

ESTUDOS GEOQUÍMICOS DOS PLATÔS MARGINAIS DOS ESTADOS DO CEARÁ E RIO GRANDE DO NORTE (BRASIL)

Edsard de Andrade ⁽¹⁾
George Satander Sá Freire
Moisés Almeida de Oliveira

Laboratório de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

O estudo geoquímico dos platôs marginais tem grande significado científico, já que a composição dos sedimentos daquela área é regida por muitos fatores que levam a modificações posteriores à deposição dos mesmos. O presente trabalho tem por objetivo oferecer uma contribuição ao conhecimento das concentrações de cálcio, magnésio, ferro, titânio, matéria orgânica, carbono e nitrogênio orgânicos, e fósforo nos sedimentos dos platôs marginais dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, observando-se as leis que regem a migração, origem e deposição destes elementos, bem como apresentar as distribuições dos mesmos. A relação entre os elementos estudados e os sedimentos servirá como subsídio para uma melhor compreensão das fácies sedimentares de mar profundo nesta área.

MATERIAL E MÉTODO

As amostras dos sedimentos (tabela I; figura 1) são provenientes do cruzeiro Platôs Marginais do Nordeste Brasileiro — etapas 3 e 4 — realizado pelo Navio Oceanográfico Almirante Câmara, e foram analisadas pelos métodos descritos por Ribas, 1953 (*in* Chen & Lu, 1974) e Prince (1963). Foram feitas também

observações visuais das mesmas para melhor interpretação dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A zona periférica à plataforma continental do Nordeste brasileiro é caracterizada pela ocorrência de feições morfológicas classificadas como platôs e "guyots", sendo definidas como platôs, as do Rio Grande do Norte e "guyots" as do Ceará. O embasamento é provavelmente composto por rochas vulcânicas, como atesta a topografia acidentada dos montes submarinos e capeada por uma camada sedimentar constituída de algas calcárias, corais e foraminíferos (Kowsmann & Costa, 1976).

Cálcio e magnésio

Os sedimentos dos platôs marginais na região estudada são ricos em carbonatos de cálcio e magnésio, com teores compreendidos entre 9,0% (D90) e 42,04% (D91 e D59) para o cálcio (CaO) e 2,6% (topo, T21) a 20,3% (D54) para o magnésio (MgO).

Como se pode observar na tabela I, ocorreu nos platôs uma alta concentração de magnésio, o que se deve provavelmente, à riqueza em algas calcárias na costa Nordeste do Brasil, pois as mesmas possuem alta concentração em MgCO₃ e

