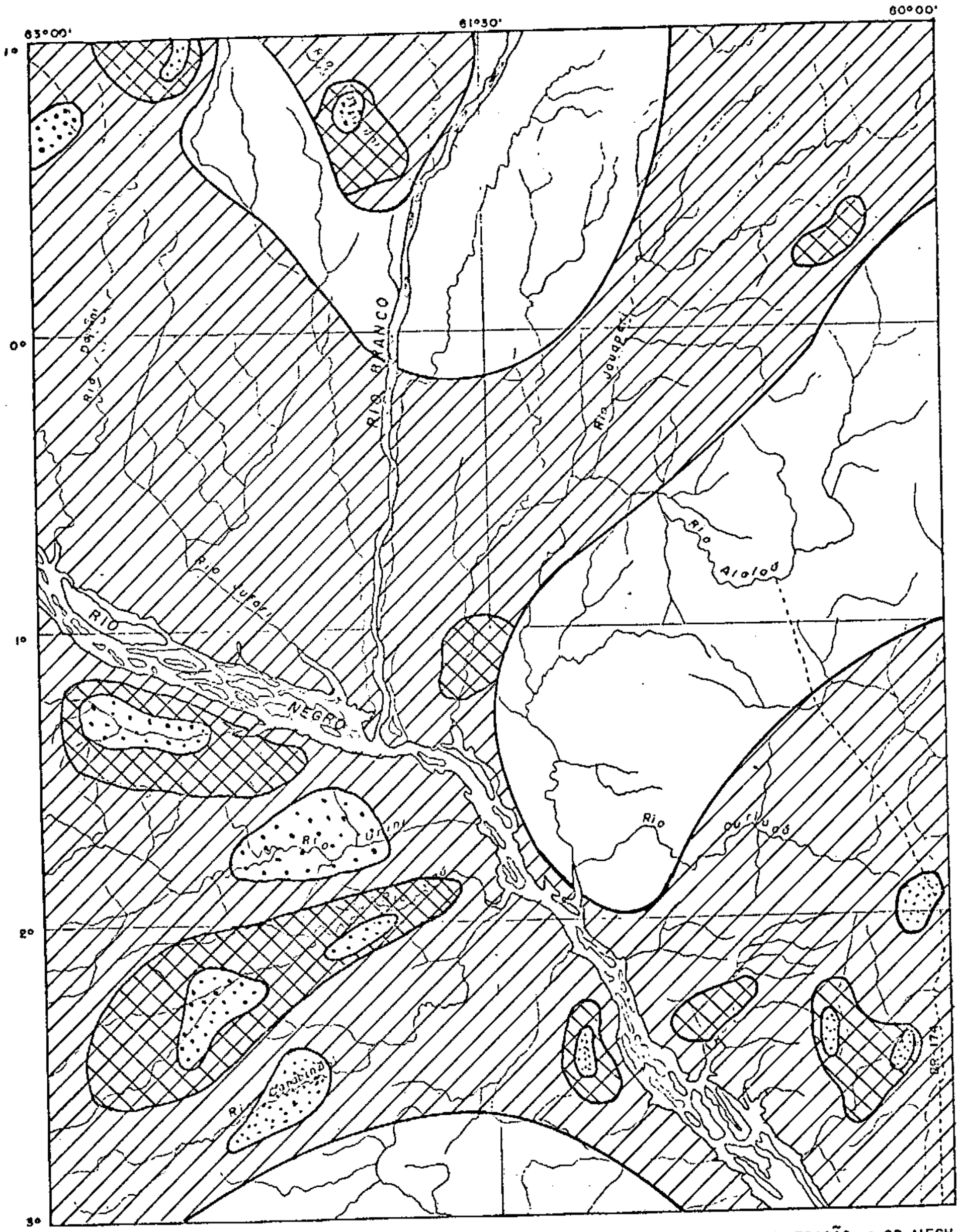
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		5 ⊢ 10 ppm
	≤ 5 ppm		> 10 ppm

FIGURA 20

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



COBRE – DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

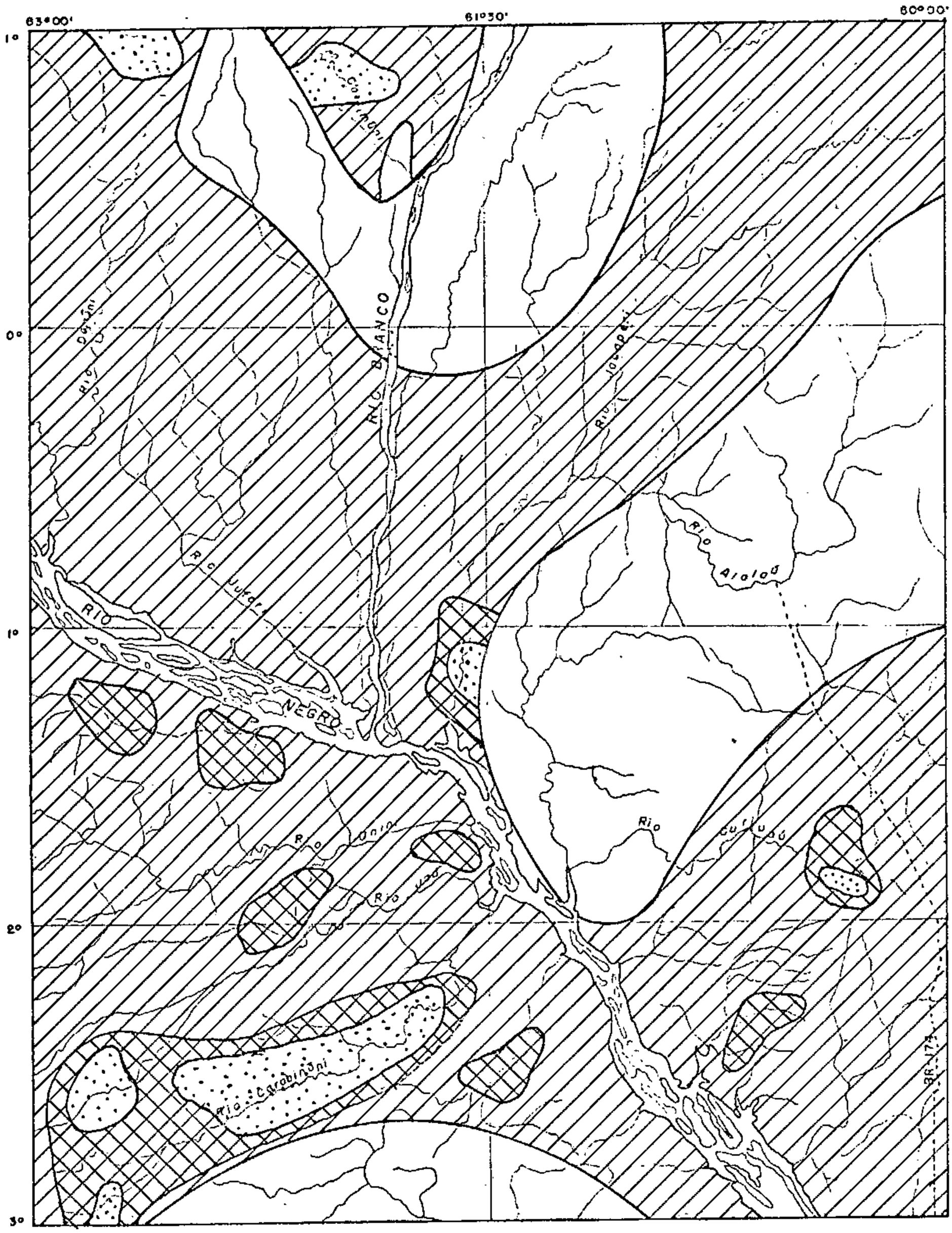
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		20 ⊢ 50 ppm
	⩽ 20 ppm		> 50 ppm

FIGURA 21

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZONIA-RELATÓRIO FINAL- KUYUMJIAN, R.M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



CROMO – DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH

ESCALA 1: 2.300.000

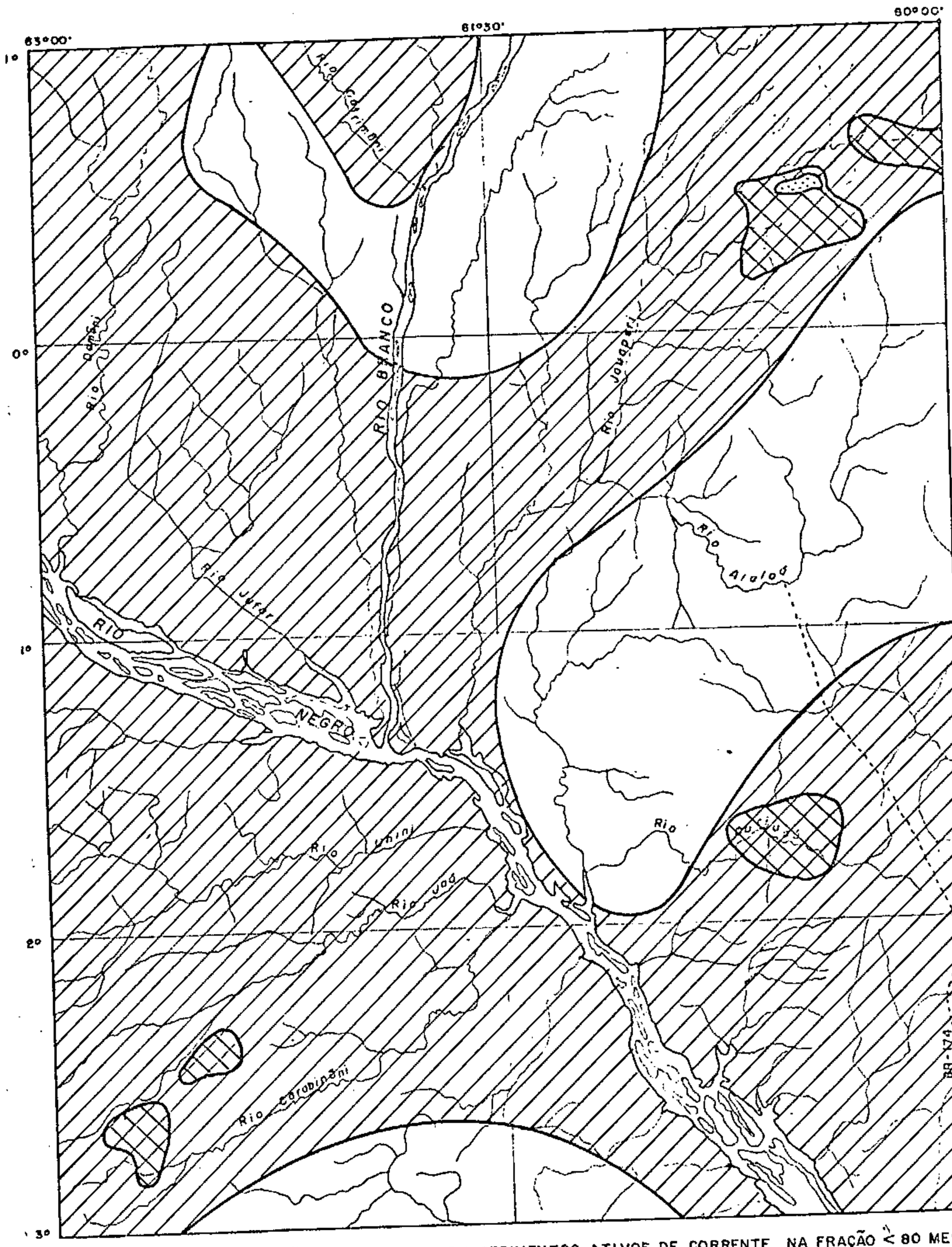
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		15 ⊢ 30 ppm
	≤ 15 ppm		> 30 ppm

FIGURA 22

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZONIA-RELATÓRIO FINAL- KUYUMJIAN. R. M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



