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 III

ANEXOS

I96

CPRM — DIVOTE
ARQUIVO TECNICO
Relatório n. 1722
N.º de Vols. 6 V. 3-S
Phl 009997

GILBERTO JOSÉ MACHADO

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

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I GEOQUÍMICA REGIONAL - TEXTO

VOLUME II ANEXOS

VOLUME III ANEXOS

VOLUME IV ANEXOS

VOLUME V ANEXOS

VOLUME VI APÊNDICE

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

Chefe do Projeto : Gilberto José Machado

Equipe executora : Gilberto José Machado
Liana Barreto Vaz Sampaio

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

Participação parcial : Mario Mitio Sugahara

Supervisão : Gustavo Noronha Diniz Gonçalves
Maria Glícia da Nóbrega Coutinho

Supervisão cartográfica : Regina Celia Gimenez Armesto

CPRM

APRESENTAÇÃO

Neste volume são apresentados os mapas de pontos de coleta e de distribuição geoquímica dos elementos Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, La, Nb, Ni, Pb, Sr, V, Y, Zr, carbono orgânico e organolitas em sedimentos marinhos da folha 2-4. Estão elaborados na escala 1:2.000.000, nos quais aparece a batimetria rebaixada, extraída dos mapas batimétricos da PETROBRÁS para o Projeto REMAC.

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição do ferro (Fe) e do níquel (Ni) está representada ao longo da Plataforma Nordestina do Brasil.

A associação Fe-Ni define uma fonte mais básica para os sedimentos. O primeiro elemento (Fe) pode estar associado à sedimentação terrígena e é igualmente influenciado pela sedimentação carbonática (Coutinho, P.N., 1979). O segundo elemento (Ni) é geralmente associado à matéria orgânica (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977), refletindo fielmente qualitativa e quantitivamente a fase orgânica. A correlação entre estes elementos é elevada (r = 0,716) considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de areias e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais neles encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas aparece ordem bem homogênea, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et. alii. 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12° S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a 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 ferro são de 0,05 e 20% e 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 (0,083; 0,12; 0,25; 0,33; 0,56; etc.).

METODOLOGIA

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

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

As concentrações do ferro na folha variam de 0,05 a 7,0%. Os parâmetros estatísticos básicos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira são os seguintes:

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

Neste mapa o níquel sofre variação de < 5 a 70 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento em toda 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 Sílticos Argilosos	22,6	1,63	0,52
Sedimentos Carbonáticos	2,10	1,66	0,55

As tabelas acima revelam que os sedimentos carbonáticos contêm menor concentração de ferro e níquel. Os parâmetros do desvio padrão e coeficiente de variação são mais elevados nos sedimentos carbonáticos e sedimentos quartzo feldspáticos para o caso do ferro. Para o níquel, o desvio padrão e coeficiente de variação são equivalentes.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO FERRO E DO NÍQUEL

Os teores de ferro, conforme constatado nos parâmetros estatísticos, apresentam-se baixos nos sedimentos carbonáticos, atingindo no mapa o valor máximo de 7,0%. Nota-se um ligeiro aumento nos sedimentos próximos ao continente, onde existe maior percentual de material terrígeno quartzo feldspático.

Na direção do talude continental, onde estão situados os sedimentos carbonáticos, o teor passa para as faixas mais baixas. Na altura de Fortaleza, uma amostra de sedimento quartzo feldspático exibe um teor elevado que se destaca na paisagem geoquímica. Na área ampliada, a priori, não existem áreas a destacar. A maioria dos teores estão posicionados na faixa geoquímica mais baixa, observando-se apenas um aumento próximo ao continente, quando os sedimentos carbonáticos coexistem com o material quartzo feldspático.

De Macau ao sul de Recife os teores de ferro estão baixos. Nesta região predominam, principalmente, areias e/ou cascalhos de algas "maerl" e Halimeda. Entre Natal e João Pessoa, tem-se algum material terrígeno quartzo feldspático onde os elementos citados apresentam teores baixos. Do sul de Recife até a altura de Maceió, nota-se um incremento nos teores de ferro para a terceira faixa. Nesta área predominam areias e/ou cascalhos de algas recifais. De Maceió até Aracajú o ferro alcança os teores mais elevados do mapa. Os sedimentos desta área, de norte para sul, são constituídos de areias e/ou cascalhos de algas recifais passando para sedimentos terrígenos argilosos no delta do rio São Francisco, onde o ferro atinge o teor de 7%.

O níquel não apresenta concentração elevada na maior parte do mapa onde se localizam os sedimentos carbonáticos. As concentrações mais elevadas estão situadas nos sedimentos lamosos do delta do rio São Francisco, na parte sudeste do mapa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os teores de ferro e níquel estão, nesta folha, associados principalmente à sedimentação terrígena argilosa, proveniente do rio São Francisco, localizado entre Maceió e Aracajú. Os sedimentos carbonáticos não apresentam altos teores de ferro, observando-se um incremento nas areias e/ou cascalhos algais na plataforma externa, sendo provavelmente relacionados à província carbonática relíquia referida por Coutinho, P.N., op. cit. 1979.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14- p. 5-30 - 1979.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V; I - p. 11-30 - 1969.

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

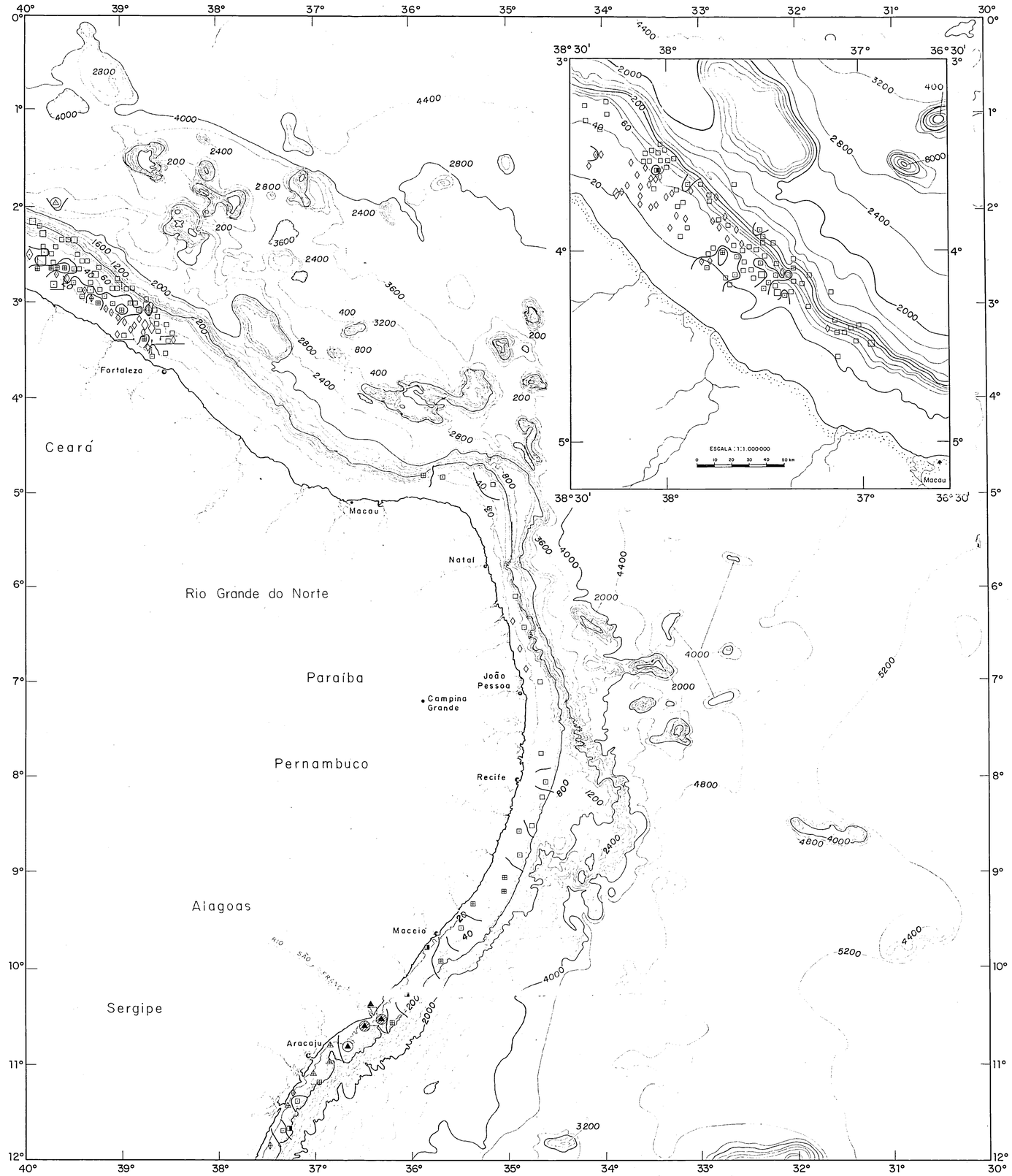
COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In: CONGR. BRAS. GEOL., 29 - Porto Alegre, 1974. Anais. São Paulo SBG, 1974 - V. 5 - p. 27-41.

FRANÇA A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo - 6 (2): 71-78 - 1976.

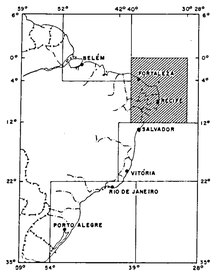
KOWSMAN, R.O e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

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

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brasil - Contribution to Sedimentology. Upper Continental Margin ,Sedimentation off Brazil. Stutgart, 4;44-77 - 1975.



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 - 2 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.



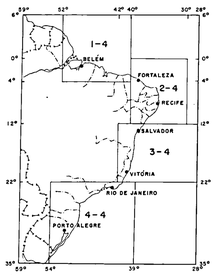
PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE FERRO E NÍQUEL

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

FERRO (elemento principal)

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

NÍQUEL (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Intervalo (ppm)	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argiloso	Intervalo (ppm)	Amostras com predominância de Material Biodetrítico	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

CPRM

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

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ).
Maria Gícia 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: Elaine de Souza Cerdeiro (DEPEG/RJ)

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

No mapa está exposta a distribuição do magnésio (Mg) e bário (Ba) na Plataforma Continental Nordestina.

Estes elementos associam-se ao cálcio e estrôncio como elementos relacionados à montmorilonita e opostos ao gálio (Ga) e alumínio (Al) na distribuição geográfica de aportes terrígenos (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977). O magnésio e bário estão incluídos, assim como Ca, Sr e Cu como intimamente relacionados à sedimentação 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 toda a população amostrada.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte de Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais neles encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estratos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Gomes-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12°S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a 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 de 0,02 a 10%, enquanto que para o bário estão entre 20 e 5000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc. - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; 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, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação dos teores do magnésio na Plataforma Continental Nordestina é de 0,05 a 5,0%. A média geométrica, desvio padrão e coeficiente de variação, considerando toda a Plataforma Continental Brasileira, estão registrados na tabela abaixo:

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 Sílticos Argilosos	0,57	1,61	0,50
Sedimentos Carbonáticos	0,90	2,45	1,12

O bário apresenta variação de concentração entre < 20 a 2000 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento são os seguintes:

BÁRIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	112	2,30	1,00
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	115	2,28	0,99
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	138	1,54	0,45
Sedimentos Carbonáticos	85,3	2,65	1,41

As tabelas acima mostram que o magnésio apresenta maior teor médio nos sedimentos carbonáticos a exemplo do cálcio e estrôncio. O bário, por outro lado, tem a média menos elevada neste material.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO MAGNÉSIO E DO BÁRIO

Os teores de magnésio pertencentes às faixas mais elevadas, a noroeste, estão próximos ao Continente na cota batimétrica de 20 metros. Distinguem-se duas pequenas zonas onde predominam sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Notam-se, também, amostras pontuais com teor em magnésio situado nas faixas elevadas. Na área ampliada, não foram encontrados teores elevados. Entre Macau e Aracajú, tem-se a alternância entre teores medianos a elevados. Os teores mais elevados estão relacionados, principalmente, às areias e/ou cascalhos de algas recifais "maerl" e Halimeda. Os sedimentos terrígenos com alto teor de magnésio, neste trecho, invariavelmente contêm algum percentual de sedimento carbonático. Os sedimentos lamosos do delta do rio São Francisco estão com teores medianos de magnésio.

