SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

RELATÓRIO FINAL

VOLUME II

ANEXOS

I 97

CPRM — DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1722
N.º de Volumes: 6 V: 2-S
PhL 009996

GILBERTO JOSÉ MACHADO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES
DEPARTAMENTO DE PROSPECÇÃO - DEPRO
RIO DE JANEIRO
1985

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I GEOQUÍMICA REGIONAL - TEXTO

VOLUME II ANEXOS

VOLUME III ANEXOS

VOLUME IV ANEXOS

VOLUME V ANEXOS

VOLUME VI APÊNDICE

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

Chefe do Projeto : Gilberto José Machado

Equipe executora : Gilberto José Machado
Liana Barreto Vaz Sampaio

Colaboração : Geraldo Luiz Gomes Bruno
Julio Cesar de Oliveira Lyrio
Marcelo Gomes de Pinho
Paulo Roberto de Sá Peixoto
Paulo Roberto Souza Lima
Ricardo de Oliveira

Participação parcial : Mario Mitio Sugahara

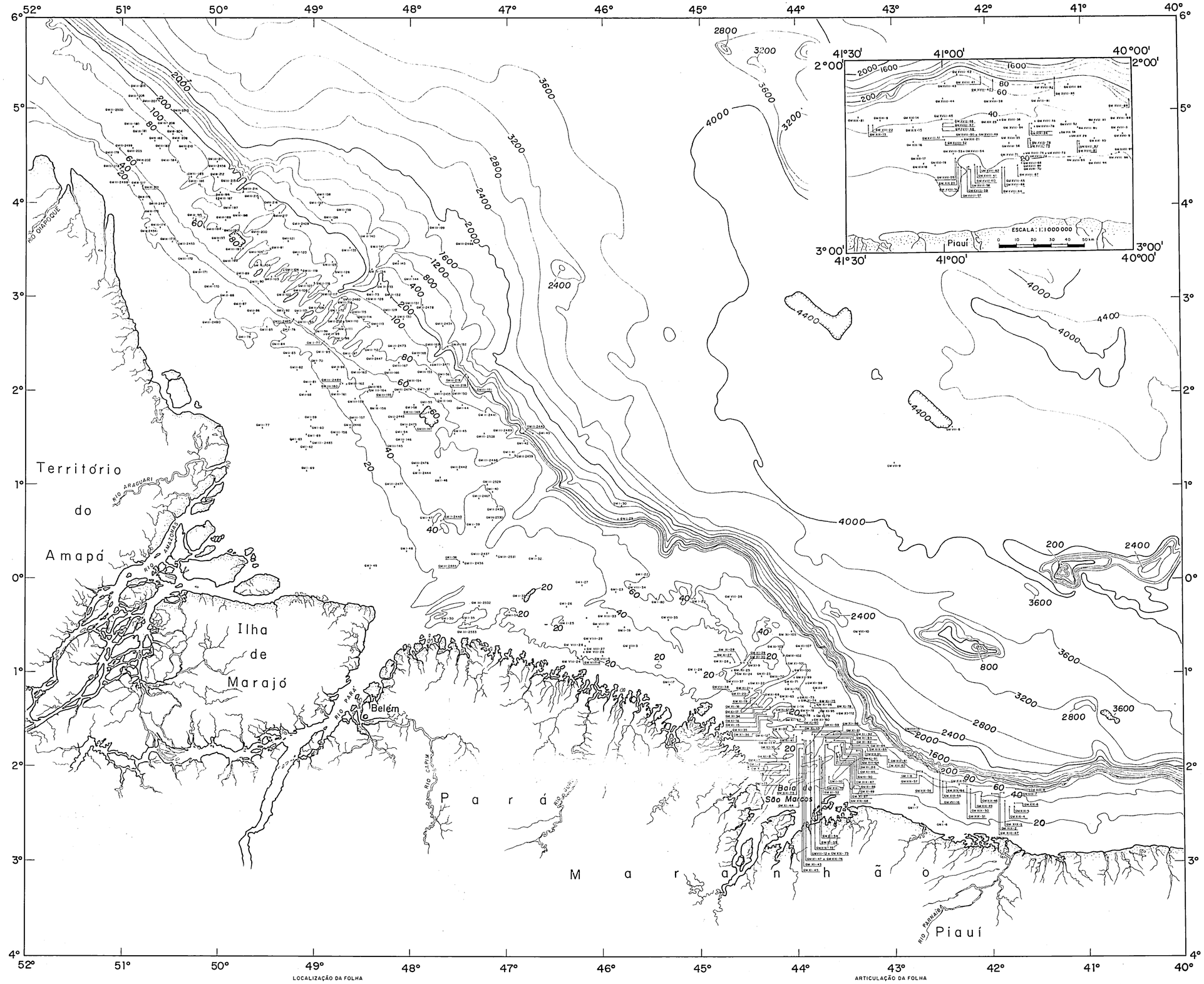
Supervisão : Gustavo Noronha Diniz Gonçalves
Maria Glícia da Nóbrega Coutinho

Supervisão cartográfica : Regina Celia Gimenez Armesto

CPRM

APRESENTAÇÃO

Neste volume são apresentados os mapas de pontos de coleta e de distribuição geoquímica dos elementos Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, La, Nb, Ni, Pb, Sr, V, Y, Zr, carbono orgânico e organolitas em sedimentos marinhos da folha 1-4. Estão elaborados na escala 1:2.000.000, nos quais aparece a batimetria rebaixada, extraída dos mapas batimétricos da PETROBRÁS para o Projeto REMAC.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

· — Ponto de Coleta de Sedimento Marinho

GM II-95 — Operação Geomar (GM II) executada na folha; número da amostra: 95

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade

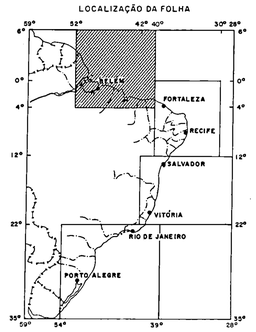
Rio

Isóbatas em metros

Depressão

Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - 1-4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

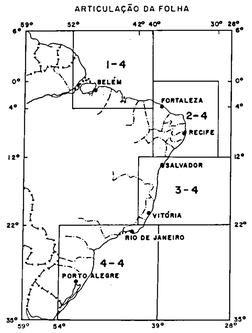
MAPA DE ESTAÇÕES DE COLETA

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Projeto executado pelo Departamento de Prospecção (DEPRO/RJ) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, nos termos do Convênio SECIRM/CPRM.

Supervisão: Gilberto José Machado DEPRO/RJ.
Maria Glícia da Nóbrega Coutinho SUREAU / RJ

Execução: Gilberto José Machado-DEPRO/RJ.

Plotagem dos pontos de coleta: Roberto Costa de Sá Peixoto
Roberto Santos de Souza Lima (estagiários do DEPRO/RJ).

Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto DEPEG /RJ.

Desenho: Elaine de Souza Cerdeira (DEPEG/RJ)

V-2

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa mostra a distribuição geoquímica dos elementos ferro (Fe) e níquel (Ni) ao longo da costa Norte-Nordeste.

Estes elementos apresentam um elevado coeficiente de correlação (r = 0,716) considerando todas as amostras analisadas. A associação Fe-Ni define uma fonte mais básica para os sedimentos. O primeiro elemento (Fe) pode estar associado à sedimentação terrígena e é igualmente influenciado pela sedimentação carbonática (Coutinho, P.N. 1979). O segundo elemento (Ni) é geralmente associado à matéria orgânica (Forthault, B. et Sauvan, P. 1977) e aos minerais ferro-magnesianos.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, da contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo da sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95% estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio a alto graus (cianita, estaurolita e andaluzita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Gurupi. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações da montmorilonite encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região Nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogenização e o quartejamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfico semiquantitativo para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o ferro são de 0,05 a 20% e para o níquel entre 5 e 5000 ppm. As análises semi-quantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,39; etc.).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o ferro será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O níquel é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B., 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação dos teores de ferro neste mapa é de < 0,05 a 5,0%. Considerando toda a Plataforma Continental Brasileira, observam-se os seguintes parâmetros:

FERRO	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	0,66	3,47	1,92
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	0,62	3,16	1,67
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	2,16	1,61	0,50
Sedimentos Carbonáticos	0,29	3,23	1,72

Os teores de níquel variam de < 5 a 75 ppm neste mapa. Os parâmetros estatísticos para o elemento, incluindo todas as amostras analisadas são os seguintes:

NÍQUEL	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	11,8	2,01	0,80
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	9,73	1,82	0,66
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	22,6	1,53	0,52
Sedimentos Carbonáticos	7,10	1,66	0,55

No cômputo geral, constata-se que as médias dos teores para os dois elementos, estão mais elevadas nos sedimentos sílitico argilosos. Por seu turno, os valores do desvio padrão e coeficiente de variação para os outros tipos de sedimentos estão mais elevados, indicando uma maior dispersão relativa em relação à média.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO FERRO E NÍQUEL

A análise da distribuição de ferro no mapa, mostra duas grandes áreas com valores elevados. A primeira está situada sobre os sedimentos lamosos e arenosos de origem fluvial a noroeste da desembocadura do rio Amazonas. A segunda faixa, localiza-se no extremo noroeste estendendo-se do continente até o talude continental, adjacente ao Cânion do rio Amazonas. Outra faixa de menor tamanho está localizada na plataforma externa no outro lado deste Cânion. Na direção a sudeste, existe uma diminuição nos teores de ferro. Merecem destaque as amostras localizadas na plataforma interna entre os rios Gurupi e Pará, sobre materiais terrígenos quartzo feldspáticos e materiais carbonatos, compostos de oralas e/ou cascalhos de moluscos. No extremo sudeste, onde inicia a plataforma carbonática do Nordeste (na área amplidade) os teores apresentam-se baixos e médios em faixas alternadas na direção perpendicular à linha de costa.

O níquel apresenta uma maior concentração de teores a noroeste do rio Amazonas tanto sobre os sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos da plataforma média e externa quanto em algumas amostras de material sílitico argiloso da plataforma interna. Na direção a sudeste não se verifica concentração elevada de níquel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A associação ferro-níquel presente a noroeste do rio Amazonas, está refletindo as áreas fontes ricas em minerais como augita e hornblenda, típicas de rochas ígneas básicas presentes na região. Há que se considerar que o "trend" localizado no extremo noroeste, sugere que esses sedimentos fluviais da plataforma são derivados também dos rios que desaguam no território do Amapá, além da carga sedimentar fornecida pelos rios Amazonas e Pará. Existe um enxame de diques de rochas básicas que corta essas terrenos pré-cambrianos. Por outro lado, esses rios drenam a região aurífera de Macapá-Calçoene (ver mapa Geológico do Brasil - escala 1:2.500.000 - 1981) que apresentam diversas ocorrências de ouro no litoral. Existe a possibilidade da plataforma interna adjacente ser uma região potencialmente favorável para ouro. A plataforma interna, a noroeste do rio Gurupi, apresenta pequenas áreas com teores rasseltsdos de ferro. A plateforma dessa região inclui sedimentos terciários reciclados da Bacia do Marajó, provavelmente menos enriquecidos em ferro e níquel. No continente, temos a região aurífera do Gurupi, importante área para ocorrência de ouro na plataforma adjacente, que certamente terá outros elementos para definir a sua área-fonte. Em relação à sedimentação carbonática composta de moluscos, localizada a oeste do rio Gurupi, a presença de ferro deve-se provavelmente à contribuição de material terrígeno adjacente.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira-Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

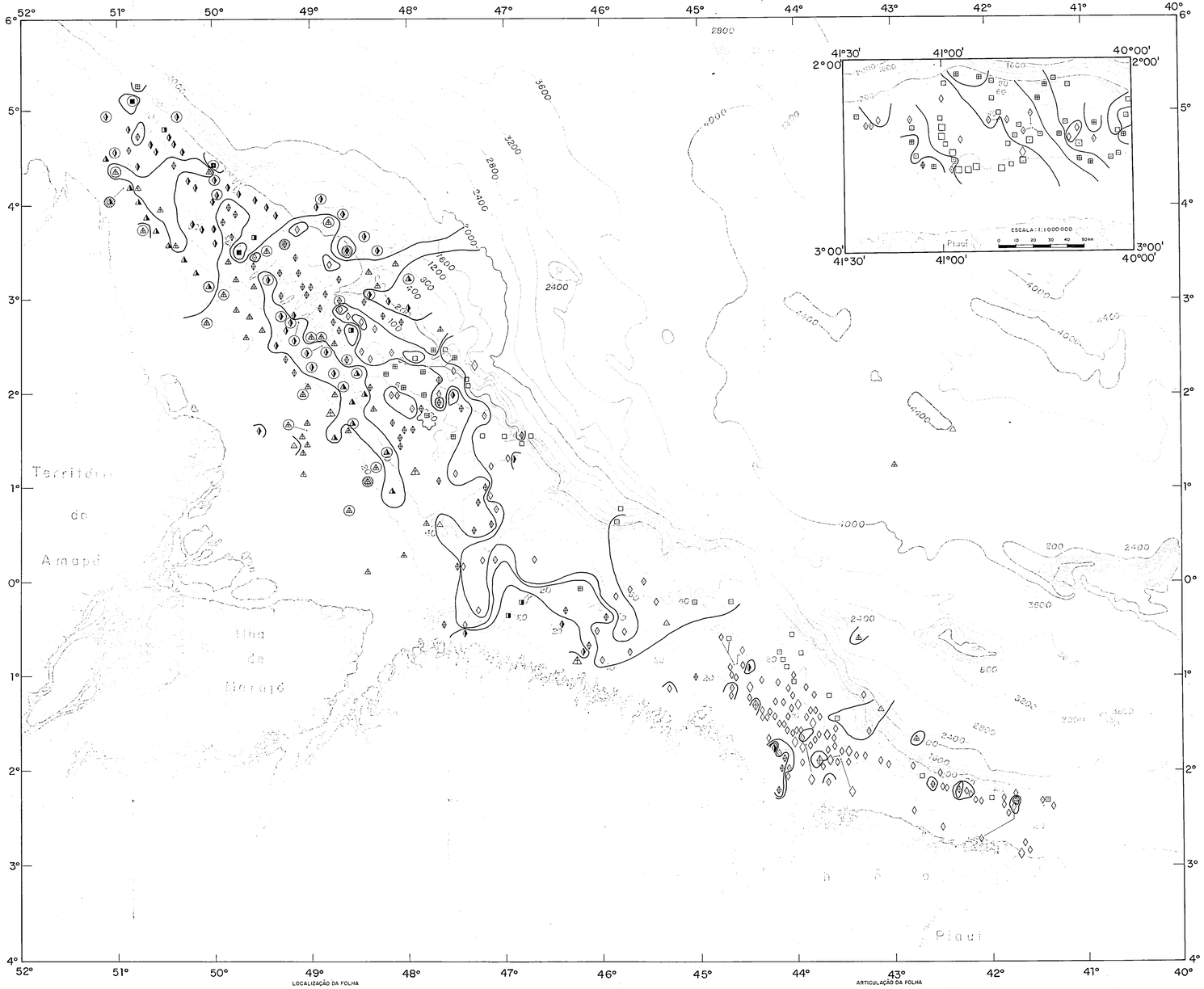
COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas - Sergipe - DNM - p. 116-142 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

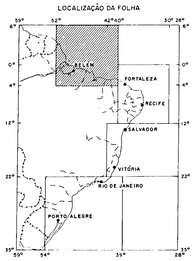
MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME - DNPM - 1981.

PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la géochimie des éléments en traces en exploration pétrolie et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-716 - 1977.



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000 in: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3) 157-162, jul/set, 1976.
Folha - 1-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

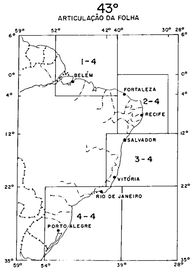
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE FERRO E NÍQUEL

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Glória da Nóbrega Coutinho (SUMCAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Luiz Guilherme de A. Frazão (CECAR/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

FERRO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (%)	Intervalo (%)	Intervalo (%)
0,05 - 0,25	0,05 - 1,20	0,05 - 0,08
0,25 - 0,56	1,20 - 1,77	0,08 - 0,25
0,56 - 1,78	1,77 - 3,83	0,25 - 0,82
1,78 - 5,0	3,83 - 5,00	0,82 - 3,83
5,0 - 10	5,00	3,83 - 5,00

NÍQUEL (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
17 - 38	38 - 56	12 - 17
38 - 70	56 - 70	17 - 50

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas

AMOSTRAS COINCIDENTES

- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição do magnésio (Mg) e do bário (Ba) está representada neste mapa.

Estes elementos são associados ao cálcio (Ca) e estrôncio (Sr) como elementos relacionados à montmorilonite e opostos ao gálio (Ga) e alumínio (Al) na distribuição geográfica de aportes terrígenos (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977). O magnésio e bário estão incluídos, assim como Ca, Sr e Cu como intimamente relacionados à sedimentação orgenógena na área da Plataforma Continental de Alagoas - Sergipe (Coutinho, P.N., 1979).

A correlação entre os dois elementos, no entanto, é baixa (r = 0,08) considerando toda a população amostrada.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, da contribuição fluvial restrito, pelo menos no último ciclo da sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95% estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andaluzita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Oiapoque. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonite encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região Nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogenização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e desadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o magnésio são de 0,02 a 10%, enquanto que para o bário estão entre 20 e 5000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; etc.)

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o magnésio será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O bário é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação dos teores de magnésio na folha é de 0,02 a 5%. A tabela abaixo mostra os principais parâmetros estatísticos em toda a Plataforma Continental.

MAGNÉSIO	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	0,43	2,71	1,30
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	0,28	2,51	1,15
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	0,57	1,61	0,50
Sedimentos Carbonáticos	0,90	2,46	1,12

No tocante ao bário, observa-se uma taxa de variação desde < 20 a 700 ppm neste mapa. Os parâmetros estatísticos para o elemento considerando a área total e os três tipos de sedimentos, são os seguintes:

BÁRIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	112	2,30	1,00
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	115	2,28	0,99
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	138	1,54	0,45
Sedimentos Carbonáticos	85,3	2,85	1,41

O exame das tabelas acima mostra que em relação à média e ao desvio padrão, o magnésio mostra-se mais elevado nos sedimentos carbonáticos. O bário, ao contrário, mostra-se com menor teor médio neste tipo de material. Este fato revela a preferência do magnésio ser concentrado em material orgenógeno como o cálcio e o estrôncio.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO MAGNÉSIO E BÁRIO

A noroeste da folha observa-se uma faixa com valores medianamente elevados de magnésio que se prolonga desde as argilas da plataforma interna, na altura do paralelo 3º e, inclina-se para noroeste em sedimentos quartzo feldspáticos na plataforma média. Na plataforma externa, na altura do paralelo 5º, observa-se outra concentração de teores ressaltados em magnésio em sedimentos arenosos adjacentes à ocorrência de oólitos e recifes algais. Para sudeste outra faixa de teores destacados de magnésio é identificada sobre a fácies arenosa perpendicular à linha da costa, formando um "trend" que segue paralelo ao Cânion do rio Amazonas. Observam-se, outrossim, outras faixas com teores realçados em sedimentos carbonáticos constituídos de recifes algais. Localizam-se na plataforma externa entre os Cânions do rio Amazonas e do Pará. No extremo sudeste notam-se algumas concentrações do elemento em areias e/ou cascalho de "maerl" entre os meridianos 40º e 41º. É nítida a influência das corrente marinhas na dispersão do elemento na região.

No tocante ao bário, destaca-se a área com teores ressaltados sobre as lamas fluviais na desembocadura do rio Amazonas, e em algumas amostras de material quartzo feldspático, na mesma área, já na plataforma média. No extremo leste, na área ampliada, foram detectadas algumas amostras de material carbonático do tipo alga ramificante e material arenoso com teores destacados em bário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os halos geoquímicos devido ao magnésio, a princípio, podem ser atribuídos a duas áreas-fonte. A primeira, parece ser derivada dos rios que desaguam no território do Amapá onde existe a região aurífera de Macapá-Calçoene. Provavelmente este elemento é proveniente dos minerais de rochas básicas presentes na área, que foram adsorvidos em minerais da argila do tipo montmorilonita ou mesmo ilita. A outra fonte provém da carga sedimentar dos rios Amazonas e Pará. Os minerais ferro-magnesianos das rochas básicas dessas regiões forneceram o magnésio que foi absorvido pelas argilas montmoriloníticas ou mesmo foi preservado juntamente com os outros minerais que compõem os sedimentos terrígenos da origem fluvial. Os teores de magnésio presentes na parte sudeste, estão associados principalmente aos sedimentos orgenógenos e fazem parte dos esqueletos desses organismos marinhos.

O bário, por sua vez, está separado do magnésio nos sedimentos a noroeste da foz do rio Amazonas. No entanto, é nítida a associação com os sedimentos de origem fluvial nesta parte da plataforma. Sabe-se, também, que este elemento pode estar relacionado à argila montmorilonita. A sudeste, o bário tende a se concentrar nas amostras dos materiais carbonáticos, indicando tendência a se concentrar em sedimentos orgenógenos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira-Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

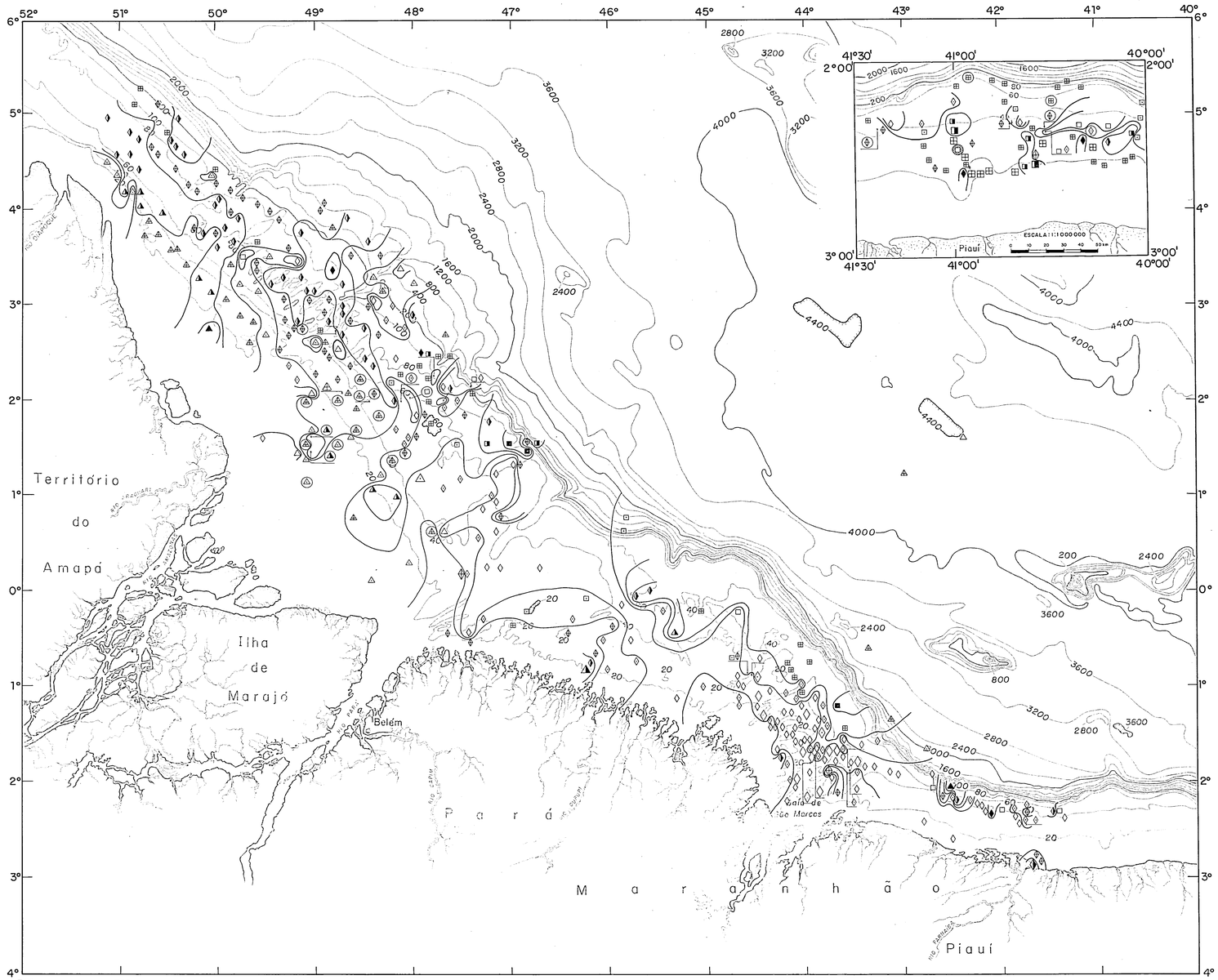
COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental-Alagoas-Sergipe - DNM - p. 116-142 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags - 1979.

MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

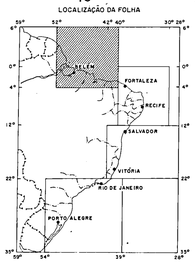
MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME-DNPM - 1981.

PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la géochimie des éléments en traces en exploration pétrolie et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-716 - 1977.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - I - 4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

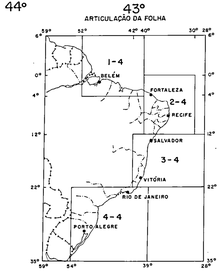
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE MAGNÉSIO E BÁRIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gilcia da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Ivanilda Muniz Caetano (CECAR/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

MAGNÉSIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Intervalo (%)	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Intervalo (%)	Amostras com predominância de Material Biodetrítico	Intervalo (%)
◇	0,02 - 0,12	△	0,02 - 0,38	□	0,02 - 0,38
◇	0,12 - 0,25	△	0,38 - 0,56	□	0,38 - 0,82
◇	0,25 - 0,56	△	0,56 - 0,82	□	0,82 - 2,6
◇	0,56 - 1,78	△	0,82 - 1,78	□	2,6 - 5,0
◆	1,78 - 5,0	▲	1,78 - 2,0	■	>5,0

BÁRIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Intervalo (ppm)	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Intervalo (ppm)	Amostras com predominância de Material Biodetrítico	Intervalo (ppm)
◇	251 - 562	△	251 - 363	○	251 - 562
◇	562 - 2000	△	363 - 500	○	562 - 5000

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas

AMOSTRAS COINCIDENTES

◇ △ □ - Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

◇ △ □ - Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

~ - Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição do cálcio (Ca) e do estrôncio (Sr) está representada neste mapa.

Os elementos evidenciaram uma elevada correlação, (r = 0,83) incluindo todas as amostras analisadas. Estão associados a minerais aluminosos como feldspatos, ilita e caulinita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977). Podem ser considerados elementos intimamente relacionados com a sedimentação organógena (Coutinho, P.N. 1979).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A plataforma continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará, estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente a plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, de contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 98%, estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primário, rica em rochas ígneas básicas (augita, e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andalusita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Cassipoua. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andalusita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do rio Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzite, típica da região nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogenização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o cálcio são de 0,05 a 20% enquanto que para o estrôncio estão situados entre 100 e 5000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,033; 0,12; 0,25; 0,38; 0,56; etc...).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o cálcio será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O estrôncio é considerado como elemento secundário e está representado somente em duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, segundo Amaral, C.A.B. 1979, sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

As concentrações do cálcio na folha variam de 0,07 a >20%. Os parâmetros estatísticos para o elemento são os seguintes:

CÁLCIO	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	2,06	4,62	3,07
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	1,66	4,18	2,60
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	1,09	4,29	2,71
Sedimentos Carbonáticos	10,6	2,49	1,14

Nesta folha o estrôncio sofre variação de < 100 até 5000 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento são os seguintes:

ESTRÔNCIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	592	2,60	1,97
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	409	2,34	1,09
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	255	2,14	0,69
Sedimentos Carbonáticos	1509	1,92	0,73

As tabelas acima mostram que as médias para os dois elementos são mais elevadas nos sedimentos carbonáticos, como era de se esperar. Os parâmetros desvio padrão e coeficiente de variação são mais elevados nos dois outros tipos de sedimentos indicando um espalhamento maior nos teores em relação a média.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CÁLCIO E ESTRÔNCIO

De um modo geral não se observa "trends" extensos em relação ao cálcio. Note-se que a concentração do elemento é mais uma função do tipo de sedimento predominante na área. Assim, nas regiões onde existe a predominância de carbonáticos, o elemento atinge teores acima de 20%. Na área onde predominam sedimentos lamosos fluviais, na altura do território do Amapá, o valor do cálcio situa-se entre 0,2 a 3,8%. Na faixa dos sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos os valores mais elevados situam-se na parte norte da folha, em faixas descontínuas. Na direção sudeste, os teores de cálcio na plataforma interna e média vão diminuindo até atingir valores abaixo de 0,05% na altura da Baía de São Marcos, onde estão situados sedimentos terrígenos com alto grau de retrabalhamento.

No extremo leste da folha, onde predomina a fácies carbonática, na plataforma externa, os teores voltam a aumentar, observando-se muitas amostras com teores de cálcio acima de 20%.

A distribuição geoquímica dos teores de estrôncio a noroeste da folha indica concentrações de até 2500 ppm nos bancos arenosos da plataforma média como também, nos recifes de algas da plataforma externa. A sudeste, na altura da Baía de São Marcos duas amostras de material carbonático na plataforma externa apresentam teores de estrôncio na faixa até 2500 ppm. Uma amostra de argila na área adjacente, no talude continental, exibe teor na faixa geoquímica até 5000 ppm. No extremo leste, na área emplisada, algumas amostras das fácies carbonática e terrígena quartzo feldspática apresentam teores elevados de estrôncio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição dos elementos cálcio e estrôncio, conforme já relatado, está relacionada principalmente aos sedimentos carbonáticos. Os valores elevados em amostras com predominância de materiais terrígenos quartzo feldspáticos e sílitico argilosos são inversivalvingente próximos de sedimentos de composição carbonática, levando à suposição de contribuição deste material para explicar o aporte do cálcio e estrôncio. Sabe-se também, que o estrôncio está essencialmente concentrado em minerais de cálcio, bário e potássio. O aporte do estrôncio em sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, na ausência de carbonato, pode ser explicado pela substituição do cálcio por estrôncio em plagioclásios, principalmente da variedade básica. Estudos experimentais provaram também ser possível a substituição em feldspatos de potássio de K^{+1} Si^{+4} por Sr^{2+} Al^{+3}, assegurando neutralidade eletrostática (Vlasov, K.A. 1966).