CHUMBO — DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

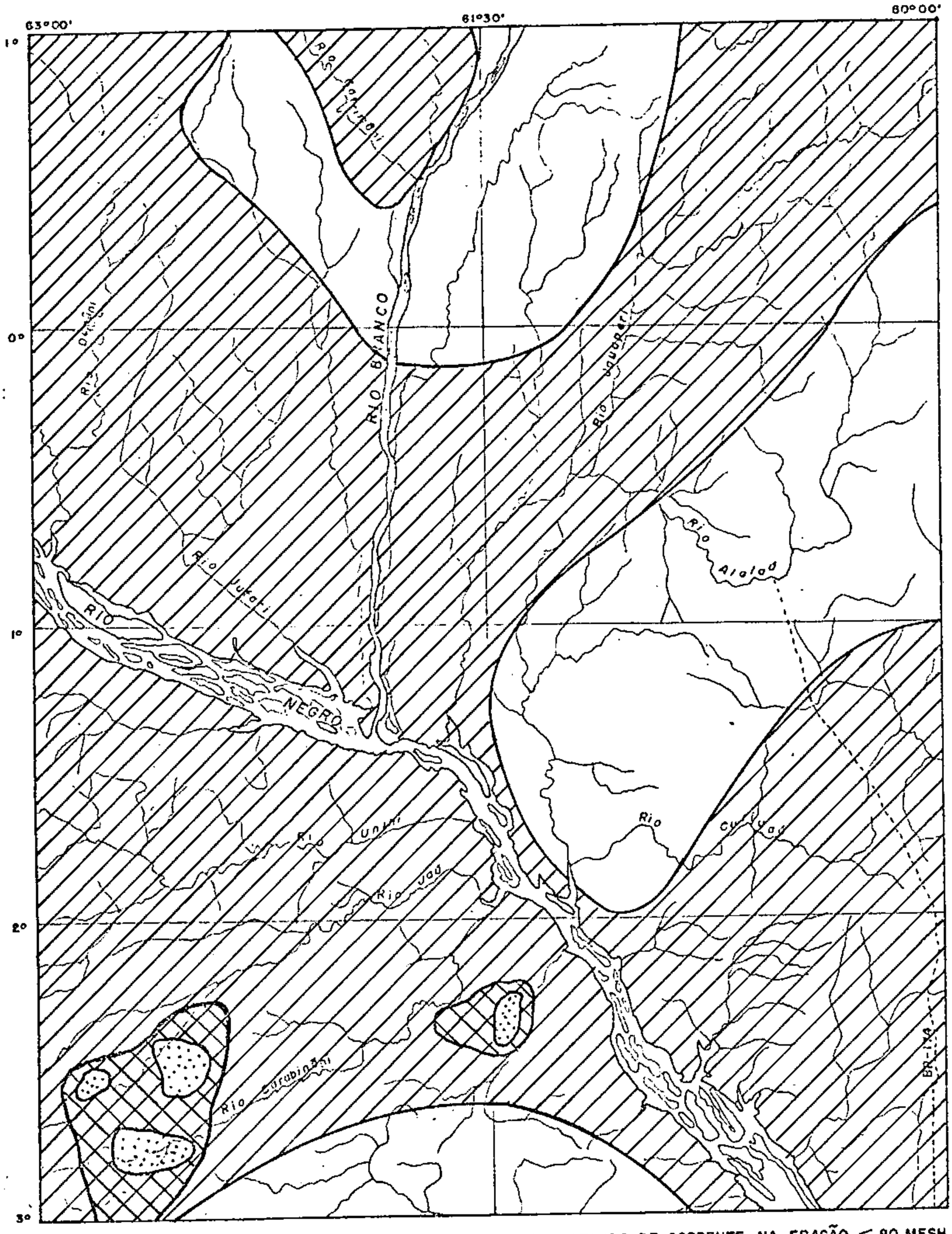
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		20 ⊢ 50 ppm
	≤ 20 ppm		> 50 ppm

FIGURA 23

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA-RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



ESTANHO – DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

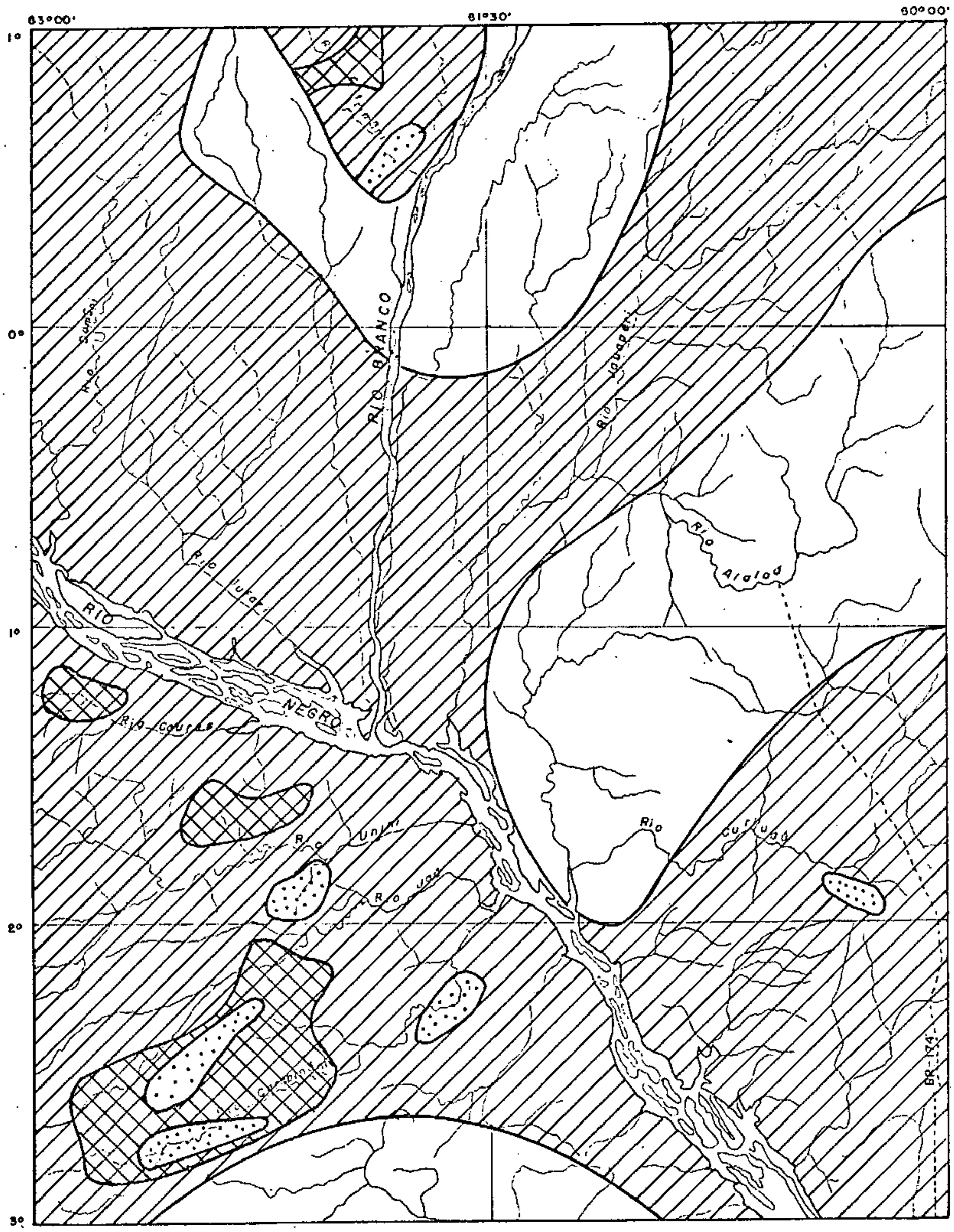
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		50 ⊢ 100 ppm
	⩽ 50 ppm		> 100 ppm

FIGURA 24

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



VANÁDIO — DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

ÁREA NÃO PROSPECTADA

20 ⊢ 50 ppm

≤ 20 ppm

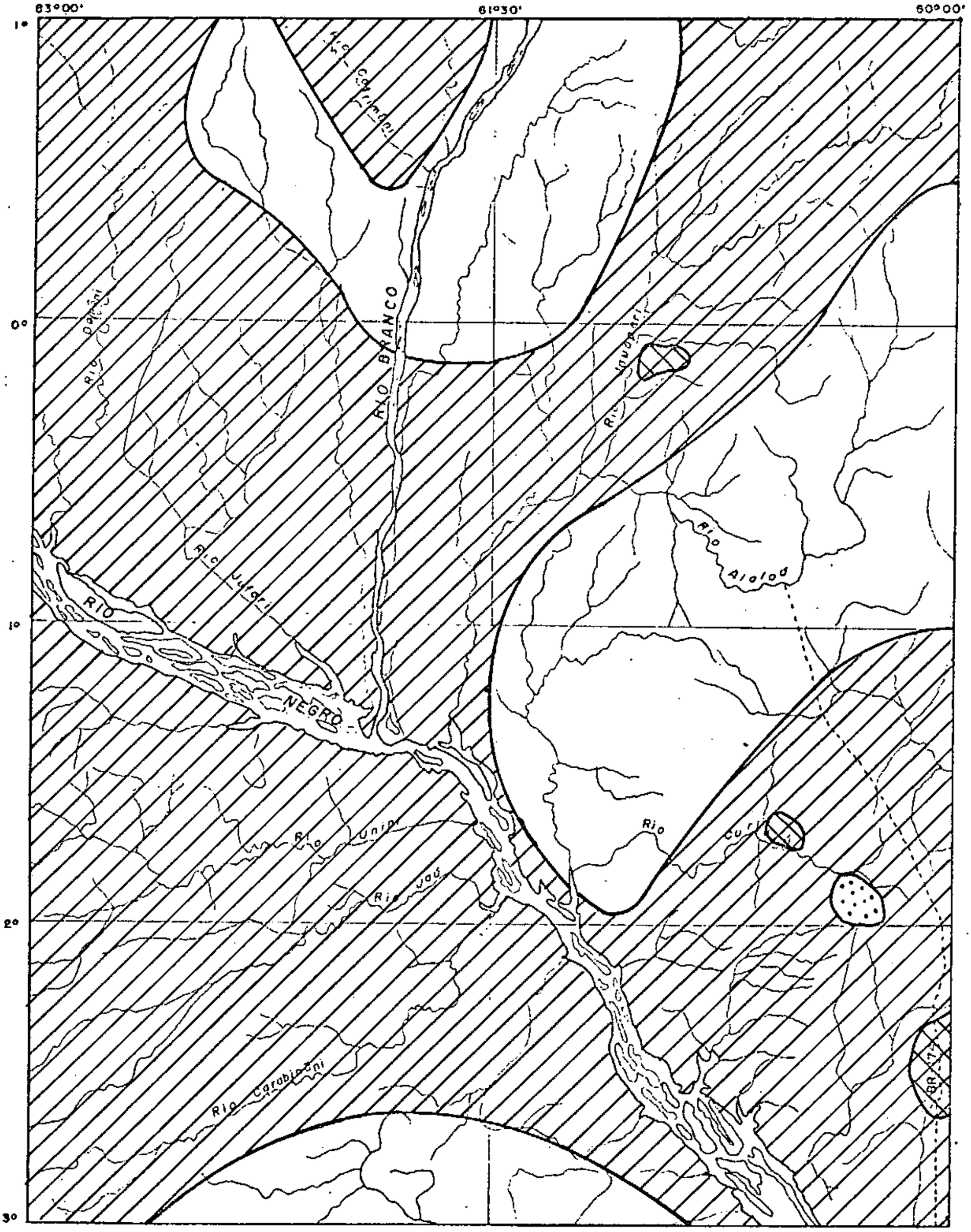
> 50 ppm

FIGURA 25

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



ÍTRIO — DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH

ESCALA 1: 2.300.000

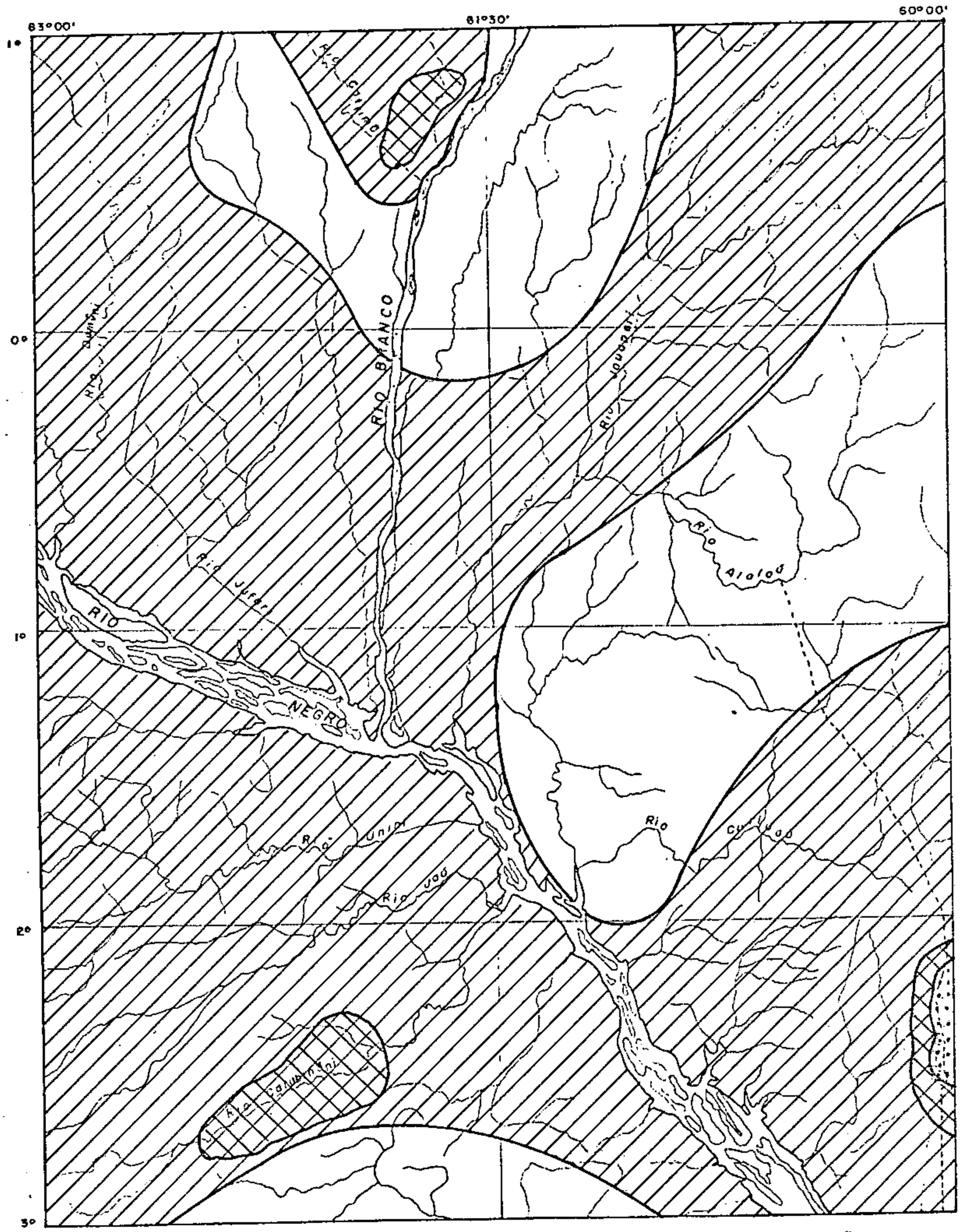
	ÁREA NÃO PROSPECTADA		30 ⊢ 70 ppm
	≤ 30 ppm		> 70 ppm