No tocante ao bário, verifica-se que existem muitas amostras situadas nas duas faixas geoquímicas mais elevadas. Entre os meridianos 37°30' e 38°10', na área ampliada, observa-se a zona de maior concentração de bário. Estão incluídos sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos próximo ao continente e sedimentos carbonáticos das areias algais das variedades Halimeda e "maerl", estendendo-se até o talude continental. Os teores de destaque do bário estão principalmente associados às argilas do delta do rio São Francisco e ao sul de Aracajú. Observa-se, outrossim, uma amostra de sedimento carbonático, ao norte, entre Macau e Natal com teor realçado de bário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, os teores de magnésio desta parte da Plataforma Continental não apresentam zonas geoquímicas de grandes dimensões. Nas faixas de realce geoquímico, nota-se principalmente, a maior concentração do elemento nas algas coralíneas ramificantes "maerl" entre Macau e Maceió, apesar de que este fenômeno não foi bem evidenciado a noroeste, na área ampliada. De acordo com Milliman, J.D. 1974, existem variações das concentrações do magnésio das algas coralíneas, ocasionadas por mudanças de temperatura do ambiente e do metabolismo dos organismos; também devido a alteração da calcita com alto teor de magnésio para calcita pobre em magnésio, como resultado de uma exposição subáérea da plataforma durante as flutuações do nível do mar no Pleistoceno (in Siesser, W.G. 1971). A distribuição geoquímica do elemento evidencia a sua associação principalmente aos sedimentos organógenos.

O bário mostrou associação à sedimentação organógena, na parte noroeste, da área ampliada. Observa-se, também, nesta região, a associação do bário com sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos. Provavelmente os teores de bário nestes sedimentos terrígenos estejam identificando uma área-fonte de variedade ígnea mais ácida como granitos ou sienitos. Existe a ocorrência de um vulcanismo terciário próximo ao litoral que pode ter contribuído para a ocorrência do bário na parte interna da Plataforma Continental. Do mesmo modo, os teores do elemento, associados aos sedimentos terrígenos lamosos do delta do rio São Francisco, estão caracterizando área-fonte derivada de rocha ígnea ácida.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-38 - 1971.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V. I - p. 11-30 - 1969.

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

COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In. CONGR. BRAS. GEOL., 28. Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo. SBG, 1974 - V. 5, p. 27-41.

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo - 6 (2): 71-88 - 1976.

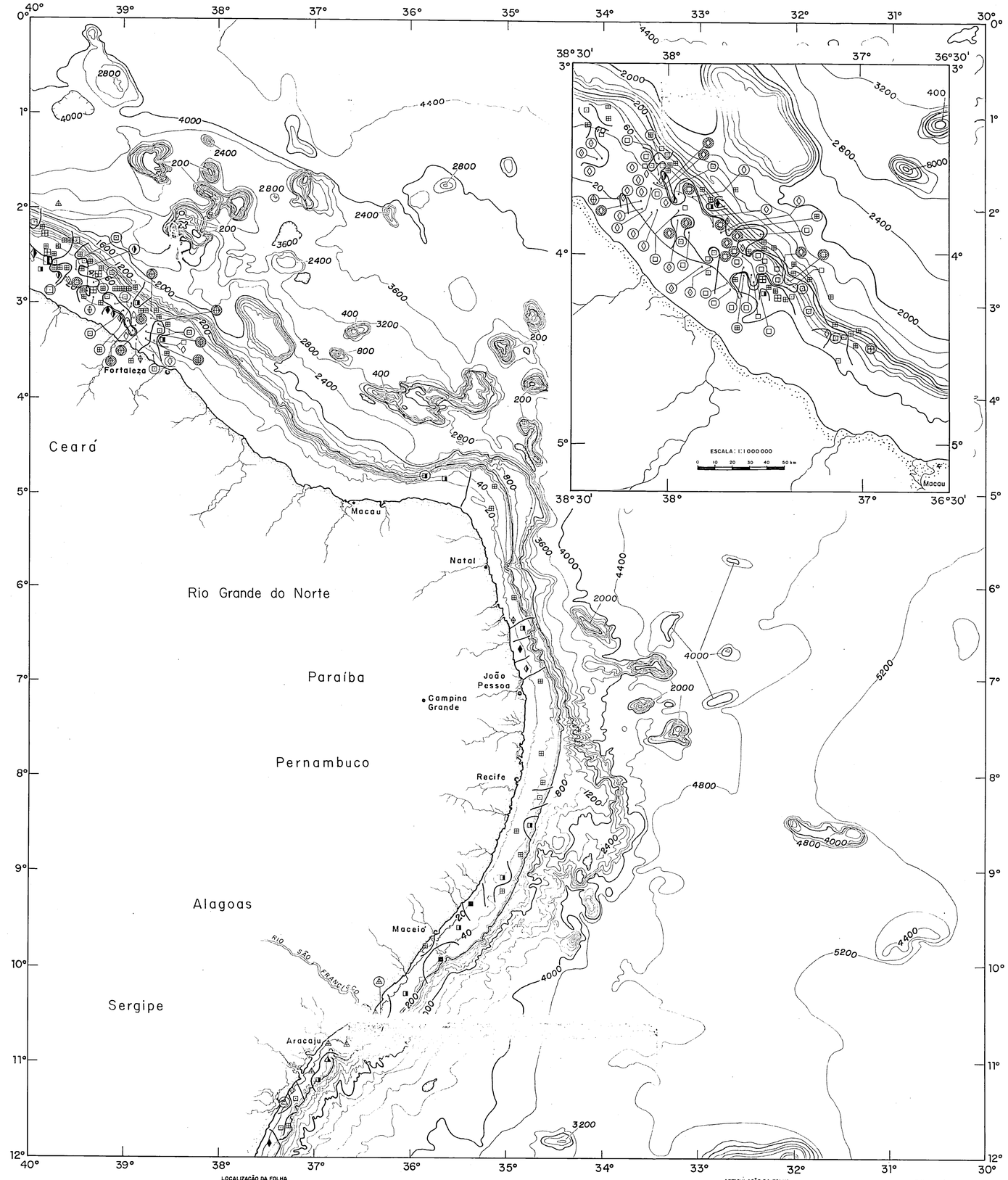
KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. - Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Margens Oceânicas Adjacentes - Série Projeto Remac, nº 8 - 55 pags. - 1979.

MILLIMAN , J.D. - Marine Carbonates. Springer-Verlag, N.Y. Heidelberg, Berlen, 375 pp. 1974.

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

SIESSER, W.G. - Mineralogy and diagenesis of some South African Coastal and marine carbonates. Mar. Geol. 10 (1), 15-38 - 1971.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil - Stuttgart, 4:44-77, 1975.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

MAGNÉSIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático		Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos		Amostras com predominância
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 Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◊	251 - 562	△	251 - 383	□	251 - 562
◊	562 - 2000	△	383 - 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

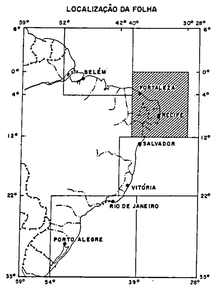
cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

Folha - 2 - 4

Sistema de Projeção Mercator.

Curvas de contorno em metros.

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

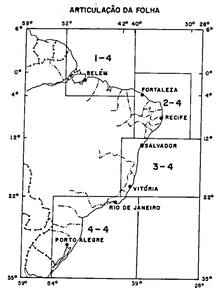
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE MAGNÉSIO E BÁRIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

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

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).

Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ). Maria Gícia 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: Ivan S. dos Santos (DEPEG/RJ).

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica do cálcio (Ca) e estrôncio (Sr) está representada ao longo da Margem Continental Nordeste Brasileira.

Estes elementos exibem uma correlação elevada ($r = 0,83$), incluindo todas as amostras analisadas. Os elementos citados são comumente associados em muitos ambientes geológicos. Estão relacionados a minerais aluminosos como feldspatos, ilita e caulinita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977). Podem ser considerados elementos intimamente relacionados com a sedimentação orgenógena na Plataforma Alagoas-Sergipe (Coutinho, P.N. 1979).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente escarpa (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo da Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, neste parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nelas encaixados. A deposição foi em ambiente da plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítas mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramento do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo de Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Sumer-Hayes, C.P. et. alii. 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12°S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac 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 são de 0,05 a 20% e 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, sílticos argilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação dos teores de cálcio neste mapa é de 0,3 a >20%. Considerando toda a Plataforma Continental Brasileira, temos os seguintes parâmetros estatísticos:

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

Os teores de estrôncio variam de < 100 a >5000 ppm neste mapa. Os parâmetros estatísticos para o elemento, incluindo todas as amostras analisadas, são os seguintes:

ESTRÔNCIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	552	2,80	1,37
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	409	2,34	1,09
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	255	2,14	0,89
Sedimentos Carbonáticos	1507	1,92	0,73

No cômputo geral, observa-se que o teor médio para os dois elementos, é destacadamente mais elevado nos sedimentos carbonáticos. No caso específico da região, onde predominam tais sedimentos, 40% das amostras possuem teor de cálcio acima do limite de detecção e 7,5% possuem teor de estrôncio acima do limite.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CÁLCIO E DO ESTRÔNCIO

A Plataforma Continental do Nordeste, por ter predominância de sedimentos carbonáticos, exibe muitas amostras situadas na zona geoquímica mais elevada. A noroeste, essas amostras apresentam teor de cálcio mais elevado, principalmente na parte mais externa, onde se localizam os recifes de algas. Na plataforma interna, onde predomina a fração terrígena quartzo feldspática, os teores de cálcio sofrem um abaixamento. Para leste, na área ampliada, a situação permanece a mesma. Nos sedimentos orgenógenos, situados próximos ao talude continental, o teor em cálcio mostra-se expressivo. Nesta região tem-se algas Halimeda passando, na direção sudeste, para algas ramificantes "maerl". Perto do continente, os teores de cálcio são tão menos elevados. De Macau até Maceió observa-se uma diminuição na concentração do cálcio em relação a noroeste da folha. Os sedimentos orgenógenos não diferem muito entre as duas áreas. Existe alternância entre as variedades "maerl" e Halimeda. Em locais isolados ocorrem areia e/ou cascalho de moluscos e foraminíferos bentônicos, como ao longo de Macau, e de algas recifais em diversos pontos, com o aumento desses materiais na plataforma externa próximo a Maceió. Nota-se uma diminuição de cálcio nas duas últimas áreas. Nos sedimentos terrígenos lamosos, a concentração do cálcio cai acentuadamente para faixas menos elevadas. Ao largo de Aracajú, os sedimentos lamosos voltam a sofrer um aumento em cálcio. Essas terrígenos provêm, principalmente, dos rios Vaza Barris e Real.

O estrôncio, por sua vez, acompanha o cálcio. Os valores elevados, invariavelmente, estão posicionados nas amostras de sedimentos carbonáticos, sendo que a maior concentração de teores pertencentes à faixa geoquímica mais elevada está localizada entre os meridianos 37° a 38°. De Macau a Maceió, os teores de estrôncio continuam ainda elevados, não se observando variações na concentração com a mudança dos organismos marinhos. Existe um abaixamento nas argilas provenientes dos rios São Francisco e Vaza Barris. Nos sedimentos terrígenos entre os rios Japaratuba e Vaza Barris, ao longo de Maceió, nota-se um incremento nos teores do elemento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto o cálcio como o estrôncio são elementos importantes na delimitação das províncias carbonáticas. Estes depósitos podem ser uma fonte para a indústria cimentaire e na agricultura como corretivos de solos e adubos.

Não ficou claro existir uma grande diferença nos teores de cálcio e estrôncio em relação aos diversos organismos marinhos. A maior diferença nos teores é observada na foz dos grandes rios, refletindo, conforme já mencionou Coutinho, P.N. 1979, op. cit., o contraste entre a sedimentação terrígena pobre em cálcio e os sedimentos carbonáticos ricos em cálcio. Algumas amostras de sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos ricas em cálcio e estrôncio devem ter contribuição de material carbonático.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - P. 5-39 - 1971.

BARRETO, H.T. and WILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V. I - p. 11-30 - 1969.

