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 V

ANEXOS

T46
CPRM — DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1722
N.º de Volumes: 6 V: 5-S
Phl 009999

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

CPRM

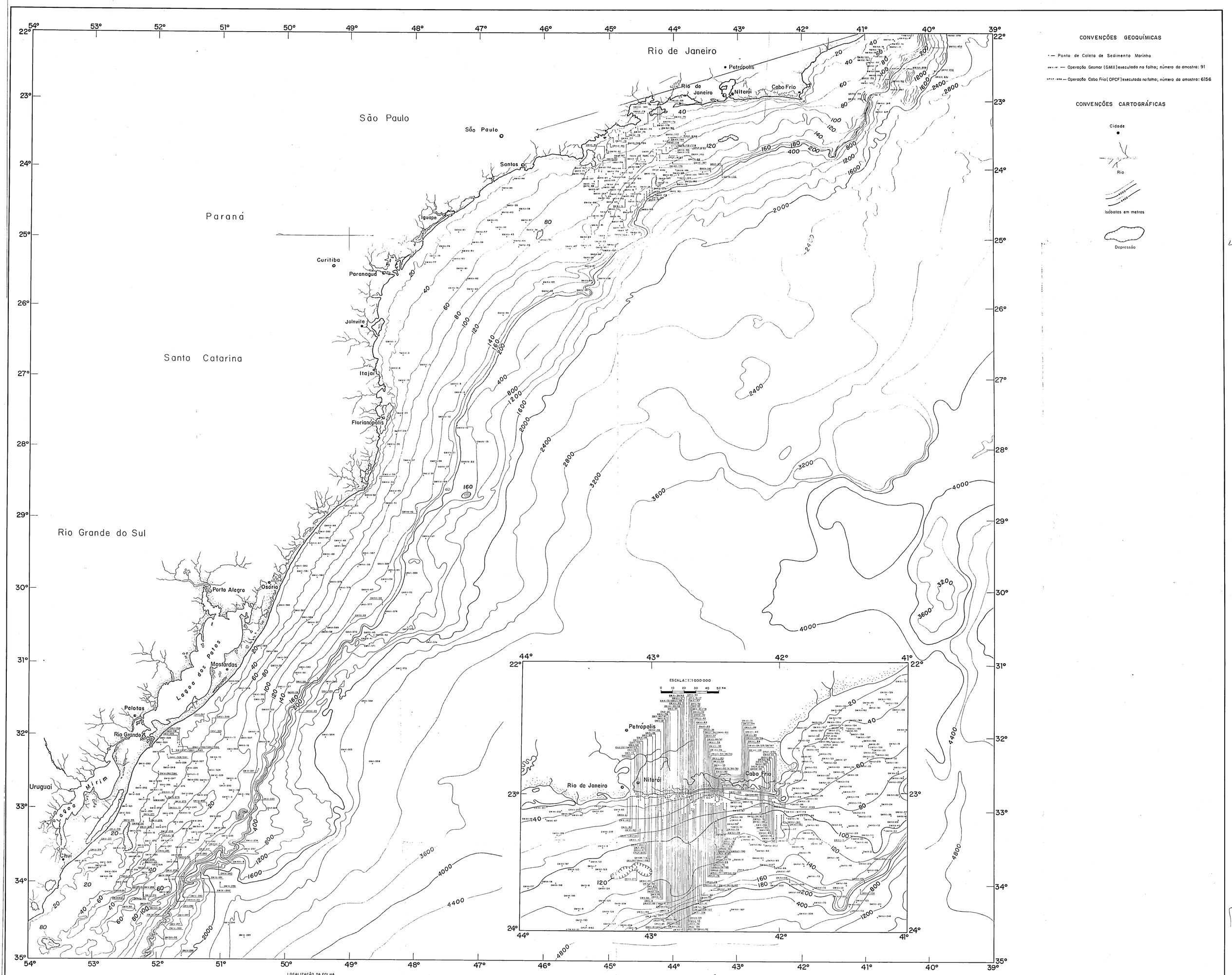
APRESENTAÇÃO

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 4-4. Estão elaborados na escala 1:2.000.000, nos quais aparece a batimetria rebaixada, extraída dos mapas batimétricos da PETROBRÁS para o Projeto REMAC.

NE 7530.0210 0343

SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR



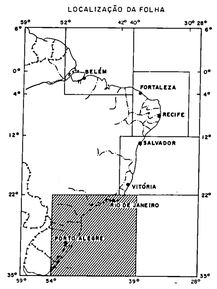
Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANÇA, A.M.C., em 1976, escala 1:2 000 000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.

Folha - 4 - 4

Sistema de Projeção Mercator.

Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

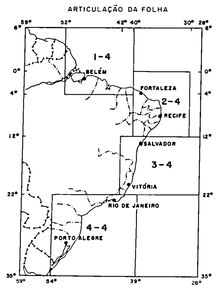
MAPA DE ESTAÇÕES DE COLETA

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

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: Luiz C.S. Pereira (DEPEG/RJ.)

V-2

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa está representada a distribuição dos teores do ferro (Fe) e do níquel (Ni) na Plataforma Continental Brasileira, parte sudeste-sul.

Os elementos exibem uma elevada correlação (r = 0,716), considerando todas as amostras analisadas no ambiente marinho da costa Brasileira. 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 orgenógena (Coutinho, P.N. 1979). O segundo elemento (Ni) é geralmente associado à matéria orgânica (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977), refletindo qualitative e quantitativamente a fase orgânica.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de moluscos e briozoários. O seu estado de preservação dos componentes de fácies carbonática, atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argila-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí, é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre o Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral, são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos nas áreas-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andaluzita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira e mesozóicas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro e Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XXI que 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 espectrográfico semiquantitativo para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o ferro são 0,05 e 20%. Para o níquel estão entre 5 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 (0,003; 0,12; 0,25; 0,36; 0,56; etc.).

MÉTODOLOGIA

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, nesta parte da Plataforma Continental, está situada entre 0,05 e 5,0%. A estatística básica para o elemento, considerando todas as amostras analisadas, está abaixo relacionada:

FERRO	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	0,65	3,47	1,92
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	0,62	3,15	1,67
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	2,16	1,61	0,50
Sedimentos Carbonáticos	0,29	3,23	1,72

Os teores de níquel, no mapa, estão compreendidos entre < 5 e 70 ppm. Os parâmetros estatísticos, considerando todo a Plataforma Continental Brasileira, são:

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	1,63	0,52
Sedimentos Carbonáticos	7,10	1,66	0,55

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO FERRO E NÍQUEL

Os teores de ferro no extremo Nordeste, acham-se elevados, principalmente nos sedimentos arenosos em profundidades mais elevadas. Na área ampliada, uma extensa faixa de teores elevados se destaca da paisagem geoquímica. Essa faixa abrange desde o meridiano 41° até 42°, na altura de Cabo Frio. Dessa área, até o meridiano 44° os teores do elemento estão enquadrados na faixa intermediária, coexistindo neste intervalo algumas áreas de zona geoquímica mais elevada com outras mais baixas. Predominam amostras de sedimentos terrígenos sílitico argilosos. Entre o Rio de Janeiro e o litoral de São Paulo predominam teores na faixa geoquímica intermediária, principalmente nos sedimentos biogênicos. Entre Santos e Paranaguá, onde desaparecem os sedimentos carbonáticos, observam-se duas faixas geoquímicas paralelas à linha de costa, sendo a mais elevada localizada na parte mais externa da Plataforma. O trecho compreendido entre Joinville e Rio Grande continua com o mesmo padrão, apenas com a diferença que na plataforma mais interna predominam os sedimentos sílitico argilosos. A parte mais externa apresenta-se com sedimentos carbonáticos e quartzo feldspáticos. No talude continental, nessa área, observa-se um abaixamento na concentração em amostras de sedimentos sílitico argilosos. Entre Rio Grande e Chuí o padrão de distribuição passa a quase perpendicular à linha de costa, tendo a área-central de sedimentos quartzo feldspáticos, teores elevados.

Na área ampliada, os teores ressaltados de níquel estão presentes em diversas amostras. Distribuem-se, principalmente, em pontos isolados. No restante do mapa, observa-se o mesmo padrão de distribuição. Contudo, em alguns locais, como no sul, entre Rio Grande e Chuí, notam-se quatro amostras próximas, exibindo teores de níquel na quarta faixa geoquímica. Constitui-se em uma zona geoquímica elevada. No litoral, entre Florianópolis e Osório, três amostras, alinhadas paralelas à linha de costa, também revelam o mesmo tipo de distribuição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição geoquímica do ferro neste mapa, mostra-se com características diversas. No litoral do Rio de Janeiro, as maiores concentrações estão situadas na plataforma interna, com a área-fonte derivada do continente. Entre o Rio de Janeiro até o litoral norte do Rio Grande do Sul, os teores de ferro estão mais elevados na plataforma externa, tendo um "trend" paralelo à linha de costa. Para o extremo sul, o halo da dispersão está posicionado a partir do cone do Rio Grande, com direção perpendicular à linha de costa. Aparentemente os sedimentos entre o Rio de Janeiro e o norte do Rio Grande do Sul, sofreram influência da Corrente do Brasil e com o pequeno aporte de material terrígeno atualmente à Plataforma Continental, não há enriquecimento de ferro nas argilas predominantemente montmorilonítica, da plataforma interna e média. Já no sul, os teores de ferro formam um "trend" de dispersão que indica ser proveniente de material terrígeno carreado do Rio Grande, modificando o padrão de dispersão.

O níquel, de modo geral, apresenta teores realçados em áreas com teores elevados de ferro, nesta parte da Plataforma Continental.

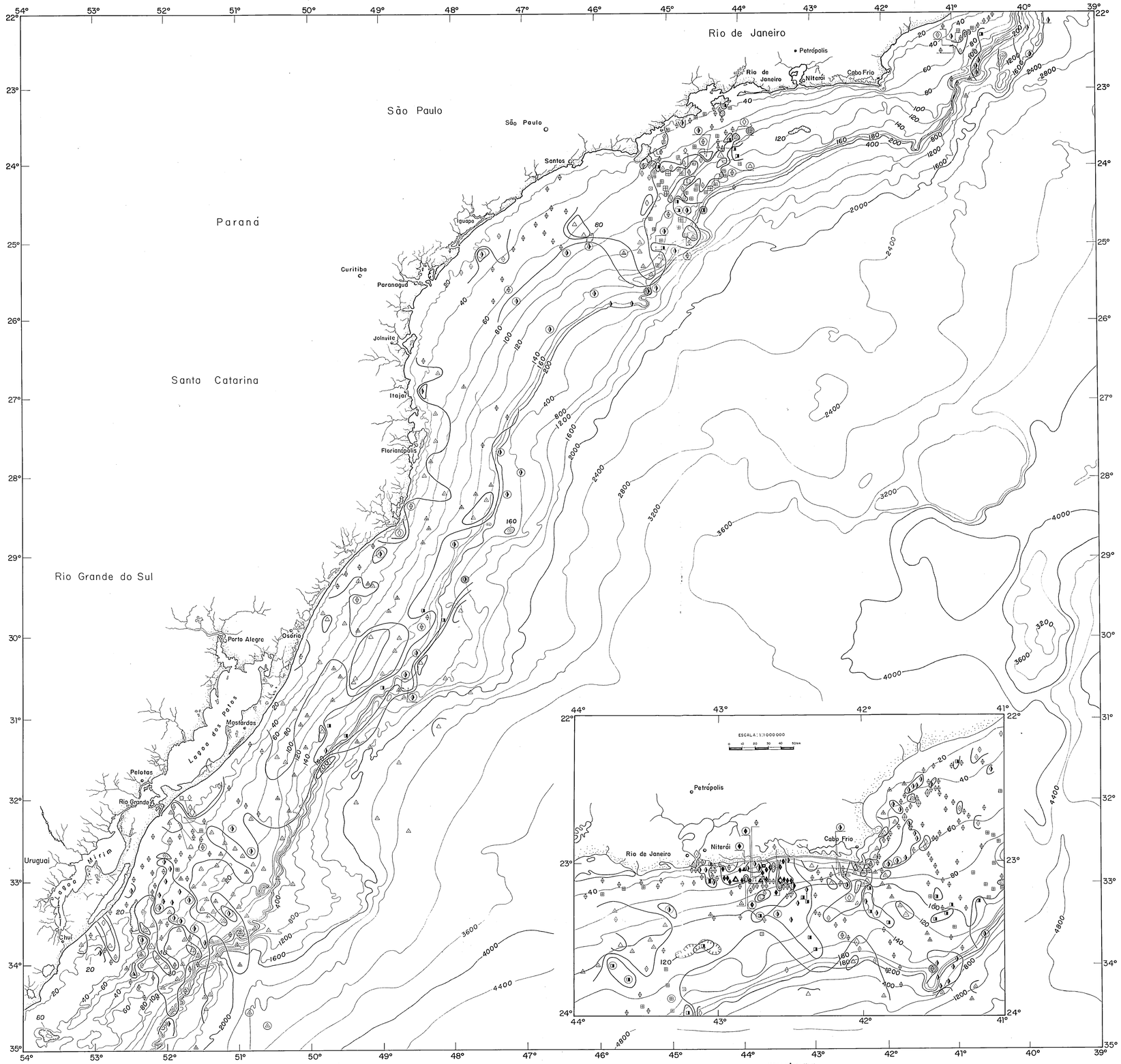
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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.

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



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 - 0,09
0,25 - 0,56	1,20 - 1,77	0,09 - 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

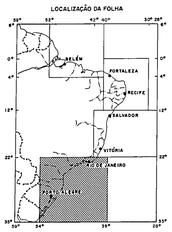
- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade
rio
isóbatas em metros
depressão

Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBROSCKI, S.S. 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 - 4 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

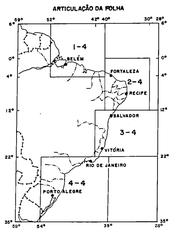
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE FERRO E NÍQUEL

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 Gilda da Nóbrega 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)

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa está registrada a distribuição dos teores de magnésio (Mg) e bário (Ba) na parte sudeste-sul da Plataforma Continental Brasileira.

Estão associados ao cálcio e estrôncio como elementos relacionados à montmorilonita e opostos ao sódio e alumínio na distribuição geográfica de aportes terrígenos (Porthault, H. et Sauvan, P. 1977). Estão incluídos, a exemplo do Ca, Sr e Cu, como intimamente relacionados à sedimentação organógena na área da Plataforma Continental Alagoas-Sergipe (Coutinho, P. N. 1979).