Não se observa, a princípio, nenhuma relação entre as ocorrências de mineralizações no continente com a distribuição desses elementos na plataforma continental. É possível que cálcio e estrôncio nos sedimentos terrígenos arenosos estejam refletindo, também, a presença de plagioclásios básicos, provenientes dos diques de diabásio da bacia Amazônica.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

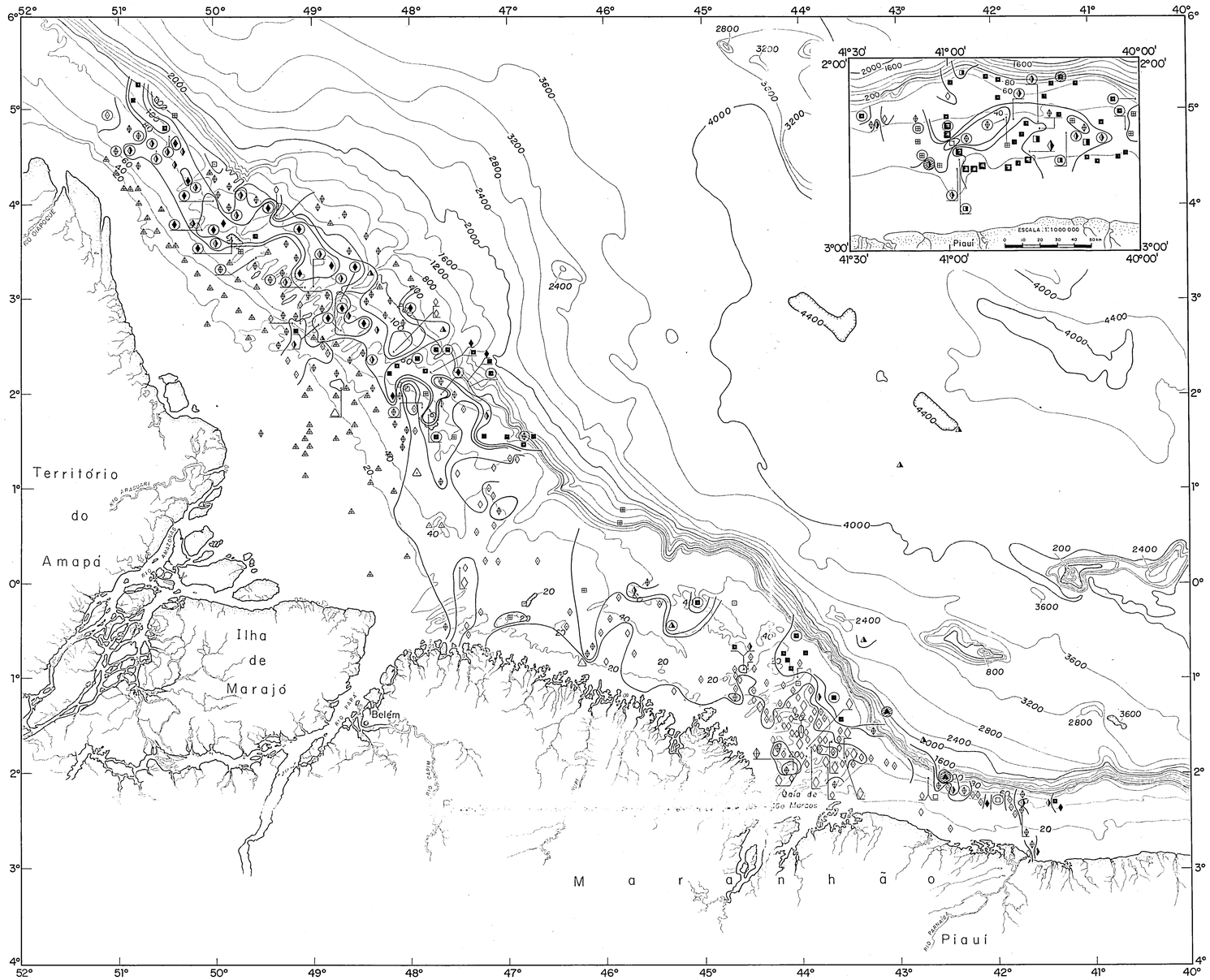
AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira Série Projeto Remac, nº 10 - Pags. 9-14 - 1979.

COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas -Sergipe - DNI - p. 116-142 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária de Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac nº 8, 55 pags. - 1979.

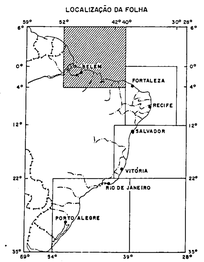
PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la géochimie des éléments en traces en exploration pétrolie et minière - Origin end distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth Vol. II - Pergamon Press - p. 703 - 715 - 1977.

VLASOV, K.A. - Geochemistry of Rare Elements - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. I - 1966 - 658 pags.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - I-4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

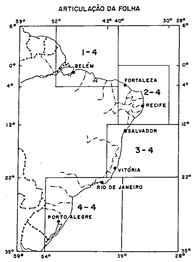
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CÁLCIO E ESTRÔNCIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gilda da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Luiz C. S. Pereira (DEPEG/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

CÁLCIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (%)	Intervalo (%)	Intervalo (%)
◇ < 0,05 - 0,38	△ < 0,05 - 0,25	□ < 0,05 - 3,8
◇ 0,38 - 1,78	△ 0,25 - 1,2	□ 3,8 - 8,2
◇ 1,78 - 8,2	△ 1,2 - 3,8	□ 8,2 - 17,8
◇ 8,2 - 20	△ 3,8 - 20	□ 17,8 - 20
◆ > 20	▲ > 20	■ > 20

ESTRÔNCIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ 2510 - 5000	△ 592 - 1211	□ 825 - 2510
◇ > 5000	△ 1211 -> 5000	□ 2510 -> 5000

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas

AMOSTRAS COINCIDENTES

◇ △ □ - Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

◇ △ □ - Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

- Linha limite das faixas geoquímicas

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

O mapa exibe a distribuição dos teores do titânio (Ti) e zircônio (Zr) na costa Norte-Nordeste.

A presença destes elementos em um mesmo mapa se deve à sua associação em sedimentos terrígenos, onde são encontrados em minerais residuais como zircão, rutilo, ilmenita, etc. (Vlasov, K.A. 1966 e Hill, P.A. and Parker, A. 1970). Esses elementos são definidos também como elementos ligados aos minerais aluminosos como feldspatos, ilita e caulinita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977).

O zircônio (Zr) apresenta alto teor nas bauxitas e fosforitas (Vlasov, K.A. op. cit. 1966). O enriquecimento em zircônio nos sedimentos, indica alta energia de sedimentação sendo também relacionado ao tamanho dos grãos.

O coeficiente de correlação destes elementos é (r = 0,63) considerando todas as amostras. A correlação mais baixa foi registrada nos sedimentos sílticos argilosos (r = 0,20) enquanto que a mais elevada está relacionada ao material quartzo feldspático (r = 0,64).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, W.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, da contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo da sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 93%, estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andaluzita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Cuppoque. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração da ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogenização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o titânio são de 0,002 a 1%, enquanto que para o zircônio estão situados entre 10 e 1000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; 0,56; etc.).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o titânio será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O zircônio é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Os teores de titânio na folha variam entre < 0,002 a > 1%. Os parâmetros estatísticos do elemento na Plataforma Continental Brasileira são:

TITÂNIO	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	0,10	4,31	2,74
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	0,12	3,12	1,63
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	0,41	1,79	0,63
Sedimentos Carbonáticos	0,02	3,99	2,40

O zircônio apresenta variação na concentração de < 10 a > 1000 ppm. Os principais parâmetros estatísticos para o elemento são:

ZIRCÔNIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	87,9	2,8	1,30
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	103	2,76	1,34
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	118	1,19	0,72
Sedimentos Carbonáticos	44,0	2,84	1,40

Levando-se em consideração a média geométrica, nota-se que a maior concentração dos dois elementos e principalmente para o titânio, está situada nos sedimentos sílticos argilosos. Estes elementos, conforme já explicado anteriormente, são relacionados aos minerais aluminosos. Inclusão-se argila do tipo caulinita o que atesta o aporte terrígeno.

Observa-se decréscimo acentuado nas médias do titânio e zircônio em sedimentos carbonáticos, o que pode significar a incompatibilidade dos elementos no ambiente de deposição organógena.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO TITÂNIO E DO ZIRCÔNIO

A faixa de sedimentos lamosos fluviais na plataforma interna e média a noroeste da foz do Amazonas, apresenta-se enriquecida em zircônio. Na plataforma externa entre os paralelos 4º e 5º de latitude norte, tem-se outra zona com valores de até 0,5% de titânio. Predominam, neste local, sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Em outros locais, na parte norte da folha, são observadas amostras isoladas com teores elevados. No geral, observa-se que os teores de titânio estão mais elevados a noroeste dos rios Amazonas e Pará onde estão situadas lamas e areias de origem fluvial.

No tocante ao zircônio é observado que o mesmo não apresenta zoneamentos geoquímicos bem definidos nas faixas geoquímicas elevadas. Acompanha o titânio em algumas amostras, destacando-se duas próximas à desembocadura do rio Amazonas. Já nas vizinhanças do talude continental, entre os paralelos 4º e 5º de latitude norte, notam-se valores altos de zircônio. Observam-se duas amostras próximas à desembocadura do rio Gurupi com teores ressaltados de zircônio. Estas amostras estão situadas nas proximidades de uma zona de acumulação de minerais pesados ilmenita e zirconita conforme indica o mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira. Na área ampliada, três amostras alinhadas de material carbonático estão com valores expressivos de zircônio, que sugerem um "trend" geoquímico. Estão situadas entre os meridianos 46º40' e 42º entre as isóbatas de 40 e 60 metros. Nessa mesma latitude, próximo ao meridiano 46º30', encontram-se duas amostras com valores elevados do elemento. Aparentemente apresentam o mesmo alinhamento das três amostras citadas anteriormente. É observado que existem áreas com presença de minerais pesados ilmenita e zirconita, entre estes dois conjuntos de amostras, conforme atesta o mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O destaque para a distribuição dos dois elementos nesta parte da plataforma está situado na área próxima ao continente, nas lamas e areias de origem fluvial adjacentes à foz dos rios Amazonas e Pará. Este tipo de dispersão é comum ocorrer em placeres marinhos de minerais pesados, notadamente em regiões tropicais coincidindo com zonas próximas ao desenvolvimento de solos lateríticos (Vlasov, K.A. 1966). Há que se considerar que a região bauxítica do norte do Pará, apesar de não muito próxima ao continente, situa-se nas vizinhanças da margem esquerda do rio Amazonas e pode ter contribuído para o aumento do teor desses elementos na Plataforma Continental.

Na região do rio Gurupi, também próximo ao oceano, apresentam-se duas amostras com teores ressaltados de zircônio. Nessa região e em outras partes do mapa existem valores elevados de titânio e zircônio em argilas. Segundo Vlasov, K.A. 1966 op. cit. essa fenômeno não é fácil de explicar. Aparentemente, no caso do mineral zircônio, pode ter sido parcialmente lixiviado, migrando sob condições supérgenas. Acredita o autor, que a maior parte do zircônio pode ter sido devido à desintegração de outros minerais que contêm zircônio como uma inclusão isomórfica.

Outro ponto a ser mencionado é a presença de zircônio e titânio em algumas amostras de sedimentos carbonáticos. Esse fenômeno ocorre em alguns locais, sempre próximos a zonas de acumulação desses sedimentos. Vlasov, K.A. (1966) op. cit. revela que é possível encontrar zircônio presente em vários sedimentos químicos e formações organógenas. Verificou-se outrossim, que o teor médio do elemento nas amostras de carbonatos é baixo em relação aos demais sedimentos. No entanto, o desvio padrão é elevado, significando a existência de amostras com teores elevados nesse conjunto de amostras. É bem provável que as amostras com teores elevados dessas elementos estejam com contribuição de material terrígeno.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira- Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas - Sergipe - DNM - p. 116-142 - 1979.

HILL, P.A. and PARKER, A. - Tin and Zirconium in the Sediments Around the British Isles: A Preliminary Reconnaissance. Economic Geology - Vol. 65 - p. 409-415 - 1970.

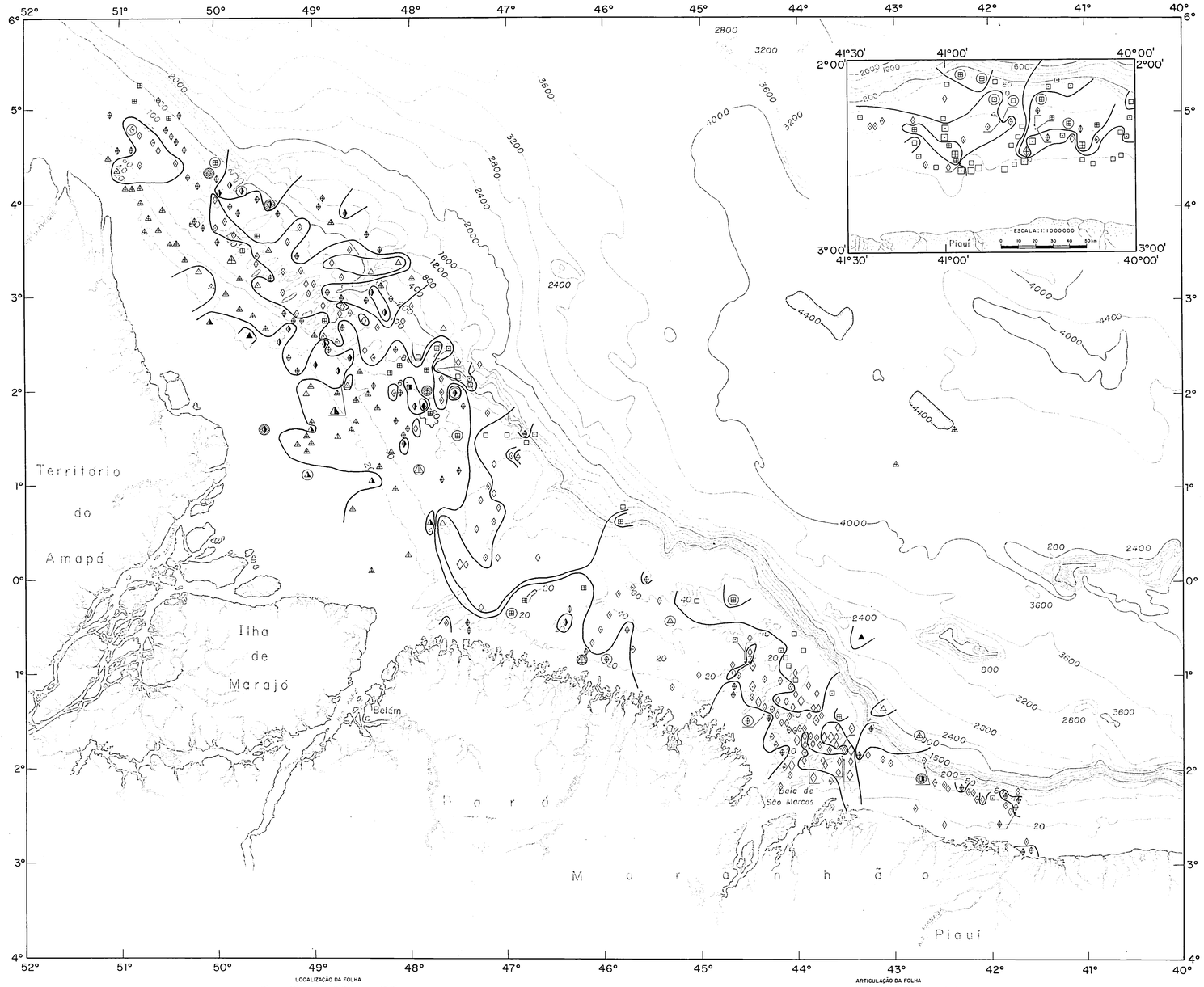
KOWSMANN, R.O. e COSTA, W.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques Application de la géochimie des éléments en traces en exploration pétrolie et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-716 - 1977.