FIGURA 26

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA-RELATÓRIO FINAL- KUYUMJIAN, R. M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



ESCÂNDIO – DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1: 2.300.000

ÁREA NÃO PROSPECTADA

≤ 5 ppm

5 ⊢ 10 ppm

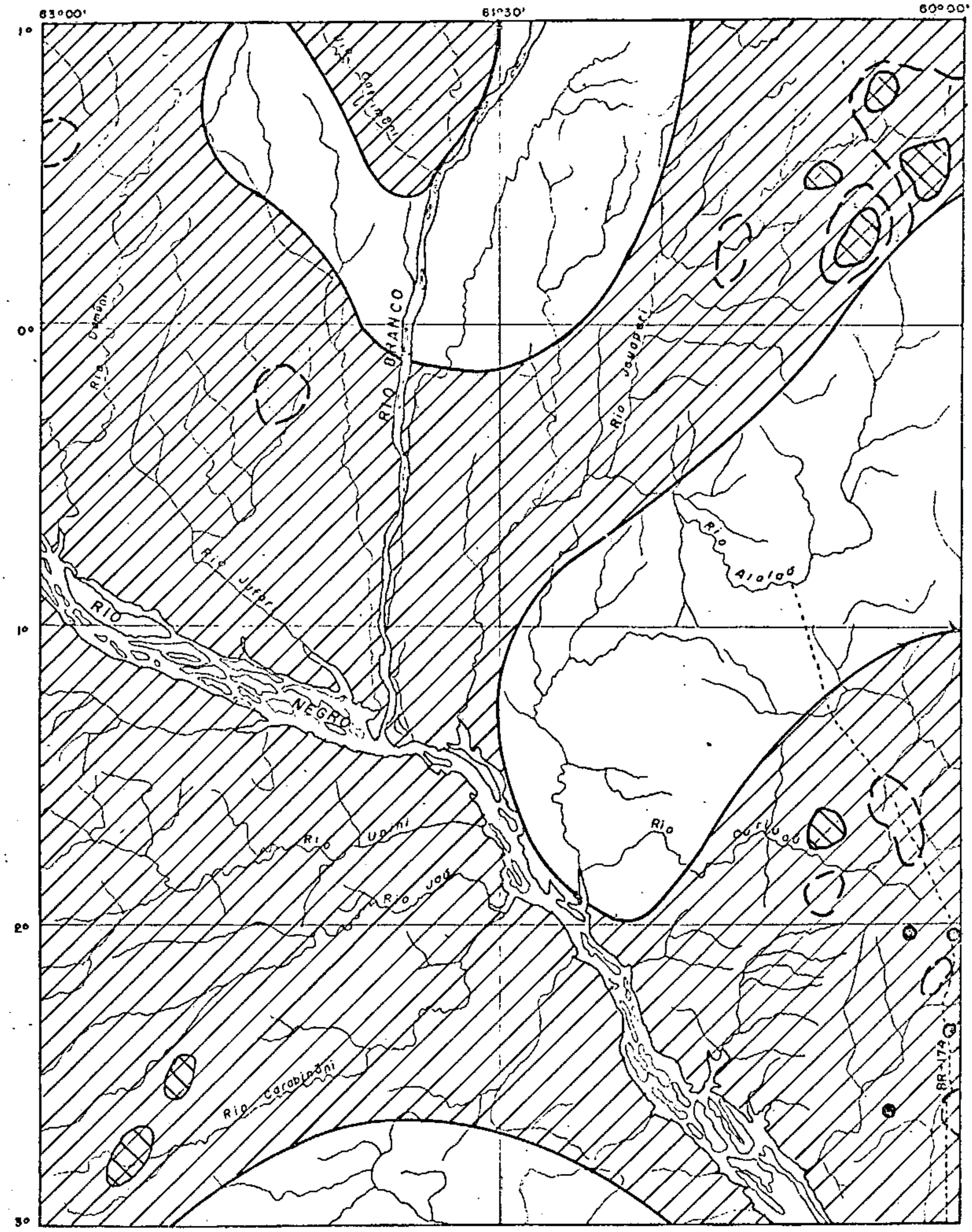
> 10 ppm

FIGURA 27

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M. - 1974

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



ZINCO, ARSÊNIO E ANTIMÔNIO – DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS EM SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE NA FRAÇÃO < 80 MESH.