A correlação entre os dois elementos, no entanto, é baixa (r = 0,08) considerando todas as amostras analisadas.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Koenmann, R.O. e Costa, W.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de moluscos e briozoários. O mau estado de preservação dos componentes da fácies carbonática atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral são as prováveis áreas-fonte para essa mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na área-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalusita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira, e essencialmente das Bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam áreas-fonte pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR-VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro a Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR-I, IV, VI, XIII, XIV e XVII que 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 magnésio são 0,02 e 10%, enquanto que para o bário situam-se 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 (0,033; 0,12; 0,35; 0,30; 0,56; 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

Os teores de magnésio, neste mapa, variam entre 0,02 e 2,0%. Na tabela abaixo, a estatística básica para o elemento, incluindo todos os sedimentos analisados na Plataforma Continental Brasileira, é a seguinte:

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	2,95	1,12

Para o bário, observa-se taxa de variação de < 20 a 1000 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento na Plataforma Continental Brasileira, são:

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	130	1,54	0,45
Sedimentos Carbonáticos	85	2,85	1,41

O magnésio revela conter maior teor médio sobre os sedimentos carbonáticos, enquanto que o bário revela maior concentração nos sedimentos sílitico argilosos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO MAGNÉSIO E BÁRIO

A distribuição dos teores de magnésio na parte nordeste da folha, onde foi feita a ampliação, apresenta um aumento gradual das faixas mais baixas, passando para a faixa interna diária até a região entre Niterói e Cabo Frio. Neste trecho existe uma zona de predominância de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos com um "trend" na faixa geoquímica elevada, que se estende desde o litoral até o talude continental. Outro "trend" semelhante ocorre já na altura da Baía de Guanabara a partir da cota de 50 metros até as profundidades mais elevadas. Nessa área, próximo ao litoral, os teores do elemento estão incluídos nas faixas geoquímicas baixas e intermediárias.

Entre Rio de Janeiro e São Paulo, nota-se um aumento gradativo na direção da Plataforma externa, com o aumento da profundidade, onde predominam materiais sílitico argilosos e quartzo feldspáticos. Na altura de Santos, observa-se que os teores de magnésio estão na faixa mediana próximo à linha de costa, sendo mais elevados em direção ao talude continental.

Em direção ao sul, existe um "trend" de valores elevados com predominância de material argiloso, seguindo paralelo à costa. Na altura da cidade do Rio Grande o "trend" inclina na direção do talude continental. Do Rio Grande até Chuí o padrão de distribuição do elemento na plataforma interna e mediana é inclinado em relação à linha da Costa. Na plataforma externa o padrão é perpendicular.

Observam-se teores realçados de bário em algumas áreas, que se concentram em grupos de três a quatro amostras. Pode-se mencionar três agrupamentos a sudeste, e a nordeste de Cabo Frio e no litoral de Niterói, na área ampliada. Pode-se mencionar, também, outras áreas na altura de Santos, Iguape e Joinville. A incidência de teores de bário nas faixas elevadas é aumentada para sul, na região entre Rio Grande e Chuí.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O padrão de distribuição do magnésio nesta parte da plataforma, indica uma zona elevada na parte central envolvendo principalmente sedimentos sílitico argilosos de origem marinha e quartzo feldspáticos. Sabe-se que a montmorilonita e a ilita presentes nesta parte da Plataforma Continental devem ter absorvido o elemento na sua estrutura cristalina, e a augita pode também ter contribuído para o aumento do magnésio nos sedimentos arenosos. Já na região do Rio de Janeiro até o litoral de São Paulo e ao sul do Rio Grande até Chuí, predomina um padrão de distribuição perpendicular à linha de costa, significando, possivelmente uma contribuição fluvial nesses locais.

Entre estes trechos predomina o "trend" paralelo ao litoral. É possível que este formato tenha sido influenciado pela corrente do Brasil que segue no sentido NW-SE com direção para o sul.

Os teores ressaltados de bário na região de Cabo Frio podem estar relacionados com as rochas alcalinas presentes no litoral. Esta mesma feição pode estar ocorrendo no litoral de São Paulo, nas rochas alcalinas de Ilha Bela, próximo a Santos. Em Iguape os teores de bário podem estar relacionados ao intemperismo de rochas graníticas, alcalinas, ou mesmo calcários do Continente que foram carreados para o mar através do rio Ribeira.

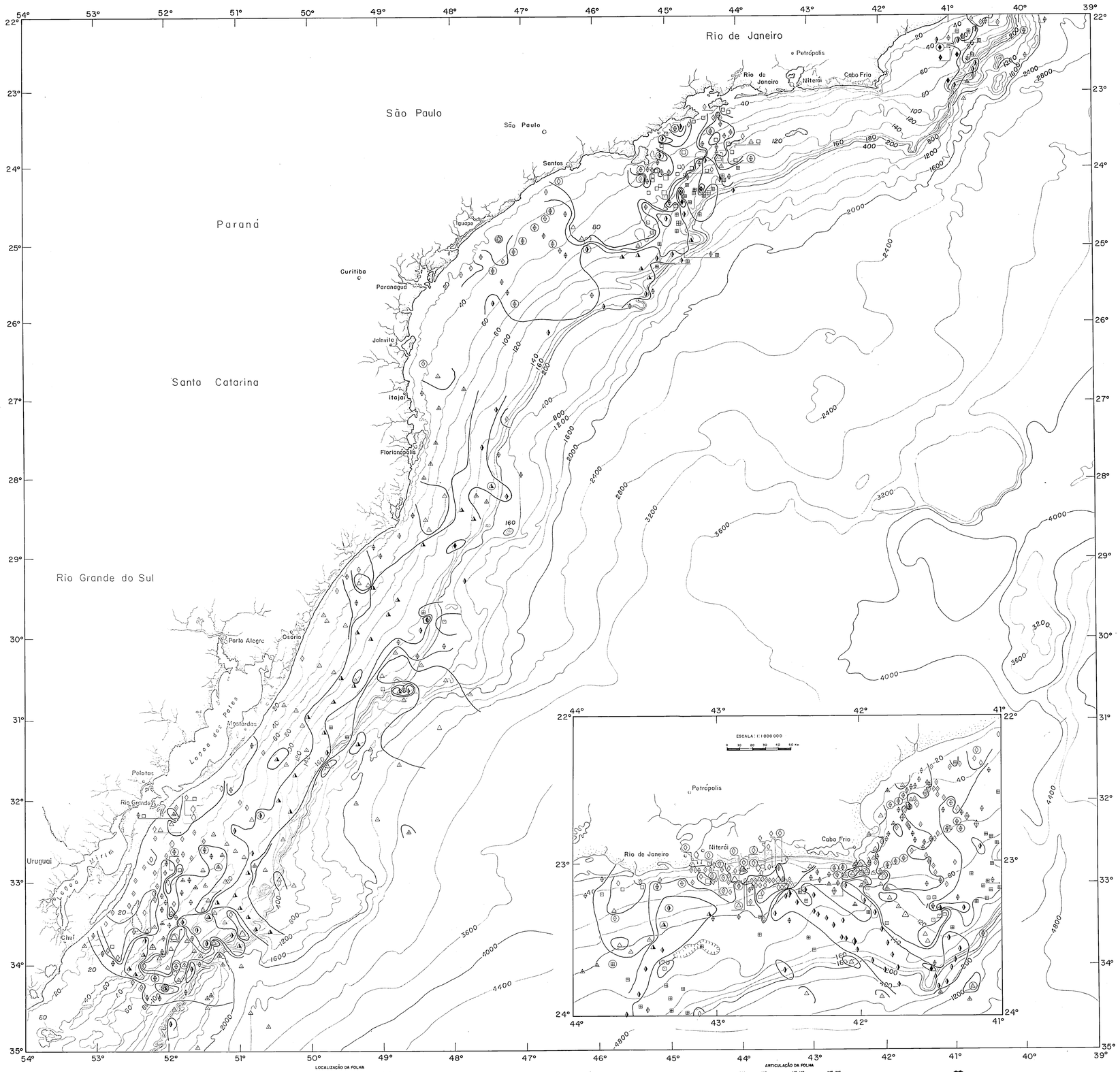
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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, W.P.A. - Sedimentação Quaternária da 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 petrolie et minière - Origin and Distribution of the elements - Second Symposium Physics and Chemistry of the Earth - vol. II - Pergamon Press - p. 703 - 716 - 1977.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

MAGNÉSIO (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 (%)
◇ 0,02 - 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	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ 251 - 562	△ 251 - 393	□ 251 - 562
◇ 562 - 2000	△ 393 - 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

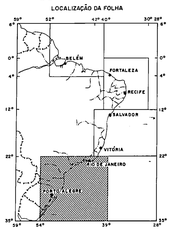
rio

isóbatas em metros

depressão

Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileiro, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCAL S.A. 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 - 4 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

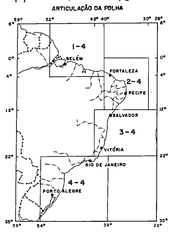
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE MAGNÉSIO E BÁRIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

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: Ivan S. dos Santos (DEPEG/RJ)

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição do cálcio (Ca) e estrôncio (Sr) na Plataforma Continental, sudeste-sul, está registrada no mapa.

Estes elementos estão associados a minerais aluminosos como feldspatos, ilita e caulinita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977). Podem ser considerados como elementos intimamente relacionados com a sedimentação orgânogena (Coutinho, P.N. 1979).

Apresentaram uma elevada correlação (r = 0,83) incluindo todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de moluscos e briozoários. O mau estado de preservação dos componentes da fácies carbonática, atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí, é a esmectita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre o Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral, são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas de plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na áreas-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalusita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira e associadas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro e Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII que 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 estão situados entre 0,05 e 20%, sendo que para o estrôncio estão 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 (0,083; 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 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 cálcio no mapa, está compreendida entre 0,5 e > 20%. Os parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, são os seguintes:

CÁLCIO	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	2,06	4,62	3,07
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	1,85	4,18	2,60
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	1,09	4,29	2,71
Sedimentos Carbonáticos	10,6	2,69	1,14

A taxa de variação do estrôncio está entre < 100 e >5000 ppm neste mapa. A estatística básica para o elemento, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira, está abaixo relacionada:

ESTRÔNCIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	552	2,60	1,37
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	409	2,34	1,07
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	225	2,14	0,69
Sedimentos Carbonáticos	1507	1,92	0,73

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO CÁLCIO E ESTRÔNCIO

A distribuição do cálcio, a partir do nordeste da área, apresenta um grande percentual de amostras com teores elevados. Esta zona de valores realçados prolonga-se até Cabo Frio onde sofre uma inflexão em direção ao litoral. Sofre uma pequena interrupção a partir da entrada da Baía de Guanabara para continuar logo após na direção sudeste, nas profundidades mais elevadas até as proximidades de Paranaguá, onde o halo se projeta em direção ao talude continental. Neste "trend" predominam os sedimentos carbonáticos, ocorrendo em menor quantidade, os sedimentos terrígenos. De Itajaí até a altura da cidade de Mostardas, temos outro "trend" de teores elevados de cálcio. Está localizado na plataforma média e externa. Nesta área, há a dominância de materiais terrígenos sobre os carbonáticos. No extremo sul, observa-se pequenos halos do elemento na plataforma interna, próximo ao banco de Albardão.

No tocante ao estrôncio, verifica-se que valores de relevância estão invariavelmente associados às zonas de destaque do cálcio. Merecem menção, as amostras localizadas na altura de Cabo Frio, em Santos, na altura de Osório e em frente de Mostardas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os teores de cálcio limitam notavelmente as zonas de ocorrência dos sedimentos biogênicos, nesta parte da Plataforma Continental Brasileira. Nos locais onde há uma maior concentração desse material, existe proporcionalmente maior quantidade de amostras com teores elevados. Incluem sedimentos biogênicos, além de terrígenos quartzo feldspáticos e sílitico argilosos. À medida que o material orgânico começa a rarear, o halo de dispersão do elemento também se afina até interromper, próximo a Paranaguá, iniciando-se depois em Itajaí, seguindo até Osório, no Rio Grande do Sul. Como o elemento preferencialmente segue o material biogênico, que se distribui na plataforma externa, existe igualmente um zoneamento no sentido do continente para o talude continental. Há que se considerar também, que os halos, sendo paralelos à linha de costa, podem estar revelando, do mesmo modo, a influência da Corrente do Brasil na conformação do halo geoquímico. Nota-se, entretanto, que este tipo de dispersão paralelo à costa não é observado nas imediações de Cabo Frio, sendo identificado a partir da Baía de Guanabara para o sul.

Em relação ao estrôncio, observa-se a presença de teores de destaque em associação aos sedimentos carbonáticos da plataforma externa, principalmente na altura de Cabo Frio, Santos e Osório.