(1) Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

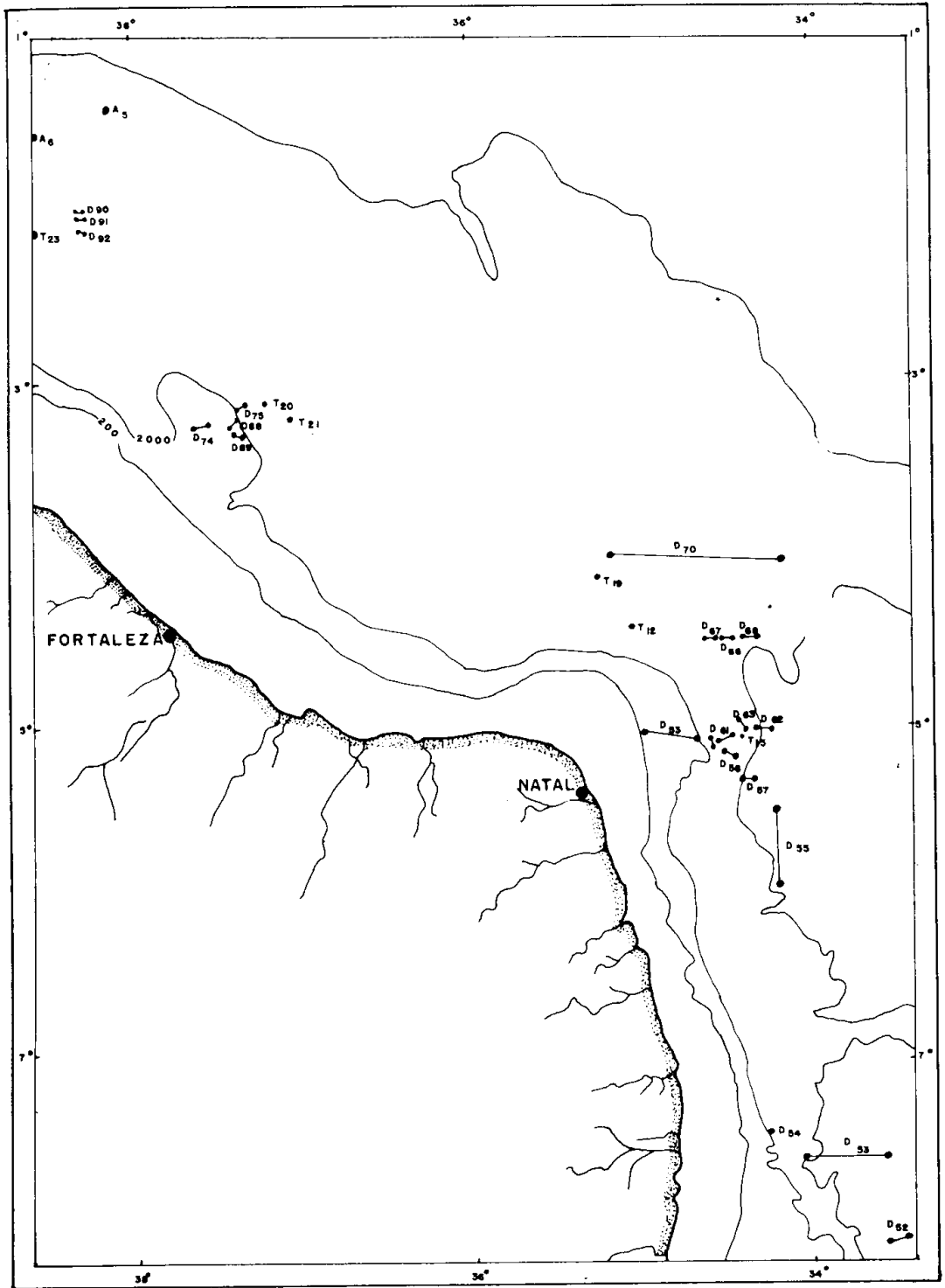


Figura 1 – Localização das coletas de amostras nos platôs marginais.

TABELA I

Localização e descrição das amostras coletadas nos platôs dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Brasil).