ESCALA 1:2.300.000

Zn — 5 ppm

Zn — 5 ⊢ 30 ppm

Ag — 10 ⊢ 20 ppm

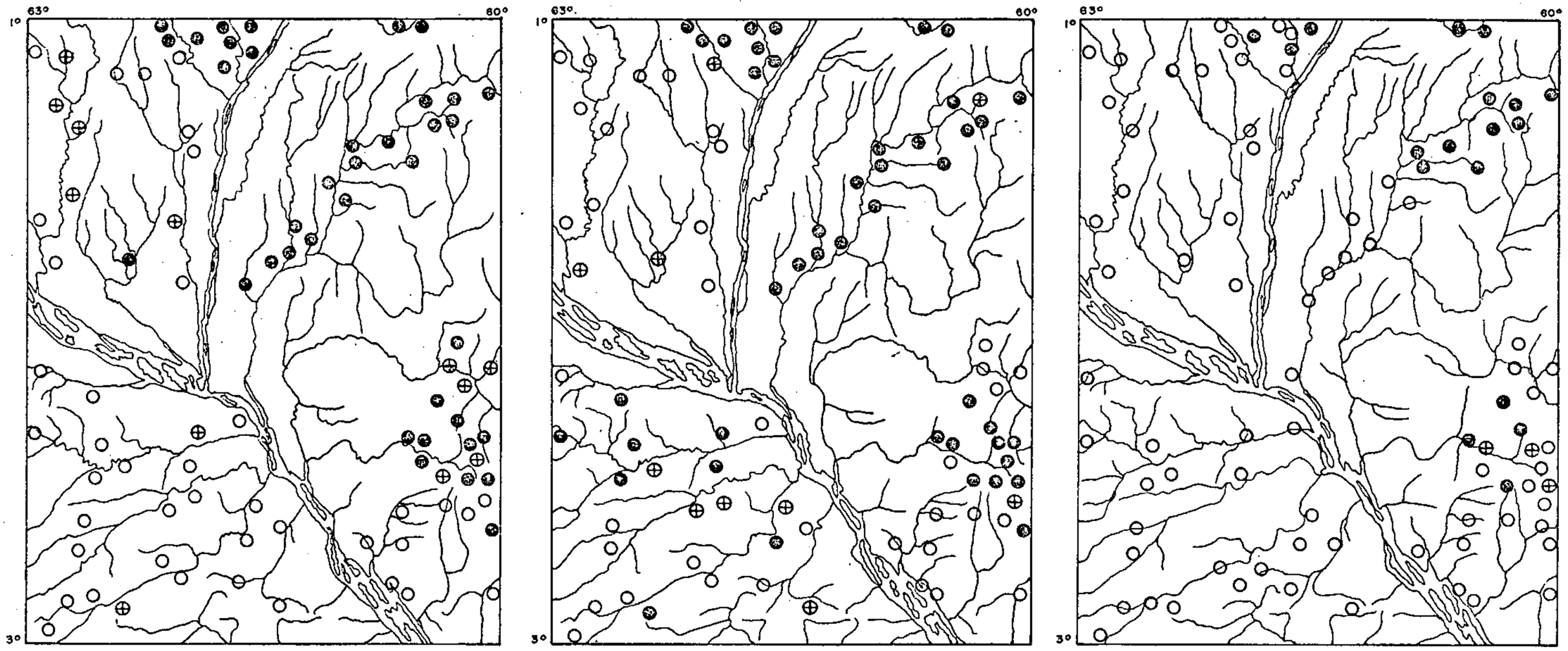
Sb — 3 ppm

ÁREA NÃO PROSPECTADA

FIGURA 28

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M. - 1974

TEORES EM CONCENTRADOS DE BATEIA NA FRAÇÃO < 150 MESH



ESCALA: 1:4.000.000

CHUMBO

○ ≤ 20 ppm

⊕ 20 ⊢ 50 ppm

● > 50 ppm

CROMO

○ ≤ 20 ppm

⊕ 20 ⊢ 50 ppm

● > 50 ppm

COBALTO

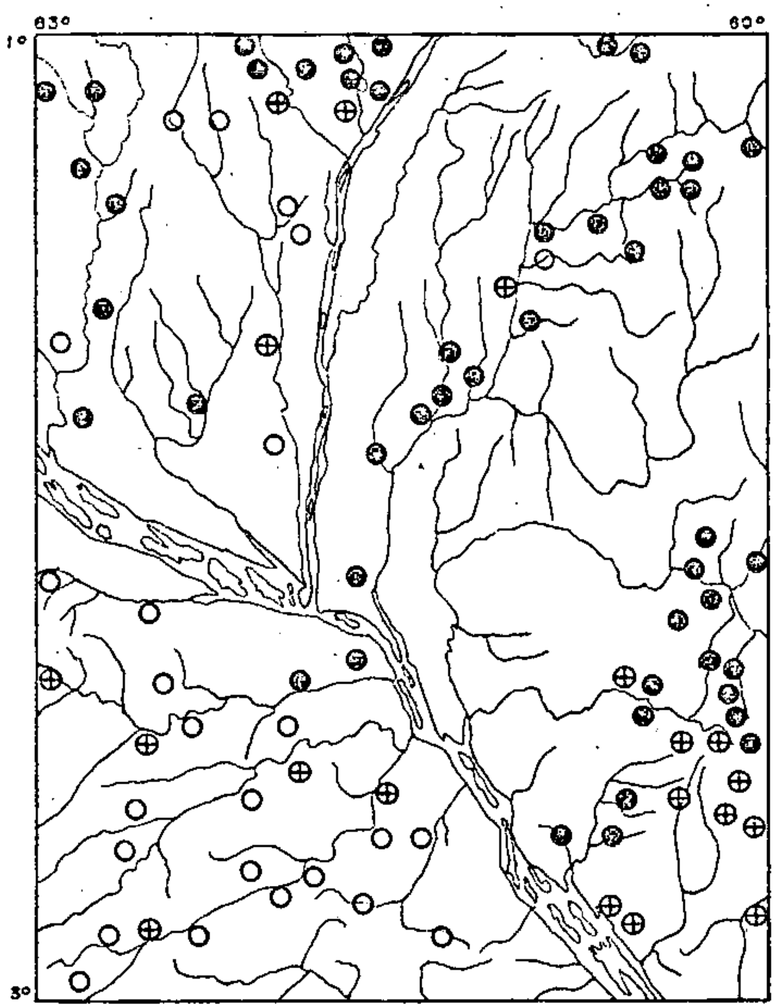
○ ≤ 10 ppm

⊕ 10 ⊢ 20 ppm

● > 20 ppm

FIGURA 29

TEORES EM CONCENTRADOS DE BATEIA NA FRAÇÃO < 150 MESH

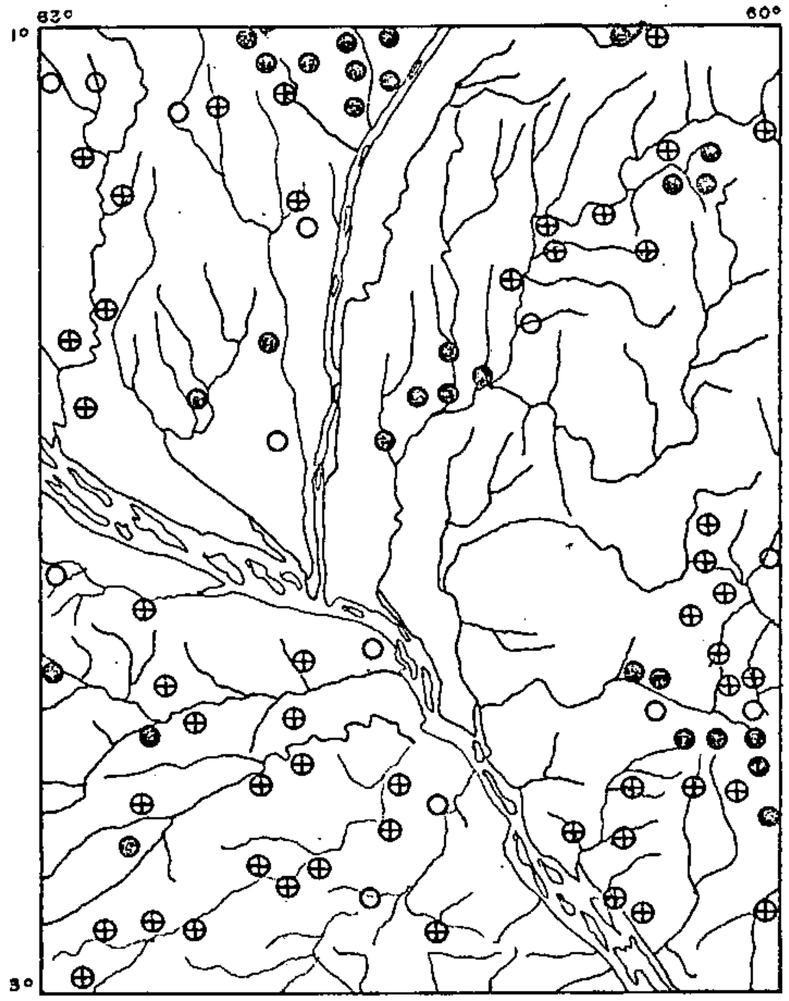


MANGANÊS

○ ≤ 500 ppm

⊕ 500 ⊢ 1000 ppm

⊛ > 1000 ppm

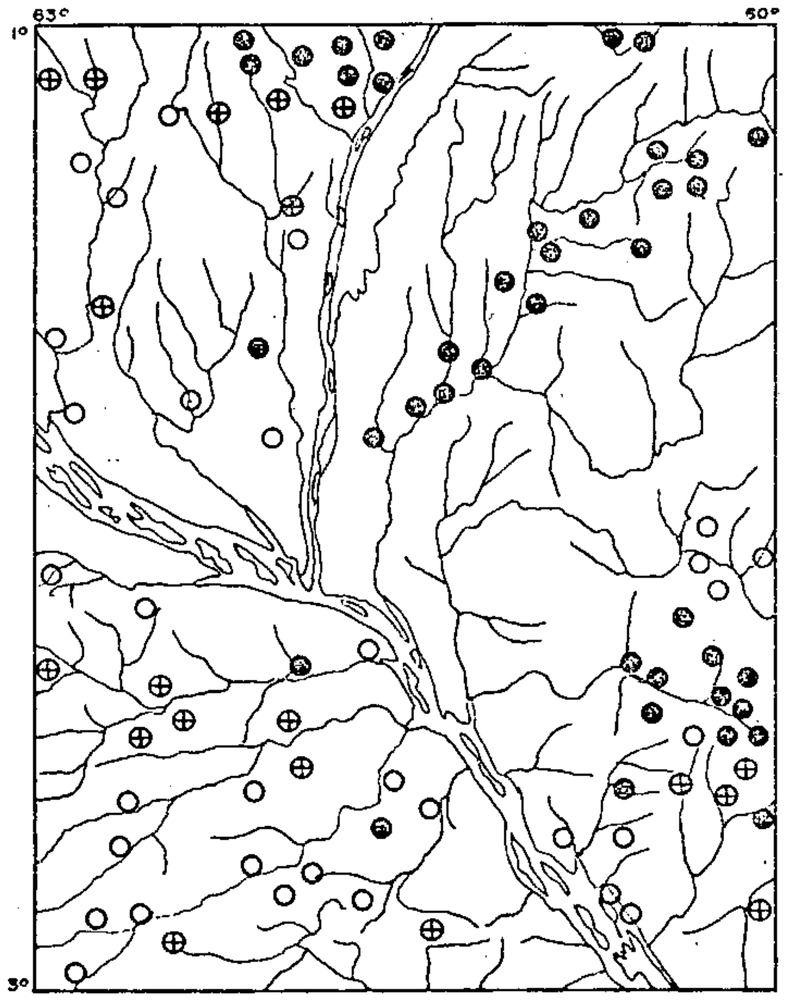


VANÁDIO

○ ≤ 15 ppm

⊕ 10 ⊢ 30 ppm

⊛ > 30 ppm



ÍTRIO

○ ≤ 50 ppm

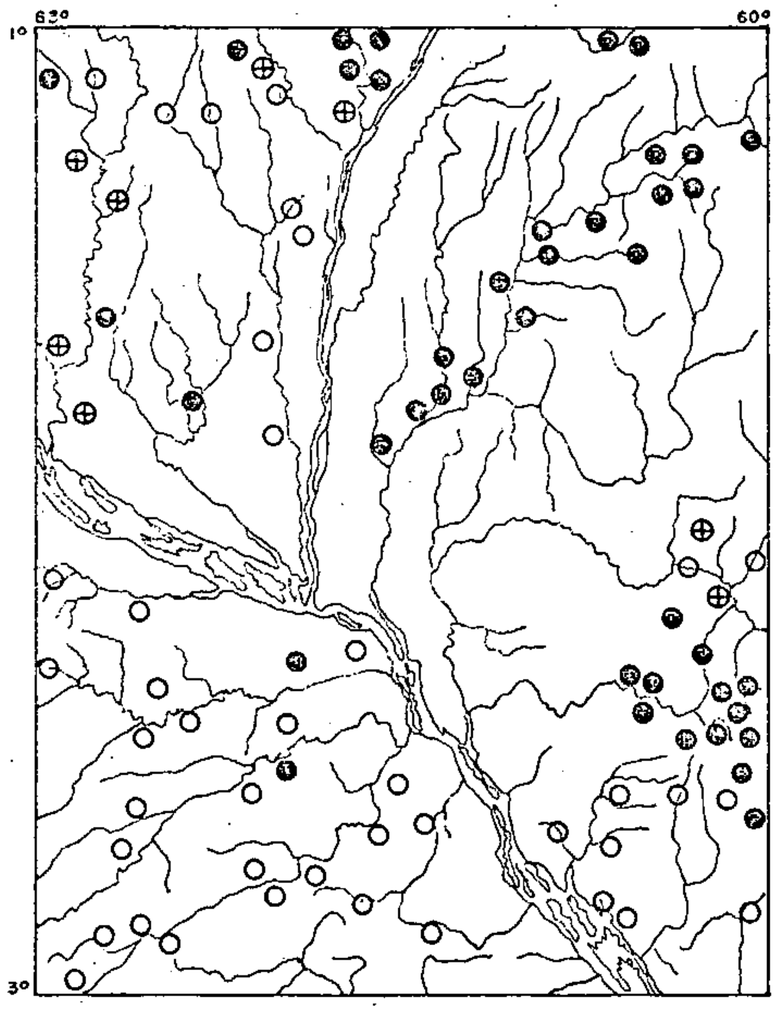
⊕ 50 ⊢ 100 ppm

⊛ > 100 ppm

ESCALA: 1:4.000.000

FIGURA 30

TEORES EM CONCENTRADOS DE BATEIA NA FRAÇÃO < 150 MESH

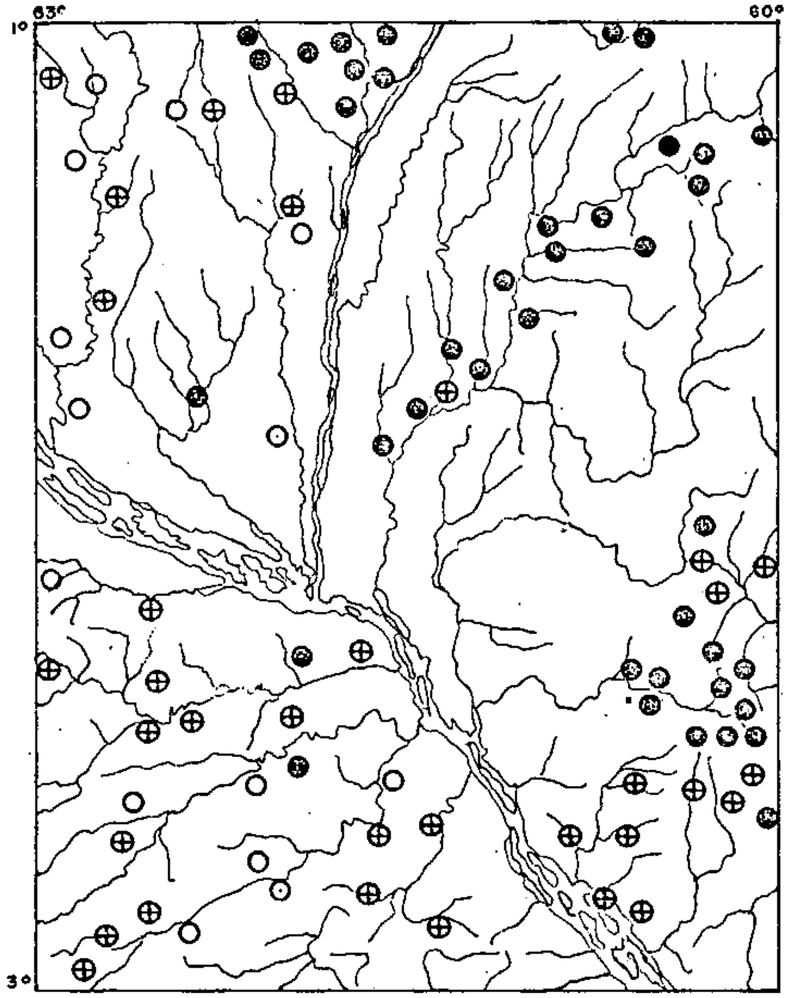


ESCÂNDIO

○ ≤ 5 ppm

⊕ 5 ⊢ 15 ppm

● > 15 ppm

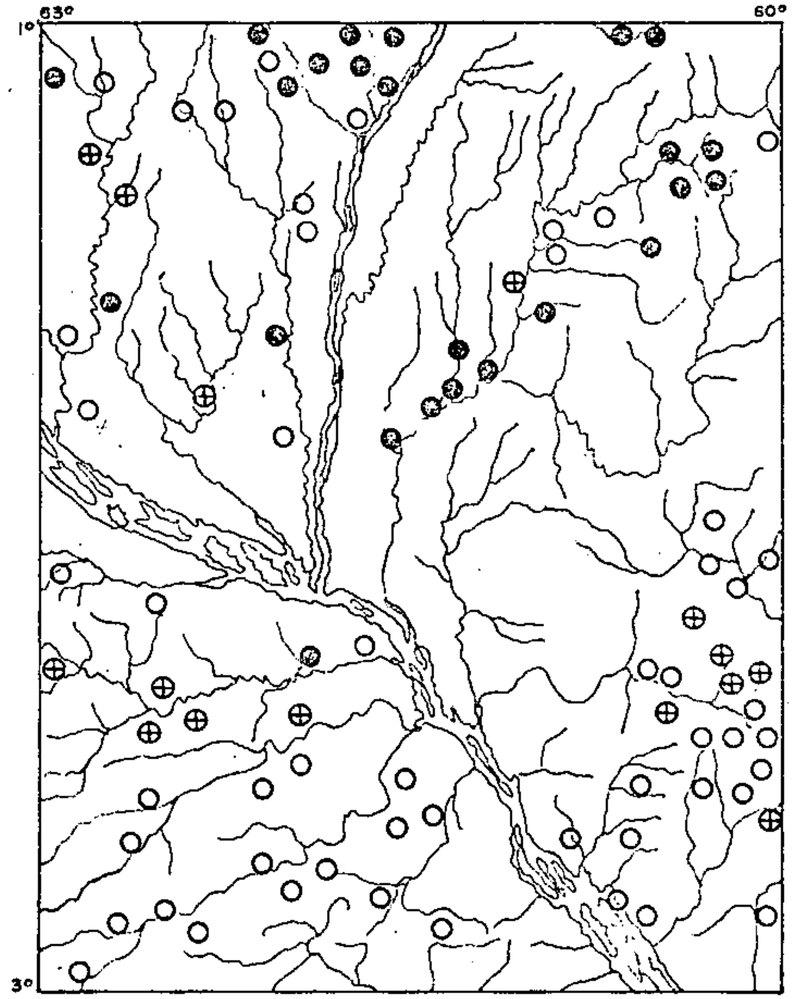


FERRO

○ ≤ 0,5 %

⊕ 0,5 ⊢ 1,5 %

● > 1,5 %



ESCALA: 1:4.000.000

LANTÂNIO

○ ≤ 50 ppm

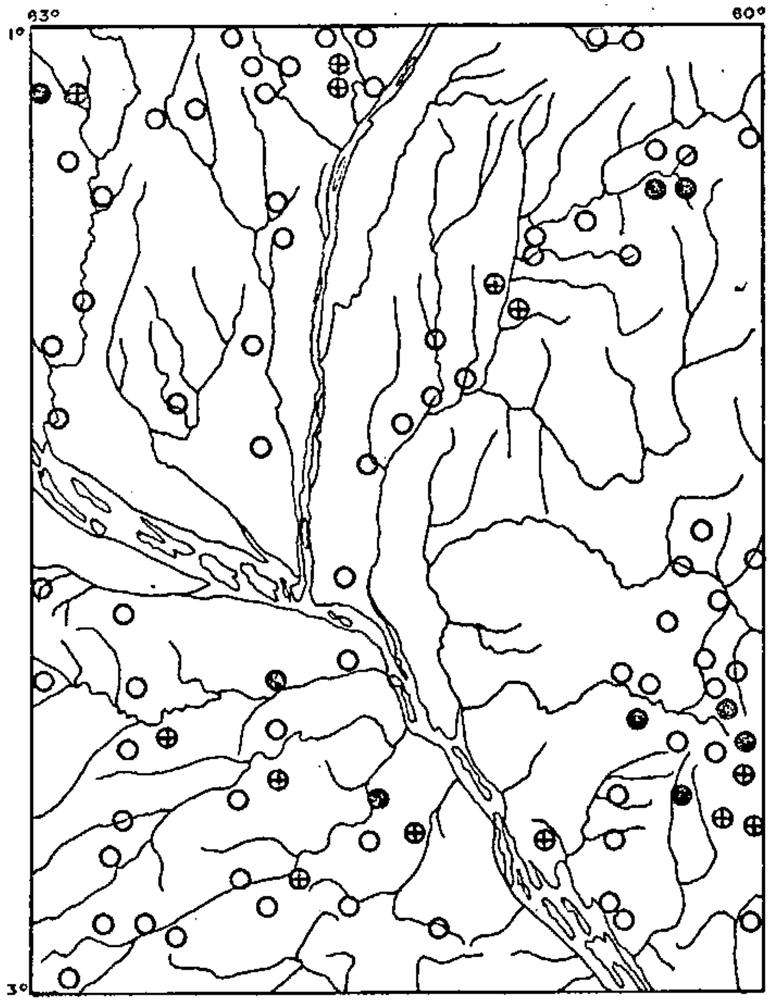
⊕ 50 ⊢ 100 ppm

● > 100 ppm

FIGURA 31

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA- RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R. M. - 1974