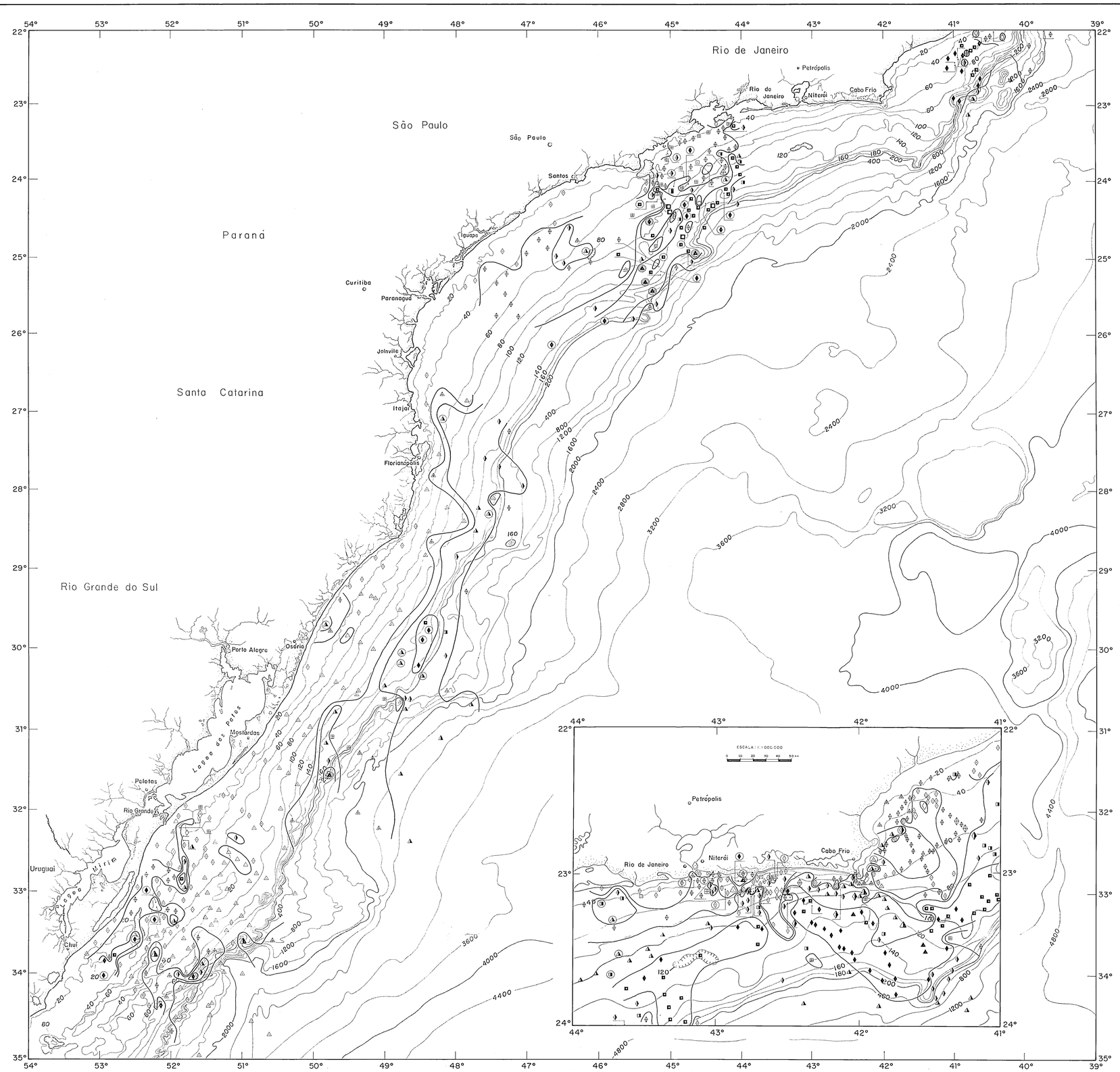
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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. 135-142 - 1979.

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.

PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la géochimie des éléments en traces en explorations pétrolie et minière - Origin and Distribution of the elements - Second Symposium Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703 - 718 - 1977.



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	562 - 1211	825 - 2510
> 5000	1211 -> 5000	2510 -> 5000

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

AMOSTRAS COINCIDENTES

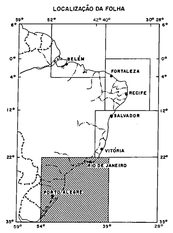
- Duas (2) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Cinco (5) a dez (10) amostras por local. Valor médio dos pontos de coleta.
- Linha limite das faixas geoquímicas

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- cidade
- rio
- isóbatas em metros
- depressão

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: 4-4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

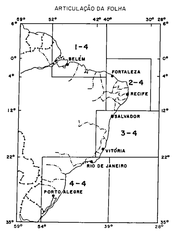
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CÁLCIO E ESTRÔNCIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Cécia da Nóbrega 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

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa mostra a distribuição dos teores de titânio (Ti) e zircônio (Zr) ao longo da Plataforma Continental Brasileira, parte sudeste-sul.

São associados, nos sedimentos terrígenos, a minerais residuais como zircão, rutilo, ilmenita, etc. (Vlasov, K.A. 1966) e (Hill, P.A. and Parker, A. 1970).

Titânio e zircônio são definidos, também, como ligados aos minerais aluminosos ou no feldspatos, ilita, caulinita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977).

O zircônio apresenta alto teor nas jazuitas 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 entre estes elementos é igual a r = 0,63, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira. A correlação mais baixa foi registrada nos sedimentos sílitico 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 na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, W.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, da Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lenosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e misturas de moluscos e briozoários. O meu estado de conservação dos componentes da fácies carbonática atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio ao Arroio Chuí é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas de faixas de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos de concentração de ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na área-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados,silimanita, cianita e sugita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalusita e sugita. A sugita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira, e mesmo máficas da Bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam áreas-fonte pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro a Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII que 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 semi-quantitative para trinta elementos. Os limites de detecção inferior e superior de titânio são 0,002 e 1,00. Para o zircônio os limites estão 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 (0,003; 0,12; 0,25; 0,30; 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, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Os teores de titânio na área, estão compreendidos entre 0,01 e >1,0%. A média, desvio padrão e coeficiente de variação para o elemento na Plataforma Continental Brasileira estão registrados abaixo:

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 Sílitico Argilosos	0,41	1,79	0,63
Sedimentos Carbonáticos	0,02	3,99	2,40

A variação dos teores do zircônio neste mapa está situada entre <10 e >1000 ppm. A estatística básica para o elemento, considerando toda a Plataforma Continental Brasileira, está abaixo relacionada:

ZIRCÔNIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	87,9	2,80	1,38
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	103	2,95	1,34
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	118	1,19	0,72
Sedimentos Carbonáticos	44,0	2,84	0,40

Estes elementos apresentam menor teor médio nas amostras de sedimentos carbonáticos e maior média sobre os sedimentos terrígenos sílitico argilosos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO TITÂNIO E ZIRCÔNIO

Os dados obtidos pela distribuição do titânio, no anexo, indicam uma zona de teores ressaltados na região de Cabo Frio, para nordeste, associados aos sedimentos terrígenos arenosos.

Outras zonas de menor tamanho são observadas sempre próximo à costa. Do Rio de Janeiro até Chuí, observam-se áreas onde são identificadas zonas com alta concentração do elemento. No trecho entre Rio de Janeiro e Paranaguá, são identificadas diversas halos com alto teor de titânio. Os três primeiros trechos, entre Rio de Janeiro e São Paulo, apresentam como características, a presença de amostras de sedimentos carbonáticos de recifes algas associadas a sedimentos quartzo feldspáticos com teor de titânio na faixa elevada. Nos dois trechos seguintes, próximo ao litoral de Santos e entre Iguape e Paranaguá, predominam sedimentos quartzo feldspáticos. Entre Florianópolis e Osório apresenta-se uma extensa área próximo ao litoral, com teores de titânio na faixa elevada. Finalmente, entre as cidades de Rio Grande e Chuí existe uma extensa região onde são identificados, pelo menos, três halos elevados de titânio. O maior halo exibe a maior concentração próximo à costa, diminuindo no trecho de maior profundidade.

O zircônio, de uma maneira geral, apresenta diversas amostres enquadradas nas últimas faixas geoquímicas. Três áreas, no entanto, são ressaltadas nesta parte da plataforma. A primeira está situada no litoral de Cabo Frio, próximo à costa, tendo o elemento associado principalmente aos sedimentos argilosos. A segunda área, entre o Rio de Janeiro e São Paulo. A terceira, e a de maior expressividade, localiza-se entre Rio Grande e Chuí.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta parte da Plataforma Continental é a que apresenta maior quantidade de zonas geoquímicas com teores elevados para titânio e zircônio. Nessas zonas, incluem-se áreas de concentrações anômalas de minerais pesados ilmenita, zirconita e monazita, como próximo a Iguape e Paranaguá, e a maior, entre Rio Grande e Chuí. Sabe-se da existência de paleocanais ao largo do litoral paulista, bem como das cavas entre bancos de areia transgressiva retrabalhada, no litoral de Alberdão, no litoral de Rio Grande do Sul (Palma, J.J.C. - 1979). Segundo o autor, o guia de prospecção de minerais pesados na Plataforma Continental é a identificação de feições submersas, quais sejam, extensões de vales fluviais e praias antigas próximas à costa, nas cavas de bancos arenosos da plataforma interna e na boca de estuários.

O halo de dispersão do titânio e zircônio ocorre sempre perpendicular à linha da costa e próximo ao continente. Isto pode estar indicando a influência terrígena para o aporte desses elementos no oceano.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

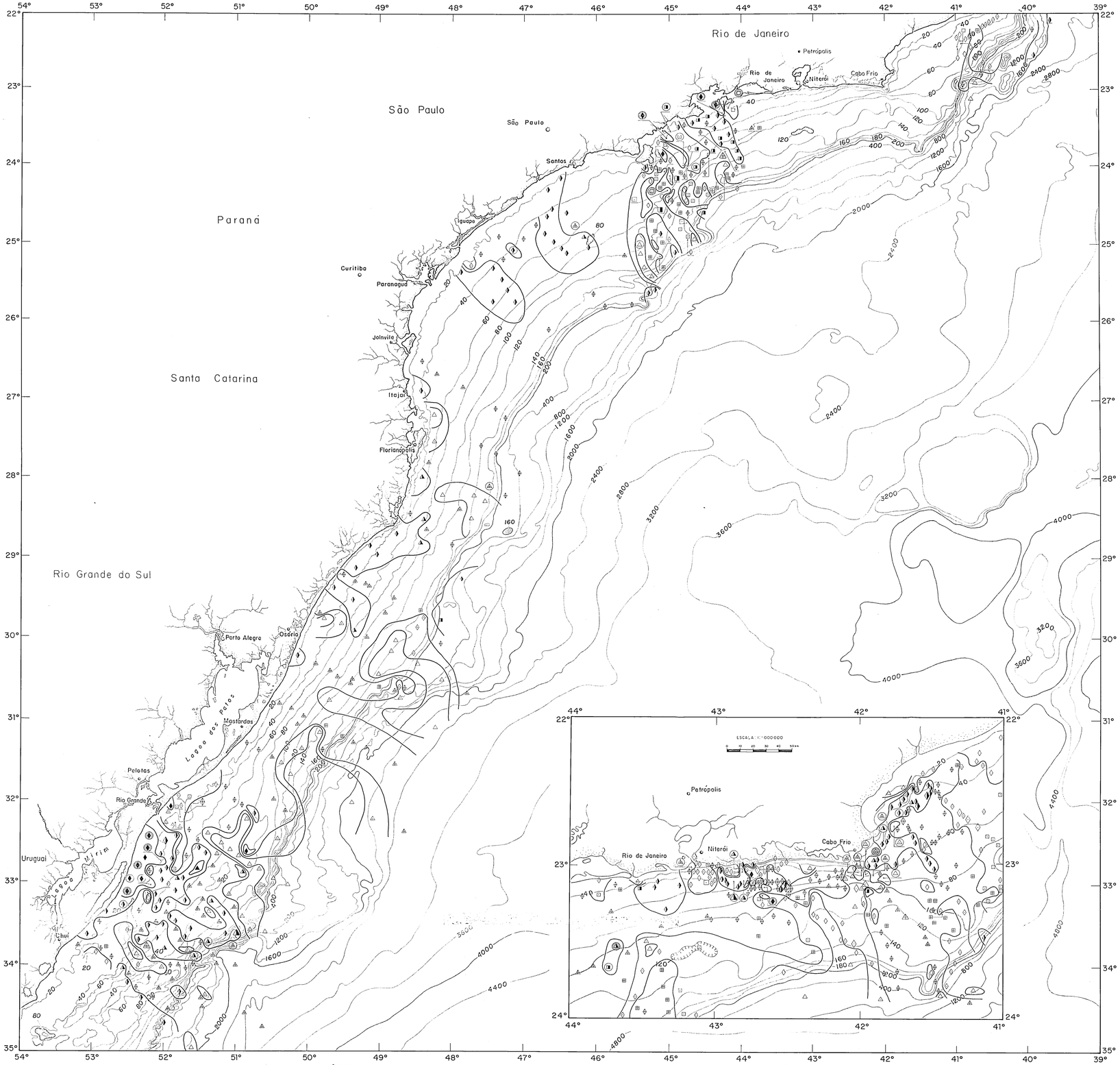
HILL, P.A. and PARKER, A. - Tin and Zirconium in the Sediments around British Isles. A preliminary reconnaissance. Economic Geology. Vol. 65 - p. 409-416 - 1970.

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.

PALMA, J.J.C. - Depositos de Minerais Pesados - Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 33 - 50 - 1979.

PORTHAULT, B. et SAUVAN, P. - Quelques applications de la géochimie des éléments en traces en exploration petrolie 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.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

TITÂNIO (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 (%)
◊ 0,002 - 0,025	△ 0,002 - 0,25	□ 0,002 - 0,000
◊ 0,025 - 0,12	△ 0,25 - 0,30	□ 0,000 - 0,025
◊ 0,12 - 0,30	△ 0,30 - 0,82	⊞ 0,025 - 0,12
◊ 0,30 - 0,56	△ 0,82 - 1	⊞ 0,12 - 0,30
◊ 0,56 - >1	△ > 1	⊞ 0,30 - 1

ZIRCÔNIO (elementos 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)
◊ 625 - 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) amostres por local. Valor médio dos pontos de coleta.

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

— - Linha Limite das faixas geoquímicas.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

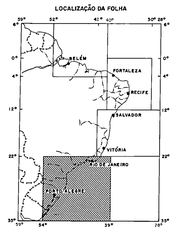
isóbatas em metros

depressão

C P R M
BIBLIOTECA
1975

Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSKI,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 - 4 - 4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

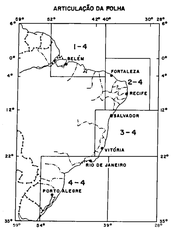
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE TITÂNIO E ZIRCÔNIO

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 Cécia de Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos decidirá: 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

No mapa está registrada a distribuição dos teores do manganês (Mn) e do escândio (Sc) na Plataforma Continental Brasileira, parte sudeste-sul.

Estes elementos apresentam raios iônicos e eletronegatividades similares (Vlasov, K.A. 1966), podendo o escândio substituir o manganês em compostos que ocorram na natureza.