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

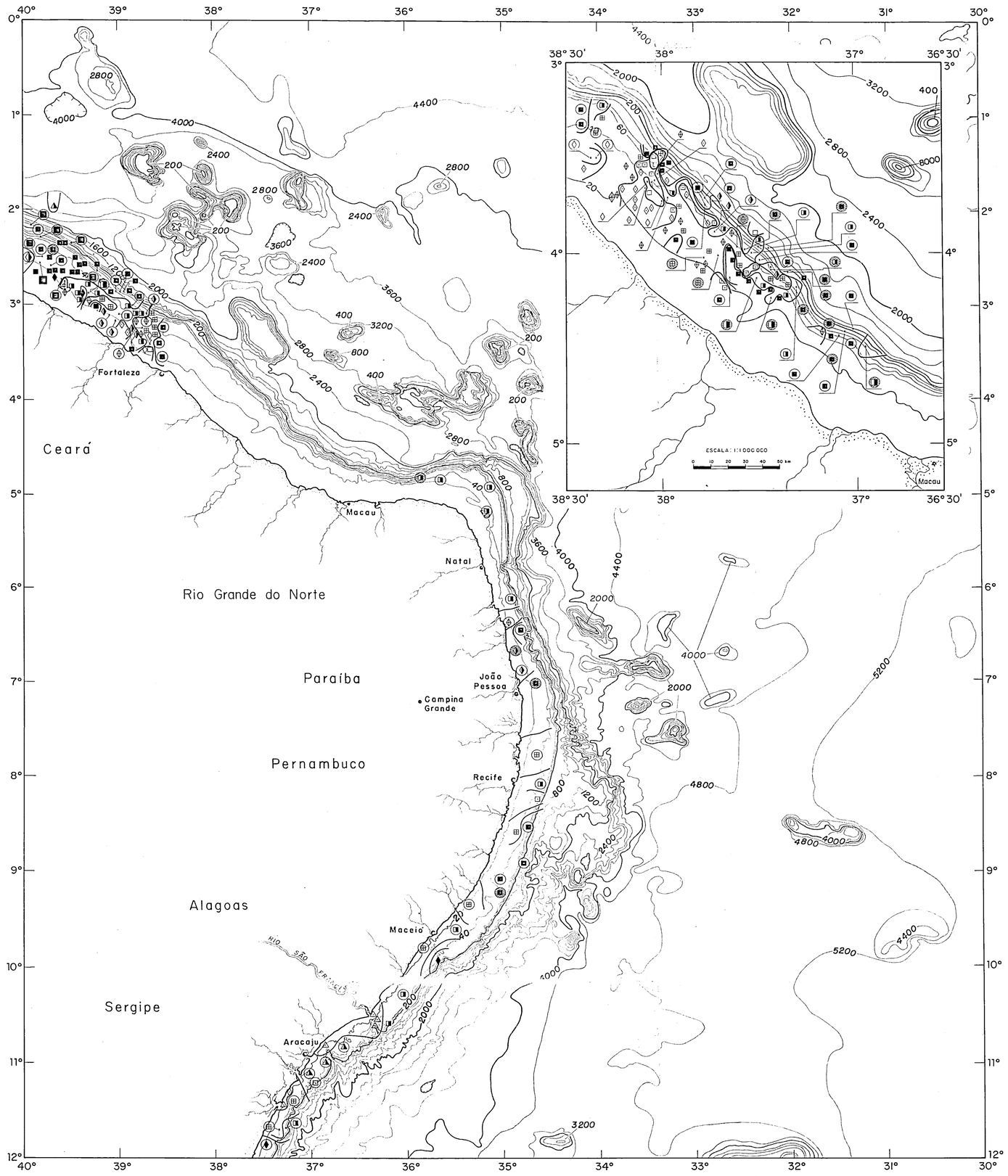
COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. - Os Pasados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In. CONGR. BRAS. GEOL., 28. Porto Alegre, 1974. Anais. São Paulo, SBG, 1974 - V. 5 - p. 27-41.

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo 6 (2) 71-78 - 1976.

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 pétrolie et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-71t - 1977.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77 - 1975.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

CÁLCIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ < 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 Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ 2510 - 5000	△ 552 - 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

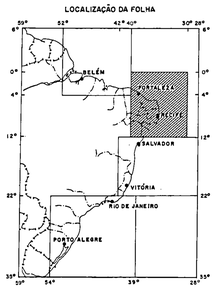
rio

isóbatas em metros

depressão

Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, edição atualizada por ZEMBRUSCKI, S.G. 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 - 2 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

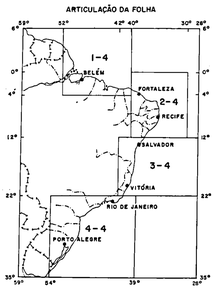
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CÁLCIO E ESTRÔNCIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

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

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves. (DEPRO/RJ).
Maria Glícia 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 da Pinho
Ricardo de Oliveira
(estagiários do DEPRO/RJ).
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG/RJ).
Desenho: Ivanilde Muniz Caetano (CECAR/RJ)

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa mostra a distribuição dos teores de titânio (Ti) e zircônio (Zr) na Plataforma Nordestina.

Estes elementos são associados, em sedimentos terrígenos, a minerais residuais como zircão, rutilo, ilmenita, etc (Vlasov, K.A. 1968) e (Hill, P.A. e Parker, A. 1970).

Titânio e zircônio são definidos também, como ligados aos minerais aluminosos como feldspatos, ilita e caulinita (Porthault, B. et Sauvan, P. 1977).

O zircônio apresenta alto teor nas bauxitas e fosforitas (Vlasov, K.A. op. cit. 1968).

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 alto r = 0.63, considerando todas as amostras analisadas. A correlação mais elevada está relacionada ao material quartzo feldspático (r = 0.64).

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "mearl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são da ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nales encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andalusita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é provenienta dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo de Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das areias oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et. alii. 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonite. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonite com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12° S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Renac que foram selecionadas para a análise geoquímica. Após a homogenização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o titânio estão entre 0,002 e 1%, sendo que para o zircônio 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 (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; 0,56; etc.).

METODOLOGIA

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

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

As concentrações do titânio no mapa variam entre < 0,002 a 0,5%. Os principais parâmetros estatísticos, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira, são:

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

A variação dos teores de zircônio no mapa está situada entre < 10 a 1000 ppm. A estatística básica, considerando todas as amostras da Plataforma Continental Brasileira, é:

ZIRCÔNIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	87,9	2,80	1,38
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	103	2,76	1,34
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	118	1,19	0,72
Sedimentos Carbonáticos	44,0	2,84	1,40

O conjunto de dados estatísticos para estes elementos mostra que os elementos apresentam maior teor médio nas amostras de sedimentos sílitico argilosos sendo inferior nos sedimentos carbonáticos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO TITÂNIO E DO ZIRCÔNIO

O mapa de distribuição do titânio não apresenta zonas geoquímicas elevadas. Nota-se outrossim, que os teores mais ressaltados para o elemento são encontrados nos sedimentos próximos ao continente, onde há uma maior influência de sedimentos terrígenos. A noroeste da cidade de Fortaleza, entre as curvas batimétricas de 20 e 40 metros, uma amostra de sedimento carbonático apresenta teor elevado para titânio e zircônio. Na área ampliada, observa-se o mesmo padrão de distribuição, com um maior número de amostras com teores elevados. Os teores do elemento são baixos até o extremo sul da folha. Apenas em uma amostra de areia, localizada abaixo de Aracajú, na foz do rio Real, apresenta valores realçados para titânio.

O zircônio, apresenta na área ampliada, duas amostras exibindo valores elevados do elemento. Estão alinhadas, sendo a mais próxima ao continente com predominância de material quartzo feldspático e a outra apresenta-se com predominância de areia ou cascalho de algas da variedade Halimeda. O restante do mapa não apresenta teores realçados do elemento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os baixos teores de titânio e zircônio nesta parte da plataforma são um reflexo do pequeno aporte de material terrígeno trazido pelos rios que desaguam na Plataforma Continental, favorecendo o desenvolvimento dos sedimentos carbonáticos. Os halos de dispersão desses elementos são pequenos nesta parte da plataforma. Na área a noroeste de Fortaleza, onde existe acumulação de ilmenita e zirconita, não existe um aumento significativo de titânio e zircônio nos sedimentos terrígenos. Nota-se uma amostra de material carbonático com teores elevados indicando possivelmente, contribuição destes minerais pesados ao material organógeno. Em geral, é restrita a concentração desses elementos na Plataforma Carbonática Nordestina.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-38 - 1971.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V. I - p. 11-30 - 1969.

COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. - Os Pasados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte . In. CONGR. BRAS. GEOL., 28. Porto Alegre, 1974. Anais. São Paulo, SBG, 1974 - V. 5 - p. 27-41.

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociência - São Paulo 6 (2): 71-88 - 1976.

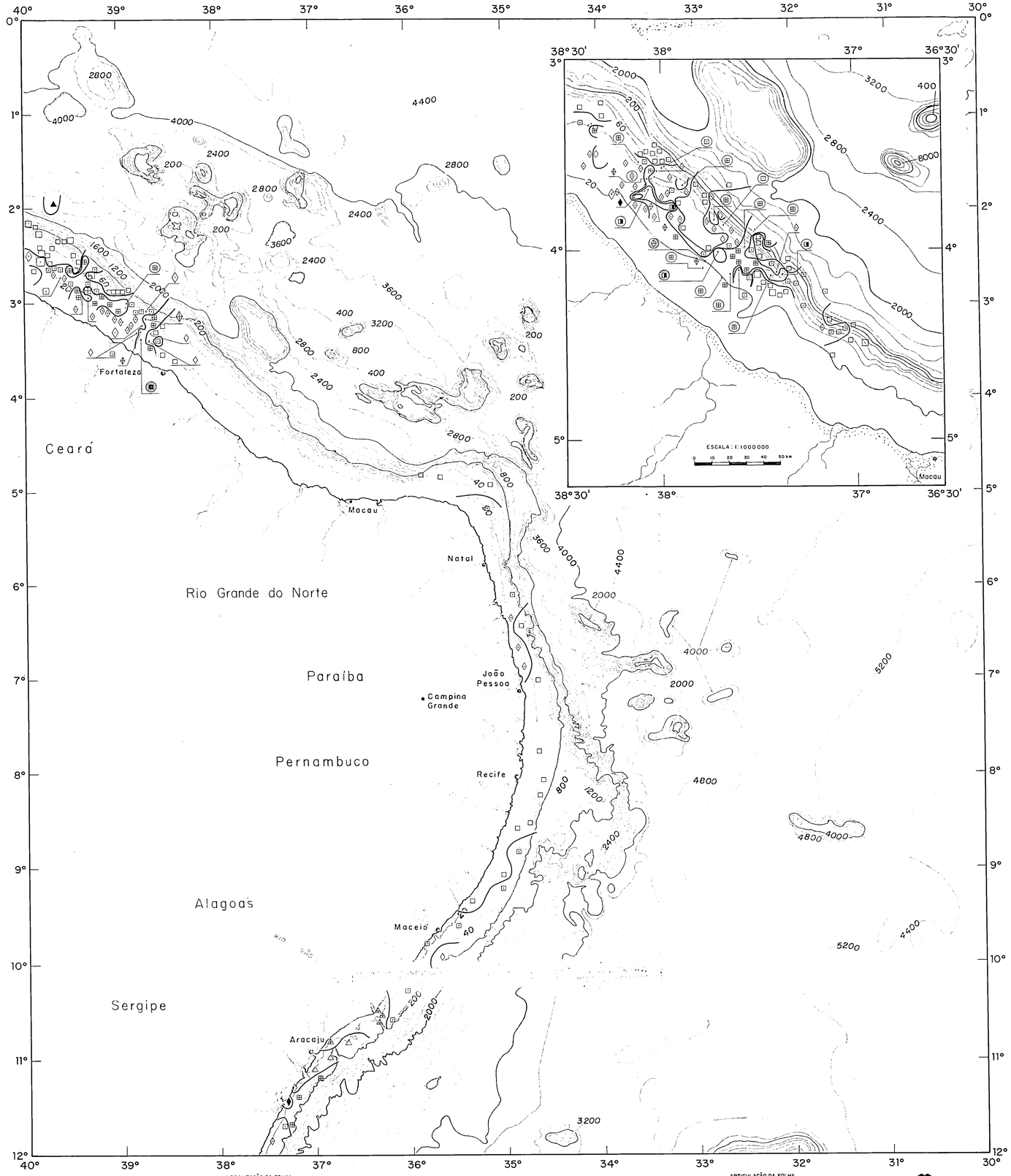
HILL, P.A. and PARKER, A. - Tin and Zirconium in the sediments around the British Isles: A preliminary Reconnaissance. Economic Geology - vol. 65 - p. 409-416 - 1970.

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 pétrolie et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-716 -1977.

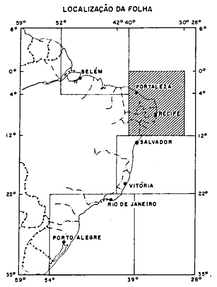
SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77 - 1975.

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. 1968.