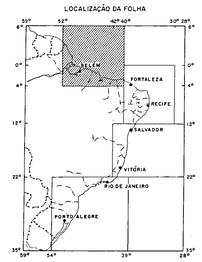
VLASOV, K.A. - Geochemistry of Rare Elements - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of Their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. I - 688 pags. 1966.

- Genetic Types of Rare Elements Deposits - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. III - 918 pp. - 1966.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. IN: Boletim Técnico da Petrobrás (19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - I-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

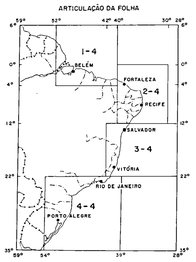
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE TITÂNIO E ZIRCÔNIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gilcia da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Sidney Rangel Quintanilha

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

TITÂNIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (%)	Intervalo (%)	Intervalo (%)
0,002 - 0,025	0,002 - 0,25	0,002 - 0,009
0,025 - 0,12	0,25 - 0,38	0,009 - 0,025
0,12 - 0,38	0,38 - 0,82	0,025 - 0,12
0,38 - 0,56	0,82 - 1	0,12 - 0,38
0,56 -> 1	> 1	0,38 - 1

ZIRCÔNIO (elementos secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
825 - 1000	251 - 562	121 - 303
> 1000	562 - 1000	303 - 1000

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas.

AMOSTRAS COINCIDENTES

- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa está registrada a distribuição dos teores do manganês (Mn) e escândio (Sc) na costa Norte-Nordeste.

A razão da escolha para estes elementos no mesmo mapa se deve à similaridade de raios-iônicos e eletronegatividade (Vlasov, K.A. 1966), podendo o escândio substituir o manganês em compostos ocorrendo na natureza.

Apesar da compatibilidade química, estes elementos apresentam correlações baixas, considerando todos os sedimentos marinhos ($r = 0,29$). As correlações menores correspondem aos sedimentos quartzo feldspáticos e carbonáticos com ($r = 0,12$ e $r = -0,002$), respectivamente, enquanto que a correlação entre os elementos nos sedimentos argilosos é ($r = 0,31$).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A plataforma continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P. A., 1979).

A NW da foz do rio Pará, estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna é média apresenta extensas fácies arenosas com alto grau de retrabalhamento, de contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95%, estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andaluzita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Araguaia. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do rio Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método da emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o manganês estão entre entre 10 e 5000 ppm, enquanto que para o escândio estão entre 5 e 100 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,26; 0,33; 0,56; etc...).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o manganês será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O escândio é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. 1979, sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

As concentrações do manganês na folha vão de <10 a 5000 ppm. Na tabela abaixo, têm-se os parâmetros estatísticos considerando todas as amostras e os três tipo de sedimentos.

MANGANÊS	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	138	2,80	1,40
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	140	2,48	1,13
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	253	1,73	0,69
Sedimentos Carbonáticos	68,1	3,58	2,02

O escândio apresenta na folha "range" de concentrações entre <5 e 15 ppm. Os principais parâmetros estatísticos para o elemento são

ESCÂNDIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	7,52	1,43	0,27
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	6,48	1,31	0,23
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	9,18	1,42	0,35
Sedimentos Carbonáticos	5,87	1,27	0,27

Os teores médios encontrados tanto para o manganês quanto para o escândio revelam que o material sílticoargiloso concentra mais os elementos estudados. Por outro lado é observado que os sedimentos carbonáticos possuem os menores teores para os referidos elementos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO MANGANÊS E ESCÂNDIO

O mapa de distribuição geoquímica exibido pelo manganês revela duas áreas, próximas ao continente, com teores elevados para este elemento. A área mais ao norte, situada entre os paralelos 4°30' e 2° da latitude norte, pertence ao domínio dos sedimentos terrígenos lamosos fluviais. A segunda área, localiza-se na desembocadura do rio Amazonas. Igualmente à primeira área, esta zona geoquímica é constituída exclusivamente de sedimentos lamosos fluviais. O restante do mapa exibe faixa de teores menos elevados onde predominam principalmente sedimentos quartzo feldspáticos. Existe teores ressaltados distribuídos erraticamente, não constituindo, por este motivo, nenhum outro "trend" geoquímico.

A área de predominância dos sedimentos carbonáticos não exibe nenhum valor elevado para o elemento. O exemplo típico disto é visto na área ampliada, onde predominam os sedimentos organógenos. Apresentam apenas faixas geoquímicas com teores baixos ladeadas de outras zonas de teores intermediários.

O conjunto de dados referentes ao escândio revela que as faixas mais elevadas estão concentradas nas mesmas faixas pertencentes ao manganês, notadamente na faixa de sedimentos fluviais lamosos presentes na plataforma interna. Os halos geoquímicos que este elemento apresenta são mais extensos que os do manganês nas duas áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição de teores realçados de manganês e escândio nos sedimentos fluviais lamosos da plataforma interna indica a contribuição dos materiais trazidos pelos rios Amazonas e Pará que são carreados pelas correntes das Guianas e costeiras associadas (Milliman, et alii, 1974). Os elementos manganês-escândio presentes no material argiloso podem estar refletindo uma fonte básica. Nesse sentido, a montmorilonita, nesta parte da plataforma, deve estar associada a esses elementos. Os rios que deságuam em toda a costa do território do Amapá, drenam sobre diques de rochas básicas e a região aurífera da Macapá-Calçoene (ver Mapa Geológico do Brasil - escala 1:2.500.000). Já na desembocadura do rio Gurupi, que drena a região aurífera do Gurupi, não se observam teores elevados em manganês e escândio. Como a área fonte para esses sedimentos é mais madura e proveniente de material reciclado, existe a possibilidade de conter em menor quantidade esses elementos. Constatou-se, outrossim, que os sedimentos carbonáticos presentes no extremo leste da folha não acumulam estes dois elementos em grande quantidade.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

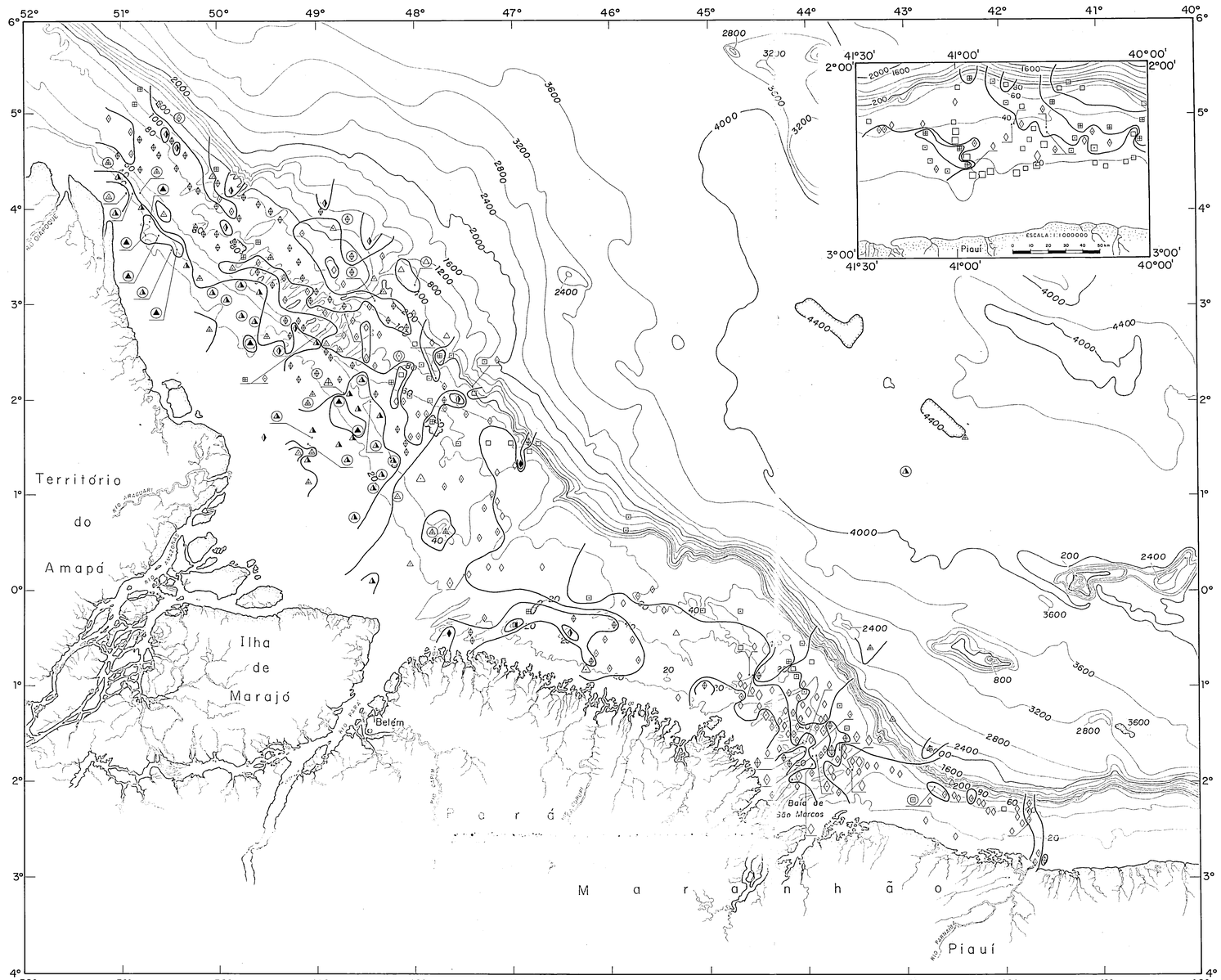
AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira - Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A.- Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac nº 8, 55 pags. - 1979.

MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e de Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME-DNPM - 1981.

MILLIMAN, J.D.; SUMMERHAYES, C.P.; BARRETO, H.T. - Contribuição ao estudo do material em suspensão na Plataforma Continental do Amazonas. In: Congr. Bras. Geol. 28 - Porto Alegre - 1974 - Anais São Paulo - 1974 - vol. 3 - p. 253-262.

VLASOV, K.A. - Geochemistry of Rare Elements - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of Their Deposits - Israel Program for Scientific Translation- vol. I - 668 pags. 1966.



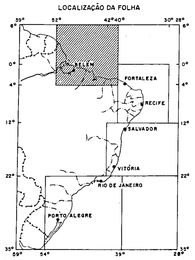
Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.

Folha - I-4

Sistema de Projeção Mercator

Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

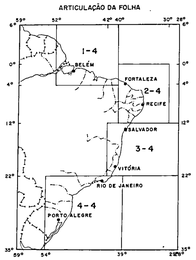
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE MANGANÊS E ESCÂNDIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

MANGANÊS (elemento principal)

Amostras com predominância da Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância da Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância da Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ <10 - 56	△ <10 - 121	□ <10 - 17
◇ 56 - 177	△ 121 - 261	□ 17 - 56
◇ 177 - 383	△ 261 - 383	□ 56 - 261
◇ 383 - 562	△ 383 - 562	□ 261 - 562
◆ 562 - 5000	▲ 562 - 1500	■ 562 - 2000

ESCÂNDIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância da Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância da Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância da Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
8,2 - 17	12 - 17	8,2 - 12
>17	>17	12 - 17

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas.

AMOSTRAS COINCIDENTES

- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- cidade
- rio
- isóbatas em metros
- depressão

CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Cícia da Nobrega Coelinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Sidney Rangel Quintanilha

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa exibe os teores dos elementos cromo (Cr) e cobalto (Co) ao longo da costa Norte-Nordeste.

A correlação entre estes elementos, incluindo todas as amostras é r = 0,43. Apresenta a maior correlação (r = 0,63) quando incluem-se apenas sedimentos carbonáticos.

Estes elementos, segundo Porthault, B. et Sauvan, P. 1977, são associados a elementos ferro-magnesianos ligados à clorita.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, de contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95% estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andalusita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Gurupiba. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações da montmorilonite encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andalusita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andalusita, típica da região Nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o cromo são de 10 a 5000 ppm, enquanto que para o cobalto são de 5 a 2000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; etc).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o cromo será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O cobalto é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B., 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A taxa de variação dos teores de cromo no mapa, está situada entre <10 a 150 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento são os seguintes:

CROMO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	27,6	1,96	0,69
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	24,6	1,88	0,70
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	43,6	1,99	0,49
Sedimentos Carbonáticos	22,4	1,69	0,57

Para o cobalto, no mapa, temos a variação entre <5 a 70 ppm. Os principais parâmetros estatísticos para o cobalto estão relacionados na tabela abaixo:

COBALTO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	8,58	1,64	0,53
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	7,16	1,52	0,44
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	10,9	1,62	0,52
Sedimentos Carbonáticos	6,5	1,43	0,37

O conjunto dos dados estatísticos para o cromo e cobalto mostram que em relação ao teor médio, os sedimentos terrígenos sílitico argilosos são os mais elevados. Os sedimentos carbonáticos apresentam o menor teor médio para estes elementos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CROMO E COBALTO

O cromo exibe duas faixas geoquímicas elevadas, ao norte da folha. Estas áreas se localizam próximas ao continente, onde predominam os sedimentos argilosos fluviais. A faixa mais ao norte está situada entre os paralelos 2°30' e 4°30' de latitude norte, entre as curvas batimétricas de 20 e 40 metros. A segunda área se situa no cone de deposição do rio Amazonas. Na região do talude continental, entre os paralelos 3° e 4° de latitude norte, temos a terceira faixa geoquímica com valores elevados. Nesta região, que se situa entre as curvas batimétrica de 100 e 1000 metros, adjacente ao Cânion do rio Amazonas, predominam sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Em outros locais da plataforma Amazônica, apresentam teores elevados, distribuídos pontualmente. Na grande parte das amostras, geralmente no domínio dos sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, os teores estão dentro das faixas geoquímicas baixas e intermediárias. Na parte leste do mapa, na área ampliada, observa-se uma faixa de teores elevados relacionados aos sedimentos carbonáticos.