Apesar da compatibilidade química os elementos citados apresentam correlação baixa, considerando todos os sedimentos da Plataforma Continental Brasileira (r = 0,29).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próxima a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lenoso provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de moluscos e briozoários. O mau estado de preservação dos componentes da fácies carbonática, atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí, é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre o Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral, são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos nas áreas fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andaluzita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira e associadas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro e Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII que foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas e menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o manganês estão 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; 0,25; 0,38; 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

Neste mapa o manganês varia de 30 a > 5000 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento na Plataforma Continental Brasileira, são os seguintes:

MANGANÊS	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Aravivo Geral	132	2,89	1,40
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	140	2,46	1,13
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	253	1,73	0,59
Sedimentos Carbonáticos	68,1	3,58	2,02

A taxa de variação dos teores do escândio, no mapa, está compreendida entre 5 e 15 ppm. A estatística básica para o elemento na Plataforma Continental Brasileira, está relacionada abaixo:

ESCÂNDIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Aravivo Geral	7,52	1,43	0,37
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	6,48	1,31	0,28
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	9,18	1,42	0,36
Sedimentos Carbonáticos	5,60	1,27	0,27

Para os dois elementos, o maior teor médio ocorre sobre os sedimentos terrígenos sílticos argilosos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO MANGANÊS E ESCÂNDIO

A distribuição dos teores de manganês no extremo nordeste e no anexo, está enquadrada, na maior parte do mapa, na faixa geoquímica intermediária. Destaca-se apenas, uma zona de valores elevados do elemento sobre sedimentos quartzo feldspáticos, na saída da Baía de Guanabara. Entre o Rio de Janeiro e Santos, na plataforma externa, uma faixa de valores ressaltados é observada em sedimentos carbonáticos. Outras amostras estão pontualmente distribuídas na plataforma média e interna. Entre Joinville e Osório, foi detectado um halo expressivo de manganês em sedimentos argilosos da plataforma média. No trecho compreendido entre Osório e Rio Grande, notam-se duas zonas de altos valores. A primeira compreende três amostras situadas entre 40 a 140 metros de profundidade. A segunda, situa-se no talude continental, em sedimentos argilosos, evidenciando um aumento na concentração do elemento, em profundidades maiores. Entre Rio Grande e Chuí, são observadas pequenas halos entre 20 e 40 metros e na região superior a 1500 metros de profundidade, em material sílticо argiloso.

No tocante ao escândio, observam-se no anexo, as áreas ao largo de Cabo Frio e no litoral do Rio de Janeiro com diversas amostras entre as curvas batimétricas de 60 e 120 metros com concentrações elevadas do elemento. Predominam nestas áreas, amostras de sedimentos lenosos. Na altura de Santos, nesse mesmo intervalo batimétrico, existem sedimentos argilosos com mesmas concentrações de escândio. Para o sul, as zonas de maior concentração do elemento, estão situadas em amostras da plataforma média, onde há dominância de sedimentos lenosos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as áreas de destaque relativos do manganês, neste mapa, podemos mencionar os trechos na entrada da Baía de Guanabara, onde deverá ser investigada a área fonte desses sedimentos. Existe a possibilidade deste halo ser devido a rejeitos de atividade humana. Na plataforma externa, ao largo da Ilha Bela, foram detectados teores elevados em areias de recife algal. Estudos realizados por Coutinho, P.N. 1979, na plataforma carbonática Alagoas-Sergipe indicaram que este elemento, apesar da associação à sedimentação terrígena, é igualmente influenciado pela sedimentação carbonática. Entre Florianópolis e Osório verifica-se principalmente a associação do elemento com os sedimentos argilosos de composição principalmente montmorilonítica e ilítica. Na área adjacente a este trecho, em argilas de maior profundidade observa-se um "trend" na direção do oceano profundo. Isto pode levar à suposição de ser encontrada área de ocorrência de nódulos de manganês, que apresentam importância econômica pelo teor de cobre, cobalto e níquel. Amaral, C.A.B. 1964, cita que estes nódulos são formados em geral, a profundidades em torno de 4000 metros. Em menor profundidade, os teores das substâncias de interesse são em geral mais baixos. Este fato é parcialmente confirmado ao se observar a figura 14 do trabalho de Xavier, A. e Costa, L.A. 1979 onde consta o mapa com a distribuição de depósitos ferromanganíferos no Atlântico Sul. Observa-se a presença de nódulos ou crosta no topo do furo de sondagem, em local próximo deste "trend".

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

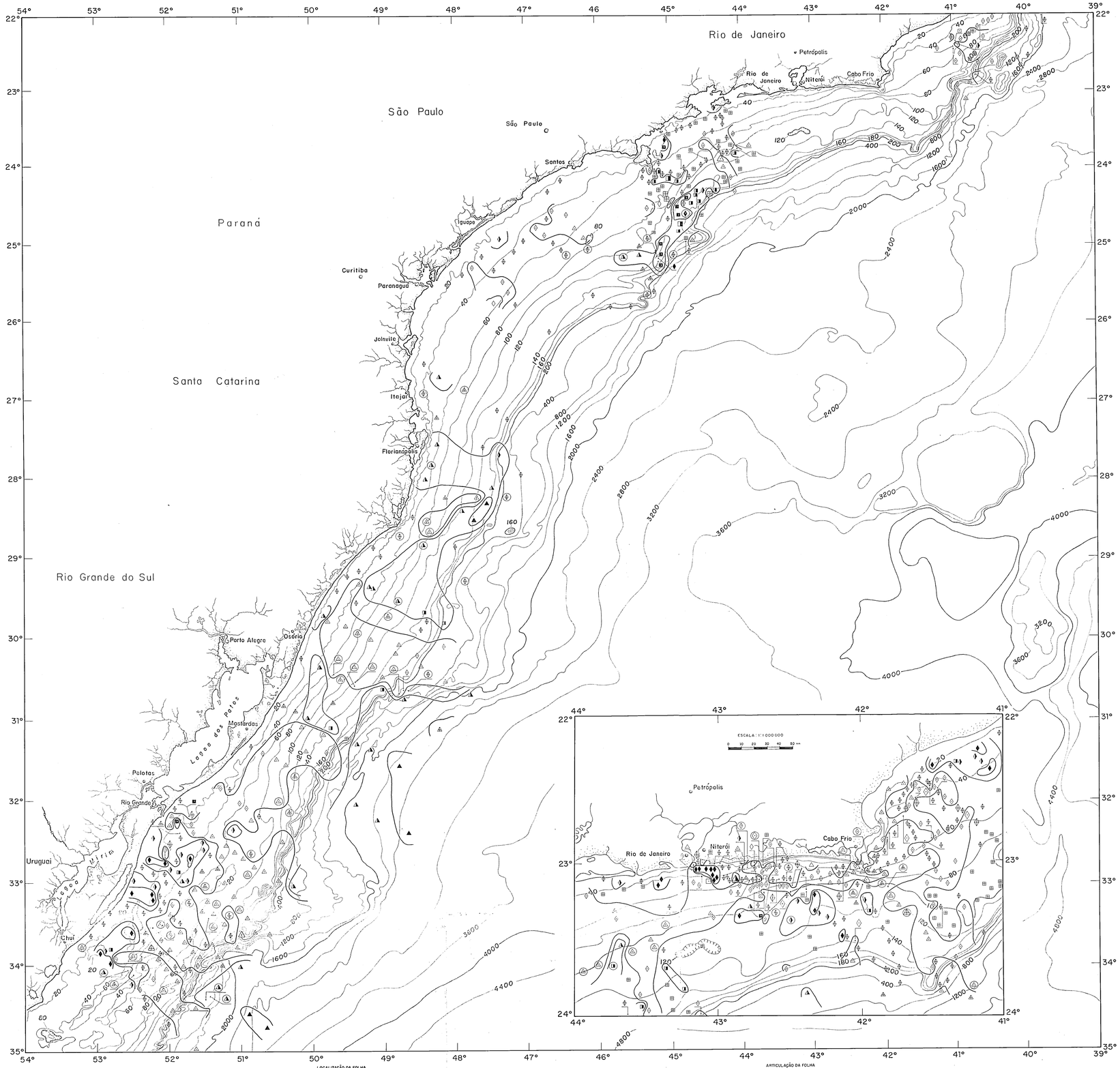
- Recursos da Área Oceânica - Geologia do Brasil - DNPM - Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais - Cap. XV - p. 491-500 - 1984.

COUTINHO, P.N. - Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental Alagoas-Sergipe - DNM - p. 135-142 - 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.

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.

XAVIER, R.A. e COSTA, L.A. - Depósitos de Cobre, Cobalto, Níquel e Manganês (nódulos polimetálicos). Série Projeto Remac, nº 10 - p. 73-98 - 1979.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

MANGANÊS (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticо Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◊ < 10 - 56	△ < 10 - 121	□ < 10 - 17
◊ 56 - 177	△ 121 - 261	□ 17 - 56
◊ 177 - 383	△ 261 - 393	□ 56 - 251
◊ 383 - 552	△ 393 - 552	□ 251 - 562
◊ 552 - 5000	△ 552 - 1500	□ 562 - 2000

ESCÂNDIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticо Argiloso	Amostras com predominância de 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.

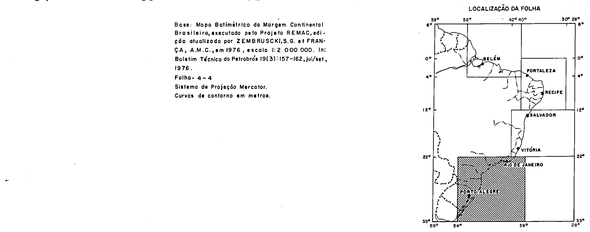
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

cidade

rio

isóbatas em metros

depressão



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCAL S.A. 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- 4-4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

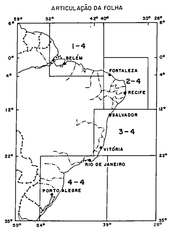
PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE MANGANÊS E ESCÂNDIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha 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 Armesto (DEPEC/RJ)
Desenho: Sidney Rangel Quintanilha

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

No mapa, está exposta a distribuição do cromo (Cr) e do cobalto (Co) na parte sudeste-sul da Plataforma Continental Brasileira.

Estes elementos são associados a elementos ferromagnesianos que correspondem a elementos ligados à clorita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977).

A correlação entre os elementos em todas as amostras da Plataforma Continental Brasileira, é igual a r = 0,43. A maior correlação é encontrada nos sedimentos carbonáticos (r = 0,63).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se externa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e misturas de moluscos e briozoários. O mau estado de preservação dos componentes da fácies carbonática, atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí, é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre o Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral, são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na área fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andaluzita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira e associadas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro e Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XII, XIV e XVII que 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 estão situados entre 10 e 5000 ppm enquanto que para o cobalto são de 5 e 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; 0,30; 0,56; 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, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Os teores de cromo, no mapa, estão compreendidos entre < 10 e 200 ppm. A estatística básica para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, está abaixo relacionada:

CROMO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	27,0	1,85	0,69
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	24,6	1,88	0,70
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	43,6	1,59	0,49
Sedimentos Carbonáticos	22,4	1,69	0,57

O cobalto apresenta variação na concentração de < 5 a 20 ppm. Os principais parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, são:

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	10,90	1,62	0,52
Sedimentos Carbonáticos	6,50	1,43	0,37

A média maior, para os dois elementos, está localizada nos sedimentos sílitico argilosos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CROMO E COBALTO

A distribuição do cromo a nordeste da folha, revela alguns locais onde o elemento se apresenta em zonas geoquímicas de destaque, principalmente em sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Na ampliação, na altura de Cabo Frio , nota-se uma região com valores de cromo pertencentes às faixas mais elevadas. Abrange amostras de material terrígeno quartzo feldspático e sílitico argiloso. Após uma interrupção, o halo prolonga-se até as amostras localizadas na profundidade de 200 metros. Outras áreas de dimensões menores são encontradas ao largo da Baía de Guanabara. Este mesmo padrão de halos de pequenas dimensões é observado até Santos. De Florianópolis para o sul, outro halo é identificado na plataforma interna, paralelo à costa. No trecho entre Mostardas e Chuí, diversos halos de tamanhos reduzidos são detectados, principalmente em amostras de sedimentos sílitico argilosos e quartzo feldspáticos.

As amostras com valores ressaltados de cobalto, no mapa anexo, são, na grande maioria, de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Estão distribuídas de forma isolada. No restante do mapa, o padrão é o mesmo. No extremo sul é verificado teor elevado do elemento, também associado a amostras de sedimentos sílitico argilosos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores de cromo nas faixas geoquímicas mais elevadas, estão situados, principalmente sobre as amostras de materiais arenosos e lamosos. Os halos de dispersão do elemento apresentam-se invariavelmente de tamanho reduzido e próximo à costa. Pode-se supor, baseado nestes fatos, que é grande a contribuição terrígena para o aporte do elemento nesta parte da Plataforma. No entanto, na plataforma externa das bacias de Campos, a nordeste, e de Santos, observa-se um incremento de cromo nos sedimentos superficiais, tendo na última área, extensão uma extensão considerável. Em linhas gerais, há indícios de que as rochas básicas da Formação Serra Geral contribuíram como áreas-fonte para o cromo. Um exemplo desta afirmação pode ser constatado, ao sul de Florianópolis, onde há um grande zoneamento de cromo. Sabe-se que nesta região a Formação Serra Geral alcança a zona litorânea (Carraro, C.C. et alii, 1974) . Provavelmente os valores realçados de elemento nos sedimentos da plataforma Sul Rio-grandense, são derivados dos sedimentos do rio da Prata, ricos em minerais de rocha básica (Urien, C.M.- 1972), como também, podem ser derivados dos sedimentos do Rio Grande.