TEORES EM CONCENTRADOS DE BATEIA NA FRAÇÃO < 150 MESH

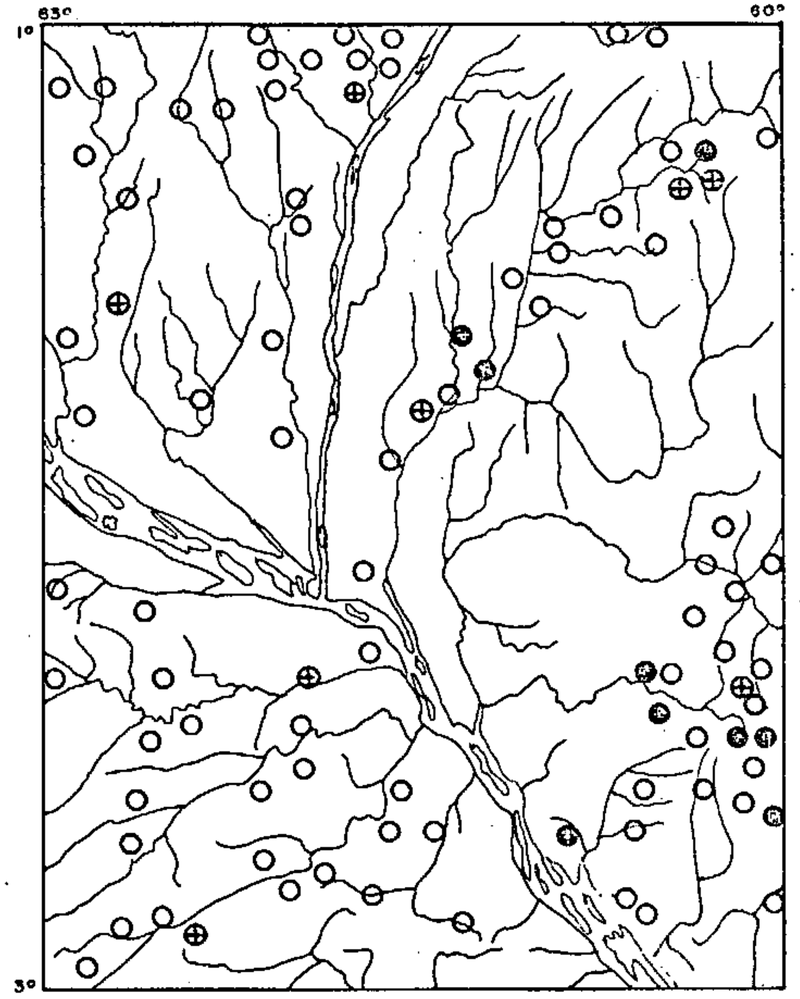


NIÓBIO

○ ≤ 20 ppm

⊕ 20 ⊢ 50 ppm

● > 50 ppm



ESCALA: 1:4.000.000

ESTANHO

○ ≤ 50 ppm

⊕ 50 ⊢ 100 ppm

● > 100 ppm

FIGURA 32

8. AVALIAÇÃO DE CUSTO

O fato da prospecção geoquímica e de minerais pesados do Domínio Baixo Rio Negro ter-se desenvolvido simultaneamente ao reconhecimento geológico e executada pelas mesmas equipes de campo, não impossibilita a tentativa que aqui se faz de avaliar, ainda que aproximadamente, o custo global deste programa. Em assim procedendo, acreditamos contribuir para a avaliação dos custos de futuros trabalhos de caráter similar que venham a ser realizados na região amazônica, uma vez que, lamentavelmente, ainda hoje não contamos com dados concretos nesse sentido.

Com a conclusão dos trabalhos referentes ao Domínio Baixo Rio Negro podemos, desde já, fixar o valor total de seu custo operacional. Em função desse valor, verifica-se que o custo do programa de prospecção geoquímica e de minerais pesados não ultrapassou 10% do total geral.

Uma análise mais minuciosa possibilita ainda estabelecer a seguinte distribuição dos custos do programa: 50% foi despendido em pessoal (salários, encargos sociais, diárias, etc ...); 40% em análises e 10% em materiais, serviços, encargos, fretes e transportes. Analisando em termos de área, e considerando exclusivamente os 100.000 km^2 da área do domínio que foram efetivamente prospectados, podemos estabelecer um custo de Cr$7,80/$km^2$.

Como tivemos oportunidade de mencionar em linhas anteriores, não dispomos ainda de dados que permitam uma comparação dos custos de programas de prospecção geoquímica, entretanto, o encarecimento em apenas 10% num

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

projeto de caráter regional, face aos resultados altamente satisfatórios que fornece a prospecção geoquímica, estão a justificar que se mantenha a sistemática de levantamento geológico e prospecção geoquímica concomitante, mormente em uma região com características tão peculiares como o é a Amazônia.

9. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

9.1 - Conclusões

No Domínio Baixo Rio Negro, a definição do padrão de distribuição dos principais elementos traços dosados, evidenciou claramente a aplicabilidade da amostragem de sedimentos ativos de corrente segundo intervalos bastante amplos, com o objetivo de caracterizar a paisagem geoquímica de regiões tropicais.

A boa densidade e distribuição das drenagens por quase toda a área prospectada, permitiu que, durante os trabalhos de reconhecimento geológico, praticamente toda a área do domínio fosse geoquimicamente amostrada.

O estudo da distribuição dos elementos em sedimentos ativos de corrente por litologias drenadas e o emprego do método gráfico indicado por TENNANT, C.B. & WHITE, M.L. (1959), para o cálculo de parâmetros estatísticos, foram satisfatórios para uma caracterização preliminar do comportamento dos elementos em função do ambiente geológico. No entanto, durante a manipulação e interpretação dos dados ficou evidenciado que em programas de natureza regional, tal como o presente, a utilização de um processamento eletrônico dos dados forneceria subsídios importantes para uma melhor caracterização da paisagem geoquímica.

No Domínio Baixo Rio Negro, a distribuição dos elementos traços está, a grosso modo, condicionada às feições geológicas da área; todavia, é provável que a distribuição do cobre esteja intimamente ligada a fatores ambientais secundários.

Embora a estimativa da variância analítica e de amostragem tenha revelado para os elementos considerados, que os valores analíticos obtidos, com exceção do cobre, eram satisfatórios e passíveis de tratamento estatístico, ficou evidenciado que o controle da variabilidade introduzida pelos erros analíticos e de amostragem poderá ser essencial em certas áreas da região.

As intensas precipitações pluviométricas que ocorreram em certas áreas do domínio, durante a etapa de amostragem, provavelmente influenciaram a distribuição de certos elementos, em particular ferro e manganês. Contudo em se tratando de um reconhecimento de caráter regional, tal fator não é determinativo para a interpretação de resultados analíticos.

O manganês e, menos marcantemente o bário, pela forma e extensão de suas áreas contrastantes, revelaram-se bastante propícios para separar o embasamento cristalino (onde há predominância de valores mais altos) das demais litologias do domínio. Possivelmente, o manganês e o ferro tenham influenciado o aparecimento de teores mais elevados de cobre e chumbo em algumas áreas amostradas, como consequência da ação adsorvente daqueles elementos.

A baixa sensibilidade do método espectrográfico para alguns elementos dificultou e, por vezes, impossibilitou caracterizar o comportamento de certos elementos traços, tais como: Sn, As, Sb e Zn. Assim, a reanálise dos elementos As, Sb e Zn através de métodos analíticos mais sensíveis (colorimetria e absorção atômica), forneceu dados que permitiram evidenciar comportamentos geoquímicos importantes desses elementos.

Em concentrados de bateia obèservou-se uma tendência dos elementos apresentarem maior grau de concen

tração que em sedimentos de corrente, tendo-se verificado que o aumento mais expressivo foi para Sn, Zn, Co e Nb.

O dado mais significativo obtido dos resultados analíticos espectrográficos dos concentrados de bateia, foi a caracterização do manganês como elemento marcante para separar o embasamento cristalino, onde este elemento apresentou os valores mais elevados, das demais litologias da área.

A análise mineralógica qualitativa de concentrados de bateia não revelou a presença de mineral economicamente importante ou indicador de atividade hidrotermal. No entanto, acreditamos que a densidade de amostragem resultante para a prospecção de minerais pesados não foi suficiente para um reconhecimento razoável da área prospectada. Considerando assim que alguns minerais ocorreram somente em concentrados coletados em áreas sedimentares, e outros somente em concentrados do embasamento cristalino, é possível que uma maior densificação da amostragem propiciasse o estabelecimento de províncias petrográficas, bem como a delimitação de áreas de interesse, passíveis de prospecção estratégica.

Comparando-se os resultados obtidos do reconhecimento geoquímico e de minerais pesados, verifica-se que, com exceção do elemento estanho, poder-se-ia alcançar os objetivos propostos desenvolvendo apenas a geoquímica de sedimentos ativos de corrente que, por outro lado, é de execução mais rápida e de custo operacional mais baixo que a prospecção de minerais pesados.

A avaliação do custo operacional da prospecção geoquímica e de minerais pesados, revelou que este constitui uma pequena parcela do custo total do projeto, evidenciando a vantagem de sua realização concomitante

com o reconhecimento geológico.

Finalmente, não poderiamos deixar de mencionar que o "know-how" adquirido em termos de amostragem, preparação de amostras, métodos analíticos e aspectos gerais de manipulação e interpretação de dados geoquímicos, foi de importância fundamental para o pessoal técnico envolvido no projeto e, seu reflexo positivo, poderá ser avaliado em futuros trabalhos a serem desenvolvidos na região.

9.2 - Sugestões

A análise crítica dos resultados obtidos dos reconhecimentos geoquímico e de minerais pesados, executados no Domínio Baixo Rio Negro, nos levam a sugerir algumas modificações na metodologia de operação a serem adotadas em futuros programas na região.

Assim, sugerimos que a amostragem de sedimentos ativos de corrente seja efetuada abrangendo, cada amostra, uma área de captação da ordem de 20 km^2 a 30 km^2, nos domínios sedimentares, e, de 10 km^2 a 15 km^2, naqueles de embasamento cristalino, objetivando, com isso, uma densificação de amostragem naquelas áreas mais propícias a mineralizações e/ou atividade hidrotermal.

Por outro lado, a prospecção de minerais pesados deverá ser cancelada em áreas sedimentares, onde seriam efetuadas observações e coleta de amostras somente nos locais que sugerissem tal procedimento. Nas áreas de embasamento cristalino, ao contrário, a amostragem de concentrados de bateia deveria ser densificada, empregando-se espaçamento de amostragem em torno de oito quilômetros fazendo corresponder, a cada amostra, áreas de captação da ordem de 40 km^2 a 60 km^2.

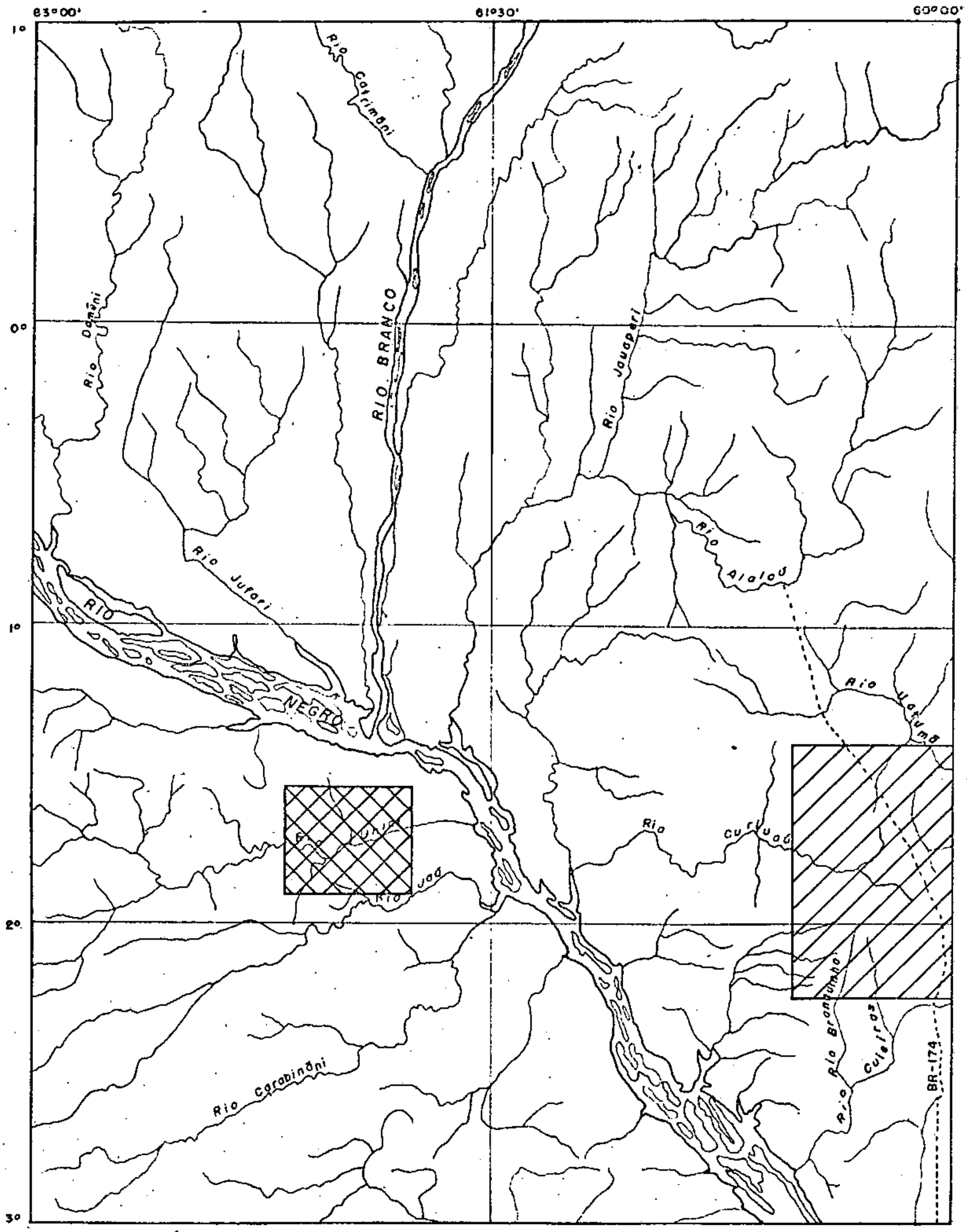
Os teores de 100 ppm, 150 ppm e 200 ppm de berílio, em amostras de sedimentos ativos de corrente coletadas em tributários do baixo curso do rio Unini, nas adjacências do lago Bará-bará, recomendam que esta área seja mapeada e amostrada em escala de semi-detalhe, objetivando verificar a ocorrência de mineralizações de interesse (Figura 33). Em Ishasha (Uganda), amostras de sedimentos ativos de corrente coletadas próximas a jazimentos de berílio, não revelaram teores superiores a 110 ppm de berílio.