No que concerne ao cobalto, observa-se que o elemento também está concentrado nas argilas próximas ao continente. Na desembocadura dos rios Amazonas e Pará, algumas amostras apresentam concentração elevada em cobalto. Na área ampliada, os teores de cobalto não atingiram as duas faixas geoquímicas mais elevadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal característica destes dois elementos é a associação com o material terrígeno sílitico argiloso das proximidades do continente. O formato da dispersão do cromo e cobalto no cone do Amazonas, atesta a contribuição dos rios Amazonas e Pará na concentração dos sedimentos nesta parte da plataforma continental. Algumas amostras com teor elevado em cromo foram detectadas em sedimentos carbonáticos. O teor médio destes elementos em rochas calcárias é de 10 ppm (Levinson, A.A. - 1974), a metade do que foi encontrado nos sedimentos carbonáticos de toda a Plataforma Continental Brasileira. Provavelmente as carapaças dos organismos absorveram algum cromo em solução da água do mar. Coutinho, P.N. op. cit., encontrou correlação positiva entre cromo e cobalto com a matéria orgânica de origem terrígena, traduzindo provavelmente, uma tendência à adsorção. A correlação encontrada entre o cromo e cobalto com o carbono orgânico em sedimentos carbonáticos na Plataforma Continental Brasileira foi, respectivamente, 0,33 e 0,32.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira-Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas-Sergipe - DHN - p. 116-142 - 1979.

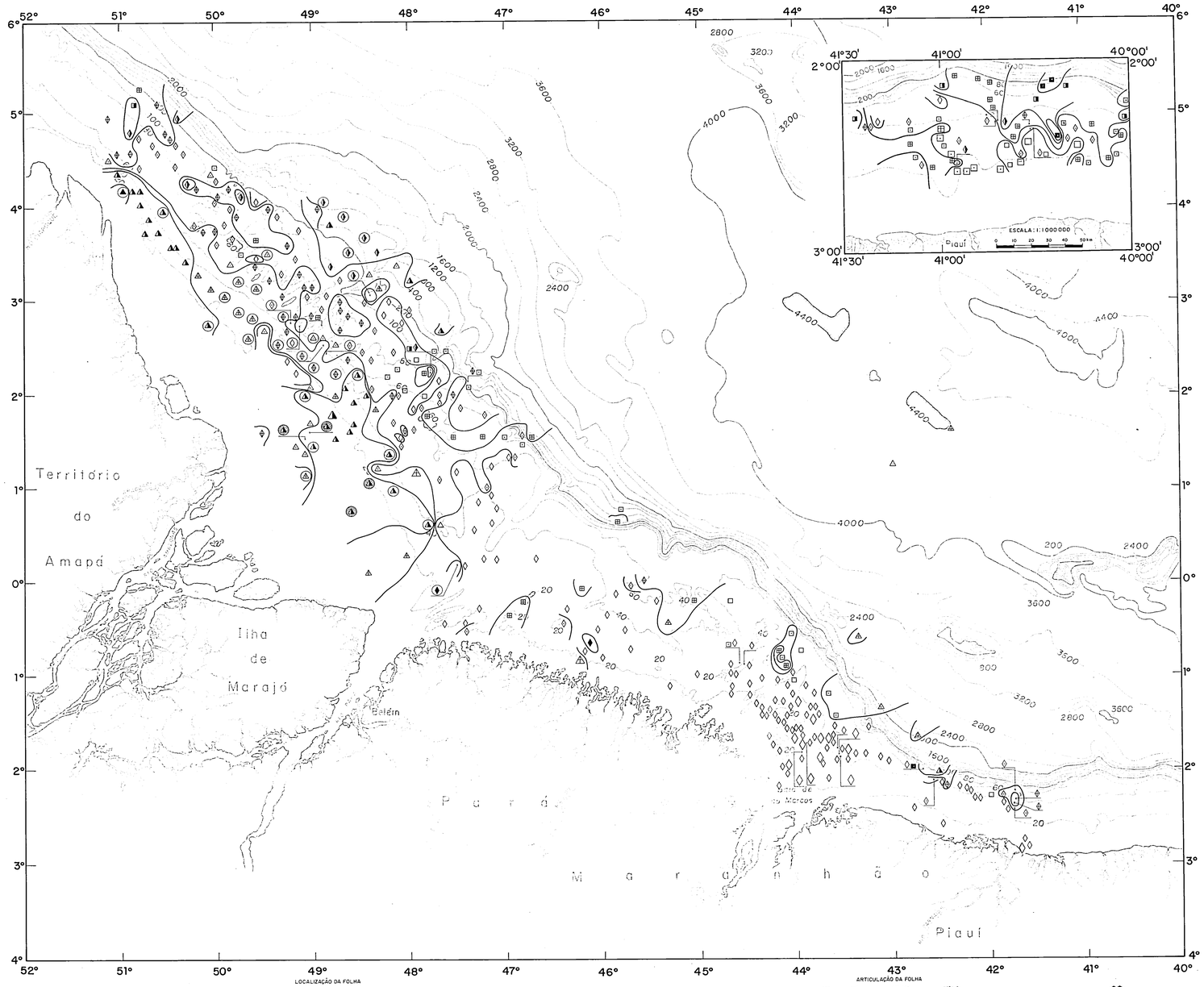
KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

LEVINSON, A.A. - Introduction to Exploration Geochemistry - Applied Publishing Ltd. Calgary 612 pp. 1974.

MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

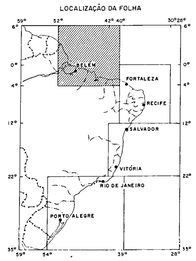
MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME-DNPM - 1981.

PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la géochimie des éléments en traces en exploration pétrole et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703 -716 - 1977.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2.000.000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - I - 4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

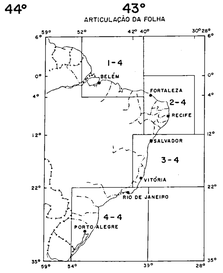
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CROMO E COBALTO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Glícia da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenes Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Luiz Guilherme de A. Frazão (CECAR/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

CROMO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ <10 - 12	△ <10 - 26	□ <10 - 12
◇ 12 - 26	△ 26 - 38	□ 12 - 26
◇ 26 - 38	△ 38 - 56	□ 26 - 38
◇ 38 - 82	△ 56 - 82	□ 38 - 56
◆ 82 - 200	▲ 82 - 100	■ 56 - 100

COBALTO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ 12 - 17	△ 17 - 26	□ 8,2 - 12
◇ 17 - 20	△ 26 - 50	□ 12 - 15

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas

AMOSTRAS COINCIDENTES

◇ △ □ - Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

◇ △ □ - Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

~ - Linha limite das faixas geoquímicas

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica dos elementos boro (B) e berílio (Be) está exposta no mapa da Plataforma Continental do Amazonas.

O boro é um elemento normalmente utilizado para estudos de paleosalinidade e também como indicador de ambiente (Goldschmidt, D.M. e Peters, C. 1975). Existe a presença de berílio em alguns minerais boro-silicatados, onde o boro é encontrado em ambiente tetraedral de íons oxigênio. Há uma certa similaridade estrutural entre berílio e boro nestes compostos. Segundo Vlasov, K.A. - 1966, a adsorção de berílio em argilas é o principal fator governando a rápida precipitação do elemento em soluções supérgenas e sua mobilidade restrita em rios, originando uma pequena habilidade migratória na zona supérgena.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, neste folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna a média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, de contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95% estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andalusita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Oiapoque. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andalusita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região Nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogenização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o boro são 10 e 2000 ppm, enquanto que para o berílio estão situados entre 1 e 1000ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; etc.).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o boro será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O berílio é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação de teores do boro no mapa está situada entre < 10 e 700 ppm. Os principais parâmetros para o elemento na Plataforma Continental Brasileira estão na tabela abaixo:

BORO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	28,80	1,98	0,78
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	23,9	1,88	0,70
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	40,6	1,66	0,54
Sedimentos Carbonáticos	33,1	2,17	0,91

O berílio, na área, tem a variação situada entre < 1 a 2 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento na Plataforma Continental Brasileira são:

BERÍLIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	1,23	1,69	0,56
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	1,30	2,02	0,80
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	1,15	1,25	0,23
Sedimentos Carbonáticos	1,37	2,30	1,00

O conjunto dos dados relativo ao boro mostra que o teor médio do material sílticoargiloso é mais elevado. O berílio não apresenta grande variação na área, mostrando que para os três (3) tipos de materiais, apresenta o teor médio muito próximo. O valor médio revela que a grande maioria das amostras está abaixo do limite de detecção.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO BORO E BERÍLIO

A distribuição geoquímica do boro, na Plataforma Amazônica, a rigor, não apresenta zonas geoquímicas expressivas. Notam-se alguns pontos isolados com alto teor de boro. Dois pontos próximos estão situados entre a foz do rio Araguari e a desembocadura do rio Amazonas. Correspondem a amostras de sedimentos quartzo feldspáticos e sílticos argilosos de origem fluvial. Dois outros pontos, estão situados a noroeste dos bancos arenosos na plataforma média, na cota batimétrica de 60 metros. No extremo noroeste da folha, na cota batimétrica inferior a 200 metros, tem-se outra amostra de fácies arenosa com teor resseltado de boro. Para sudeste, na plataforma externa na altura da Baía de São Marcos, três amostras de sedimentos carbonáticos exibem valores relativamente elevados de boro. Essas sedimentos correspondem aos recifes de algas (ver Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira - Projeto Remac - 1979). Pontos isolados de sedimentos terrígenos arenosos foram detectados na foz do rio Parnaíba e na plataforma média a noroeste deste ponto, na cota batimétrica de 40 metros. Duas amostras de fácies lamosa apresentaram concentrações resseltadas de boro. Estão localizadas no talude continental e sopé continental entre os meridiano 43º e 44º. Na área em pliada, observam-se teores de boro expressivos em sedimentos carbonáticos da variedade ramificante "maerl".

O berílio não atingiu valores elevados no mapa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi observado, os halos geoquímicos de boro nesta parte da Plataforma Continental, não são extensos, apresentando-se quase sempre em faixas restritas. Nas argilas do oceano profundo, exibem teores destacados, sendo, no entanto, coletadas poucas amostras para se fazer uma avaliação mais pormenorizada. O boro, removido pela sedimentação para a água do mar, é incorporado à fração argilosa do tipo ilita dos sedimentos (Harris, B.C., 1963). Este fato explicaria os teores elevados nas argilas em profundidade. Do mesmo modo, os organismos marinhos podem ter adsorvido algum boro da água do mar.

Os teores baixos de berílio podem ser explicados pela pequena capacidade migratória do elemento a partir de sua origem.(Griffitts, W.R., 1973).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira - Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

GOLDSCHMIDT, V.M. and PETER, C. - The geochemistry of Boron I, II. Geochemistry of Boron - Benchmark Paper in Geology - V.23 - Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. p. 6-8 - 1975.

GRIFFITTS, W.R. - Berillium - United States Minerals Resources - Geological Survey Prof. Paper 820 - p. 85-94 - 1973.

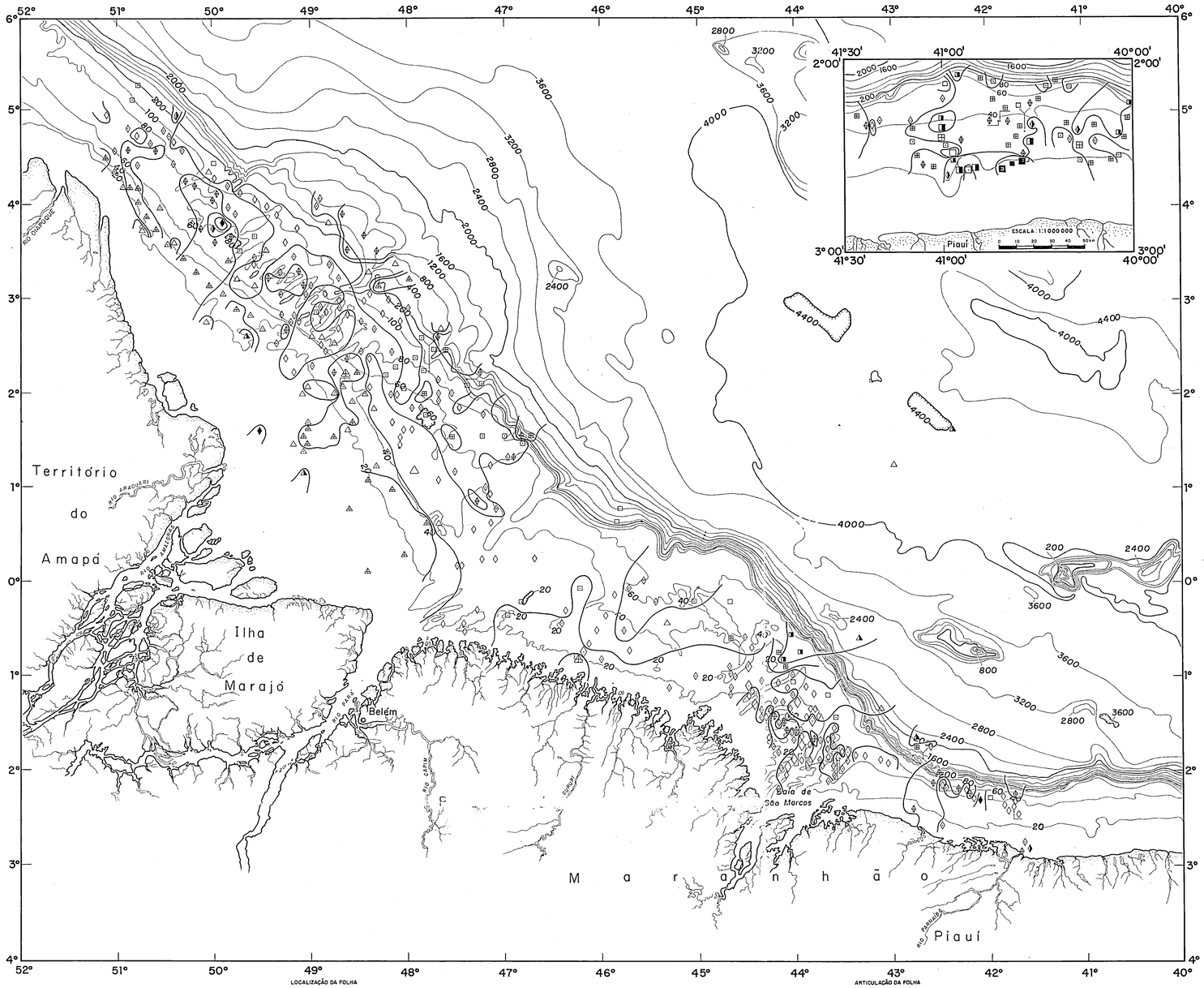
HARRIS, B.C. - Boron Regulation in the Ocean - Nature (223) (503) p. 290-291 - 1963.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags - 1979.

MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

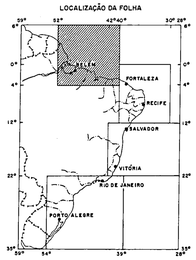
MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000. MME-DNPM - 1981.

VLASOV, K.A. - Geochemistry of Rare Element - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic types of Their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. I 688 pags. 1966.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2.000.000. In: Boletim Técnico da Petrobrás (19(3):157-182, jul/set, 1976.
Folha - I - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

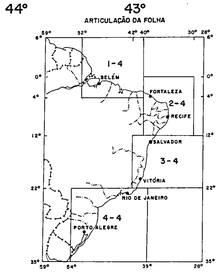
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE BORO E BERÍLIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Dinis Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gildete de Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenes Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Elaine de Souza Cerdeira (DEPEG/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

BORO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
< 10 - 12	< 10 - 25	< 10 - 17
12 - 25	25 - 38	17 - 38
25 - 56	38 - 56	38 - 82
56 - 82	56 - 121	82 - 177
82 - 150	121 - 150	177 - 700

BERÍLIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
3,8 - 8,2	1,2 - 1,7	2,6 - 5,6
8,2 - 20	1,7 - 2	5,6 - 50

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas.