Os teores de cobalto estão, principalmente, nas faixas geoquímicas elevadas em sedimentos terrígenos sílitico argilosos e quartzo feldspáticos, indicando a sua ascendência de rochas da suíte máfica. Pode-se constatar esta afirmação, verificando os teores realçados ao largo do Cabo de Santa Marta e no litoral do Rio Grande do Sul. Sabe-se, da influência das rochas básicas da Formação Serra Geral nestas áreas da Plataforma Continental Brasileira.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

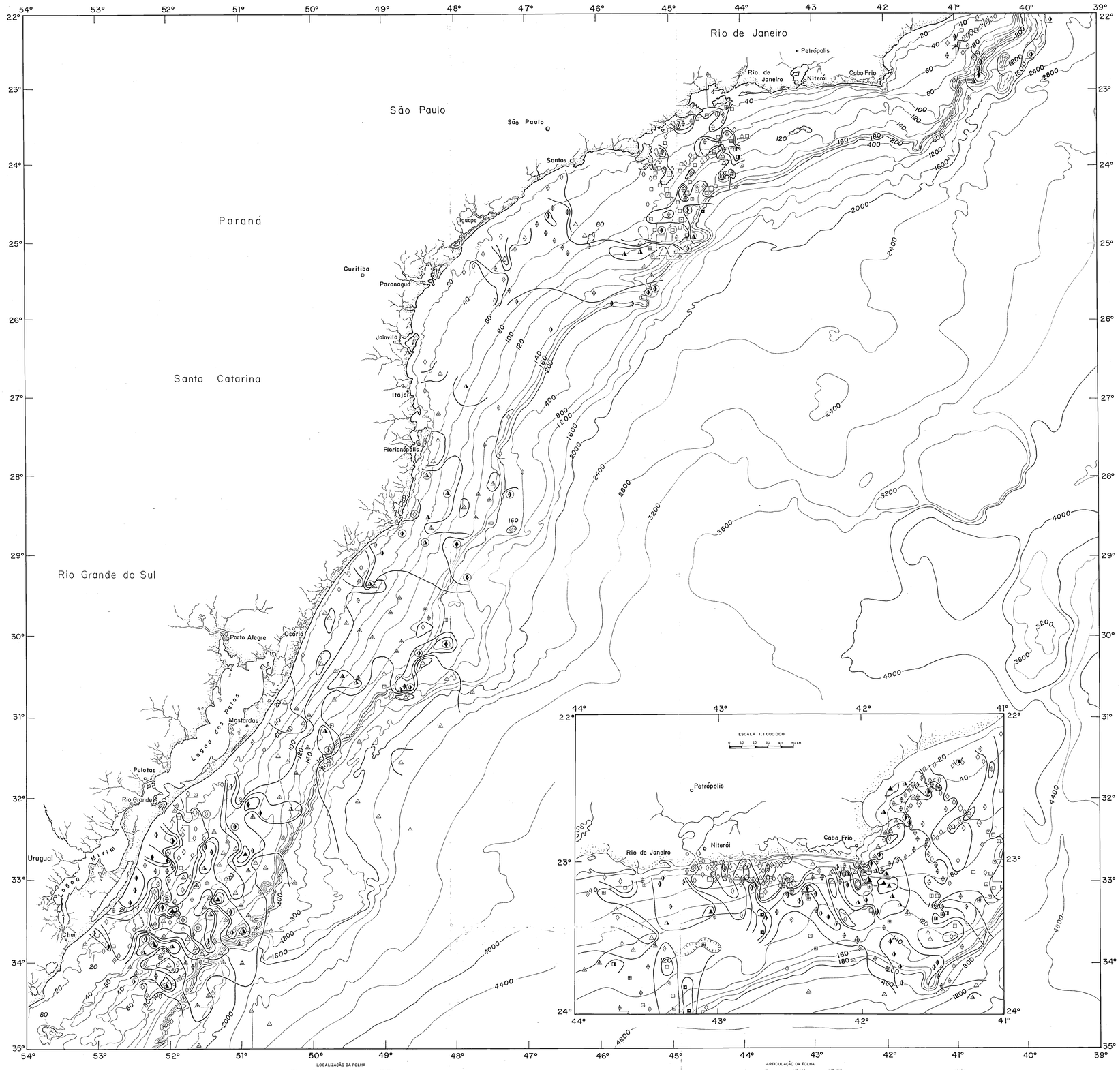
AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais da Plataforma Continental Brasileira- Série Projeto Remac, nº 10 - pags. - 9-14 - 1979.

CARRARO, C.C. et alii - Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS. Inst. Geoc., 1974 (mapa nº 6).

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.

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

URIEN, C.M. - Rio de la Plata estuary enviroments. In: NELSON, B.W., ed. Enviromental Framework of Coastal Plain Estuaries. Boulder, Colo., G.S.A., 1972 - p. 213-34 (Memoir 133).



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 - 25	□ < 10 - 12
◇ 12 - 25	△ 25 - 38	□ 12 - 25
◇ 25 - 38	△ 38 - 55	□ 25 - 38
◇ 38 - 62	△ 55 - 82	□ 38 - 55
◆ 62 - 200	▲ 62 - 100	■ 55 - 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 - 25	□ 8,2 - 12
◇ 17 - 20	△ 25 - 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.

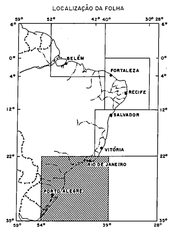
— Linha limite das faixas geoquímicas

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- cidade
- rio
- isóbatas em metros
- depressão

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: 4-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

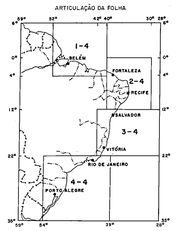
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CROMO E COBALTO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Horacio Ortiz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Cilcia 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: Ivan Soares dos Santos (DEPEG/RJ)

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica do boro (B) e berílio (Be) está exposta no mapa da Plataforma Continental Brasileira, parte sudeste-sul.

O boro é usualmente utilizado para estudos de paleosalinidade e como indicador de ambiente (Goldschmidt, V.M. and Peters, C. 1972). Existe a presença de berílio isomórfo em alguns minerais borosilicatados, onde o boro é encaixado em ambiente tetraedral de íons oxigênio. Há 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 na zona supérgena e sua mobilidade é restrita em rios, originando uma pequena habilidade migratória.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, W.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de moluscos e briozoários. O mau estado de conservação dos componentes da fácies carbonática atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí é a montmorilonita, em trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na área-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados,silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalusita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira, e mesozóicas da Bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam áreas-fonte pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro e Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII que foram selecionadas para análise geoquímica. Após a homogenização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a malha 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 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; 0,30; 0,56; 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, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Os teores de boro, neste mapa, variam entre <10 e 150 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento na Plataforma Continental Brasileira, são:

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

O berílio, na área, apresenta variação de teores entre <1 e 50 ppm. A estatística básica para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, mostra:

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 Sílitico Argilosos	1,15	1,25	0,23
Sedimentos Carbonáticos	1,37	2,30	1,00

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO BORO E BERÍLIO

Os valores de boro na área amplaida, estão incluídos na maior parte, nas faixas intermediárias. Um enxaimento nos teores é percebido a partir da Baía de Guanabara, estendendo-se para profundidades maiores em um "trend" descontínuo com direção NW-SE.

Para o sul até a cidade de Santos, predominam concentrações dentro das faixas intermediárias. Notam-se algumas amostras com teores mais elevados, sem se constituírem em "trends" definidos, na plataforma média e externa. Na plataforma interna, próximo a Iguape, observam-se duas amostras com teores ressaltados em sedimentos terrígenos arenosos. Na altura de Florianópolis, e mais ao sul, em Mostardas, são observadas pequenas zonas de valores elevados, em profundidades superiores a 100 metros. Outra zona de teores elevados, composta de quatro amostras de sedimentos terrígenos arenosos, entre as profundidades de 20 e 50 metros, está localizada ao sul da cidade de Rio Grande.

No tocante ao berílio, os teores estão enquadrados nas faixas baixas, na grande maioria das amostras. Destacam-se três amostras de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos com teores de 50, 30 e 10 ppm. As duas primeiras situam-se no litoral do Rio de Janeiro, na altura da Baía de Guanabara. A terceira amostra, está localizada a nordeste, na cota de 60 metros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de amostras nesta parte da Plataforma Continental, não exibiu muitos teores ressaltados de boro, conforme já relatado. As poucas zonas geoquímicas elevadas que foram observadas, correspondem a amostras, principalmente, de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos e sílitico argilosos, evidenciando, também a dissociação do elemento em relação aos sedimentos carbonáticos. A concentração de boro em sedimentos arenosos pode estar indicando a presença de minerais resistentes como turmalina, que pode ser o resultado de muitos processos geológicos como metamorfismo, intrusão ígnea ou migmatização tornando difícil a interpretação. O boro em materiais lamosos pode estar preferencialmente associado à ilita.

Deve ser investigada a procedência do berílio na plataforma interna, próximo à Baía de Guanabara; o elemento é típico de pegmatitos, granitos de granulação grossa e em zonas pneumatolíticas de metassomatismo. Sabe-se da existência de rochas graníticas na Serra dos Órgãos, que podem ser a fonte do elemento.

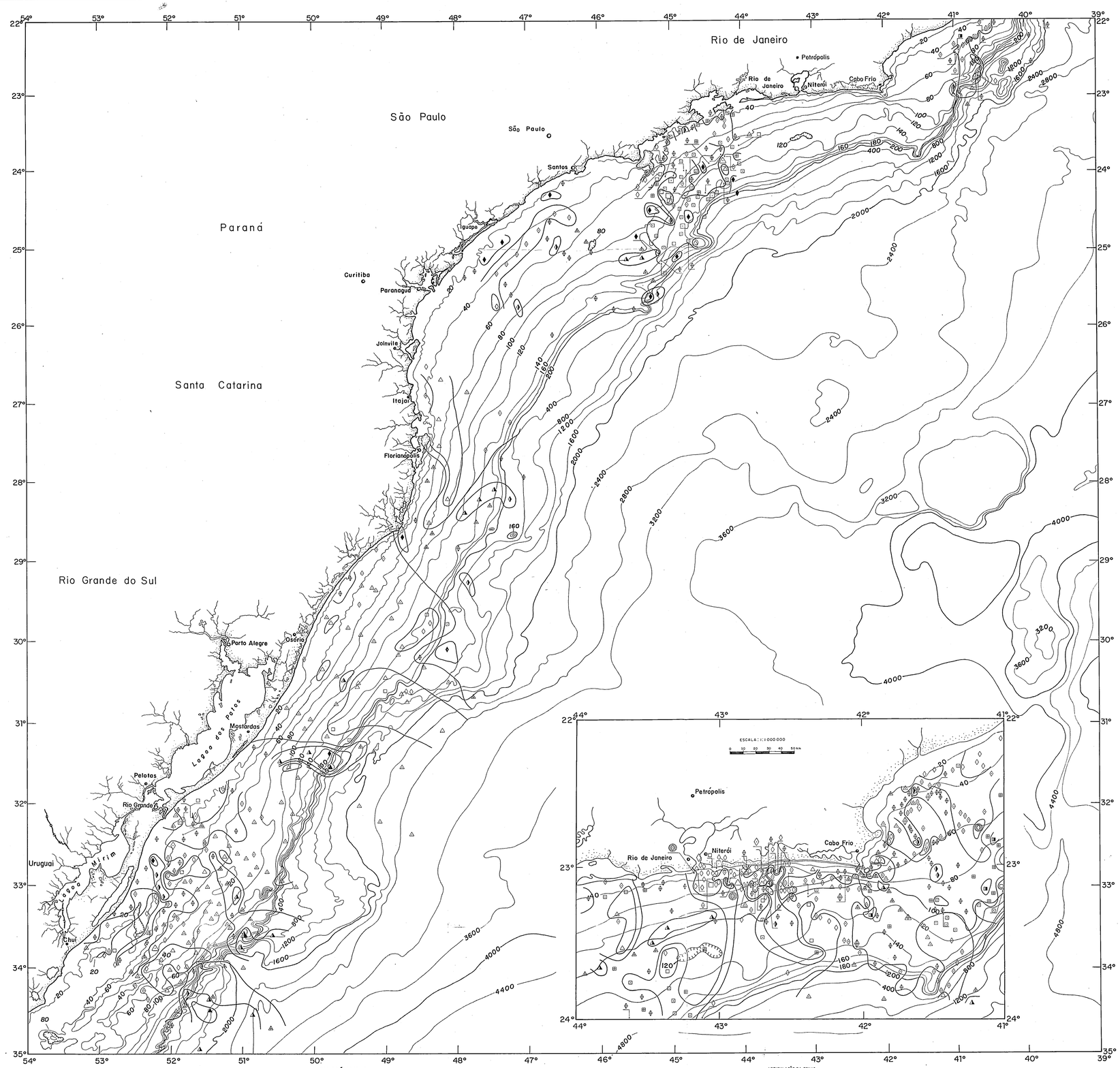
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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 PETERS, C. - The Geochemistry of Boron - Benchmark Paper in Geology V. 23 - Dowden, Hutchinson & Ross, INC. p. 6-8 - 1975.

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

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.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

BORO (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 - 17
◊ 12 - 26	△ 26 - 39	□ 17 - 39
◊ 26 - 56	△ 39 - 56	□ 39 - 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 Sílitico Argiloso	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

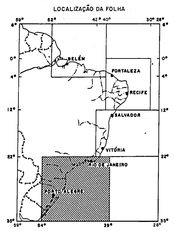
rio

isóbatas em metros

depressão

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 - 4-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

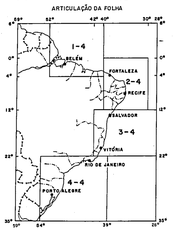
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE BORO E BERÍLIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Dino Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gilcia da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Barreira 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 Cimenes Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Sidney Rangel Quintanilha

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica do vanádio (V) e cobre (Cu) está representada ao longo da Margem Continental, parte sudeste-sul.

O vanádio, foi considerado como elemento principal, devido às características 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 fixado pela matéria orgânica (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977).

A correlação entre estes elementos é baixa considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira ($r = 0,20$). É um pouco mais elevada sobre o material sílticо argiloso ($r = 0,42$). Apresenta correlação negativa ($r = -0,05$) nos sedimentos carbonáticos.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próxima a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de moluscos e briozoários. O mau estado de preservação dos componentes da fácies carbonática, atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí, é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre o Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral, são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na área fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande, e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalusita e augita. A augita sugere contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira e escudocas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro a Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV, e XVII que 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 sensitilidade para o vanádio são, respectivamente, 10 e 10000 ppm, sendo que para o cobre estão 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; 0,38; 0,56; etc).