Sugerimos ainda mapeamento geológico e amostragem de sedimentos ativos de corrente, ambos em escala de semi-detalhe, na área situada entre as cabeceiras do rio Cuieiras e interflúvio dos rios Curiuaú e Uatumã (Figura 33), onde ocorreram teores elevados de Cu, Zn, Ba e Sn. Além disso, exclusivamente nesta área, foram detectados teores de As e Sb em sedimentos ativos de corrente, bem como, a presença do mineral gahnita em amostras de concentrados de bateia. A área em questão compreende parte da borda norte da bacia paleozóica, na zona de contato com os vulcanitos ácidos do Grupo Uatumã e metamorfitos do Grupo Moura.

Finalmente, para uma melhor caracterização de quais as associações geoquímicas mais significativas na área trabalhada, sugerimos que os dados analíticos obtidos e avaliados neste relatório, sejam submetidos a uma análise de regressão múltipla sequencial.

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA

DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO



ÁREAS SUGERIDAS PARA TRABALHOS DE SEMIDETALHE.

ESCALA 1: 2.300.000

Be

Cu, Pb, Zn, Ba, Sn, As, Sb

FIGURA 33

CPRM-PROJETO NORTE DA AMAZONIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN. R. M. - 1974

10. BIBLIOGRAFIA

AGTERBERG, F. P. - Statistical techniques for geological data. Geol. Survey of Canada, Tectonophysics, |s.loc.|, 1 (3), p. 233-255, 1961.

AHRENS, L.H. - The lognormal distribution of the elements. Geoch. et Cosm. Acta, v.5, p.49-73, 1954.

AHRENS, L.H. - The lognormal distribution of the elements (2). Geoch. et Cosm. Acta, v.6, p. 121-131, 1954.

AHRENS, L.H. - Lognormal type distribution III. Geoch. et Cosm. Acta, v.11, p. 205-212, 1957.

AITCHISON, J. & BROWN, J. A. C. - The lognormal distribution. Cambridge University Press, 176 p., 1957.

ALECRIM, J. D. - Projeto Aripuanã-Sucunduri, Reconhecimento Geoquímico. BRASIL. D.N.P.M., Relat. Inédito, |s. ident.|, CPRM - Manaus, v.1, 117 p., 1973.

ARMOUR - BROWN, A. & NOCHOL, I. - Regional geochemical reconnaissance and the location of metallogenic provinces. Econ. Geol., v. 68, p. 312-330, 1970.

BOLVIKEN, B. - A statistical approach to the probems of interpretation in geochemical prospecting. CIM, v.11, p. 564-567, 1970.

BRADSHAW, P. M. D et alii - Exploration geochemistry. Barringer Research, 50 p., 1969-1972.

DE GEOFFROY, J. & WIGNALL, T. K. - Application of statistical decision techniques to the selection of prospec

ting areas and drilling targets in regional exploration. CIM, v.73, p. 196-202, 1970.

GARRET, R. G. - The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. Econ. Geol, v. 64, p. 568-574, 1969.

GUIGUES, J. & DEVISMES, P. - La prospection minière a la batée dans le massif Armoricain. Editions B.R.G.M., nº 71, 171 p., 1969.

HANSULD, J. A. - Eh and pH in geochemical exploration. The Canadian Mining and Metallurgical, Bulletin, v.59, nº 647, p. 315-322, 1966.

HAWKES, H. E. & WEBB, J. S. - Geochemistry in mineral exploration. Harper and Row, New York, 415 p., 1962.

HORSNAIL, R. F. et alii - Influence of variations in secondary environment on the metal content of drainage sediments. Col. Sch. Mines, Quart., v.64, nº 1, p. 307-322, 1969.

KOCH JR; G. S. & LINK, R. F. - Statistical analysis of geological data. John Willey and Sons Inc., New York, 2 v.; v. 1, 375 p. e v. 2, 438 p., 1969.

KRUMBEIN, W. C. & GRAYBILL, F. A. - An introcdution to statistical models in geology. Mc Graw - Hill Book Company, New York, 475 p., 1965.

LEPELTIER, C. - A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Econ. Geol., v. 64, p. 538-550, 1969.

MARTINS, A. O. et alii - Projeto Noroeste de Rondônia,

Geoquímica Piloto. BRASIL. D.N.P.M., Relat. Inédito, |s.ident.|, CPRM - Porto Velho, v.1, 115 p., 1973.

MIESCH, A. T. - Theory of error in geochemical data. U.S. Geol. Survey, Prof. paper 574-A, 17 p., 1967.

MIESCH, A. T. - Effects of sampling and analytical error in geochemical prospecting. Computers in the Mineral Industries, edited by G. A. Parks, p. 156-170, Stanford Univ. Press, Menlo Park, Calif., 1964.

NICHOL, I. et alii - The role of some statistical and mathematical methods in the interpretation of regional geochemical data. Econ. Geol., v.64, p. 204-220, 1969.

OVERSTREET, W. C. - Regional heavy-mineral reconnaissance as a guide to ore deposits in deeply weathered areas with semi-humid to humid, temperate to tropic climate. U. S. Geol. Survey, Seminar paper, nº 1, p. 149-162, 1962.

PETRASCHENCK, W. E. - Typical features of metallogenic provinces. Econ. Geol., v. 60, p. 1620-1634, 1965.

ROUTHIER, P. - Les giseménts métallifères. Masson et Cie., Editeurs, Paris, 867 p., 1963.

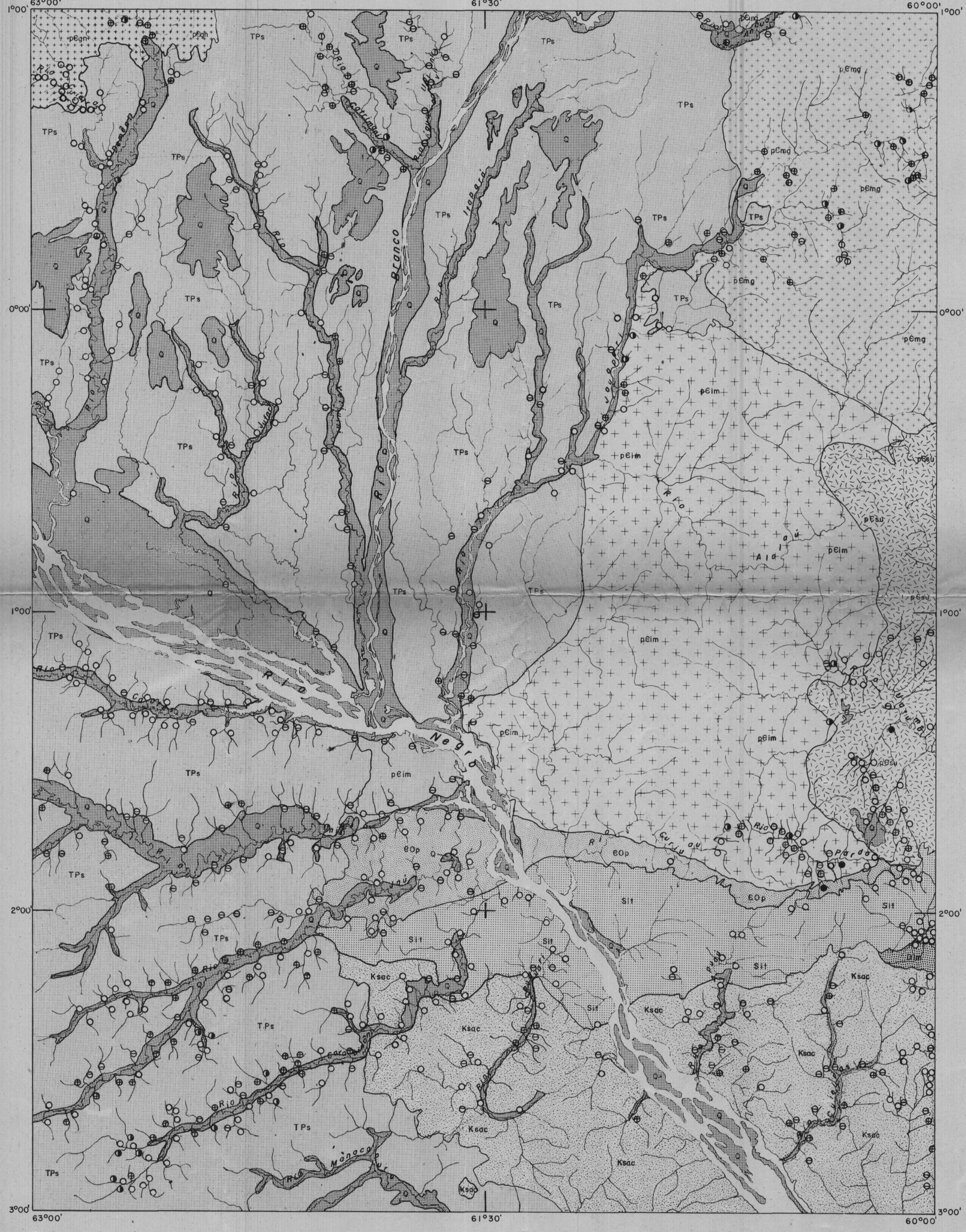
SHAW, D. M. & BANKIER, J. D. - Statistical methods applied to geochemistry. Geoch. et Cosm. Acta, v. 5, p. 111-123, 1953.

TENNANT, C. B. & WHITE, M. L. - Study of distribution for some geochemical data. Econ. Geol, v.54, p. 1281-1290, 1959.

WILLIAMS, X. K. - Statistics in the interpretation of

geochemical data. New Zeland journal of Geology and Geophysics, v.10, nº 3, p. 771-797, 1967.

WOODSWORTH, G. J. - A geochemical drainage survey and its implications for metallogenesis, Central Coast Mountains, Bristish Columbia. Econ. Geol., v. 66, p. 1104-1120, 1971.



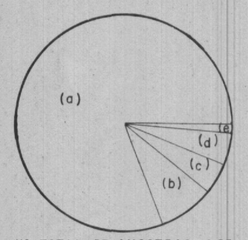
CONVENÇÕES

- Q — QUATERNÁRIO
- TPs — TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
- Ksac — CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
- DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
- Sit — SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
- EOp — CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
- pEsu — PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
- pEmg — PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA
- pEgn — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
- pEim — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 0,2 (a)
- ⊖ 0,2-0,5 (b)
- ⊕ 0,5-1 (c)
- ◑ 1-3 (d)
- ● > 3 (e)