AMOSTRAS COINCIDENTES

- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

No mapa está representada a distribuição geoquímica do vanádio (V) e cobre (Cu) na Plataforma Continental Norte-Nordeste.

O vanádio foi considerado como elemento principal devido à característica de muitos depósitos de petróleo dos U.S.A. e U.R.S.S. possuírem teor elevado em vanádio (Vlasov, K.A., 1966). Assim como o vanádio, o cobre pertence ao grupo de elementos fixados pela matéria orgânica (Parthault, B. et Sauvan, P. - 1977).

A correlação entre estes elementos, considerando todas as amostras, é baixa (r=0.20) sendo algo mais elevada no material sílitico argiloso (r = 0.42). Apresenta correlação negativa (r =-0.05) nos sedimentos carbonáticos.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW de foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, de contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95%, estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andaluzita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Gurupi. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações da montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração da ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíta madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região Nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o vanádio são 10 a 10000 ppm, sendo que para o cobre estão situados entre 5 e 20000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,35; 0,56; etc.).

METODOLOGIA

Para efeito da uma melhor apresentação, o vanádio será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O cobre é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A taxa de variação dos teores de vanádio, no mapa, está situada entre < 10 e 300 ppm. Os parâmetros estatísticos para o vanádio estão registrados na tabela abaixo:

VANÁDIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	27,4	2,15	0,69
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	24,8	2,01	0,79
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	63	1,53	0,49
Sedimentos Carbonáticos	16,6	1,72	0,58

O cobre apresenta variação de concentração entre < 5 a 150 ppm no mapa. Os valores da média, desvio e coeficiente de variação para o elemento nos três tipos de materiais estão registrados na tabela abaixo:

COBRE	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	10,3	1,79	0,64
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	9,82	1,77	0,62
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	13,2	1,62	0,51
Sedimentos Carbonáticos	8,31	1,92	0,76

A análise das tabelas acima mostra que vanádio e cobre apresentam o maior teor médio no material sílitico argiloso, sendo que no caso do vanádio é superior a duas vezes o teor médio no material quartzo feldspático, o segundo mais elevado.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO VANÁDIO E DO COBRE

Nesta folha são identificadas diversas zonas geoquímicas com valores ressaltados de vanádio, localizadas principalmente a norte da foz do rio Amazonas. Na plataforma interna são observadas duas zonas que incluem sedimentos argilosos fluviais predominantemente e, sedimentos arenosos e carbonáticos em menor quantidade. Na plataforma externa têm-se outras duas faixas. Uma no extremo norte e outra na altura do Cânion do rio Amazonas, que incluem sedimentos arenosos, argilosos e algumas amostras de material carbonático. Na plataforma média os teores são baixos e compreendem as areias fluviais perpendiculares à linha da costa. Na direção a sudeste, encontram-se, contudo, pequenas áreas com teores elevados; podemos mencionar duas amostras de areia ou cascalho com moluscos a oeste do rio Gurupi e argila e areia quartzosas adjacentes à desembocadura deste rio. Na Baía de São Marcos observa-se uma pequena área com valores elevados em vanádio circundada por teores bem baixos. Neste local predomina fácies arenosa constituída de bancos transversais à linha da costa.

O cobre exibe uma faixa de sedimentos terrígenos fluviais lamosos, na plataforma interna, e areias na plataforma média com teores elevados. Está localizada entre a foz do rio Amazonas e a do Pará. Outros teores de realce estão distribuídos em diversos locais sem se constituírem em zonas geoquímicas expressivas. Podemos mencionar algumas concentrações em amostras dos bancos arenosos na Baía de São Marcos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os expressivos teores de vanádio e, secundariamente, cobre estão localizados na parte norte da foz do rio Amazonas. Grande parte das amostras que compõem as argilas fluviais da plataforma interna, bem como os sedimentos quartzo feldspáticos fluviais adjacentes, estão enriquecidas em vanádio. A presença do vanádio nas argilas montmoriloníticas pode estar indicando área-fonte proveniente de rochas básicas, uma vez que o elemento pode ser encontrado em minerais como augita e biotita, de fácil alteração, ou em minerais acessórios como titanita, ilmenita ou magnetita mais estáveis. A presença do elemento nas areias da plataforma externa pode estar indicando a presença dos minerais pesados de suíte básica presentes nas províncias Amazonas e Amazonas mista (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979). O estudo da distribuição deste elemento em sedimentos modernos é importante porque o vanádio está presente em muitos depósitos de petróleo. De acordo com Kumar, N. et alii (1976) existe potencial para hidrocarbonetos no cone amazônico. Em diversas bacias petrolíferas existe o fenômeno da exsudação que pode impregnar os sedimentos superficiais em hidrocarbonetos e elementos acessórios.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira-Série Projeto Remac - nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas-Sergipe - DNM - p. 116-142 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

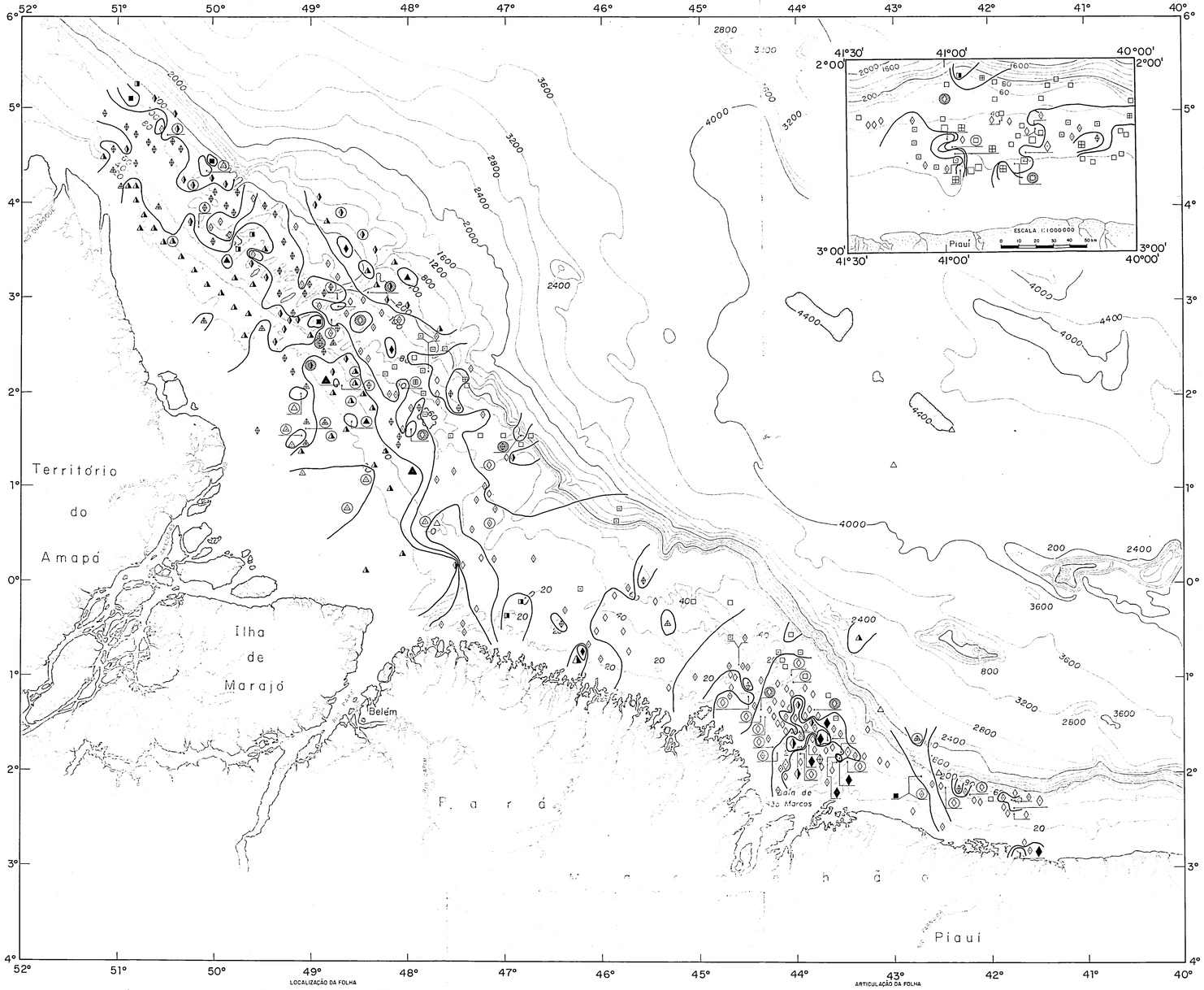
KUMAR, N., BRAYAN, G., GORINI, M. e CARVALHO, J. - Evolution of the Continental Margin of Northern Brazil: Sediment Distribution and Carbon Potential. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Simpósio Internacional sobre as Margens Continentais do Tipo Atlântico - Rio de Janeiro 48 (supl.) 131 - 143, 1976.

MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME-DNPM - 1981.

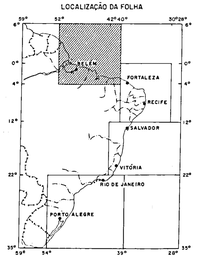
PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la geochimie des éléments en traces en exploration pétrole et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-716 - 1977 .

VLASOV, K.A. - Genetic Types of Rare Elements Deposits - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. III - 916 pp. 1966.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANCA, A.M.C., em 1976, escala 1:2.000.000 in: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3): 157-162, jul/set, 1976.
Folha: 1-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

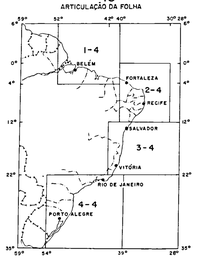
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE VANÁDIO E COBRE

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Naronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Cécia de Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armasto (DEPEG/RJ)
Desenho: Elizabeth M. A. Sampaio (DEPEG/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

VANÁDIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
< 10 - 12	< 10 - 38	< 10 - 12
12 - 25	38 - 56	12 - 17
25 - 56	56 - 82	17 - 25
56 - 251	82 - 177	25 - 56
251 - 300	177 - 200	56 - 100

COBRE (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
17 - 38	25 - 38	17 - 38
38 - 150	38 - 70	38 - 500

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas.

AMOSTRAS COINCIDENTES

- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa está exposta a distribuição dos teores de chumbo (Pb) e do ytrio (Y) na Plataforma Continental do Amazonas.

De acordo com Vlasov, K.A. 1966 existe isomorfismo heterovalente pronunciado entre o chumbo e o ytrio. Experimentalmente foi confirmada a substituição na galena $Y^{+3} \rightarrow 0,5 - Pb^{+2}$. O coeficiente de correlação entre estes elementos nos sedimentos marinhos analisados, no entanto, é bem baixo (r = 0,16).

O comportamento geoquímico do ytrio no processo supergeno evidencia que o mesmo é possível estar enriquecido em alguns sedimentos marinhos (Vlasov, K.A. 1966 op. cit.). Segundo o autor, fosforitas da U.R.S.S. possuem aproximadamente 0,01% de Y_2O_3, limonita, ferrohlosita e outras argilas, além de betumen e cinzas do carvão, contém ytrio.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna e média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, da contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 99%, estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio e alto graus (cianita, estaurolita e andalusita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Tocantins. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações da montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração da ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o chumbo estão situados entre 10 e 20000 ppm, sendo que para o ytrio estão entre 10 e 200 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,33; 0,55; etc.).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o chumbo será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O ytrio é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Os parâmetros estatísticos básicos para o chumbo estão representados na tabela abaixo. A variação do elemento no mapa está entre < 10 e 70 ppm.

CHUMBO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	14,6	1,56	0,47
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	13,9	1,41	0,35
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	15,5	1,40	0,35
Sedimentos Carbonáticos	16,31	2,01	0,29

O ytrio no mapa varia entre < 10 e 50 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento estão registrados na tabela abaixo:

YTRIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	14,9	1,4	0,35
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	14,0	1,39	0,34
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	17,3	1,35	0,32
Sedimentos Carbonáticos	13,5	1,4	0,34

A análise das tabelas revela, que, no caso do chumbo, os sedimentos carbonáticos apresentam o maior teor médio. Para o ytrio o material sílticio argiloso apresenta o teor médio mais elevado. No entanto, as médias para os três tipos de materiais estão bem próximas.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CHUMBO E DO YTRIO

A distribuição dos teores de chumbo na área não apresenta muitas zonas geoquímicas elevadas. Merece menção a área localizada na desembocadura do rio Amazonas. É constituída de amostras com predominância de sedimentos sílticos argilosos fluviais. Na altura da foz do rio Pará, tem-se duas amostras exibindo valores na faixa geoquímica mais elevada. Estão localizadas nas proximidades do Cânion do rio Pará e constituem-se de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos de origem fluvial. Observam-se em outros locais, valores pontuais com teores elevados em chumbo. A maior parte da área, na porção norte, é constituída de amostras com valores situados nas faixas intermediária a baixa. A faixa menos elevada se apresenta na parte exterior da plataforma, onde predominam sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Existe um pequeno aumento nas proximidades dos sedimentos carbonáticos. No extremo leste, na área ampliada, os valores de chumbo alcançam as faixas mais elevadas em apenas duas amostras. A primeira amostra apresenta composição quartzo feldspática e a segunda exibe composição carbonática do tipo "esparl"

Os teores de ytrio distribuem-se, principalmente, na parte noroeste da folha, em diversos locais. A maioria destes valores está distribuída em materiais terrígenos sílticos argilosos. A exemplo do chumbo, a concentração de ytrio diminui na parte central da plataforma, mostrando um ligeiro aumento em algumas amostras próximas aos materiais carbonáticos. Na área ampliada, observa-se duas amostras com teores elevados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais não se nota grandes halos da dispersão do chumbo na área. Este fenômeno está coerente com o padrão de distribuição do elemento, que é normalmente clástico. O conjunto de dados referente ao chumbo mostra que o continente é o responsável pelo maior aporte do elemento. Deve-se levar em consideração que não se constituem em valores expressivos. O teor médio mais elevado nos sedimentos carbonáticos atesta a existência da concentração do elemento nesse material.