METODOLOGIA

Para efeito de 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 tipos principais de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. - 1979: sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticо argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A taxa de variação dos teores do vanádio no mapa, está situada entre 10 e 150 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, são:

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 Sílticо Argilosos	63,0	1,58	0,49
Sedimentos Carbonáticos	16,6	1,72	0,58

O cobre, na área, varia entre < 5 e 100 ppm. A estatística básica para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, está abaixo relacionada:

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 Sílticо Argilosos	13,2	1 62	0,51
Sedimentos Carbonáticos	8,31	1,95	0,76

O conjunto das tabelas acima, demonstra que o maior teor médio para os dois elementos, verifica-se no material sílticо argiloso.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO VANÁDIO E COBRE

A distribuição dos teores de vanádio no extremo nordeste, exibe um halo de valores elevados na plataforma externa, nas amostras de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos e sílticо argilosos. Na área ampliada, a maior parte das amostras está incluída dentro das faixas geoquímicas intermediárias. Observa-se um acréscimo em amostras de sedimentos carbonáticos, formando pequenos halos isolados, estendendo-se até Santos. Após um abaixamento na concentração, nota-se outro halo de valores elevados, na plataforma média e externa até ao largo de Paranaguá. É constituído de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Ao sul de Florianópolis, outra zona de valores realçados prolonga-se desde o litoral até a plataforma externa, formando um "trend" perpendicular à linha de costa. É constituído de sedimentos terrígenos arenosos e lamosos. Destacam-se, ainda, três trechos de pequena largura desde o litoral até a plataforma média. Estão localizados ao sul da Mostardas e constituem-se notadamente de materiais terrígenos quartzo feldspáticos.

Os teores de cobre estão baixos na maior parte das amostras. Valores de destaque são observados em pontos isolados ou formam pequenos agrupamentos de duas ou três amostras. Merecem menção alguns locais: ao largo de Joinville, próximo a Rio Grande na plataforma interna e média. Essas amostras são constituídas de sedimentos terrígenos arenosos e lamosos. Entre o Rio de Janeiro e Ilha Bela, algumas amostras isoladas de sedimentos carbonáticos apresentam teor de cobre na faixa geoquímica elevada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral, o padrão da distribuição dos valores de vanádio, na maior parte deste mapa é perpendicular à linha de costa. Tudo indica assim, que não houve grande influência da Corrente do Brasil para definição do "trend" de dispersão do elemento. Destacam-se as altas concentrações do vanádio nos sedimentos superficiais da plataforma média e externa da bacia de Santos e da plataforma externa da bacia de Campos. Sabe-se também, que o elemento ocorre em mais alto percentual, em rochas básicas. Provavelmente o halo geoquímico do elemento ao sul de Florianópolis e no litoral do Rio Grande do Sul seja proveniente de áreas fonte das rochas básicas da Formação Serra Geral. Essa formação atinge a zona litorânea desde o sul do Cabo de Santa Marta (Carraro, C.C. et alii, 1976). Há a influência do rio da Prata, rico em augita (Urien, C.M., 1972) para os sedimentos da Plataforma Continental Sul Riograndense. Segundo Millman, J.D. 1975, a carga do rio da Prata foi transportada para o norte após ter drenado extensas áreas da Formação Serra Geral.

No tocante ao cobre, verifica-se que os halos de dispersão são pequenos. A área que apresenta maior incidência de teores de destaque do elemento, está localizada no litoral do Rio Grande do Sul, onde o elemento provavelmente deve ser originado das rochas básicas da Formação Serra Geral.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

CARRARO, C.C. et alii - Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS. Inst. Geoc., 1974 (mapa nº 8).

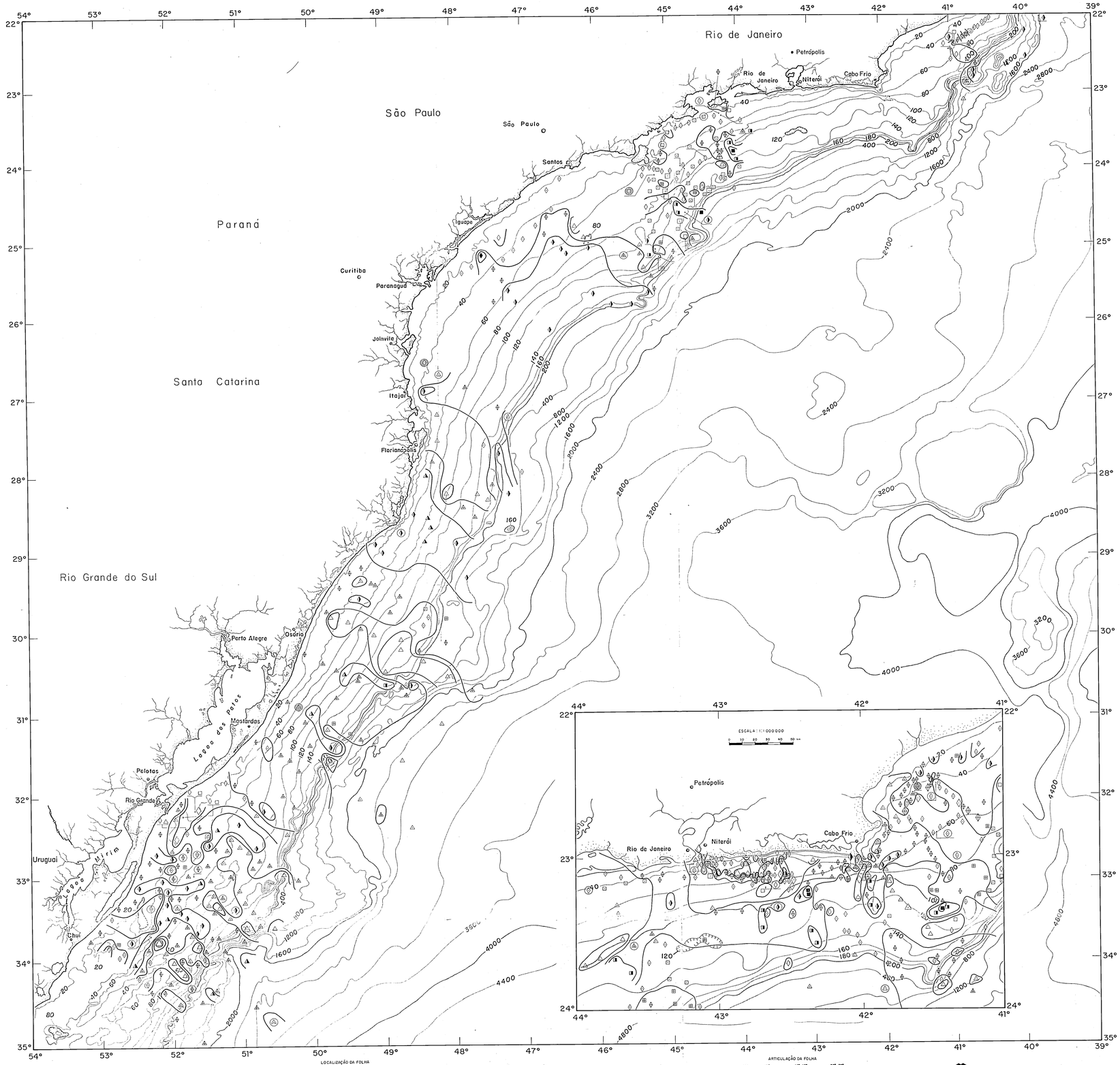
KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

MILLMAN, J.D. - A Synthesis Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4: p. 151-75, 1975.

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

URIEN, C.M. - Rio de La Plata estuary environments. In: NELSON, B.W., ed. Environmental Framework of Coastal Plain Estuaries. Boulder, Colo., U.S.A. 1972. p. 213-34 (Memoir 133).

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



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

VANÁDIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticо Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
< 10 - 12	< 10 - 38	< 10 - 12
12 - 26	38 - 56	12 - 17
26 - 56	56 - 82	17 - 26
56 - 251	82 - 177	26 - 56
251 - 300	177 - 200	56 - 100

COBRE (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticо Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
17 - 38	26 - 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

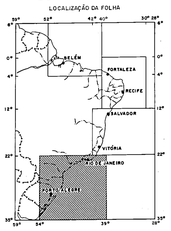
rio

isóbatas em metros

depressão

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- 4-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

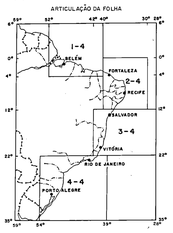
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE VANÁDIO E COBRE

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 Noronha Dino Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Cécia de Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Borreto 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 mostra a distribuição dos teores dos elementos chumbo (Pb) e ytrio (Y) na Plataforma Continental Brasileira, parte sudeste-sul.

Existe um isomorfismo heterovalente pronunciado entre o chumbo e o ytrio (Vlasov, K.A. 1966). Experimentalmente foi confirmada a substituição na galena, do chumbo pelo ytrio segundo o autor acima citado.

No processo supérgeno, é possível haver o enriquecimento de ytrio em alguns sedimentos marinhos. Minerais como limonita, ferrohaloisita, outras argilas, betumen e cinzas do carvão, contêm ytrio.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de esclusos e briozoários. O mau estado de conservação dos componentes da fácies carbonática atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramentos de Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processos de degradação dos solos na área-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados,alimenita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalucita e augita. A augita supõe contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira, e mesozóicas da Bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam áreas-fonte pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro a Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras da GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII que 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 2000 ppm, enquanto que para o ytrio estão compreendidos 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 (0,003; 0,12; 0,25; 0,38; 0,56; 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

As concentrações dos teores do chumbo no mapa, estão compreendidas entre <10 e 300 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento, considerando todas as amostras analisadas neste estudo da Plataforma Continental Brasileira, são:

CHUMBO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	14,8	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	16,3	2,01	0,79

O ytrio, na área, varia entre <10 e 30 ppm. A estatística básica para o elemento, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira, está abaixo relacionada:

YTRIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	14,9	1,40	0,35
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	14,0	1,39	0,34
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	17,3	1,36	0,32
Sedimentos Carbonáticos	13,5	1,40	0,34

O maior teor médio para o chumbo está presente nos sedimentos carbonáticos. Para o ytrio, a maior média encontra-se nos sedimentos sílticos argilosos. Nota-se que as médias nos três tipos de material estão bem próximas.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CHUMBO E YTRIO

A distribuição dos teores do chumbo, no mapa anexo, não revela grandes halos de valores ressaltados, sendo na maior parte, localizados em amostras isoladas de material arenoso. Na área, predominam sedimentos com teores nas faixas geoquímicas baixas a intermediárias. Para o sul, os valores permanecem dentro da faixa mediana, sendo que de Paranaguá a Chuí o halo de dispersão torna-se paralelo à linha de costa.

No que concerne ao ytrio, algumas amostras estão enquadradas nas faixas mais elevadas. Na área ampliada, são observadas quatro amostras alinhadas entre 100 e 120 metros, no extremo sudeste. São compostas de sedimentos terrígenos arenosos e carbonáticos. O restante do anexo mostra teores realçados de ytrio em amostras isoladas. Para o sul, os valores de ytrio são encontrados notadamente nos sedimentos da plataforma externa, até Iguape, no litoral de São Paulo. De Iguape até o extremo sul da folha, diminui o número de amostras com teores realçados do elemento. Em linhas gerais, estes valores são em maior quantidade nos materiais terrígenos quartzo feldspáticos, nesta parte da plataforma, ocorrendo também em sedimentos carbonáticos e terrígenos argilosos, em menor quantidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rigor, não existem muitos comentários a fazer sobre a distribuição do chumbo neste mapa, evidenciando-se, conforme já comentado, pequenos halos, talvez devido ao elemento ter uma dispersão principalmente clástica.

No caso do ytrio, é observada uma maior incidência na plataforma externa, notadamente até Paranaguá. Sabe-se que estes sedimentos são provenientes do retrabalhamento dos sedimentos pré-existentes na plataforma sul, devido ao pequeno aporte atual de finos, confirmado pela baixa concentração de material terrígeno em suspensão na água do mar (Santana, C.I - 1977). Sabe-se, no entanto, que o elemento é concentrado principalmente em granitóides e rochas relacionadas (Vlasov, K.A. op. cit. 1966), podendo se concentrar em alguns sedimentos marinhos.

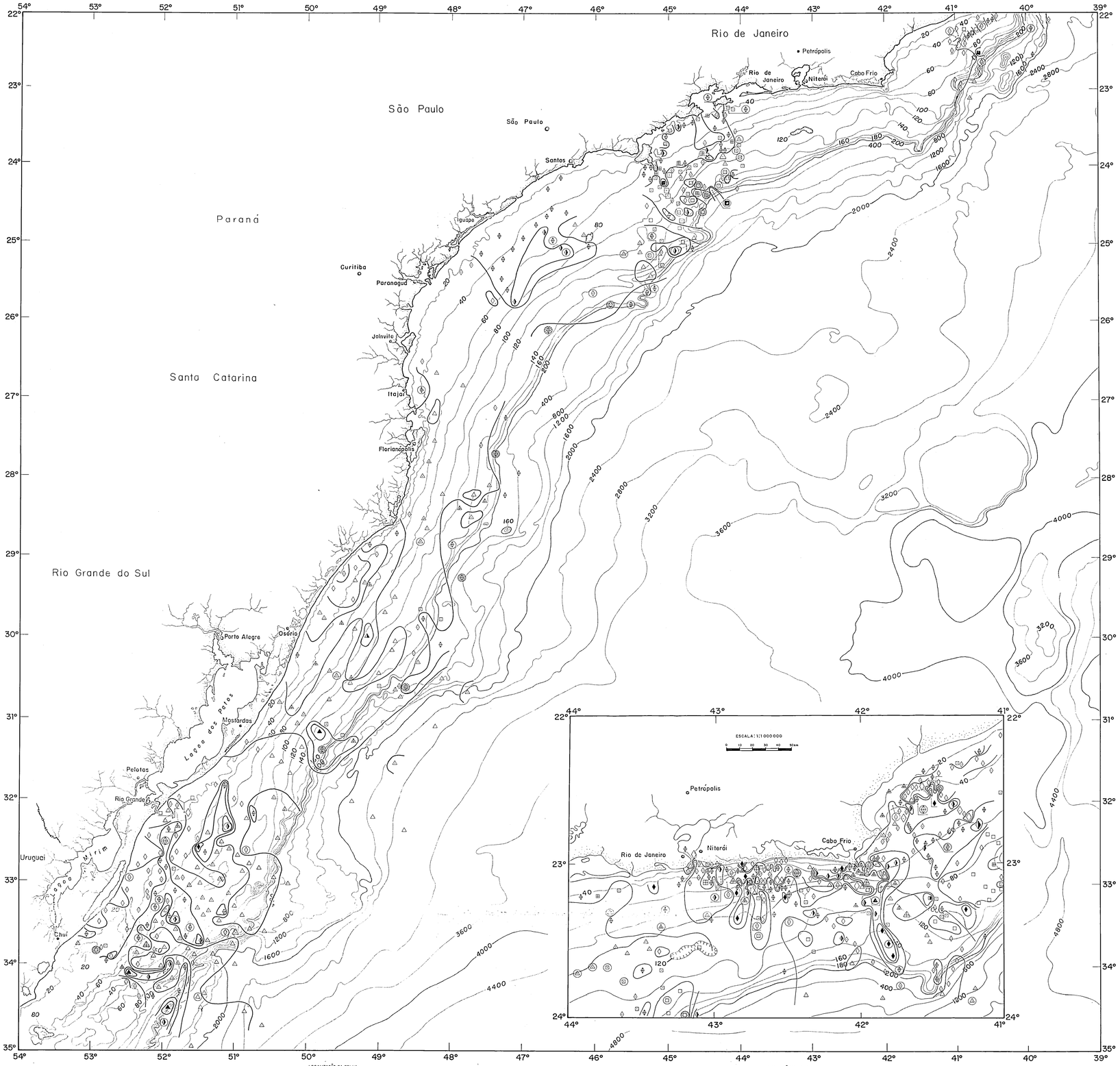
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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.