Base: Mapa Batimétrico da Margem Continental Brasileira, executado pelo Projeto REMAC, editado atualizado 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 - 2 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

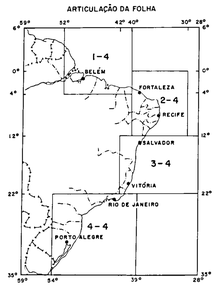
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE TITÂNIO E ZIRCÔNIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

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

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

CONVENÇÕES

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 - 0,008
0,025 - 0,12	0,25 - 0,38	0,008 - 0,025
0,12 - 0,38	0,38 - 0,82	0,025 - 0,12
0,38 - 0,56	0,82 - 1	0,12 - 0,38
0,56 -> 1	> 1	0,38 - 1

ZIRCÔNIO (elementos secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílitico Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
825 - 1000	251 - 562	121 - 383
> 1000	562 - 1000	383 - 1000

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

AMOSTRAS COINCIDENTES

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

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- cidade
- rio
- isóbatas em metros
- depressão

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

A distribuição geoquímica dos elementos manganês (Mn) e escândio (Sc) está representada na Plataforma Nordestina.

Estes elementos estão em um mesmo mapa devido terem raios-iônicos e eletro-negatividades similares (Vlasov, K.A. 1966), podendo o escândio substituir o manganês em compostos ocorrendo na natureza.

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

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Willman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O e Costa, M.P.A. - 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "rearl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são da ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de areias e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lenosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nelas encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolite, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos actinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12° S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR'S XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a análise geoquímica. Após a homogenalização 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 da 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

A variação dos teores do manganês no mapa está situada entre < 10 e 500 ppm. Os parâmetros estatísticos, considerando toda a Plataforma Continental, são:

MANGANÊS	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	132	2,60	1,40
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	140	2,48	1,13
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	253	1,73	0,69
Sedimentos Carbonáticos	68,1	3,58	2,02

O escândio, na área, varia entre < 5 a 20 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental são:

ESCÂNDIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo 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	5,87	1,27	0,27

O conjunto de dados relativos ao manganês mostra que a média dos teores do elemento nos sedimentos carbonáticos, que são predominantes no mapa, é bem baixa. Na área, a maior parte das amostras situa-se de < 10 a 120 ppm. Em apenas duas amostras foi detectado escândio, cujos teores não foram representados por serem bem baixos (5 e 7 ppm).

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO MANGANÊS E DO ESCÂNDIO

O manganês não apresenta faixa geoquímica com teores ressaltados nesta parte da Plataforma Continental. Os valores estão situados dentro das faixas geoquímicas baixas e intermediárias.

Na área ampliada observa-se, na parte central da plataforma, uma zona com teores de manganês posicionada dentro da faixa geoquímica intermediária. Fica localizada nas proximidades do meridiano 38°00' e é composta de sedimentos carbonáticos.

De Macau até o extremo sul da folha, a maior parte das amostras exibe teores nas faixas geoquímicas baixas e intermediárias. De Recife para o sul, nota-se um aumento discreto nos teores do elemento. Provavelmente está relacionado com um aumento da taxa de material terrígeno argiloso proveniente dos rios abaixo de Maceió.

Observam-se teores realçados de até 20 ppm de escândio em amostras de sedimentos terrígenos lamosos provenientes do rio São Francisco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os teores de manganês e escândio, a rigor, apresentaram valores discretos, considerando toda a Plataforma Continental Brasileira. Para o manganês não foram observadas diferenças de concentrações entre os sedimentos carbonáticos e os sedimentos terrígenos. Observa-se, contudo, a associação de escândio aos sedimentos terrígenos lamosos do delta do rio São Francisco. A presença do elemento nessas argilas, predominantemente ilíticas, pode estar indicando a contribuição de áreas-fonte de origem básica, haja vista este metal raro estar particularmente difundido em rochas com abundância de minerais ferro-magnesianos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás. RJ-14 - p. 5-38 - 1971.

BARRETO, H.T. and WILLIMAN, J.O. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V. I - p. 11-30 - 1969.

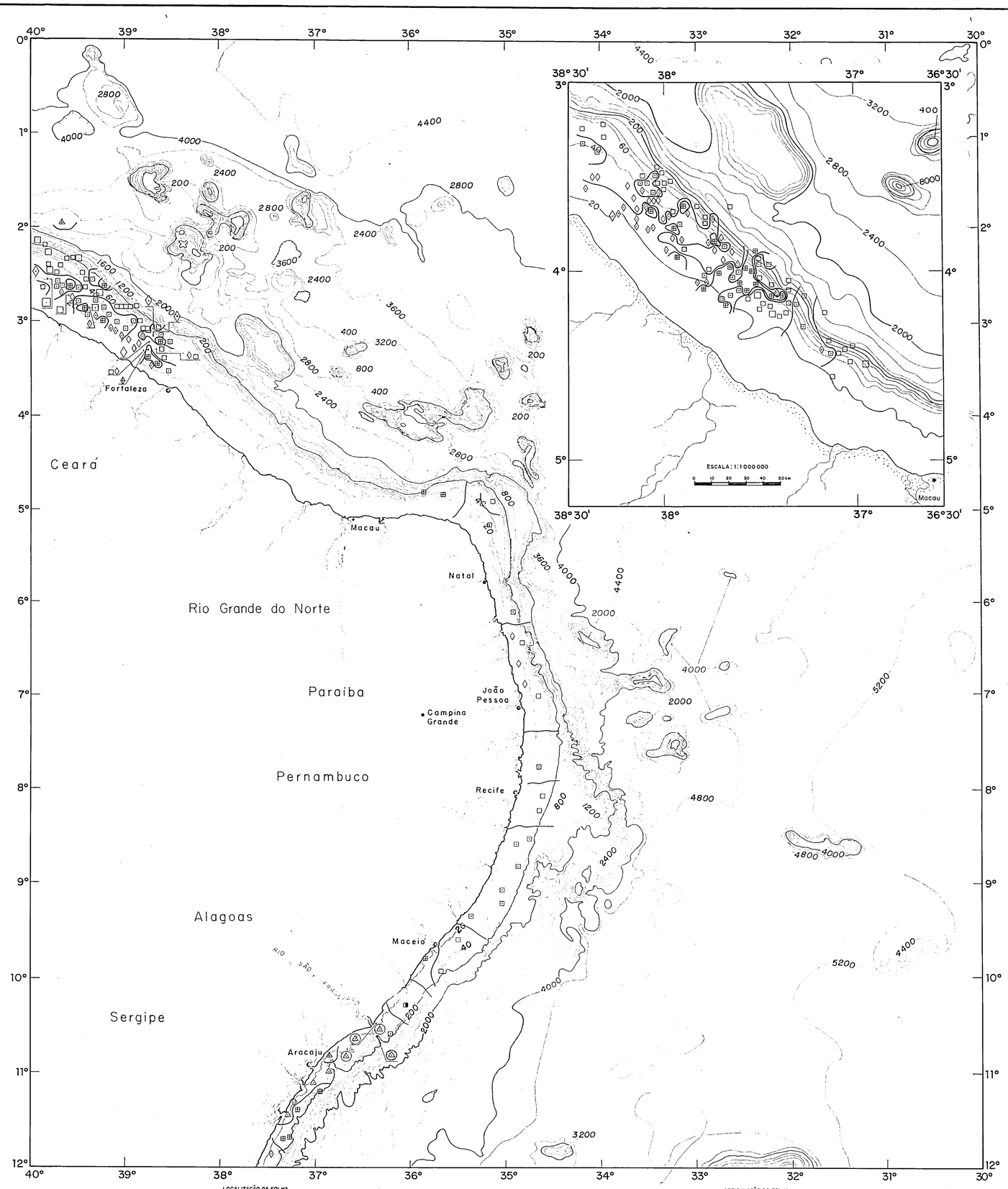
COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. - Os Pasedos do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In. CONGR. BRAS. GEOL., 28. Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo, SBG, 1974 - V. 5 - p. 27-41.

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociência - São Paulo 6 (2): 71-88 - 1976.

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.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N. FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77 - 1975.

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

MANGANÊS (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argiloso	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◊ <10 - 56	△ <10 - 121	□ <10 - 17
◊ 56 - 177	△ 121 - 251	⊡ 17 - 56
◊ 177 - 383	△ 251 - 383	⊞ 56 - 251
◊ 383 - 562	△ 383 - 562	◧ 251 - 562
◆ 562 - 5000	▲ 562 - 1500	■ 562 - 2000

ESCÂNDIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos 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.

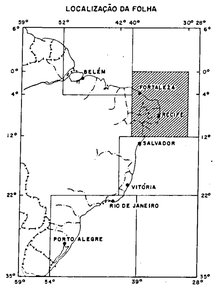
AMOSTRAS COINCIDENTES

- 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

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

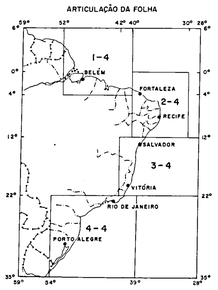
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE MANGANÊS E ESCÂNDIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

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.

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ).
Maria Glícia 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).

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa exibe os teores de cromo (Cr) e cobalto (Co) ao longo da Plataforma Continental Nordestina.

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

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

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, neste parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais neles encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos actinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Gamper-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12°S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a 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 cromo situam-se entre 10 e 5000 ppm, enquanto que para o cobalto são de 5 a 2000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc. - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083, 0,12; 0,28; 0,38; 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

A taxa de variação dos teores de cromo no mapa está situada entre < 10 a 150 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira estão assinalados na tabela abaixo:

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

O cobalto varia entre < 5 e 30 ppm no mapa. Os parâmetros estatísticos nos três tipos de sedimentos em toda a plataforma, estão abaixo relacionados:

COBALTO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	8,58	1,54	0,53
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	7,16	1,52	0,44
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	10,9	1,62	0,52
Sedimentos Carbonáticos	6,50	1,43	0,37

Os elementos apresentam menor teor médio nos sedimentos carbonáticos, sendo os sedimentos sílticos argilosos, os que apresentam maior média para os dois elementos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CROMO E DO COBALTO

São observadas concentrações realçadas de cromo em diversos trechos de sedimentos carbonáticos. O primeiro trecho está compreendido entre o extremo noroeste da folha até Fortaleza, tendo as amostras distribuídas principalmente entre as curvas batimétricas de 40 e 60 metros, correspondendo a areias e/ou cascalhos de algas recifais. De Fortaleza a Maceió, notam-se algumas amostras com teores realçados, destacando-se pequeno trecho entre Recife e Maceió. Na região correspondente aos sedimentos terrígenos argilosos, a partir do delta do rio São Francisco até a altura de Aracajú, apresentam teores de até 150 ppm.

As concentrações de cobalto (30 ppm) estão associadas aos sedimentos terrígenos argilosos do delta do rio São Francisco, prosseguindo até as amostras localizadas ao largo de Aracajú.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os teores de cromo na faixa geoquímica elevada em sedimentos carbonáticos, não é muito fácil de se explicar. O teor médio de cromo em rochas calcárias é 10 ppm (Levinson, A. A. 1974), inferior ao teor médio encontrado nos sedimentos carbonáticos. Aparentemente, algum cromo em solução da água do mar foi absorvido pelas carapaças dos organismos. Pode-se, em princípio, tecer a hipótese de que esses materiais carbonáticos sejam provenientes da província carbonática relíquia citada por Coutinho, P.N. op. cit. No que tange à distribuição do elemento na zona de influência do rio São Francisco, observa-se a associação com argilas ilíticas predominantes nesta parte da Plataforma Continental. A presença do cromo nestes sedimentos terrígenos argilosos sugere a contribuição de rochas-fonte de natureza básica.

O cobalto, por sua vez, mostra relacionamento unicamente com a sedimentação terrígena do rio São Francisco e, igualmente ao cromo, indica o aporte de materiais provenientes de minerais da suíte de rochas máficas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-30 - 1971.

BARRETO, H.T, and MILLIMAN, J.D. - Ésboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TORFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V. I - p. 11-30 - 1969.

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

COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In. CONGR. BRAS. GEOL., 28. Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo. SBG, 1974 - V. 5, p. 27-41.