Outro ponto que deve ser mencionado é o fato do ytrio ter aparecido diversas amostras situadas nas faixas geoquímicas altas. Conforme já mencionado, o elemento pode estar presente em fosforitas, betumen e carvão, além de estar presente em argilas e alguns minerais hidróxidos. A presença de argila do tipo montmorilonita a noroeste da folha, pode ter na sua estrutura esses cátions trazidos pela carga sedimentar dos rios Amazonas e Pará, trazendo produtos do intemperismo de rochas graníticas que podem conter elementos de ytrio.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira - Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

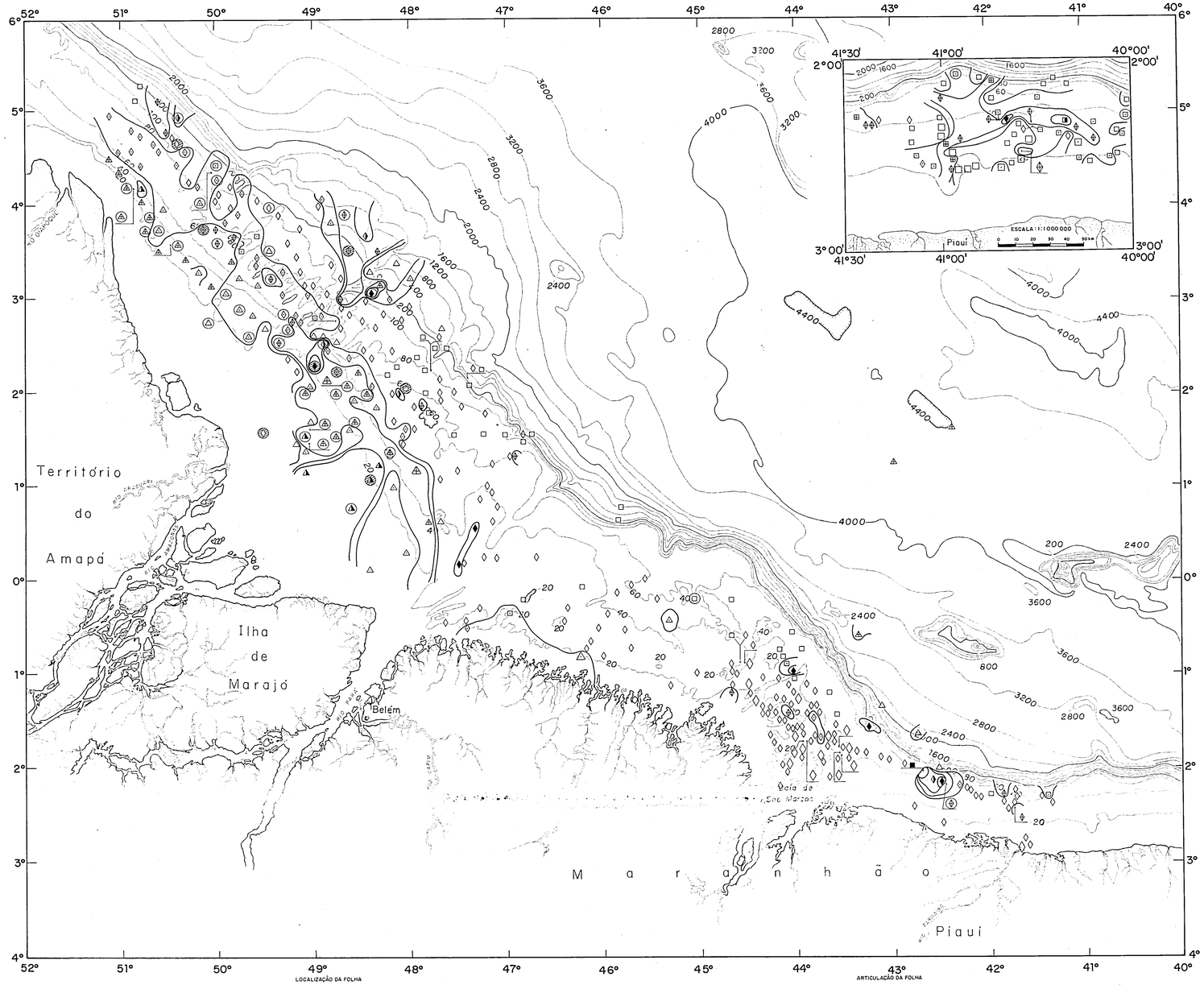
COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas-Sergipe - DNM - p. 116-142 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 9 - 55 pags. - 1979.

MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME-DNPM - 1981.

VLASOV, K.A.' - Geochemistry of Rare Elements - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic types of their Deposits - Israel Program for Scientific Translation Vol. I - 688 pags. 1966.


Território do Amapá
Ilha de Marajó
Belém
Baía de São Marcos
Maranhão
Piauí
Rio Parnaíba
Rio Gurupi
Rio Tocantins
Rio Pará
Rio Guamá
Rio Capim
Rio Araguaia
Rio Tocantins
Rio Xingu
Rio Jari
Rio Paru
Rio Trombetas
Rio Jurupari
Rio Uaupés
Rio Negro
Rio Solimões
Rio Amazonas
Rio Jaguaribe

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

No mapa está exposta a distribuição dos elementos nióbio (Nb) e lantânio (La) na parte Norte-Nordeste da Plataforma Continental Brasileira.

O nióbio pode ser concentrado em formações detríticas devido à estabilidade dos seus minerais (Vlasov, K.A. 1966). Segundo Vlasov, K.A., 1968, já foi encontrada presença de lantânio em amostras de petróleo nos U.S.A.

A correlação entre estes elementos é levemente negativa (r = -0,02), considerando todas as amostras analisadas.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem recifes algais pouco constituídos, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna a média apresenta extensa fácies arenosa com alto grau de retrabalhamento, da contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 95%, estendem-se ao longo da uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas de médio a alto graus (cianita, estaurolita e andaluzita). A primeira assembléia é pronunciada desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Oiapoque. Sua origem mais provável seriam os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e na cabeceira interna do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andaluzita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a suíte madura zircão e turmalina. No extremo leste da folha predomina fácies carbonática com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andaluzita, típica da região nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o nióbio são de 10 a 2000 ppm, enquanto que para o lantânio estão situados entre 20 e 1000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc... - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,003; 0,12; 0,25; 0,38; 0,56; etc.).

METODOLOGIA

Para efeito de uma melhor apresentação, o nióbio será locado em toda a sua amplitude, sendo considerado o elemento principal do mapa. Está plotado em cinco (5) faixas geoquímicas. O lantânio é considerado como elemento secundário e está representado somente nas duas faixas geoquímicas de teores mais elevados. As faixas geoquímicas foram calculadas para cada tipo de material. Para o cálculo de cada faixa foi levado em consideração o teor médio e o desvio padrão de cada elemento dentro dos três principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B., 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação de teores do nióbio está compreendida entre < 20 a 100 ppm. Os principais parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, estão representados na tabela abaixo:

NIÓBIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	10,3	1,10	0,10
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	10,4	1,14	0,13
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	10,1	1,08	0,08
Sedimentos Carbonáticos	-	-	-

Neste mapa, o lantânio varia de < 20 a 100 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento na Plataforma Continental Brasileira, são os seguintes.

LANTÂNIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	29,2	1,55	0,45
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	27,3	1,52	0,44
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	34,1	1,54	0,46
Sedimentos Carbonáticos	25,0	1,47	0,40

O nióbio, apresenta, juntamente com o lantânio, um baixo grau de detecção nos sedimentos superficiais da Margem Continental Brasileira. Para o primeiro elemento, não houve detecção nos sedimentos carbonáticos. Os teores médios nos dois outros sedimentos estão bem próximos ao limite de detecção do método de análise. O lantânio mostra teor médio mais elevado nos sedimentos sílticos argilosos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO NIÓBIO E DO LANTÂNIO

O nióbio não apresenta valores elevados na folha. A rigor, cerca de 90% das amostras estão situadas na primeira faixa geoquímica, o que vale dizer que muitas amostras estão abaixo do limite de detecção do método analítico. No entanto, note-se pequena elevação no teor do elemento nas argilas fluviais costeiras, na foz dos rios Amazonas e Pará e a noroeste.

O lantânio, no mapa, mostra nitidamente que está associado às argilas costeiras, na parte noroeste do mapa. No local, exibe duas grandes faixas separadas por uma zona, onde o elemento está presente também nos sedimentos quartzo feldspáticos. Estes últimos possuem em determinados locais, alta concentração de minerais pesados (Milliman, J.D. e Amaral, C.A.B., 1974).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estes elementos apresentam concentrações mais elevadas nas argilas fluviais da plataforma interna. É provável que estejam refletindo a presença de rochas ígneas ácidas do Escudo das Guianas e Craton do Guaporé, o que foram observadas em argilas montmoriloníticas e ilíticas presentes nesta parte da Plataforma Continental. O nióbio está nitidamente relacionado aos sedimentos da plataforma interna indicando uma pequena mobilidade migratória. O lantânio apresenta uma dispersão maior principalmente nas areias dos bancos próximos ao Cânion do rio Amazonas. Não apresentaram teores elevados nos sedimentos carbonáticos, sendo que o nióbio não foi detectado nesses sedimentos, indicando nitidamente sua afinidade com sedimentos terrígenos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira-Série Projeto Remac - nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental - Alagoas-Sergipe - DNM - p. 115-142 - 1979.

KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

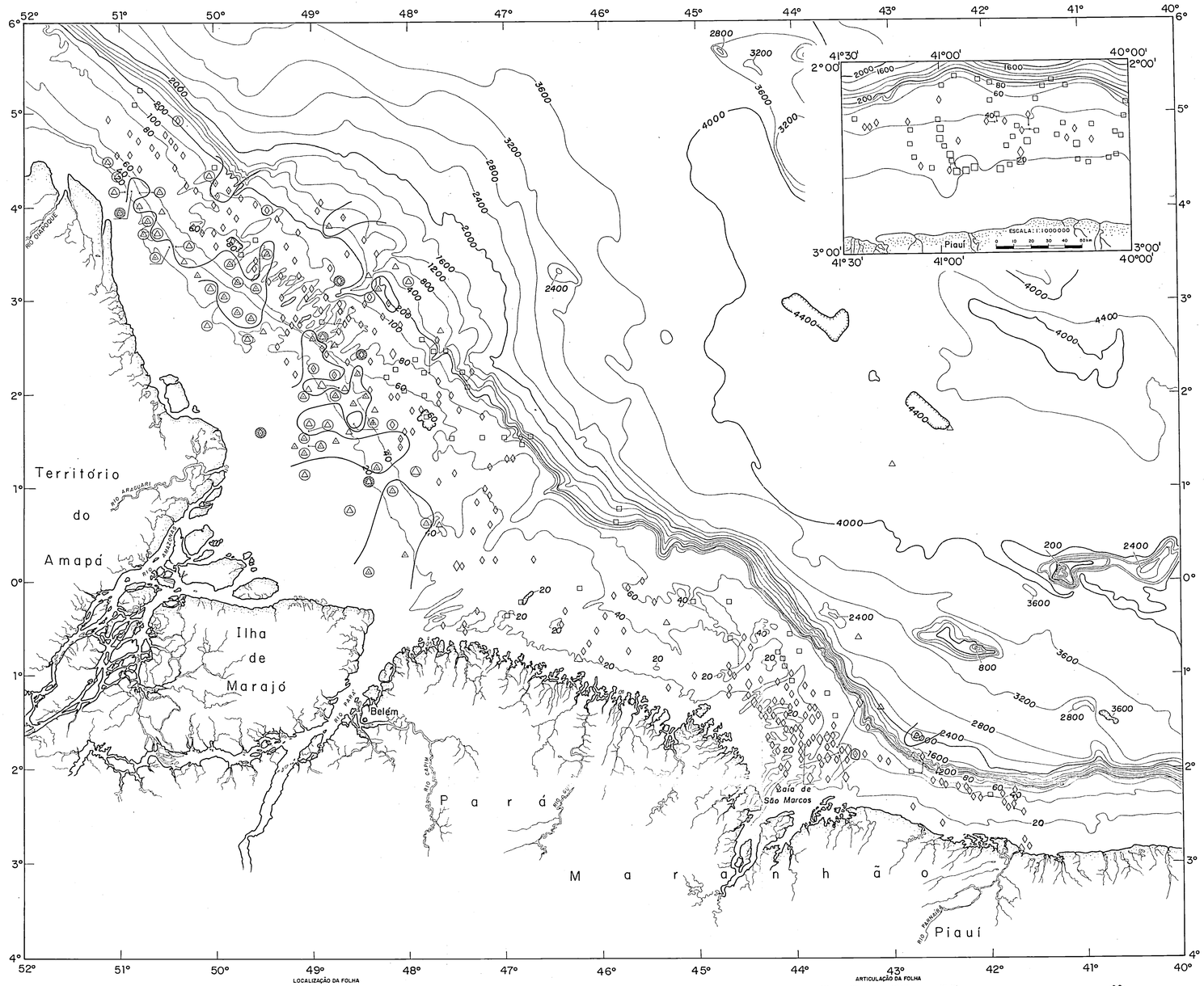
MAPA DE RECURSOS MINERAIS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA CONTINENTAL - Escala 1:3.500.000 - Série Projeto Remac - nº 10 - 1979.

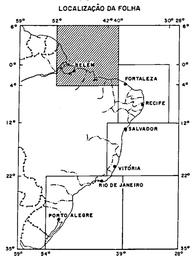
MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Escala 1:2.500.000 - MME-DNPM - 1981.

MILLIMAN, J.D. & AMARAL, C.A.B. - Economic Potential of Brazilian Continental Margin Sediments In. Congr. Bras. Geol., 28, Porto Alegre. Anais. São Paulo, SBG, 1974. V. 3 - p. 335-344.

VLASOV, K.A. - Geochemistry of Rare Elements - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of Their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. I - 688 pags. 1966.

- Genetic Types of Rare Elements Deposits - Geochemistry and Mineralogy of Rare Elements and Genetic Types of their Deposits - Israel Program for Scientific Translation - Vol. III - 916 pp. 1968.





Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REVIZEE, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - I-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

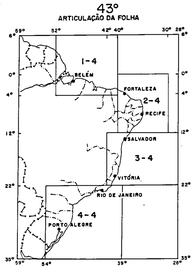
PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE NIÓBIO E LANTÂNIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gilda de Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos de coleta: Geraldo Luiz Gomes Bruno
Marcelo Gomes de Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Ivanilde Muniz Caetano (CECAR/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

NIÓBIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◊ <10 - 10	△ <10 - 10	□ -
◊ 10 - 12	△ 10 - 12	□ -
◊ 12 - 15	△ 12 - 15	□ -
◊ -	△ -	□ -
◆ -	▲ -	■ -

LANTÂNIO (elementos secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◊ 38 - 82	△ 38 - 82	□ 38 - 56
◊ 82 - 150	△ 82 - 150	□ 56 - 100

* O elemento secundário só está representado pelas duas faixas geoquímicas mais elevadas.

AMOSTRAS COINCIDENTES

◊ △ □ - Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

◊ △ □ - Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.

— - Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa apresenta os resultados obtidos do estudo da matéria orgânica nos sedimentos superficiais da margem continental, parte norte. Foram realizadas análises de carbono orgânico (C. org.), índice de alteração térmico (IAT) e determinada a composição dos resíduos orgânicos (organolitos). Para a interpretação desses dados foram consultados, além da bibliografia, Cruz, N.W. e Beaudin, L.W., técnicos da seção de bioestratigrafia da CPRM/LAMIN e Wallo, M.R. e Guglianone, P.C., geólogos do CENPES/PETROBRÁS.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A plataforma continental, nesta folha, é caracterizada pela predominância de depósitos terrígenos (Kowsmann, R.O. e Costa, W.P.A., 1979).

A NW da foz do rio Pará, estes sedimentos constituem-se de lamas na plataforma interna passando a areia na plataforma externa. Sedimentos cascalhosos esparsos, associados a sedimentos terrígenos, restringem-se principalmente à plataforma externa. Refletindo a forte influência fluvial, ocorrem areias siltosas pouco constituídas, nas vizinhanças do Cânion do rio Amazonas.

A SE do rio Pará até o rio Parnaíba, a plataforma interna é média apresenta extensas fácies arenosas com alto grau de retrabalhamento, de contribuição fluvial restrita, pelo menos no último ciclo de sedimentação.