Amostra	Localização		Profundidade (m)		Descrição da amostra
	longitude	latitude	inicial	final	
T15T	34°44'09"	05°09'27"	1.207	1.207	Lama amarelada rica em foraminíferos
T15B	34°45'30"	05°09'27"	1.207	1.207	Lama cinza plástica calcífera
T18T	35°04'01"	04°44'07"	800	800	Lama biodetrítica arenosa acastanhada
T18B	35°04'01"	04°44'07"	800	800	Lama arenosa esverdeada biodetrítica
T19T	35°24'00"	04°16'03"	—	—	Lama arenosa biodetrítica amarelada
T18B	35°24'00"	04°16'03"	—	—	Lama argilosa esverdeada pouco calcífera
T20	37°18'00"	03°12'00"	950	—	Lama plástica amarronzada com foraminíferos
T21	37°04'00"	03°22'05"	1.000	—	Turbiditos
T23	38°52'25"	02°12'28"	2.639	2.570	Lama com foraminíferos amarela
A05	38°08'03"	01°40'65"	50	50	Algas calcárias, esponjas e organismos vivos
A06	38°52'25"	01°56'00"	55	—	Algas calcárias e corais
D52	I-33°47'71"	I-08°08'09"			
	F-33°55'03"	F-08°10'00"	3.384	1.315	Blocos de basalto alterado e mat. calcífero
D53	I-33°55'09"	I-07°59'16"			
	F-34°06'04"	F-07°58'00"	2.810	1.459	Lama cinza clara com crostas de manganês
D54	I-34°25'07"	I-07°44'09"			
	F-34°26'05"	F-07°45'00"	414	53	Blocos calcários biodetríticos
D55	I-34°19'01"	I-06°00'00"			
	F-34°20'09"	F-05°54'05"	3.567	3.310	Lama amarelada e lama cinza clara
D57	I-34°33'07"	I-05°34'07"			
	F-34°36'08"	F-05°34'09"	3.420	3.106	Lama amarelada com biodetritos
D58	I-34°43'02"	I-05°20'08"			
	F-34°49'05"	F-05°18'01"	2.607	1.369	Lama argilosa cinza calcífera e lama amarela com granito
D59	I-34°57'00"	I-05°17'00"			
	F-35°01'00"	F-05°09'00"	301	64	Blocos calcários biodetríticos, algas coralíneas
D61	I-34°46'05"	I-05°09'07"			
	F-34°50'00"	F-05°11'05"	1.000	795	Lama amarelada rica em foraminíferos
D62	I-34°23'00"	I-05°09'00"			
	F-34°41'08"	F-05°04'07"	—	—	Lama fluida amarelada c/foraminíferos e xistos
D63	I-34°41'02"	I-05°02'05"			
	F-34°41'03"	F-05°01'05"	2.100	1.458	Fragmentos de rocha calcífera e seixos de quartzo
D65	I-34°31'00"	I-04°50'05"			
	F-34°38'00"	F-04°50'05"	3.748	3.564	Lama biodetrítica com foraminíferos
D68	I-34°45'06"	I-04°50'08"			
	F-34°50'00"	F-04°50'08"	3.000	1.207	Argila síltica amarelada calcífera
D67	I-34°53'09"	I-04°51'03"			
	F-34°58'09"	F-04°52'08"	1.800	1.925	Lama arenosa biodetrítica
D70	I-34°17'04"	I-04°06'08"			
	F-35°17'00"	F-04°01'00"	2.000	302	Lama cinza escura calcífera
D74	I-37°56'04"	I-03°26'05"			
	F-37°59'85"	F-03°28'24"	1.200	532	Areia lamosa constituída de foraminíferos
D85	I-37°29'38"	I-03°16'11"			
	F-37°32'00"	F-03°18'08"	—	—	Calcário coralígeno c/tubos de vermes, briozoários, esponjas, etc.
D88	I-37°33'84"	I-03°32'34"			
	F-37°31'00"	F-03°34'84"	1.550	950	Calcário fosfatado

Tabela I (continuação)

D89	I-37°36'00"	I-03°27'07"	880	360	Calcário ocre
	F-37°34'06"	F-03°23'08"			
D90	I-38°25'05"	I-02°01'05"	2.410	600	Rocha vulcânica (basalto)
	F-38°25'00"	F-02°04'05"			
D91	I-38°24'00"	I-02°01'00"	600	450	Calcário creme poroso friável
	F-38°23'00"	F-02°02'00"			
D92	I-38°24'08"	I-02°11'01"	78	—	Halimeda, cascalho biodetrítico
	F-38°22'08"	F-02°12'30"			

Legenda: I — início de dragagem; D — dragagem; A — amostrador Van Veen; F — término de dragagem; T — testemunhagem.

podem contribuir com aproximadamente 30% desse material nos sedimentos carbonáticos.

A calcita e a aragonita precipitam-se por mudanças físico-químicas ou por processos vitais dos organismos, sendo que a aragonita converte-se em calcita, que é a forma mais estável. A origem do dolomito tem sido assunto de muita discussão e ainda não se alcançou acordo geral; contudo, a evidência geológica indica que muitos dolomitos se formaram a partir de calcários por ação metassomática das águas contendo magnésio.

Para a reação: $2 \text{CaCO}_3 + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{Ca}^{2+}$, a lei da ação das massas prediz que o equilíbrio será determinado quase inteiramente pela concentração relativa dos íons cálcio e magnésio.

Os estudos sobre a termodinâmica da reação mostram que nas condições de temperatura e de concentração que prevalecem no mar, a mudança de energia livre da reação acima é negativa, isto é, a dolomitização progredirá espontaneamente (Mason, 1971). Pelos baixos valores da relação Ca/Mg (tabela II; figura 2) em quase todas as amostras superficiais estudadas, decorrentes do elevado teor de magnésio em relação ao cálcio existente, acredita-se na ocorrência de processos de dolomitização e/ou existência de calcitas magnesianas.