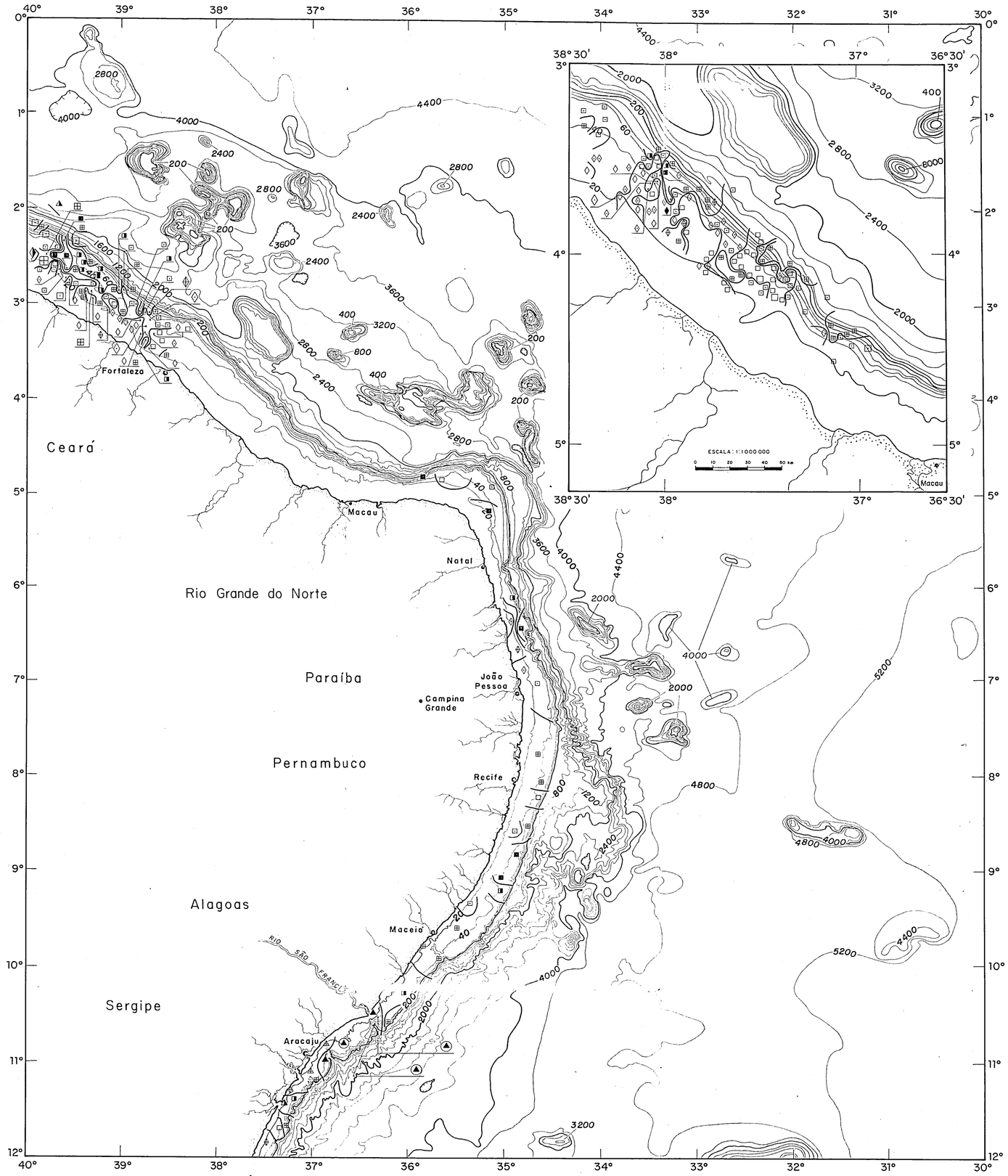
FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo - 6 (2): 71-88 - 1976.

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

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

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

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil - Stuttgart, 4:44-77, 1975.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

CROMO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
◇ < 10 - 12	△ < 10 - 25	□ < 10 - 12
◇ 12 - 25	△ 25 - 38	□ 12 - 25
◇ 25 - 38	△ 38 - 56	□ 25 - 38
◇ 38 - 82	△ 56 - 82	□ 38 - 56
◆ 82 - 200	▲ 82 - 100	■ 56 - 100

COBALTO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	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

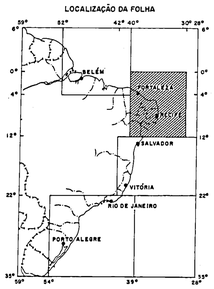
cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

Folha - 2 - 4

Sistema de Projeção Mercator.

Curvas de contorno em metros.

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

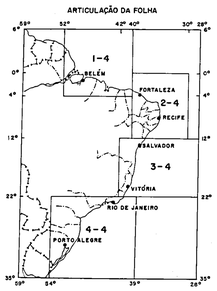
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CROMO E COBALTO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

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

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).

Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves. (DEPRO/RJ). Maria Gícia 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 da Oliveira (estagiários do DEPRO/RJ).

Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEO/RJ).

Desenho: Sidney Rangel Quintanilha

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Este mapa exibe os teores dos elementos boro (B) e berílio (Be) ao longo da Plataforma Continental Nordestina.

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

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.Â. - 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, neste parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (Franç, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas rendificantes "mearl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são da ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lenosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nelas encaixadas. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos xistos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também sugita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12° S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a 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 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 da (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; 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

A variação dos teores do boro no mapa está situada entre < 10 e 150 ppm. Os parâmetros estatísticos, considerando todas as amostras analisadas, são os seguintes:

B O R O	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	28,8	1,98	0,78
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	23,9	1,88	0,70
Sedimentos Terrígenos Sílitico Argilosos	40,6	1,66	0,54
Sedimentos Carbonáticos	33,1	2,17	0,91

Para o berílio os teores variam entre < 1 e 10 ppm. Os principais parâmetros estatísticos, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira, estão relacionados abaixo:

B E R Í L I O	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

O boro apresenta maior teor médio nos sedimentos terrígenos sílitico argilosos, enquanto que o berílio exibe a maior média nos sedimentos carbonáticos.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO BORO E DO BERÍLIO

A distribuição do Boro na área, mostra uma faixa geoquímica com valores elevados de sedimentos carbonáticos. Localiza-se na plataforma média entre as cotas batimétricas de 20 e 40 metros imediatamente após os sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos mais próximos ao continente. Na área ampliada, observam-se valores elevados no material quartzo feldspático próximo ao continente sem se constituírem em zonas geoquímicas de grande amplitude. A maior parte da área mostra-se dentro das faixas geoquímicas intermediárias. De Macau até o extremo sul da folha, os teores estão de baixos a intermediários. A partir do rio São Francisco para o sul, observam-se "trends" perpendiculares à linha da costa. Este faição pode estar denotando uma contribuição terrígena diferenciada, tendo em vista a alternância de faixas com teores baixos e médios.

O berílio teve baixa detectabilidade nesta parte da Plataforma Continental. No entanto, observa-se que nas lamas do delta do rio São Francisco, apresenta-se o teor máximo do elemento (2 ppm). Ao norte de Maceió, tem-se o teor de 10 ppm em amostra de material carbonático algal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição dos teores de boro não apresenta muita expressividade nesta parte da Plataforma.

De acordo com Harder, H. 1975, o boro em sedimentos está normalmente relacionado às micas, especialmente do tamanho da argila, onde o elemento se fixa na estrutura do mineral. Em organismos marinhos, o boro tende a se concentrar em diatomáceas (Harriss, R.C. - 1969).

Devido ao fato do berílio se concentrar, de preferência, em sedimentos terrígenos, está explicado o baixo percentual de amostras detectadas. O valor de 10 ppm em amostras de sedimento carbonático provavelmente está indicando que esta amostra deve ter contribuição de material terrígeno.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-39 - 1971.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLI, editor PETROBRÁS, relatório interno V. I - p. 11-30 - 1969.

COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28 - Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo, SBG - 1974 - V. 5 - p. 27-41.

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociência - São Paulo 6 (2): 71-88 - 1976.

GOLDSCHMIDT, V.M. and PETER, C. - The Geochemistry of Boron - Geochemistry of Boron - Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. p. 6-9 - 1975.

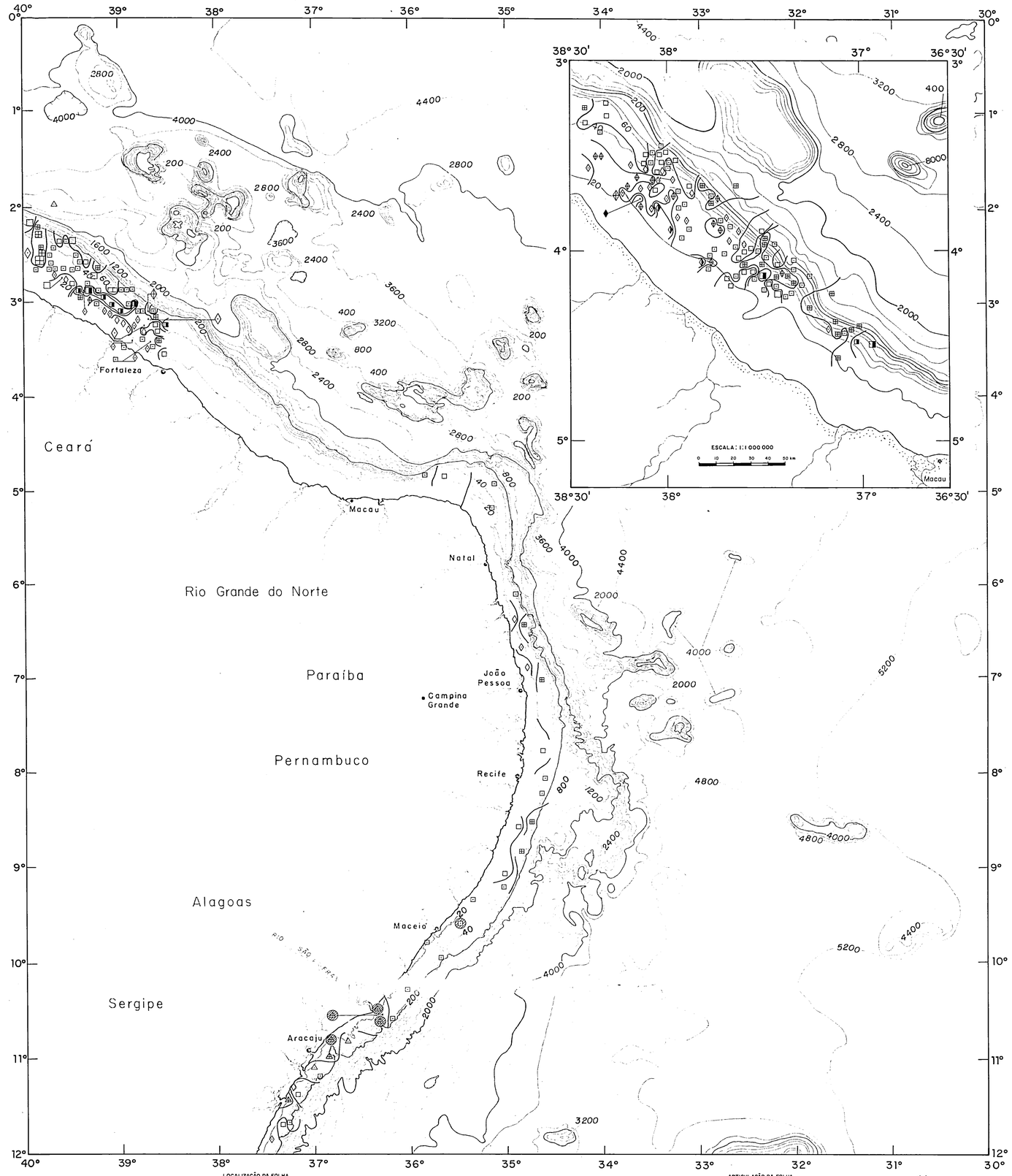
HARDER, H. - Boro Content of Sediments as a Tool in Facies Analysis - Sediment. Geol. 4 (2), 153-175 (1970).

HARRISS, R.C. - Boron Regulation in The Oceans - Natura, 223 (503) p. 290-291 (1969).

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.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77 - 1975.

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

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 - 25	< 10 - 17
12 - 25	25 - 38	17 - 38
25 - 56	38 - 56	38 - 82
56 - 82	56 - 121	82 - 177
82 - 150	121 - 150	177 - 700

BERÍLIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno 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

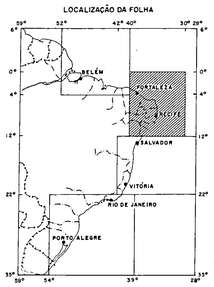
cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

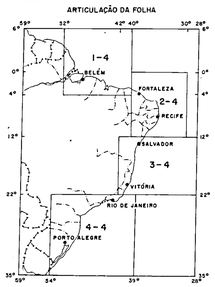
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE BORO E BERÍLIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

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

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ).
Maria Gícia 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: Ivan S. dos Santos (DEPEG/RJ).

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa estão registrados os teores do vanádio (V) e cobre (Cu) na Plataforma Continental Nordestina.

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

A correlação entre estes elementos, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira é baixa ($r = 0,20$), sendo algo mais elevada no material sílticoargiloso ($r = 0,42$). Apresenta correlação negativa ($r = -0,05$) nos sedimentos carbonáticos.