SANTANA, C.I. - Material em Suspensão nas Águas Superficiais da Plataforma Sudeste e Sul do Brasil, primavera de 1972 - Simpósio de Geologia do Nordeste (PB) p. 401-15 (Boletim do Núcleo do Nordeste, nº 6) - 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 - 689 pags. - 1966.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

CHUMBO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticio Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ < 10 - 10	△ < 10 - 12	□ < 10 - 12
◇ 10 - 12	△ 12 - 17	□ 12 - 17
◇ 12 - 17	△ 17 - 25	□ 17 - 30
◇ 17 - 25	△ 25 - 30	□ 30 - 62
◆ 25 - 70	▲ 30 - 70	■ 62 - 500

YTRIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticio Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ 25 - 30	△ 25 - 30	□ 25 - 30
◇ 30 - 100	△ 30 - 50	□ 30 - 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

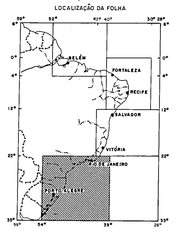
rio

isóbatas em metros

depressão

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: 4-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

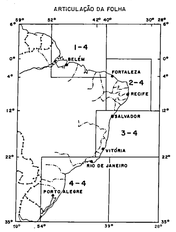
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CHUMBO E YTRIO

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 de Nabrega 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)

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica do nióbio (Nb) e do lantânio (La) está representada neste mapa, na parte sudeste-sul, da Plataforma Continental Brasileira.

O nióbio pode estar concentrado em formações detríticas devido à estabilidade de seus minerais. Lantânio e outras terras raras também se concentram em "placeres" dos quais os minerais mais importantes são monazita e xenotima (Boyle, R.W. 1974).

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

FÁCIES SEDIMENTARES E PEDOGÊNESE

A Plataforma Continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979): terrígeno na plataforma interna e média e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo do trabalho dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo a Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Arroio Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de recifes de algas, foraminíferos bentônicos e mistura de reliquiar e bioclástico. O seu estado de preservação dos componentes da fácies carbonática, atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa, entre o Cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí, existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte, parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas de faixa de dobramentos do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral, são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. Os aumentos da concentração da ilita em determinadas rochas da plataforma externa, poderiam refletir os processo de degradação dos solos na área fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados, silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andaluzita e augita. A augita surge contribuições de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramentos do Ribeira e mesozóicas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramentos do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Este mapa abrange as amostras coletadas durantes as expedições marinhas (GEOMAR's VII, X, XII (parte), XV, XVI (parte) e XX no trecho do litoral do Rio de Janeiro a Paranaguá. De Paranaguá até o Chuí foram analisadas as amostras das (GEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII que 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 nióbio são 10 e 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; 0,30; 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, sílitico argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Neste mapa as concentrações de nióbio estão compreendidas entre < 10 e 15 ppm. A média, o desvio padrão e o coeficiente de variação para o elemento em toda a Plataforma Continental, estão abaixo relacionados:

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 Sílitico Argilosos	10,1	1,08	0,08
Sedimentos Carbonáticos	-	-	-

No tocante ao lantânio, observa-se a taxa de variação desde < 20 e 150 ppm. A estatística efetuada para o elemento, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira, é a seguinte:

LANTÂNIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	29,2	1,55	0,05
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	27,3	1,52	0,44
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	34,1	1,54	0,45
Sedimentos Carbonáticos	25,0	1,47	0,40

Como acontece com as amostras coletadas em toda a Plataforma Continental, o nióbio só foi detectado em quantidade inferior a 5%.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO NIÓBIO E LANTÂNIO

A distribuição dos teores de nióbio nesta parte da Plataforma Continental, como no resto de toda a Costa Brasileira, exibe baixa detectabilidade. No mapa anexo, apresenta uma área que se destaca da paisagem geoquímica por apresentar diversas amostras com teores de nióbio na segunda faixa de concentração. Está localizada, no Alto de Cabo Frio, com as amostras orientadas da costa até a profundidade de 120 metros. As amostras são predominantemente de sedimentos terrígenos sílitico argilosos. Outras amostras são identificadas próximo ao litoral na altura de Niterói com 15 ppm de nióbio. São constituídas de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. No restante do mapa, do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, o elemento está incluído apenas na faixa geoquímica mais baixa.

O lantânio, por outro lado, apresenta diversas amostras com teores ressaltados. No mapa anexo, são observados alguns agrupamentos de duas ou três amostras que se constituem em pequenos "trends" de sedimentos terrígenos sílitico argilosos e quartzo feldspáticos. No restante do mapa, prevalece este mesmo padrão de dispersão. Pode-se observar um agrupamento, no litoral do Rio de Janeiro, entre 60 e 100 metros de profundidade. Outra região entre Florianópolis e Osório consta de cinco amostras de sedimentos lenosos entre as profundidades de 80 e 120 metros. Na altura de Osório é observado outro "trend" de material sílitico argiloso perpendicular à linha de costa, entre as curvas batimétricas de 100 e 140 metros. Entre Rio Grande e Chuí diversas amostras apresentam teor ressaltado de lantânio, notadamente em sedimentos arenosos próximo ao litoral e de sedimentos argilosos e arenosos na plataforma média e externa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da concentração do nióbio próximo ao litoral de Cabo Frio, está provavelmente indicando a sua derivação das rochas alcalinas presentes no local. Com o intemperismo dessas rochas, há a liberação do elemento que é fixado preferencialmente nas argilas ilíticas ou montmorilonítica nesta parte da plataforma. No restante do mapa, não se observam maiores concentrações do elemento. Devido à estabilidade de muitos minerais de nióbio sob condições supérgenas, o elemento tende a se concentrar em "placeres", não havendo grande dispersão no ambiente secundário e isso talvez explique a baixa detectabilidade no mesmo.

As maiores concentrações de lantânio, estão situadas principalmente nas latitudes abaixo de Florianópolis. Ao largo de Florianópolis, os teores realçados devem indicar que o elemento é derivado de rochas graníticas brasileiras (Mapa Geológico do Brasil - escala: 1:2.500.000), tendo as argilas montmorilonítica e ilíticas absorvido o elemento. Apesar de minerais como monazita e xenotima serem resistentes ao intemperismo e formarem em "placeres" a maioria dos minerais terras raras independentes provam ser instáveis sob condições supérgenas e sofrem alterações essenciais (Vlasov, K.A. 1966). A presença do elemento em sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, notadamente ao sul do Rio Grande, pode estar associada à concentração de monazita, ilmenita e zirconita presentes nas caixas dos bancos de areia transgressiva retrabalhada, na Plataforma Sul-Riograndense.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

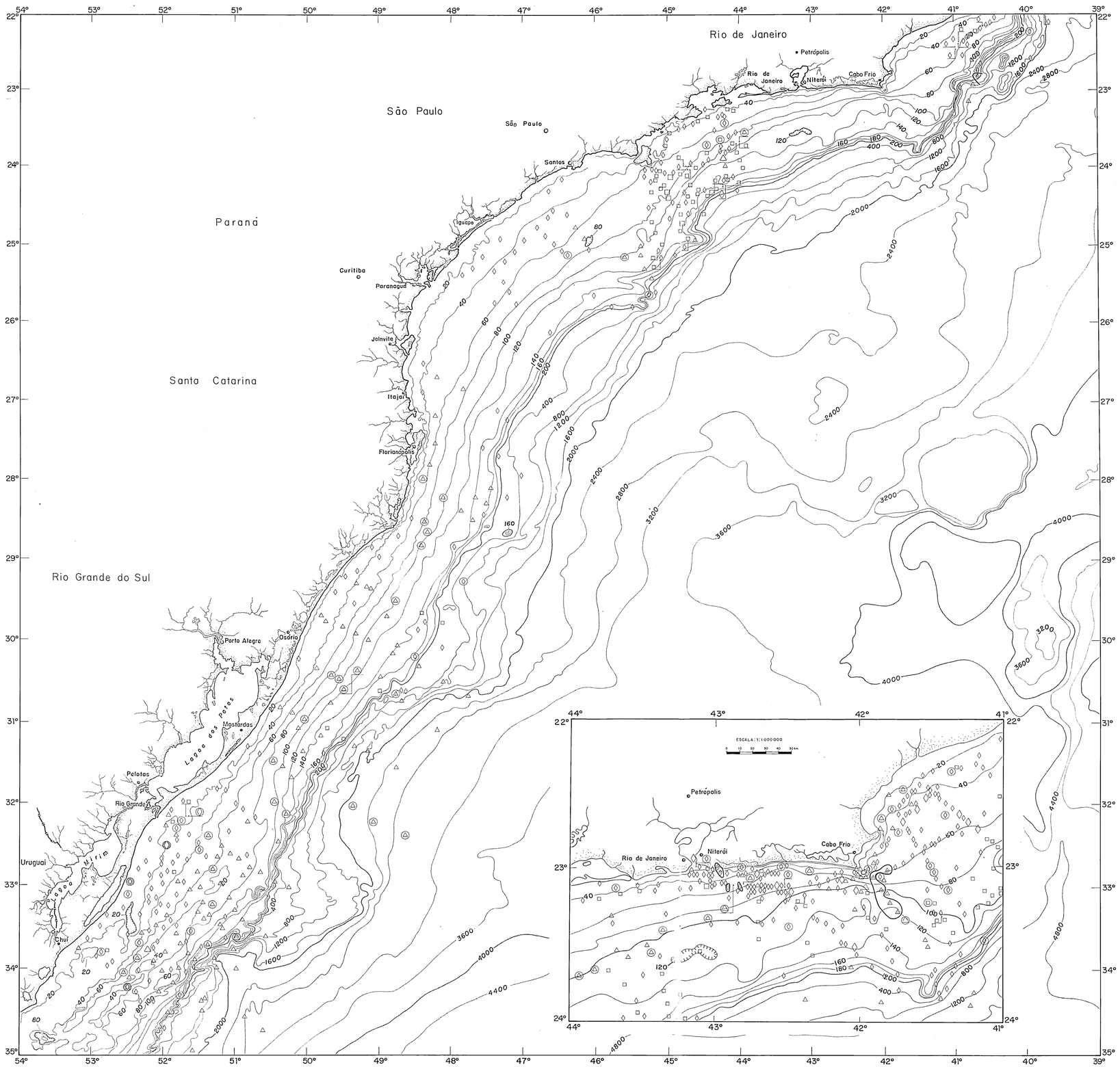
AMARAL, C.A.B. - Mapa de Recursos Minerais Superficiais de Plataforma Continental Brasileira - Série Projeto Remac, nº 10 - pags. 9-14 - 1979.

BOYLE, R.W. - Elemental Associations in Mineral Deposits and Indicator Elements of Interest in Geochemical Prospecting (Revised) Geological Survey of Canada. Paper 74-45 40pp 1974.

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 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.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

NIÓBIO (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 - 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 Sílitico Argiloso	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) e 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

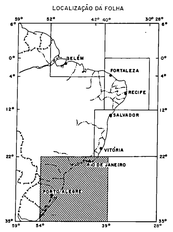
rio

isóbatas em metros

depressão

Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. e FRANCA, A.M.C., em 1978, escala 1:2.000.000. In: Boletim Técnico da Petrobrás 19(3):157-162, jul/set, 1976.
Folha - 4 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

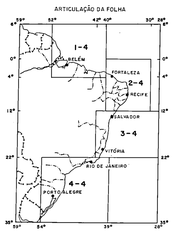
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE NIÓBIO E LANTÂNIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ANTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Dinis 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 da Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho: Luiz C.S. Pereira (DEPEG/RJ)

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica da matéria orgânica nos sedimentos superficiais da parte sudeste-sul da margem continental está representada neste mapa. Foram realizadas análises de carbono orgânico (C. Org.), índice de alteração térmica (IAT) e determinação de composição dos resíduos orgânicos (organolitos). Para a interpretação desses dados, além da bibliografia, foram consultados Cruz, N.M. e Baudoin, L.V., técnicos da Seção de Micoestratigrafia do LAMIN/CPRM e Mello, M.R. e Gaglianone, P.C. da seção de Geoquímica do CENPES/PETROBRÁS.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A plataforma continental na região sul apresenta dois domínios sedimentares bem definidos (Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. 1979): terrígeno na plataforma interna e média, e carbonático na plataforma externa. A descrição que se segue é um resumo dos trabalhos dos autores acima citados.

Os sedimentos terrígenos arenosos da plataforma interna de Cabo Frio ao Arroio Chuí apresentam retrabalhamento acentuado no último ciclo sedimentar, tendo uma predominância de argila próximo à Florianópolis. Na plataforma média, de Cabo Frio ao Chuí, observa-se extensa faixa lamosa provavelmente de origem marinha. Na plataforma externa, a partir de Cabo Frio até Rio Grande, é constituída de restos algais, foraminíferos bentônicos e misture de moluscos e briozoários. O mau estado de preservação dos componentes da fácies carbonática atesta uma fase de retrabalhamento em ambiente de alta energia.

O argilo-mineral dominante entre Cabo Frio e o Arroio Chuí é a montmorilonita, com trechos onde há mistura com ilita e caulinita. Em certos locais da plataforma externa entre o cabo de Santa Marta e o Arroio Chuí existe ocorrência significativa de ilita. As rochas-fonte para a montmorilonita na parte norte parecem ser provenientes de rochas alcalinas do Rio de Janeiro, granulitos e rochas básicas e ultrabásicas pré-cambrianas da faixa de dobramento do Ribeira. No sul, as rochas básicas da Formação Serra Geral são as prováveis áreas-fonte para esse mineral. O aumento da concentração da ilita em determinados trechos da plataforma externa poderia refletir o processo de degradação dos solos na área-fonte ou alteração diferencial, nos ambientes de sedimentação.