Os sedimentos carbonáticos com teores de $CaCO_3$ acima de 92%, estendem-se ao longo de uma faixa contínua da plataforma externa.

Os minerais pesados da fração areia revelam área-fonte primária, rica em rochas ígneas básicas (augita e hornblenda basáltica) e metamórficas da médio e alto grau (cianita, estaurolita e andalusita). A primeira assembléia é provavelmente desde a foz do rio Amazonas até ao longo do rio Curipanema. Sua origem mais provável seria os diques de diabásio que cortam os sedimentos paleozóicos da Bacia Amazônica.

As argilas, provavelmente refletem uma fonte andina pobre em caulinita e rica em ilita e montmorilonita. As maiores concentrações de montmorilonita encontram-se na foz dos rios Amazonas, Pará e no cabeceiro interno do Cânion do Amazonas. Na borda da plataforma, entre os Cânions do Amazonas e Pará existe maior concentração de ilita.

Entre a foz do rio Pará e o rio Gurupi predominam cianita, estaurolita e andalusita e secundariamente zircão e turmalina. Entre a foz do rio Gurupi e o extremo leste da Baía de São Marcos predomina a mais sudoeste zircão e turmalina. No extremo leste da Folha predomina fácies carbonáticas com suíte mineralógica cianita, estaurolita e andalusita, típica da região nordeste.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR-I I, II, III, VIII, XVIII (parte) e XIX (parte) foram utilizadas para as análises químicas. Foram selecionadas, principalmente, as amostras com predominância da fração sílticio argilosa, que devido à redução permeabilidade em função da granulometria fina, impede a difusão de agentes oxidantes, favorecendo a preservação da matéria orgânica (Dias, G.T. de M. et Alii, 1982 - op. cit.). Foram selecionados também os sedimentos terrígenos arenosos e carbonáticos que apresentavam granulação fina.

Carbono Orgânico

Após a rocha pulverizada a 80 mesh, toma-se cerca de 0,25 g para determinação analítica.

Inicia-se pela descarbonatização, atacando a amostra com ácido clorídrico (HCl 2N). O material insolúvel é lavado para eliminação dos cloretos, secado em estufa (80° - 100° C) e pesado. Adicionam-se aceleradores (Fe, Sn ou Cu) e coloca-se nos queimadores LECO-Mod-12.

Em linhas gerais, o processo consiste em queimar a amostra a 1600°C, fazendo-se a medida do CO_2 liberado pela matéria orgânica.

As determinações de carbono orgânico das amostras da primeira fase do Projeto foram realizadas no laboratório do CENPES/PETROBRÁS, enquanto que as amostras da fase final foram analisadas no LAMIN/CPRM. Detalhes do método são encontrados em Silva, M. 1979.

Organopalinologia

Dentro do que se constitui a organopalinologia, foram realizados estudos de organopalinofácies e palaeotermometria.

. Organopalinofácies - estudos com luz transmitida

As organolitos (matéria orgânica restante nas rochas sedimentares após tratamento químico) são montados em lâminas de microscopia, com bálsamo do Canadá. A análise é feita em luz transmitida e com aumento entre 200x e 400x, o que permite determinar a qualidade da matéria orgânica. Para tanto, a matéria orgânica é classificada em:

- Influência Terrestre:
  - MOVI - matéria orgânica vegetal indeterminada
  - MOVT - matéria orgânica vegetal traqueídica
  - MOVL - matéria orgânica vegetal lenhosa
- Influência Terrestre ou Aquática:
  - MOVC - matéria orgânica vegetal celular
- Influência Aquática:
  - MOSC - matéria orgânica sub coloidal

. Palaeotermometria - estudo com luz transmitida

Através da coloração e preservação dos organolitos, pode-se avaliar a temperatura máxima a que estas foram submetidas. Isto fornece subsídios para o estabelecimento de índices de alteração térmica - IAT.

De posse do IAT pode-se estabelecer uma correspondência entre estes índices e os estágios diagenéticos alcançados pelos organolitos (Quadros, L.P. 1978).

METODOLOGIA

Para a plotagem em mapa, os teores de carbono orgânico foram divididos em três faixas, segundo a classificação mundial adotada. Desse modo, a primeira faixa compreende os teores até 0,5% (baixa), a segunda corresponde a concentração entre 0,5% e 1,0% (média) e a terceira faixa abrange os valores acima de 1,0% (alta). Para representação da qualidade da matéria orgânica foi adotada classificação em três tipos: tipos I, II e III de acordo com as análises das amostras pela pirólise Rock-Eval (Santos, A. de S. - 1984 e Guglianone, P.C. e Trindade, L.A.F. - 1984). Assim, as organolitos considerados como matéria orgânica vegetal superior (MOVI, MOVT e MOVL) são classificados como tipo III. Por outro lado, as organolitos MOSC e MOVC, quando analisadas pela pirólise Rock-Eval são classificadas como tipo II. De acordo com informações verbais de Wallo, M.R. e Guglianone, P.C., o tipo I não aparece em mar aberto, sendo típico de ambiente algal lacustre. Em cada estação de coleta está representado um círculo que indica a faixa de concentração do carbono orgânico e a predominância do tipo de matéria orgânica (tipo II ou III) na amostra analisada. No tocante ao índice de alteração térmica (IAT) será apenas comentado na descrição da área. Valores até 2,75 indicam fácies imatura. Valores acima de 2,0 em sedimentos recentes são não considerados como organolitos retrabalhados. Os valores de IAT em rochas carbonáticas apresentam problemas na leitura, de acordo com informações verbais de Wallo, M.R. e Guglianone, P.C., por isso mesmo só serão consideradas as determinações feitas em sedimentos argilosos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação dos teores do carbono orgânico neste mapa está compreendida entre 0,03 e 0,92%. Considerando todos os sedimentos da Plataforma Continental Brasileira, temos os seguintes parâmetros estatísticos:

Carbono Orgânico (C. Org.)	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	0,37	2,00	0,83
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	0,27	2,32	1,01
Sedimentos Terrígenos Sílticio Argilosos	0,47	1,73	0,59
Sedimentos Carbonáticos	0,25	2,04	0,81

O Índice de Alteração Térmica (IAT) na área, varia de 1,0 a 2,25.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CARBONO ORGÂNICO E ORGANOLITAS

O exame da distribuição do carbono orgânico no mapa, indica que a maioria das amostras está situada na faixa considerada baixa, até 0,5%. O valor mais elevado (0,92%) ocorre em amostra de sedimento de composição sílticio argilosa do talude, superior a 320 metros de profundidade. Está localizada nas proximidades do Cânion do rio Amazonas. As amostras com concentrações entre 0,5 e 1,0% localizam-se predominantemente a norte do rio Amazonas em pequenas áreas ou em amostras isoladas. Os resultados das análises organopalinológicas indicam que predomina o tipo II na maior parte das amostras. No entanto, as amostras localizadas nos bancos arenosos, a norte e a sudeste do Cânion do rio Amazonas, apresentam um "trend" com predominância do tipo III. Este fato se justifica porque esses sedimentos são tipicamente fluviais trazidos pela carga sedimentar do rio Amazonas. A mesma situação é encontrada nos bancos arenosos situados ao largo da Baía de São Marcos. Não existe diferença nas concentrações do elemento sulfuro em sedimentos carbonáticos localizados na parte externa da plataforma, notadamente, no extremo sudeste da folha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto dos dados mostra a baixa concentração do carbono orgânico nesta parte da margem continental. Provavelmente o fenômeno de degradação aeróbica deve predominar nos sedimentos superficiais limitando, desse modo, a preservação dos resíduos orgânicos. Existe a relação entre a preservação do carbono orgânico nos sedimentos e a taxa de sedimentação (Muller, P.J. e Suess, E. 1979) in Dias, G. T. de M. et. alii. op. cit. Porém, acima de um certo limite (500 cm/1000 anos) começa a haver efeito de diluição (Damsteen, G.J. e Moore, T.C. 1980) in Dias G.T. de M. et alii. op. cit. o que explica que deltas como o do Mississipi, Niger e do "Amazonas", responsáveis por produtividades excepcionalmente altas, apresentem teores inferiores a 1% de carbono orgânico, nos seus sedimentos. O índice de alteração térmica pouco elevado está indicando a imaturidade desses sedimentos superficiais da margem continental. Os resíduos orgânicos (organolitas) a norte do rio Amazonas revelaram em algumas amostras predominância dos tipos MOVI, MOVT e MOVL (tipo III) que traduzem influência terrestre produzindo gás em condições favoráveis de diagênese, enquanto que para sudeste aparece em determinadas amostras a predominância de influência terrestre e/ou aquática (tipo II) que em condições adequadas de diagênese, formarem hidrocarbonetos ou gás (Wallo, M.R. e Estrella, G.O., 1984).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira - Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

DEMAISON, G.J. e MOORE, G.T. - Anoxic environments and oil source bed genesis. AAPG, Bull., V. 64 - pp. 1179-1209 - 1979.

DIAS, G.T. de M., PALMA, J.J.C. e PONZI, V.R.A. - Matéria Orgânica no Quaternário da Margem Continental entre Rio de Janeiro e Cabo Frio - LAGEMAR - UFRJ / CENPES-PETROBRÁS - 1982.

GUGLIANONE, P.C. e TRINDADE, L.A.F.- Pirólise Geoquímica do Petróleo - CENPES/PETROBRÁS - p. 75-83 - Setembro de 1984.

KOWSMANN, R.O., COSTA, W.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

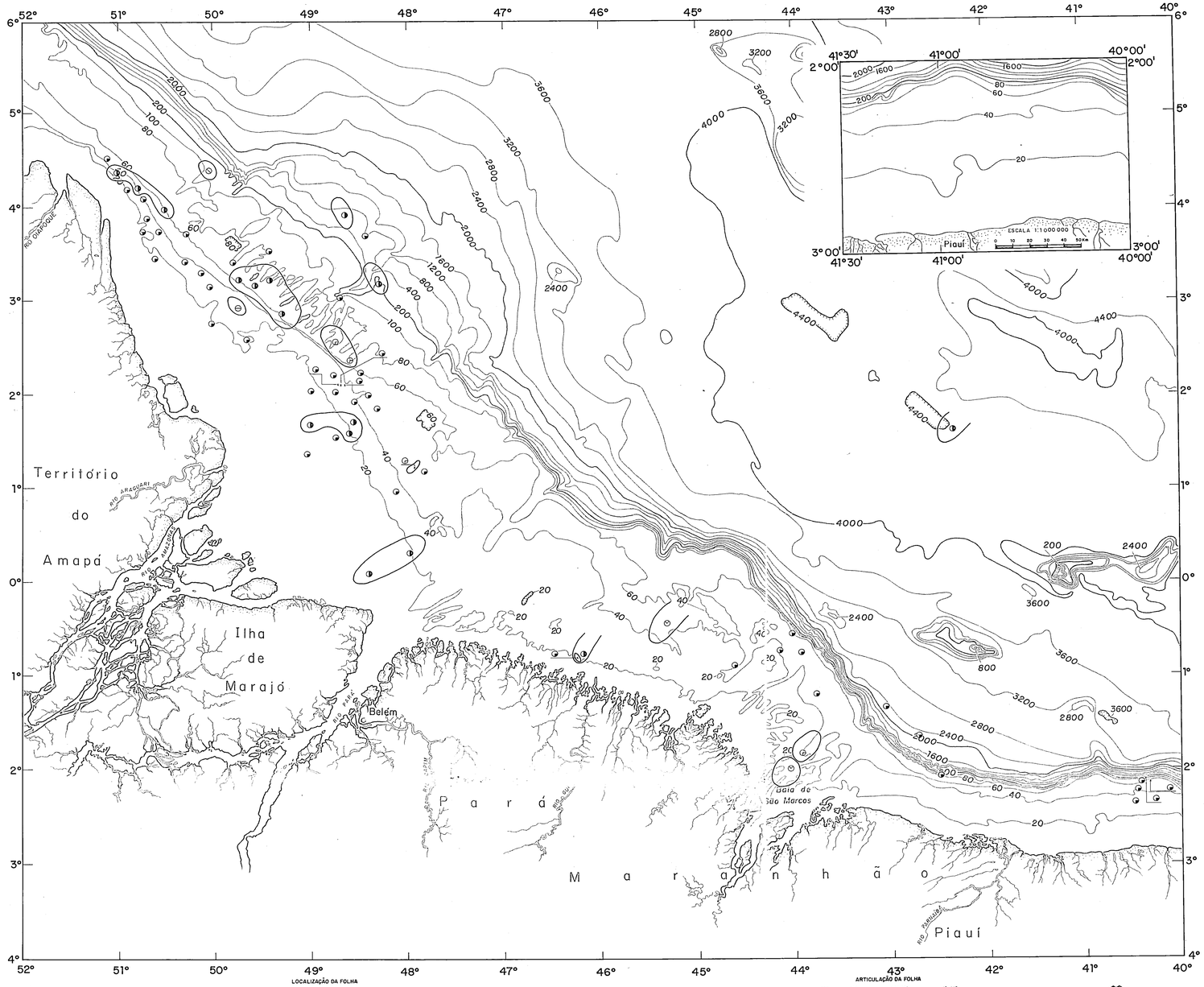
WALLO, M.R. e ESTRELLA, G.O.- A geoquímica orgânica na exploração do petróleo. Geoquímica do Petróleo - CENPES-PETROBRÁS - p. 29-59 - setembro de 1984.

MULLER, P.J. e SUESS, E. - Productivity, sedimentation rate and sedimentary organic matter in the ocean - I. Organic Carbon Preservation. Deep sea Research. V. 26A pp. 1347-1362 - 1979.

QUADROS, L.P. - Organopalinologia prospecção de petróleo - Bol. Téc. Petrobrás . R.J. v. 18, nº 1, p. 3 -11. Jan./mar- 1975.

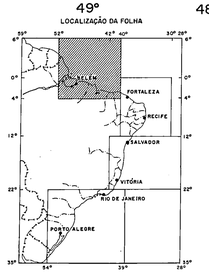
SANTOS, A.S. - Qualidade de Matéria Orgânica - Geoquímica do Petróleo - CENPES-PETROBRÁS - p. 85-92 - Setembro de 1984.

SILVA, M. - Repartition quantitative du carbone organique dans un sediment recent. Comparaison des resultats obtenus avec differents analyseurs de carbone LECO, Carmograph, Dorrman - AAL. Géologie nº 23529 Project B 41-76032 - 33 pags. - 1979.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. et FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha-I-4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

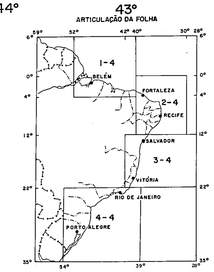
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CARBONO ORGÂNICO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Glícia da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos: Júlio Cesar de Oliveira Lyrio (estagiário do DEPRO/ RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenes Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Eloiane de Souza Cerdeira (DEPEG/RJ)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Carbono Orgânico %	< 0,5 %	0,5 % - 1,0 %	> 1 %
Sem Análise Organo-Palinológica (Projeto Remac)	⊙	⊘	⊗
Influência Terrestre - Predominância da Matéria Orgânica Tipo III (MOVI + MOVT + MOVL)	◔	⊖	⊕
Influência Terrestre ou Aquática - Predominância da Matéria Orgânica Tipo II (MOVC + MOSC)	◕	◑	●

- Linha Limite das Faixas Geoquímicas

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Cidade

Rio

Isóbatas em metros

Depressão