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nele encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos ectinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V; e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12°S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a 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 vanádio vão de 10 a 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 principais tipos de sedimentos superficiais encontrados na Plataforma Continental Brasileira, de acordo com Amaral, C.A.B. - 1979 - sedimentos terrígenos quartzo feldspáticos, sílticoargilosos e sedimentos carbonáticos.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

As concentrações do vanádio na Plataforma Continental Nordestina variam entre <10 e 150 ppm. Aproximadamente 52% das amostras estão abaixo do limite de detecção do método de análise. Os principais 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 Sílticoargilosos	63,0	1,58	0,49
Sedimentos Carbonáticos	16,6	1,72	0,58

No mapa, o cobre sofre variação de teores entre <5 e 70 ppm. Cerca de 50% das amostras estão abaixo do limite de detecção. Os parâmetros estatísticos para o elemento na Plataforma Continental Brasileira, são:

COBRE	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	10,3	1,79	0,64
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	9,62	1,77	0,62
Sedimentos Terrígenos Sílticoargilosos	13,2	1,62	0,51
Sedimentos Carbonáticos	8,35	1,96	0,70

O conjunto de dados estatísticos para o vanádio e cobre mostra que o maior teor médio está concentrado no material terrígeno sílticoargiloso. No caso do vanádio é quase quatro vezes superior à média no material carbonático, que apresenta o teor mais baixo.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO VANÁDIO E COBRE

A distribuição do vanádio a noroeste do mapa, revela uma tendência de decréscimo no sentido do continente para o mar. Na zona de predominância dos sedimentos carbonáticos, os teores do elemento se apresentam na faixa geoquímica mais baixa, apesar de terem sido encontradas duas amostras com teores realçados. Na área ampliada, os teores de vanádio estão, na maioria das amostras, situados nas faixas geoquímicas mais baixas. De Maceió até o extremo sul da folha, observa-se um incremento nos teores de vanádio, atingindo as faixas geoquímicas mais elevadas.

No tocante ao cobre, observam-se poucas amostras com teores ressaltados, não se constituindo em zonas geoquímicas, mas de amostras pontuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição geoquímica do vanádio, nesta parte da Plataforma, está claramente indicando um alto zoneamento geoquímico de Maceió para o sul. Provavelmente o maior aporte de material terrígeno dos grandes rios como o São Francisco, contribuiu para a elevação da concentração de vanádio. Mostra também o possível relacionamento desse material a áreas-fonte ricas em rochas máficas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação: Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-38 - 1971.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno V. I - p. 11-30 - 1969.

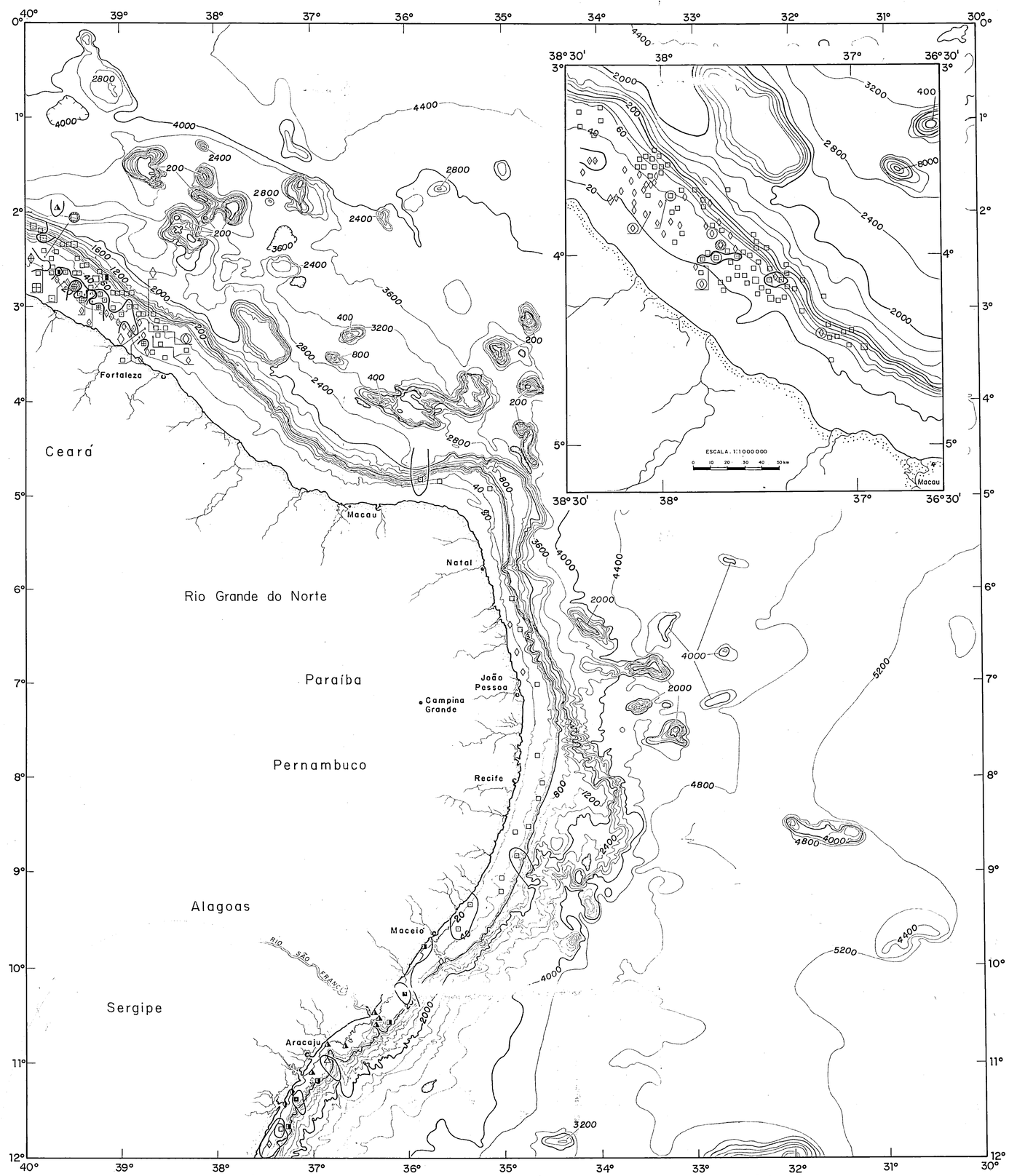
COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In. CONGR. BRAS. GEOL., 28 . Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo. SBG, 1974 - V. 5, p. 27-41.

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo 6 (2): 71-88 - 1976.

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 pétrolie et minière - Origin and distribution of the elements - Second Symposium - Physics and Chemistry of the Earth - Vol. II - Pergamon Press - p. 703-716 - 1977.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-47, 1975.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

VANÁDIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticoargiloso	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 Sílticoargiloso	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

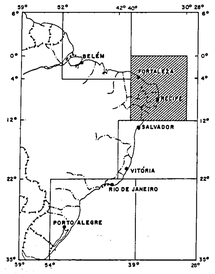
cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

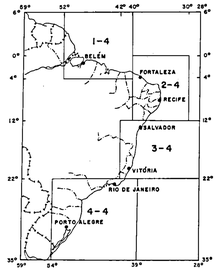
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE VANÁDIO E COBRE

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 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.

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves. (DEPRO/RJ).
Maria Glória 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

A distribuição dos teores de chumbo (Pb) e do ytrio (Y) na Plataforma Continental do Nordeste está exposta na mapa.

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

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

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A. - 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, neste parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nelas encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou da origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Wucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. Da Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12° S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a 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 chumbo estão situados entre 10 e 20000 ppm, sendo que para o ytrio estão entre 10 e 200 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; 0,55; etc.).

METODOLOGIA

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

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

A variação dos teores de chumbo no mapa está entre < 10 e 300 ppm. Considerando toda a Plataforma Continental Brasileira, temos os seguintes parâmetros estatísticos:

CHUMBO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	14,8	1,66	0,47
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	13,9	1,41	0,36
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	15,5	1,40	0,36
Sedimentos Carbonáticos	16,3	2,01	0,79

Os teores de ytrio variam de < 10 a 50 ppm. Os parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira estão registrados na tabela abaixo:

YTRIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	14,9	1,40	0,36
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 exame das tabelas indica que não existem grandes variações nos teores médios dos dois elementos analisados. A ressaltar, verifica-se que apenas cerca de 10% das amostras contém teor de chumbo acima de 38 ppm.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CHUMBO E DO YTRIO

Os valores mais elevados de chumbo no extremo noroeste da folha e na área ampliada, estão associados aos sedimentos quartzo feldspáticos e sedimentos carbonáticos constituídos de areias e/ou cascalhos de algas recifais predominantemente e Halimeda e "maerl". De Macau até a foz do rio São Francisco não se observam grandes variações nas concentrações tendo os teores situados nas faixas baixas. Nota-se um incremento sobre os sedimentos terrígenos argilosos do rio São Francisco com uma faixa que se prolonga até ao largo de Aracajú. Deste local até o extremo sul da folha os teores de chumbo diminuem nos sedimentos carbonáticos que são compostos de areias de algas recifais na plataforma externa e "maerl" na plataforma interna.

Não se observam grandes faixas com teores realçados de ytrio. A destacar pode-se notar a presença de ytrio nas argilas provenientes do rio São Francisco (30 ppm) e ao largo de Aracajú (50 ppm).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Merece destaque a associação do chumbo com os sedimentos carbonáticos. O teor máximo mais elevado nos sedimentos carbonáticos retifica a afinidade do elemento com os sedimentos orgânogenos.

De acordo com Norris, H.T. et alii - 1973, o carbonato de chumbo, que é desagregado fisicamente como bicarbonato de chumbo moderadamente solúvel, é carreado para o mar. O chumbo pode igualmente substituir Ba^{+2} e Sr^{+2} na estrutura de diversos minerais. Desse modo, os organismos marinhos podem incorporar o chumbo da mesma forma que o estrôncio. O chumbo está associado às argilas predominantemente ilíticas trazidas pelos rios São Francisco e ao largo de Aracajú.

A detecção do ytrio nos sedimentos terrígenos argilosos de origem fluvial pode estar indicando a contribuição de rochas ígneas de natureza ácida, tendo em vista o elemento se concentrar em granitóides e depósitos relacionados (Vlasov, K.A. 1966 - op. cit.).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-30 - 1971.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno V. I - p. 11-30 - 1969.

COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pasados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28 - Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo, SBG - 1974 - V. 5 - p. 27-41.

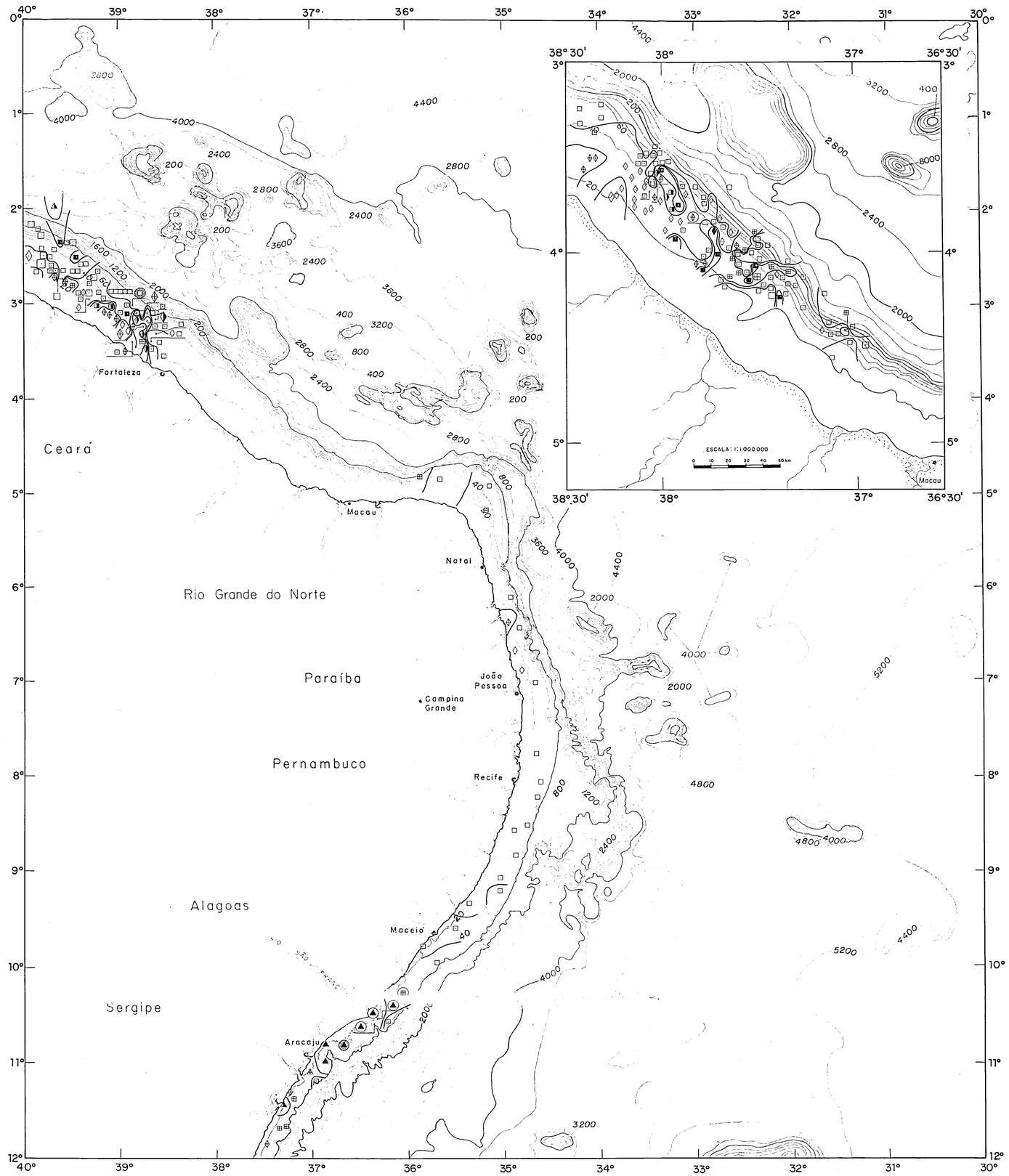
FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociência - São Paulo 6 (2): 71-88 - 1976.