Os minerais pesados silimanita, cianita e augita ocorrem entre Cabo Frio e Ilha Grande e, deste trecho até o sul, cianita, estaurolita, andalusita e augita. A augita sugere contribuição de rochas máficas pré-cambrianas da faixa de dobramento do Ribeira e rochas básicas da bacia do Paraná. Os minerais restantes denunciam área-fonte pré-cambriana da faixa de dobramento do Ribeira.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

Foram utilizadas as amostras coletadas durante as expedições marinhas DEOMAR's VI, X, XII (parte), XV, XVI (parte), XX, operação Cabo Frio e Projeto Remac localizadas no trecho do litoral entre Rio de Janeiro e Paranaguá. De Paranaguá até o extremo sul foram analisadas as amostras das DEOMAR's IV, VI, XIII, XIV e XVII. Foram selecionadas, principalmente, as amostras com predominância de fração sílito argilosa, que devido à sua reduzida 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 selecionadas, também, algumas amostras de 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 (80º - 100º C) e pesado. Adiciona-se aceleradores (Fe, Sn ou Cu) e coloca-se nos queimadores LECO-mh12.

Em linhas gerais, o processo consiste em queimar a amostra a 1600ºC, 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 paleotermometria.

. 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

. Paleotermometria - estudo com luz transmitida

Através da coloração e preservação das organolitas, 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 pelas organolitas (Quadros, L.P. 1975).

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 a classificação em três tipos: tipos I, II e III de acordo com as análises das mesmas pela pirólise Rock-Eval (Santos, A. da S.-1984 e Gaglianone, P.C. e Trindade, L.A.F. - 1984). Assim, as organolitas consideradas como matéria orgânica vegetal superior (MOVI, MOVT e MOVL) são classificadas como tipo III. Por outro lado, as organolitas MOSC e MOVC, quando analisadas pela pirólise Rock-Eval são classificadas como tipo II. De acordo com as informações verbais de Mello, M.R. e Gaglianone, 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 de 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 serão considerados como organolitas retrabalhadas. Os valores de IAT em rochas carbonáticas apresentam problemas na leitura, de acordo com informações verbais de Mello, M.R. e Gaglianone, P.C., por isso mesmo só serão consideradas as determinações feitas em sedimentos argilosos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Os teores de carbono orgânico nesta folha estão situados entre 0,0% e 2,00%, que é a concentração mais elevada alcançada. Considerando todos os sedimentos da margem continental brasileira, temos os seguintes parâmetros estatísticos:

Carbono Orgânico (C. Org.)	média geométrica (%)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	0,37	2,06	0,83
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	0,27	2,32	1,01
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	0,47	1,73	0,59
Sedimentos Carbonáticos	0,26	2,04	0,81

Observa-se, pela análise da tabela, que a média nos sedimentos argilosos é superior à encontrada nos outros sedimentos.

O índice de alteração térmica, no mapa, varia de 1,5 a 2,75.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CARBONO ORGÂNICO E ORGANOLITAS

No extremo nordeste da folha, na área da bacia de Campos, os teores de carbono orgânico estão enquadrados nas faixas mais baixas (até 0,5%). No anexo, observam-se duas áreas com teores entre 0,5% e 1,0% de carbono orgânico. A primeira localiza-se nas proximidades de Cabo Frio, projetando-se para as profundidades mais elevadas. Vale dizer que essa área atrasa a região de ressurgência no litoral do Estado do Rio, já discutido por Dias, G.T. de M. et alii. (op. cit.). A outra área se inicia na altura da Baía de Guanabara entre as profundidades de 60 a 100 metros, prolongando-se para sudoeste. No litoral de São Paulo observa-se uma outra faixa de valores entre 0,5% a 1,0% de carbono orgânico entre as cotas 60 a 100 metros, provavelmente em continuação ao último "trend" citado. Mais ao sul, entre Florianópolis e a cidade do Rio Grande, apresenta-se um extenso "trend" NE-SW entre as curvas batimétricas 100 e 140 metros. Na altura de Osório o halo atinge até o litoral. É constituído, em sua maioria, de sedimentos sílticos argilosos. Na altura do Rio Grande, existe outro halo de valores entre 0,5% e 1,0%. Amostras esparsas, com teores acima de 1% ocorrem na direção do talude continental, mais ou menos no cânion do Rio Grande. No extremo sul, na direção de Chuí, está detectado outro halo de valores entre 0,5 e 1,0% de carbono orgânico, na direção do talude continental. Apresentam-se, também, interrupções com teores abaixo de 0,5%. Em amostra do talude superior, neste região, entre 1000 e 1200 metros, foi alcançado, em sedimento lenoso, o maior teor de carbono orgânico detectado neste trabalho. No tocante ao resíduo orgânico, apesar de percentualmente ser maior a quantidade de matéria orgânica do tipo II, observa-se um aumento no teor do material vegetal superior em duas das três amostras, o que lhes confere o caráter misto. Entre Campos e Cabo Frio a predominância é de material orgânico do tipo II, tendo algumas amostras apresentado um teor algo mais elevado do tipo III. Ao largo de Cabo Frio, persiste o mesmo padrão, tendo-se notado uma diminuição de matéria orgânica vegetal do litoral para o talude continental. Para o sul o padrão continua o mesmo, havendo uma leve tendência de ocorrer um aumento do tipo III, no litoral.

No litoral do Rio Grande do Sul já se observam amostras com predominância do tipo III, significando uma maior influência do material terrígeno à plataforma continental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do mapa de distribuição geoquímica indica, que na parte nordeste da folha e no anexo não foi detectada nenhuma amostra com teor acima de 1% de carbono orgânico. Conforme amplamente abordado por Dias, G.T. de M. et alii.(op. cit.), as condições altamente óxicas dessas áreas inibe a preservação da matéria orgânica nessa área de ressurgência da plataforma continental. Mello, M.R. e Estrella, G.O. (op. cit.) relatam que a baixa produtividade superficial parece exercer pequena influência sobre a concentração do carbono orgânico em meio óxido, sendo pobre em hidrogênio, por isso tende a gerar somente gás.

Por outro lado, os teores acima de 1,0% (tendo uma delas apresentado 2,00%) de carbono orgânico em amostras no talude continental, no extremo sul do Rio Grande do Sul, podem estar relacionados a uma maior oxigenação, que é por sua vez, dependente da circulação da água. Mello, R.M. e Estrella, G.O.(op. cit.) relatam que é possível ocorrer grande volume de águas anóxicas associadas a camadas de teor mínimo de oxigênio em oceanos abertos, havendo um enriquecimento orgânico significativo onde a camada de teor mínimo de oxigênio atinge o nível anóxico e intercepta o talude continental. Com relação ao estágio de maturação da matéria orgânica, pode-se observar que todas as amostras estão qualificadas como imaturas. Cabe salientar, apenas, alguns valores de até 2,75 de IAT em algumas amostras na plataforma média entre Florianópolis e Rio Grande. Em virtude do pequeno aporte atual de finos (Santana, C.I. 1977) nesta parte da plataforma, pode-se supor que este material está sendo retrabalhado e pertence a épocas mais remotas de sedimentação da plataforma continental.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

DIAS, G.T. de M., PALMA, J.J.C. e PONZI, V.R.A. - Matéria Orgânica no Quaternário da Margem Continental entre o Rio de Janeiro e Guaraqueçaba - LAGEMAR/UFRJ - CENPES/PETROBRÁS - 120 pp. 1982.

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

KOWSMANN, R.O., COSTA, M.P.A., VICALVI, M.A., COUTINHO, M.G.N., GAMBÔA, L.A.P. - Modelo de sedimentação holocênica na plataforma continental sul brasileira. In. Projeto REMAC - Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e do talude sul do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. CENPES. CINTEP. 1977 p. 7-25 - Série Projeto REMAC nº 2.

KOWSMANN, R.O., COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes, Série Projeto REMAC, nº 8 - 59 pags. 1979.

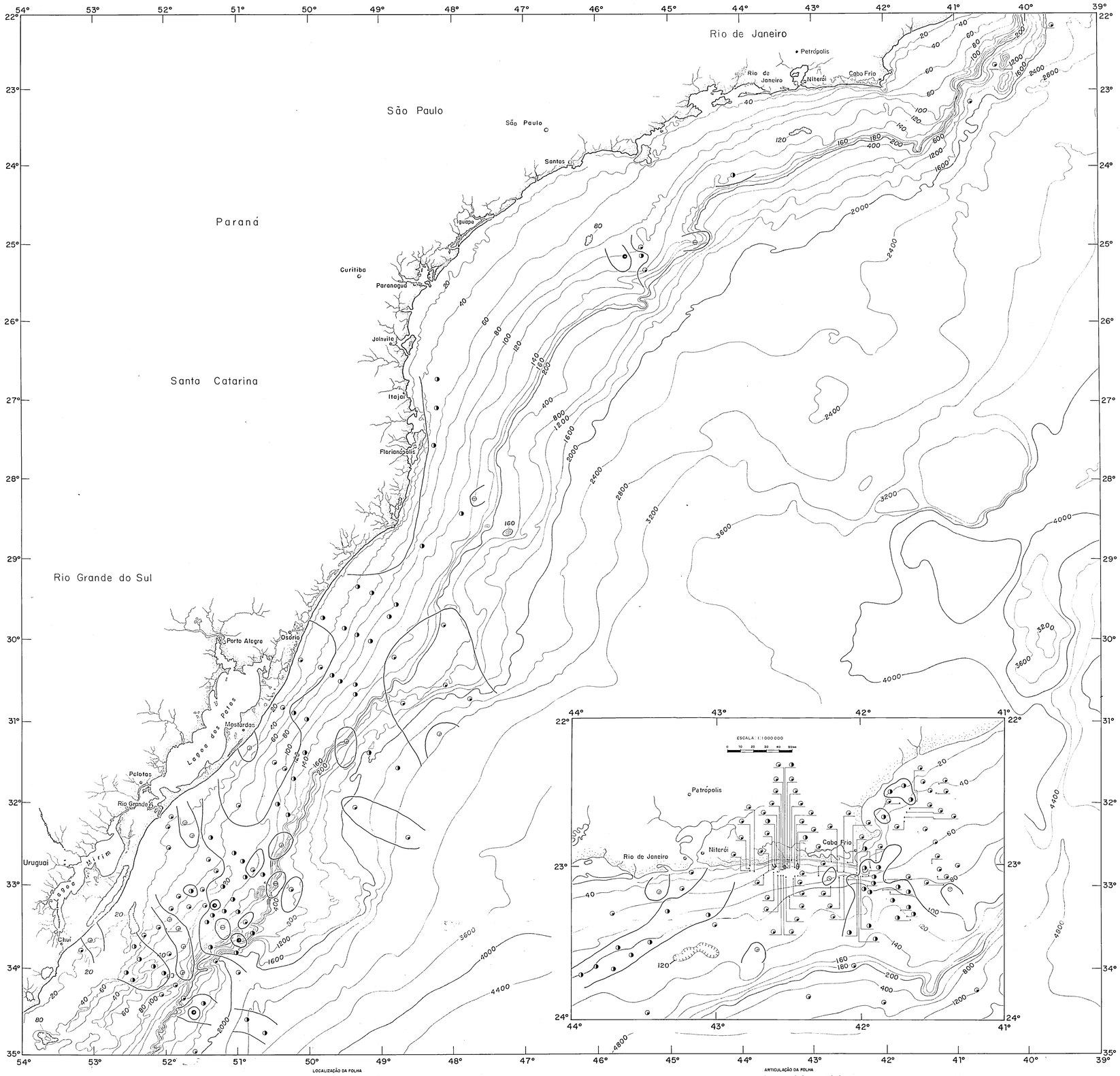
MELLO, M.R. e ESTRELLA, G.O - A geoquímica orgânica na exploração do petróleo - Geoquímica do Petróleo - CENPES/PETROBRÁS - p. 29-69 - setembro de 1984.

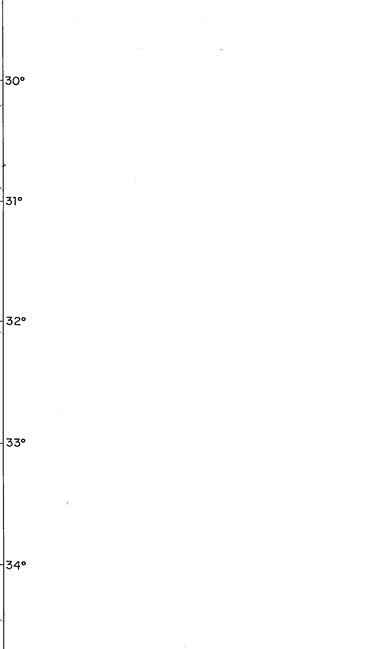
QUADROS, L.P. - Organozoolinologia na prospecção de petróleo - Bol. Téc. Petrobrás. R.J. v. 18, nº 1 - p.3 -11 - jan./mar. - 1975.

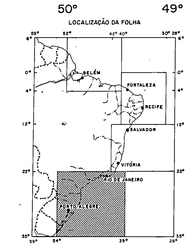
SANTANA, C.I. - Material em suspensão nas águas superficiais da plataforma sudeste e sul do Brasil, primavera de 1972. In. Simpósio de Geologia do Nordeste, 8. Campina Grande (PB) 30/10/77 a 01/11/77. Atas do Simpósio SBG., 1977. p. 401-15. (Boletim do Núcleo do Nordeste nº 6).

SANTOS, A.S. - Qualidade da 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 - AMG. Géologie nº 23629 Project @ 41-76032 - 33 pags. - 1979.







Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBROSCHI, S. 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: 4-4
Sistema de Projeção Mercator
Curvas de contorno em metros.

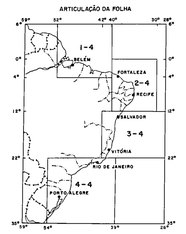
PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CARBONO ORGÂNICO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984



CPRM

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ)
Maria Gércia da Nobrega Coutinho (SUREAU/RJ)
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ)
Liana Borreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ)
Plotagem dos pontos: Júlio Cesar de Oliveira Lyrio (estagiário do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ)
Desenho : Ivon Soares dos Santos (DEPEG/RJ)