GRÁFICO EM SETORES



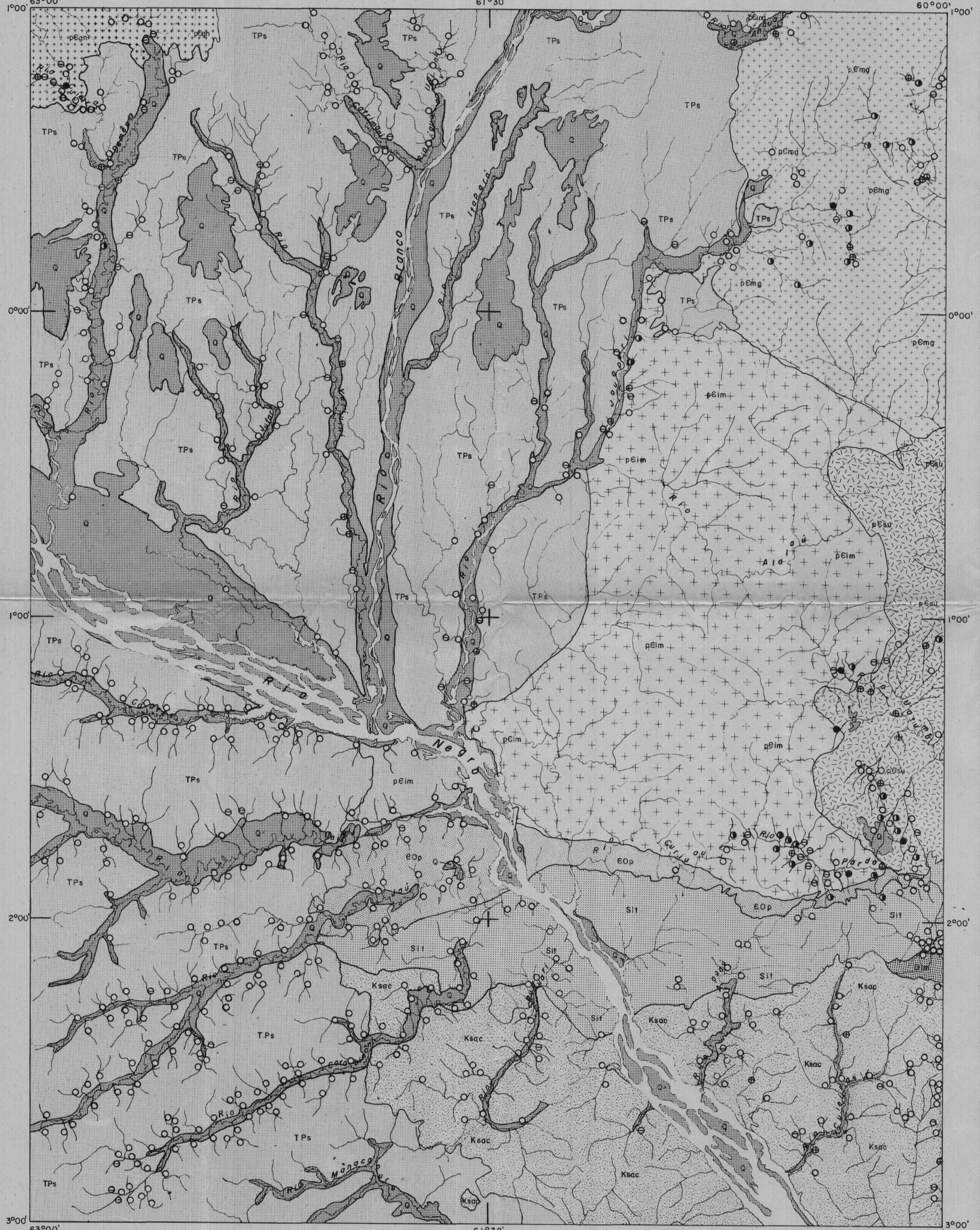
Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA

FERRO

ESCALA = 1:1.000.000



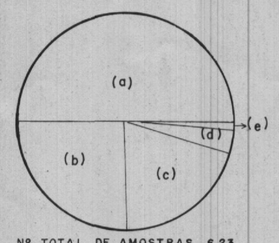
CONVENÇÕES

- Q — QUATERNÁRIO
- TPs — TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
- Ksac — CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
- Si† — DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
- EOp — SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
- pCsu — CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
- pCmg — PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
- pCgn — PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA
- pCim — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
- PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤200 (a)
- ⊖ 200-500 (b)
- ⊕ 500-1000 (c)
- ◑ 1000-3000 (d)
- ● > 3000 (e)

GRÁFICO EM SETORES



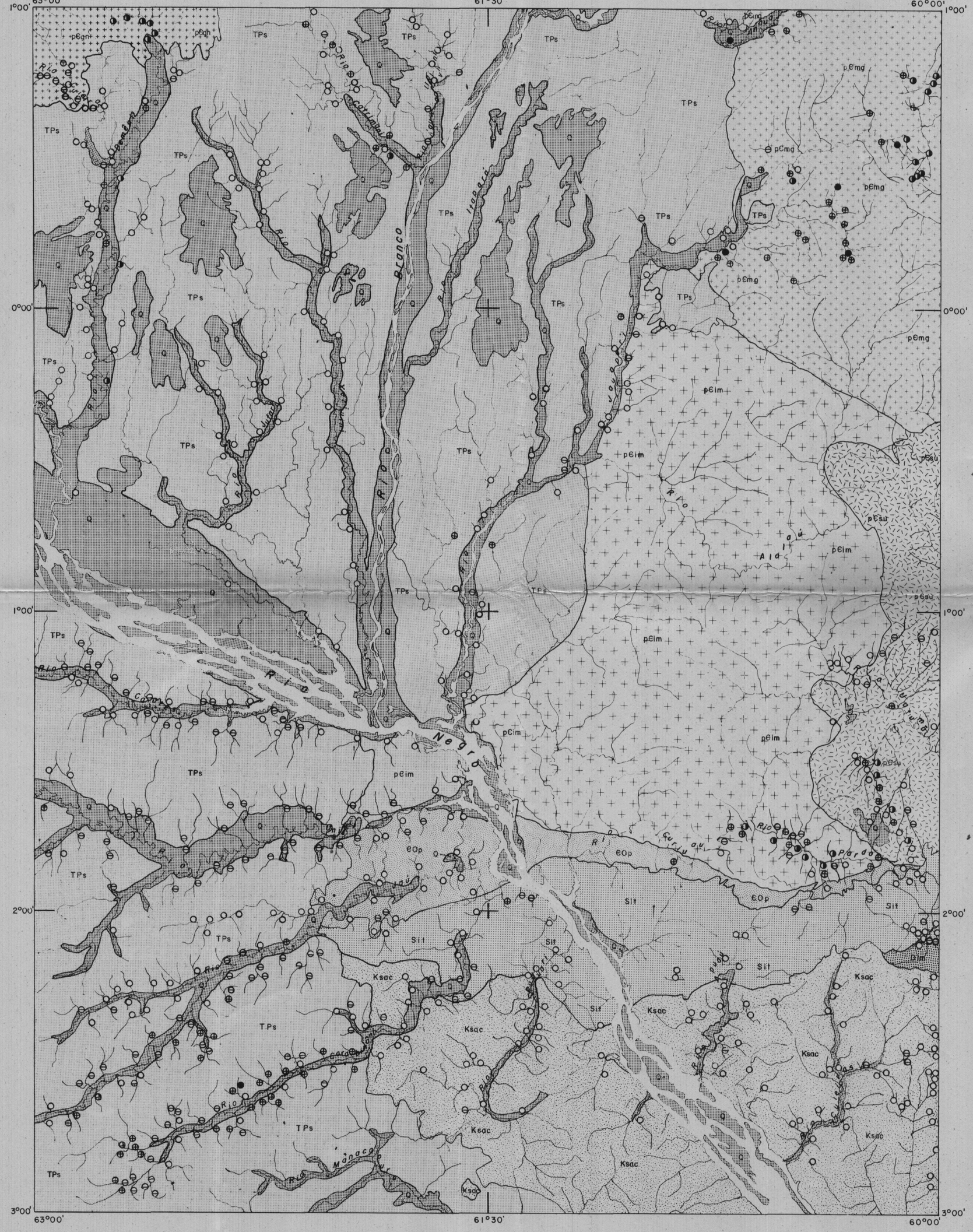
Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

MANGANÊS

ESCALA = 1:1.000.000



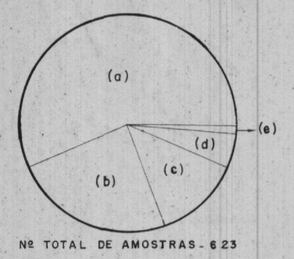
CONVENÇÕES

Q	QUATERNÁRIO
TPs	TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
Ksac	CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
Dim	DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
Sit	SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
ЄOp	CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
pЄsu	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
pЄmg	PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO - GRANODIORÍTICA
pЄan	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
pЄim	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 30 (a)
- ⊖ 10-100 (b)
- ⊕ 100-300 (c)
- ◑ 300-1000 (d)
- ● > 1000 (e)

GRÁFICO EM SETORES



Nº TOTAL DE AMOSTRAS - 623

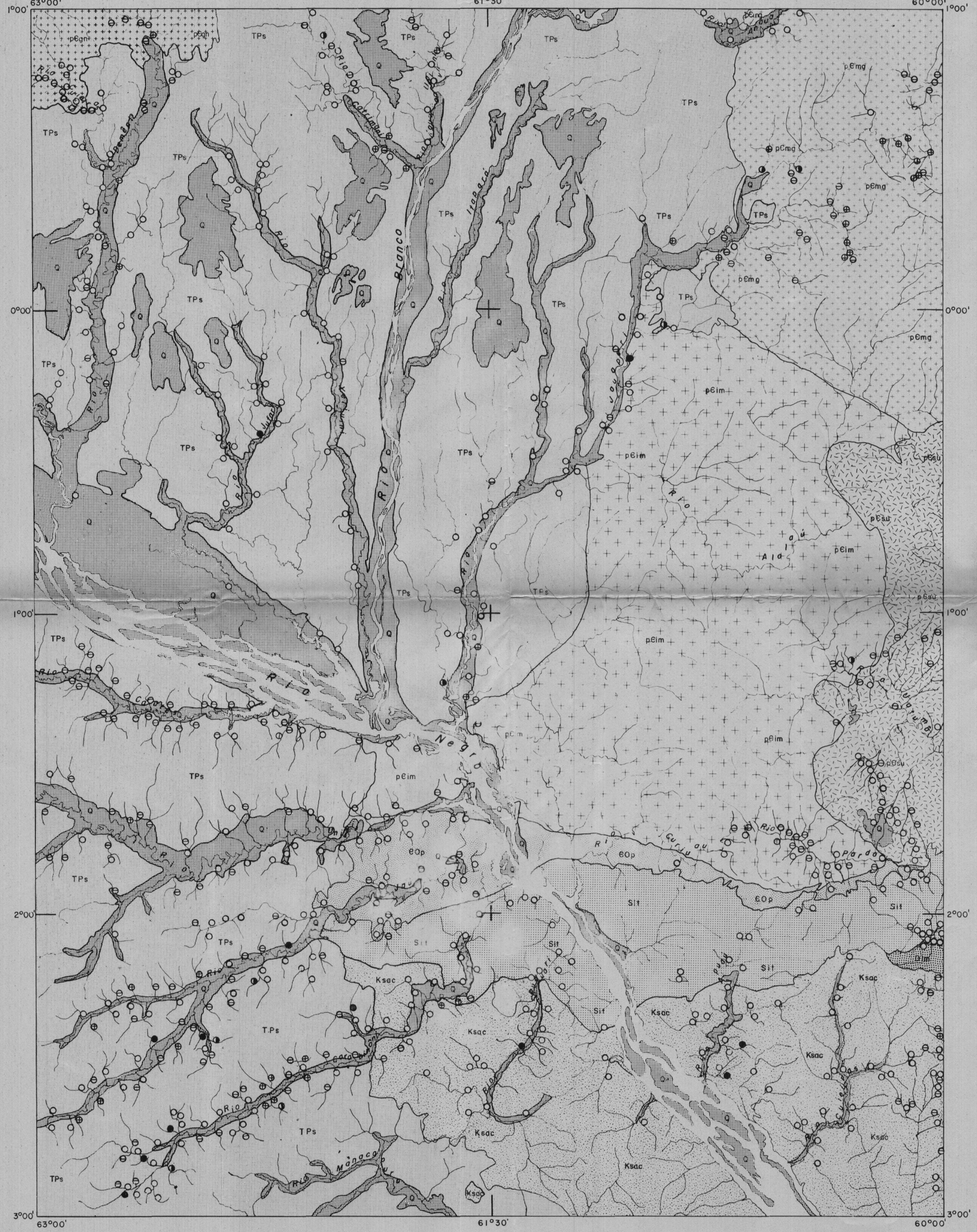
PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

BÁRIO

ESCALA = 1:1.000.000

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974 - ANEXO III



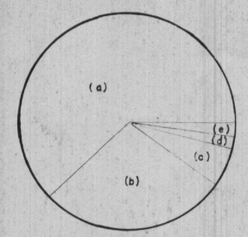
CONVENÇÕES

Q	QUATERNÁRIO
TPs	TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
Ksac	CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
Dim	DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
Sit	SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
ЄOp	CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
pЄsu	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
pЄmg	PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA
pЄgn	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
pЄim	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 10 (a)
- ⊖ 10-20 (b)
- ⊕ 20-50 (c)
- ◑ 50-100 (d)
- ● > 100 (e)