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.

MORRIS, H.T., HEYL, A.V., HALL, R.B. - Lead - United States Mineral Resources - Geol. Survey. Prof. Paper 820 - p. 313-332 - 1973.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77 - 1975.

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

CHUMBO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
< 10 - 10	< 10 - 12	< 10 - 12
10 - 12	12 - 17	12 - 17
12 - 17	17 - 26	17 - 38
17 - 26	26 - 38	38 - 82
26 - 70	38 - 70	82 - 500

YTRIO (elemento secundário) *

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos Argilosos	Amostras com predominância de Material Biodetrítico
Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)	Intervalo (ppm)
26 - 38	26 - 38	26 - 38
38 - 100	38 - 50	38 - 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

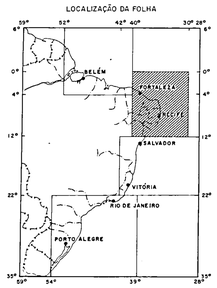
cidade

rio

isóbatas em metros

depressão

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

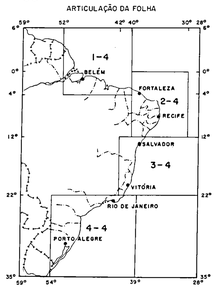
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE CHUMBO E YTRIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100km

1984

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



CPRM

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

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ).
Maria Gícia 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: Elizabeth M.A. Sampaio (DEPEG/RJ).

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa estão registradas as distribuições do nióbio (Nb) e lantânio (La) na parte nordeste da Plataforma Continental Brasileira.

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

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

FÁCIES SEDIMENTARES E PROVENIÊNCIA

A Plataforma Continental Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Milliman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Kowsmann, R.O. e Costa, M.P.A., 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais nelas encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela conteúdo índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andaluzita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente dos corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer-Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo leste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

A amostragem geoquímica inclui a área situada entre as latitudes 02° e 12°S entre os Estados do Ceará e Sergipe. Compreende as amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVIII (parte) e XIX (parte) e amostras do Projeto Remac que foram selecionadas para a análise geoquímica. Após a homogeneização e o quarteamento, todas as amostras foram pulverizadas a menos 150 mesh e dosadas pelo método de emissão espectrográfica semiquantitativa para trinta elementos. Os limites de sensibilidade para o nióbio são de 10 a 2000 ppm, enquanto que para o lantânio estão situados entre 20 e 1000 ppm. As análises semiquantitativas são reportadas como pontos médios geométricos (0,1; 0,15; 0,2; etc. - % ou ppm) de intervalos geométricos tendo limites de (0,083; 0,12; 0,25; 0,38; 0,56; etc.).

METODOLOGIA

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

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

O nióbio não foi detectado nos sedimentos carbonáticos. Os principais parâmetros estatísticos para o elemento em toda a Plataforma Continental Brasileira, estão representados na tabela abaixo:

NIÓBIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	10,3	1,10	0,10
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	10,4	1,14	0,13
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	10,1	1,09	0,09
Sedimentos Carbonáticos	-	-	-

Neste mapa, o lantânio varia de < 20 a 70 ppm. Os parâmetros estatísticos, considerando todas as amostras analisadas na Plataforma Continental Brasileira, são:

LANTÂNIO	média geométrica (ppm)	desvio padrão	coeficiente de variação
Arquivo Geral	29,2	1,53	0,46
Sedimentos Terrígenos Quartzo Feldspáticos	27,3	1,52	0,44
Sedimentos Terrígenos Sílticos Argilosos	34,1	1,54	0,45
Sedimentos Carbonáticos	25,0	1,47	0,40

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO NIÓBIO E DO LANTÂNIO

O nióbio só foi detectado nas amostras provenientes dos sedimentos terrígenos, não sendo detectado nos sedimentos carbonáticos.

O lantânio, por sua vez, tem os seus teores mais elevados nas amostras lamosas do delta do rio São Francisco onde atinge a concentração de 50 ppm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A detecção do nióbio e lantânio é bem baixa nesta parte da Plataforma Continental. Conforme observou Coutinho, P.N. op. cit., a razão de sedimentação terrígena é muito baixa ao norte do rio São Francisco, onde predominam os sedimentos carbonáticos. Estes elementos são associados à sedimentação terrígena, razão pela qual não existem condições de acumulação nos sedimentos da Plataforma Continental. A presença de nióbio e lantânio nas argilas predominantemente ilíticas do delta do rio São Francisco mostra uma contribuição de área-fonte proveniente de rochas quartzo feldspáticas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. Petrobrás - RJ-14 - p. 5-38 - 1971.

BARRETO, H.T. and MILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira: in Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, editor PETROBRÁS, relatório interno. V. I - p. 11-30 - 1969.

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

COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In. CONGR. BRAS. GEOL., 28. Porto Alegre, 1974. Anais São Paulo. SBG., 1974 - V. 5, p. 27-41.

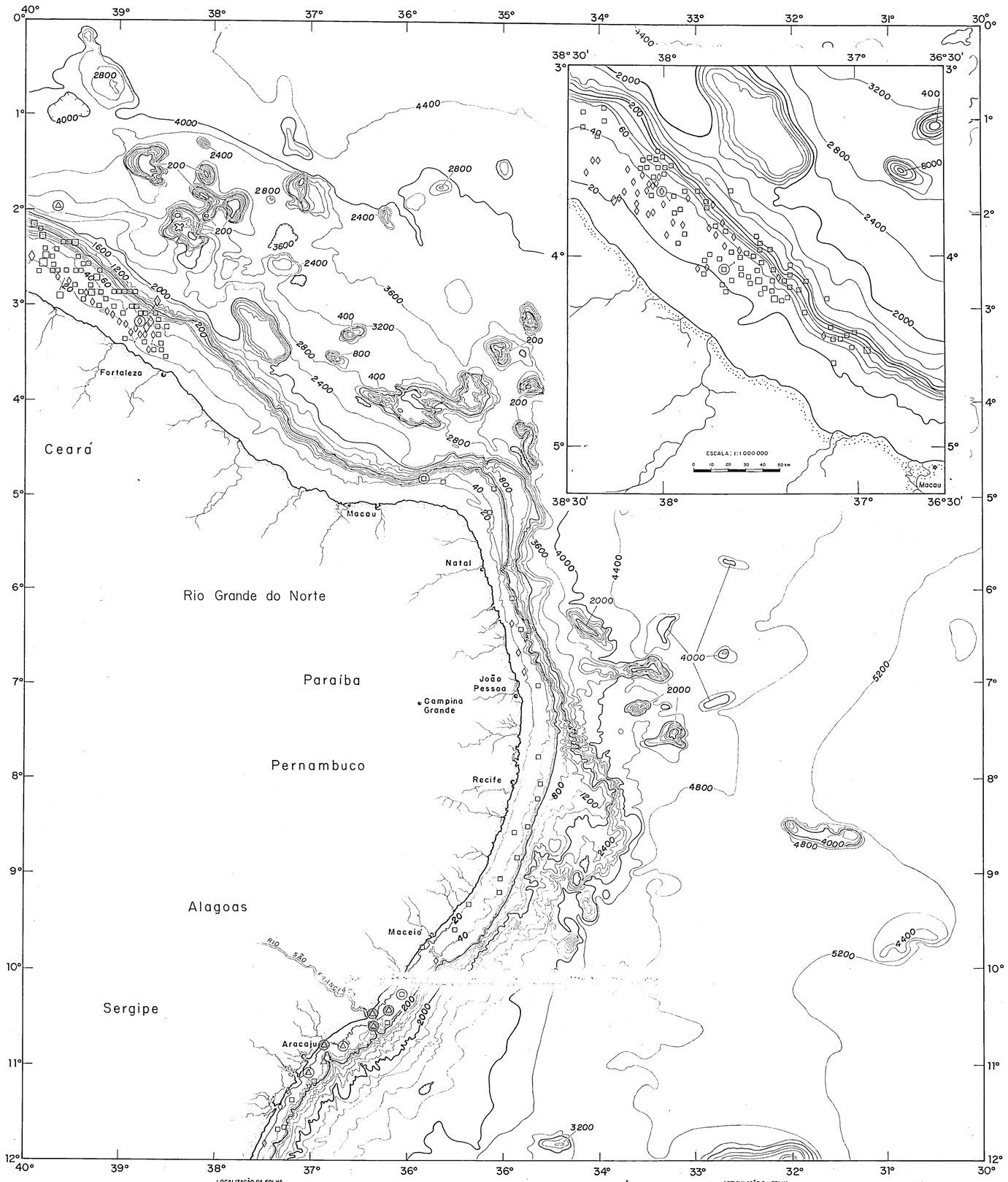
FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo - 6 (2): 71-88 - 1976.

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.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - Contributions to Sedimentology. Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77, 1975.

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 - 698 pags. 1966.

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



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

NIÓBIO (elemento principal)

Amostras com predominância de Material Terrígeno Quartzo Feldspático	Amostras com predominância de Material Terrígeno Sílticos 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 Sílticos 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) a cinco (5) amostras por local. Valor médio dos pontos da coleta.

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

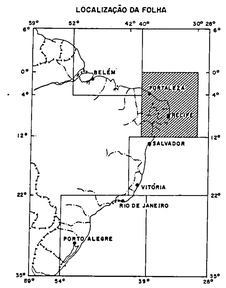
— - Linha limite das faixas geoquímicas.

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): 157-182, jul/set, 1976.
Folha - 2 - 4
Sistema de Projeção Mercator.
Curvas de contorno em metros.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

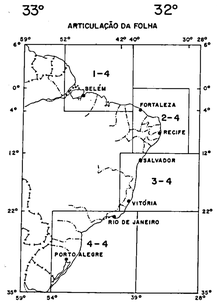
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE NIÓBIO E LANTÂNIO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 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.

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Naranha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ).
Maria Glória 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 Guilherme de A. Frazão (CECAR/RJ)

NOTA EXPLICATIVA

INTRODUÇÃO

Neste mapa estão representados os dados obtidos no estudo da matéria orgânica nos sedimentos superficiais da margem continental, parte nordeste. Foram realizadas análises de carbono orgânico (C. Org.), índice de alteração térmica (IAT) e análises do resíduo orgânico (organolitas). Para interpretação do carbono orgânico foram consultados, além da bibliografia citada, Cruz, N.W. e Baudoim, L.V., técnicos da seção de biostratigrafia 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 Nordestina tem largura reduzida, topografia irregular e vertente abrupta (Barreto, H.T. and Williman, J.D. 1969). A superfície é cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos como os situados ao longo de Aracajú e Maceió, sendo que os principais rios da região, Jaguaribe e São Francisco, apresentam deltas em cúspide (Bacoccoli, G. - 1971).

A descrição abaixo é uma compilação do trabalho de Koesmann, R.O. e Costa, W.P.A. - 1979, que se apoiaram em diversos autores.