GRÁFICO EM SETORES



Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

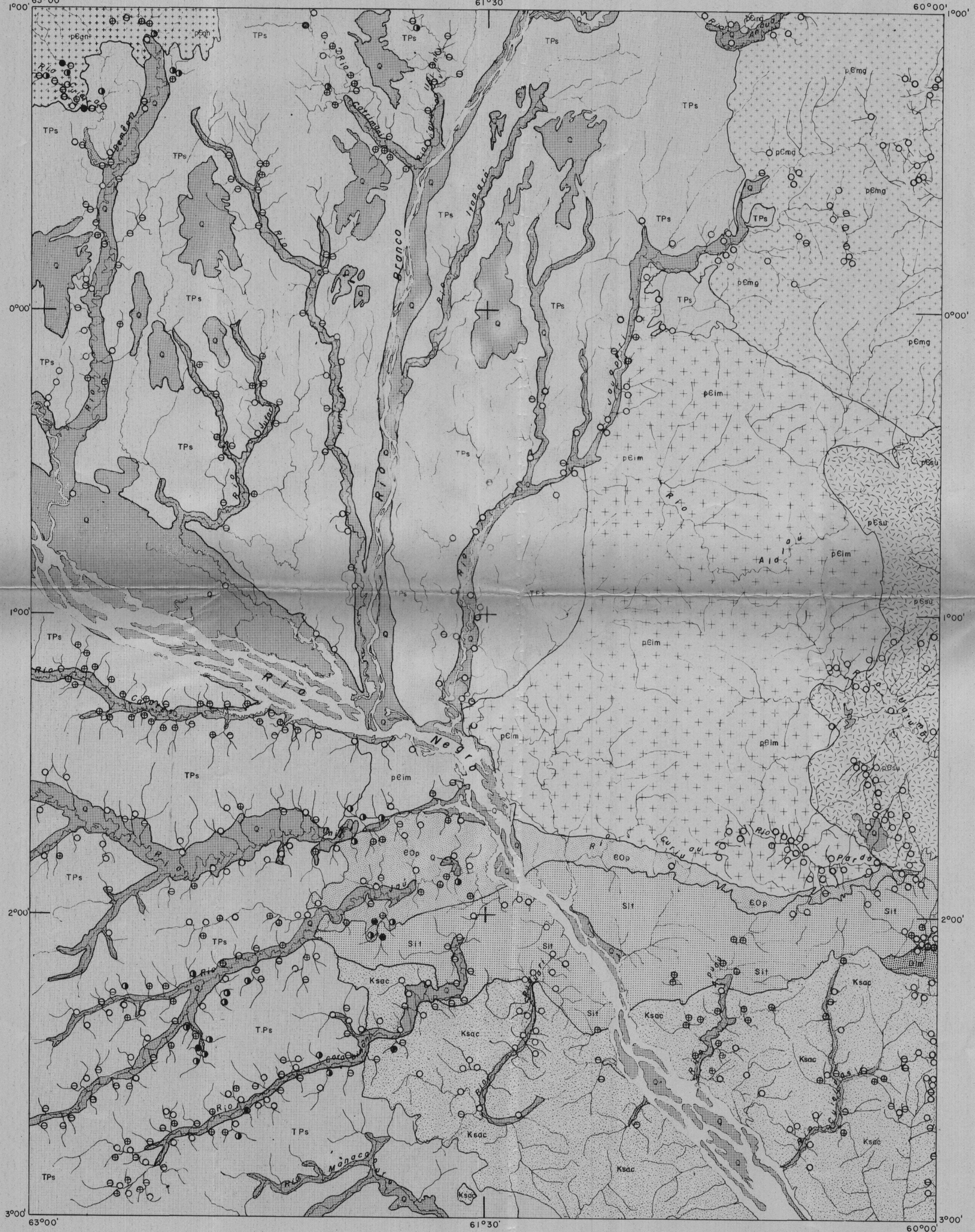
PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

CHUMBO

ESCALA = 1:1.000.000

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974 - ANEXO IV



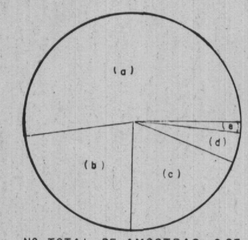
CONVENÇÕES

Q	QUATERNÁRIO
TPs	TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
Ksac	CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
Dim	DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
Sit	SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
ЄOp	CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
pЄsu	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
pЄmg	PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO - GRANODIORÍTICA
pЄgn	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
pЄim	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 20 (a)
- ⊖ 20-50 (b)
- ⊕ 50-100 (c)
- ◑ 100-500 (d)
- ● > 500 (e)

GRÁFICO EM SETORES



Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

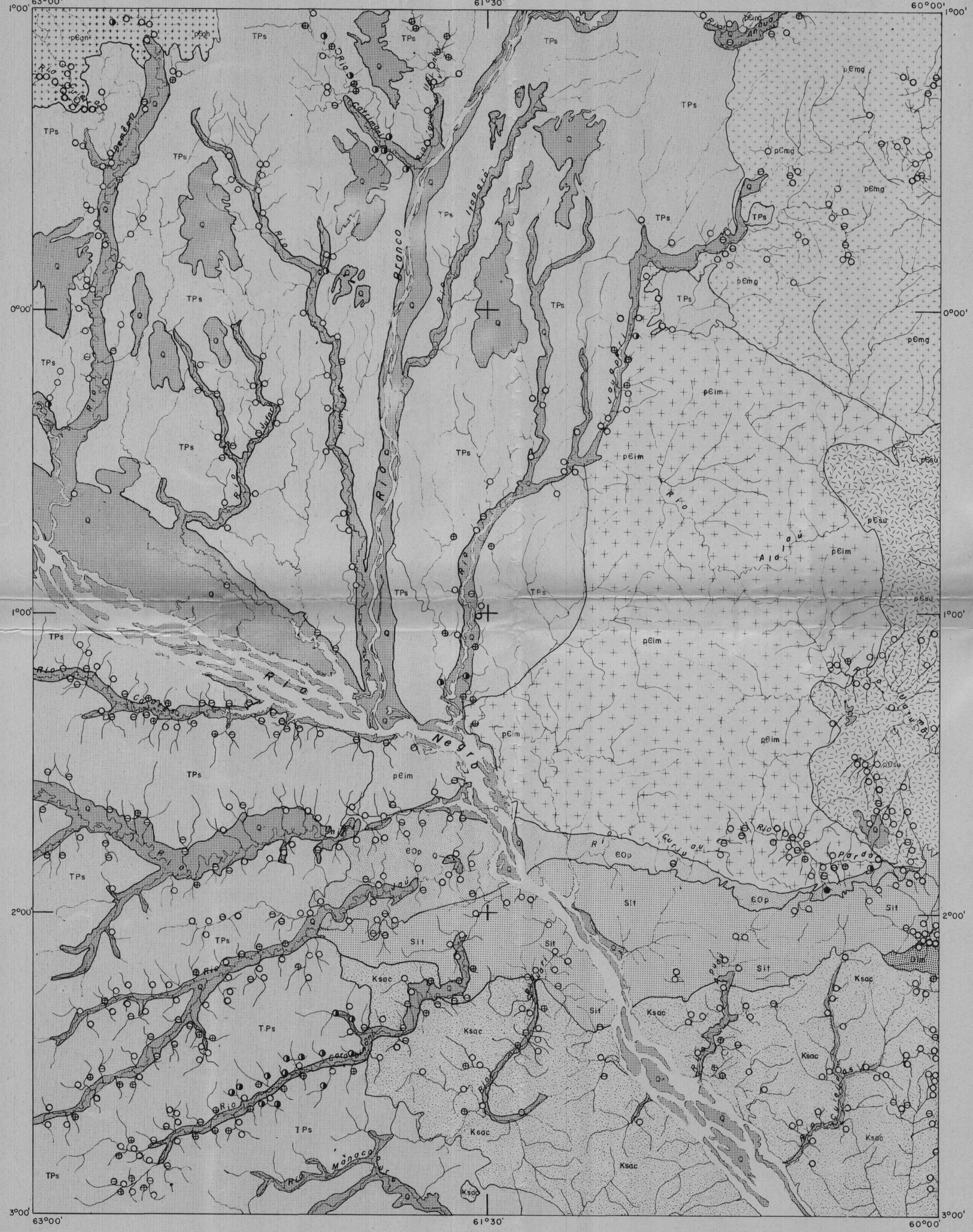
PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

COBRE

ESCALA = 1:1.000.000

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974 - ANEXO V



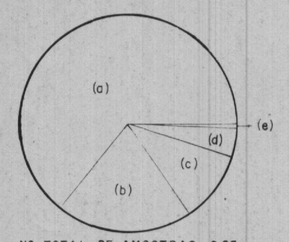
CONVENÇÕES

- Q — QUATERNÁRIO
- TPs — TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
- Ksac — CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
- Dim — DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
- Sit — SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
- EOp — CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
- pEsu — PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
- pEmg — PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA
- pEgn — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
- pEim — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 10 (a)
- ⊖ 10-20 (b)
- ⊕ 20-50 (c)
- ◑ 50-100 (d)
- ● > 100 (e)

GRÁFICO EM SETORES



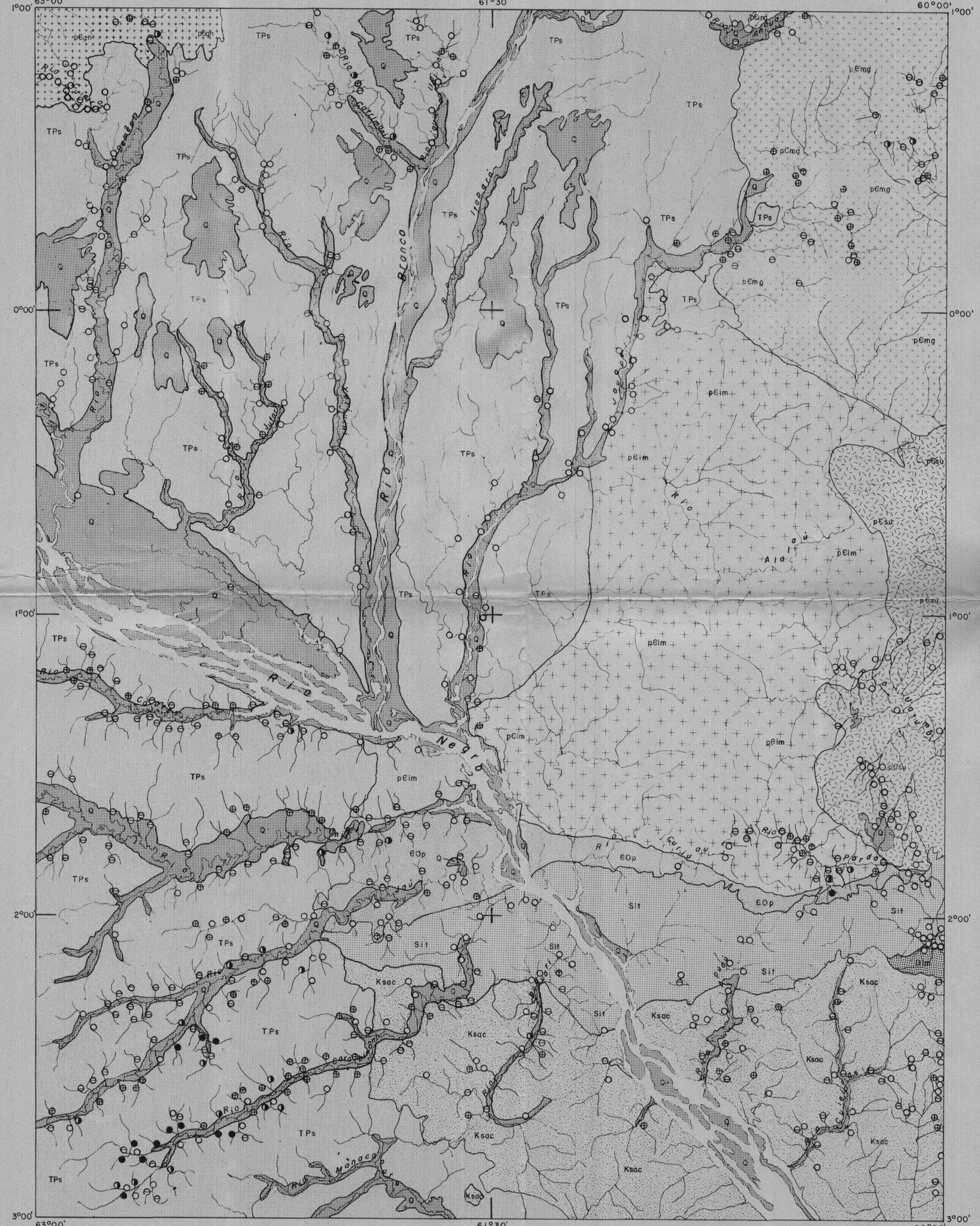
Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

CROMO

ESCALA = 1 : 1.000.000



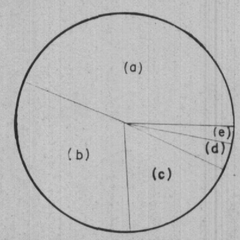
CONVENÇÕES

Q	QUATERNÁRIO
TPs	TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
Ksac	CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
Dim	DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
Sit	SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
ЄOp	CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
pЄsu	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
pЄmg	PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA
pЄgn	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
pЄim	PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 10 (a)
- ⊖ 10-20 (b)
- ⊕ 20-50 (c)
- ◑ 50-100 (d)
- ● > 100 (e)

GRÁFICO EM SETORES



Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

VANÁDIO

ESCALA = 1:1.000.000

CPRM - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA - RELATÓRIO FINAL - KUYUMJIAN, R.M. - 1974 - ANEXO VII

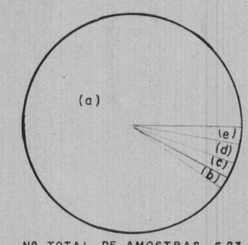
CONVENÇÕES

- Q — QUATERNÁRIO
- TPs — TERCIÁRIO A PLEISTOCENO - FORMAÇÃO SOLIMÕES
- Ksac — CRETÁCEO SUPERIOR - FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO
- Dm — DEVONIANO INFERIOR - FORMAÇÃO MAECURU
- Sit — SILURIANO INFERIOR - FORMAÇÃO TROMBETAS
- €Op — CAMBRO-ORDOVICIANO - FORMAÇÃO PROSPERANÇA
- p€su — PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR - GRUPO UATUMÃ
- p€mg — PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO - SEQUÊNCIA GRANÍTICO-GRANODIORÍTICA
- p€gn — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - SEQUÊNCIA GNÁISSICA
- p€im — PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR - GRUPO MOURA

TEOR EM %

- ○ ≤ 10 (a)
- ⊖ 10-20 (b)
- ⊕ 20-50 (c)
- ◑ 50-100 (d)
- ● > 100 (e)

GRÁFICO EM SETORES



Nº TOTAL DE AMOSTRAS 623

PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA
DOMÍNIO BAIXO RIO NEGRO

INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE COM A GEOLOGIA.

ESTANHO

ESCALA = 1:1.000.000