Devido ao clima, nesta parte da Plataforma Continental predomina a fácies carbonática com sedimentação terrígena desprezível (França, A.M.C. et alii - 1976). Entre Fortaleza e Maceió aparecem as fácies de algas ramificantes "maerl" e Halimeda. Foraminíferos bentônicos e moluscos são de ocorrência localizada, notadamente ao longo de Macau. As fácies terrígenas são compostas de lamas e areias. Aparecem ao longo do Ceará e na foz dos rios importantes como o São Francisco. As fácies lamosas, encontradas ao sul de Natal, estão depositadas em depressões topográficas, condicionadas por recifes algais ou por paleocanais neles encaixados. A deposição foi em ambiente de plataforma ou de origem lagunar associada a um período de mais baixo nível do mar. Os sedimentos terrígenos localizados entre Mucuri e o extremo sul da folha, distinguem-se por alta pigmentação de óxido de ferro, razoável conteúdo de feldspato e bom índice de retrabalhamento. A extensa fácies de areia na plataforma interna, revela acentuado índice de retrabalhamento e fração biogênica associada.

As suítes mineralógicas pesadas da região refletem, principalmente, proveniência do grupo Barreiras, com contribuição local de outras fontes. Desde o rio Parnaíba até Aracajú caracteriza-se por uma suíte rica em cianita, estaurolita, andalusita e monazita. Os três primeiros minerais, reciclados do Barreiras, originaram-se particularmente dos estinitos do Pré-Cambriano da faixa de dobramentos do Nordeste. A monazita é proveniente de corpos graníticos do Alto Granítico de Pernambuco-Alagoas (Coutinho, J.M.V. e Coimbra, A.M. - 1974). Entre Recife e Cabo do Santo Agostinho, inclui também augita, cuja fonte possivelmente são as rochas básicas mesozóicas do Complexo Ígneo do Cabo. A partir de Aracajú até o extremo da folha, este último mineral aparece, porém em quantidades subordinadas. A mineralogia das argilas oferece padrão bem homogêneo, refletindo diferenciações climáticas nas áreas-fonte (Summer Hayes, C.P. et alii - 1975). Do extremo oeste até Natal predomina a montmorilonita. De Natal a Recife aparece também a caulinita. Para o sul volta a predominar a montmorilonita com alguns trechos contendo caulinita na costa ao norte de Maceió e em Aracajú.

MATERIAL AMOSTRADO E MÉTODOS DE ANÁLISE

As amostras coletadas durante as expedições marinhas GEOMAR's XVII (parte), XIX (parte) e Projeto Remac foram utilizadas para a análise química. Foram selecionadas, principalmente, as amostras com predominância da fração sílticio argilosa, que possuem permeabilidade reduzida em função da granulometria fina, que impede a difusão de agentes oxidantes, favorecendo a preservação da matéria orgânica (Dias, G.T de M. et alii - 1982). Foram selecionadas, também, algumas amostras de sedimentos terrígenos arenosos e sedimentos 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 levado para eliminação dos cloretos, secado em estufa (60° - 100° C) e pesado. Adiciona-se aceleradores (Fe, Sn ou Cu) e coloca-se nos queimadores LECO-WA-12.

Em linhas gerais, o processo consiste em queimar a amostra a 1500°C, fazendo-se a medida do CO_2 liberado pela matéria orgânica.

As determinações de carbono orgânico das amostras da primeira fase do Projeto foram realizadas no laboratório do CENPES/PETROBRÁS, enquanto que as amostras da fase final foram analizadas 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 organolitos, pode-se avaliar a temperatura máxima a que estas foram submetidas. Isto fornece subsídios para o estabelecimento de índices de alteração térmica-IAT.

De posse do IAT pode-se estabelecer uma correspondência entre estes índices e os estágios diagenéticos alcançados pelas organolitos (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 organolitos consideradas como matéria orgânica vegetal superior (MOVI, MOVT e MOVL) são classificadas como tipo III. Por outro lado, as organolitos MOSC e MOVC, quando analisadas pela pirólise Rock-Eval são classificadas como tipo II. De acordo com 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 organolitos 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

A taxa de variação dos teores de carbono orgânico nesta parte da plataforma continental está situada entre 0,10% e 0,59%. Os parâmetros estatísticos para o elemento considerando todos os sedimentos analisados na margem continental brasileira, são os seguintes:

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 Sílticio Argilosos	0,47	1,73	0,59
Sedimentos Carbonáticos	0,25	2,01	0,81

O índice de alteração térmica neste mapa variou de 1,0 a 2,0.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CARBONO ORGÂNICO E ORGANOLITAS

Neste mapa foram selecionadas poucas amostras para a análise da matéria orgânica, porque na maior parte são derivadas de material carbonático. Conforme já mencionado, dá-se preferência à análise dos sedimentos lamosos por preservarem melhor o material carbonoso. Essencialmente, é verificada a baixa concentração de carbono orgânico, com o valor máximo (0,59%) estando situado em amostra de sedimento argiloso nas imediações do Cânion do rio São Francisco. Cabe ressaltar que na bacia do Ceará, próximo ao Continente, nota-se acúmulo de material vegetal superior (tipo III). À medida que se afasta em direção ao "offshore" há um enriquecimento em matéria orgânica do tipo II.

Na foz do rio São Francisco, apesar de haver predominância da matéria vegetal tipo II, observa-se também, um teor elevado de matéria vegetal de origem terrestre, o que indica a influência dos sedimentos fluviais no aporte de organolitas.

O índice de alteração térmica está dominantemente na faixa de 1,5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pouca quantidade de amostras analisadas não permite uma verificação mais acurada das variações regionais da matéria orgânica neste mapa. Há que se considerar que, a inexistência de muitos rios neste da plataforma proporciona o aparecimento de sedimentos biodetríticos e material algal. No entanto, pode-se comentar que apesar da dominância dos sedimentos do tipo II, de um modo geral, existe material de origem terrestre (tipo III) próximo ao continente e na foz de rios, conforme já comentado.

O baixo índice de alteração térmica (IAT) indica a imaturidade desses sedimentos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BACOCCOLI, G. - Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros. Uma Tentativa de Classificação. Bol. Téc. PETROBRÁS - RJ-14 - p. 5-38 - 1971.

BARRETO, H.T. and WILLIMAN, J.D. - Esboço Fisiográfico da Margem Continental Brasileira, L.C. TOFFOLLI, - editor - PETROBRÁS - relatório interno. V.I. p. 11-30 - 1969

COUTINHO, J.M.V. e COIMBRA, A.M. - Os Pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira: Estudo de Áreas-Fonte. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28 - Porto Alegre, 1974 - Anais. São Paulo, SBG-1974 - V. 5 - p. 27-41.

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

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

FRANÇA, A.M.C., COUTINHO, P.N., SUMMER-HAYES, C.P. - Sedimentos Superficiais da Margem Continental Nordeste Brasileira - Revista Brasileira de Geociências - São Paulo 6 (2) - 71-88 - 1976.

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

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

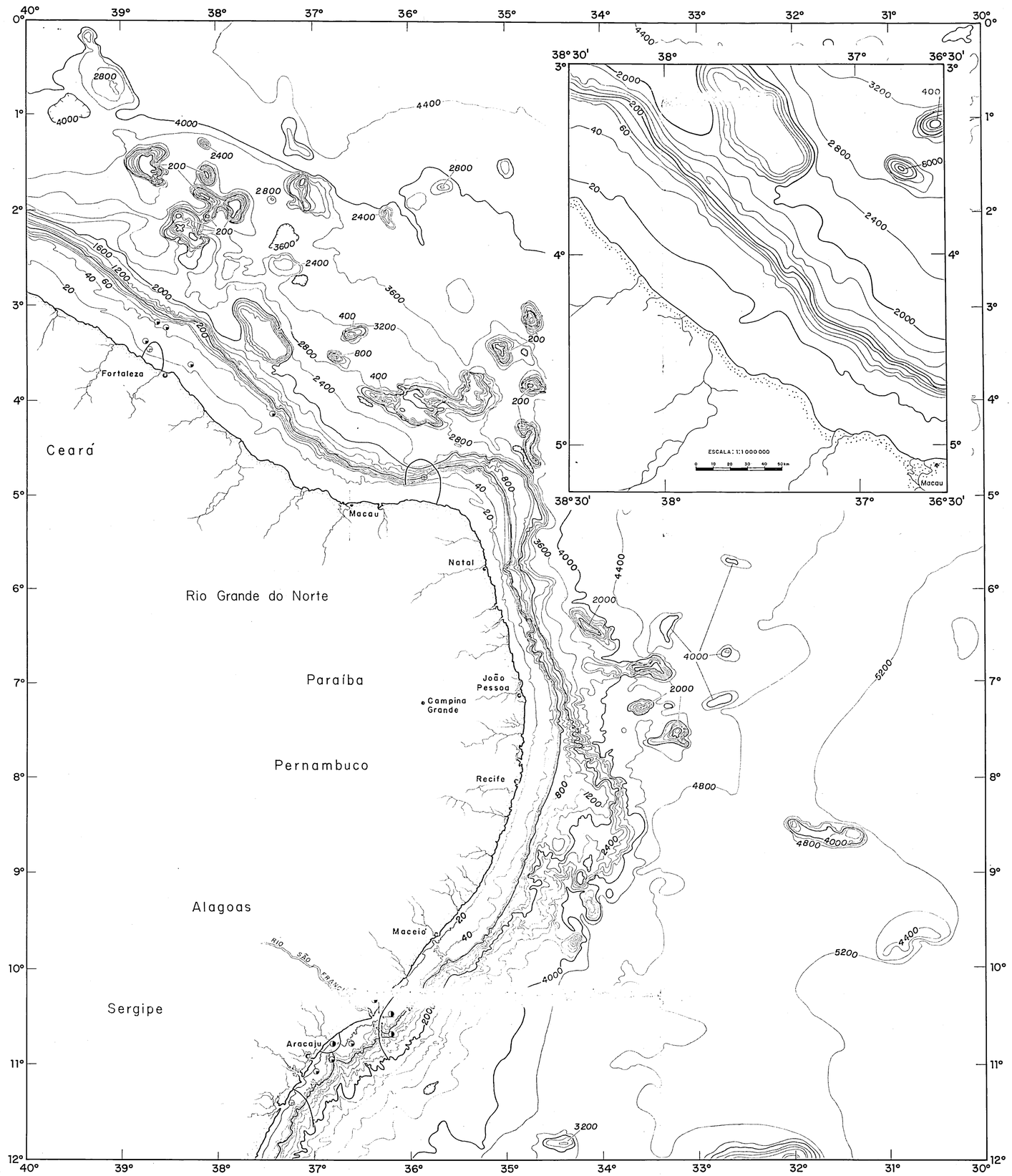
MULLER, P.J. e SUESS, E. - Productivity, sedimentation rate and sedimentary organic matter in the ocean. I. Organic Carbon Preservation. Deep Sea Research, v. 25A pp. 1347-1362 - 1979.

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

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, Dorhman - AMG. Géologie nº 23529 Project B 41-76032 - 33 pags. - 1979.

SUMMER-HAYES, C.P., COUTINHO, P.N., FRANÇA, A.M.C., ELLIS, J.P. - Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil - contributions to sedimentology upper continental margin sedimentation off Brazil. Stuttgart, 4:44-77 - 1975.



CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

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

- Linha Limite das Faixas Geoquímicas

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

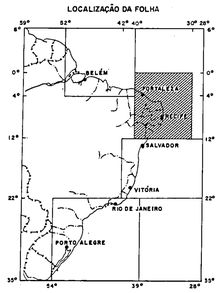
Cidade

Rio

Isóbatas em metros

Depressão

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



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

PROJETO GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

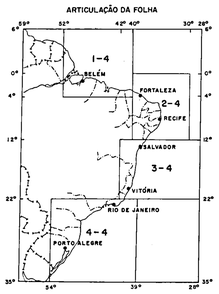
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO CARBONO ORGÂNICO

ESCALA 1:2.000.000

0 20 40 60 80 100 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.

Chefe do Projeto: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Supervisão: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves (DEPRO/RJ).
Maria Gícia de Nóbrega Coutinho (SUREAU/RJ).
Execução: Gilberto José Machado (DEPRO/RJ).
Liana Barreto Vaz Sampaio (DEPRO/RJ).
Plotagem dos pontos: Júlio Cesar de Oliveira Lyrio (estagiário do DEPRO/RJ)
Cartografia: Regina Celia Gimenez Armesto (DEPEG / RJ)
Desenho: Luiz Carlos Soares Pereira (DEPEG / RJ)