Os carbonatos nas regiões estudadas são originados principalmente de algas calcárias (coralináceas) e foraminíferos planctônicos, o que se pode verificar pela pequena relação Ca/Mg e por

observações visuais. Alguns organismos marinhos são muito ricos em magnésio e certas algas podem incorporar em suas partes carbonáticas até 25% de MgCO_3 ; os foraminíferos e os equinodermas também apresentam boas concentrações. Os organismos que vivem em águas tropicais são geralmente mais ricos em magnésio que os habitantes de águas frias (Rankama & Sahama, 1962).

Ferro

Os óxidos de ferro são depositados em sedimentos, de acordo com as condições ambientais, sendo que em ambientes de baixa temperatura o fator mais decisivo para precipitação do mesmo é a relação Eh/PH.

De uma maneira geral o ferro apresentou-se com teores baixos (tabela I), destacando-se apenas a amostra D-90 que apresentou um teor razoável (7,2%) de Fe_2O_3 , com uma coloração verde-acinzentada.

A hematita ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) é um dos minerais de ferro mais comum em sedimentos, sendo que a ocorrência da limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) aparece como resultado da alteração da hematita pela formação do óxido de ferro hidratado. A limonita aparece mais comumente na argila, cuja coloração é amarela (Degens, 1965). A hematita é de cor vermelha viva e como a coloração predominante nos sedimentos é amarelada, acredita-se que o ferro está mais ligado à limonita. Estes óxidos predominam de modo sensível na argila, o que justifica a presença dos maiores teores de

TABELA II

Teores, em porcentagem, de cálcio, magnésio, ferro, titânio, matéria orgânica, carbono orgânico, nitrogênio — Kjeldhal e fósforo, e suas relações nos sedimentos dos platôs dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Brasil).

Número da amostra	Teor de carbono %	Teor de m. orgânica %	Teor de nitrogênio %	Teor de ferro %	Teor de titânio %	Teor de cálcio %	Teor de magnésio %	Teor de fósforo %	Relação Ca/Mg	Relação C/N	Relação P/M. org.	Relação Ca/P
T15T	0,52	0,89	0,031	0,40	1,98	37,20	4,30	1,50	8,60	16,70	1,68	24,80
T15B	0,56	0,16	0,033	0,31	1,54	28,20	10,00	2,60	2,82	16,90	2,71	10,84
T18T	0,24	0,50	0,046	0,70	0,16	34,90	10,80	2,70	4,60	5,40	5,40	12,92
T18B	0,61	1,05	0,026	0,57	1,36	36,70	11,30	3,00	3,24	23,40	2,85	12,23
T19T	0,35	0,60	0,037	0,80	0,44	20,69	3,20	2,90	6,40	9,45	4,83	7,13
T19B	0,81	1,39	0,043	2,12	0,38	—	—	—	—	18,80	—	—
T20	0,81	1,40	0,055	0,25	0,51	23,30	7,04	2,00	3,30	14,70	2,03	11,65
T21	0,27	0,47	0,050	0,41	0,16	12,04	2,60	0,40	4,60	5,40	0,85	30,10
T23	0,62	1,08	0,054	1,16	1,20	16,50	10,60	5,00	3,58	11,00	4,63	3,30
A5	0,13	0,22	0,027	0,10	0,07	39,80	18,80	2,25	3,98	4,80	10,23	17,68
A6	0,24	0,41	0,065	0,23	0,38	40,00	18,80	1,50	2,12	3,70	3,66	26,66
B52	0,61	1,06	0,047	1,60	0,94	20,20	6,08	7,95	3,32	12,90	7,50	2,54
D53	0,19	0,33	0,037	0,45	0,55	36,00	9,00	5,57	1,59	5,13	17,42	6,26
D54	0,71	1,23	0,050	0,32	0,17	36,70	20,30	1,00	1,80	14,20	0,81	36,70
D55	0,65	1,13	0,060	0,26	0,34	33,00	10,00	2,50	3,30	10,80	2,21	13,20
D57	0,34	0,59	0,062	0,97	0,13	28,80	4,70	2,80	6,12	5,50	4,74	10,28
D58	0,66	1,11	0,040	0,33	0,08	24,50	6,80	8,60	3,60	16,50	7,75	2,85
D59	0,17	0,29	0,048	3,10	0,19	42,04	17,20	0,80	2,44	3,60	2,76	52,50
D61	0,60	1,04	0,075	0,83	1,19	33,10	5,00	1,60	6,60	8,00	1,54	20,69
D62	0,52	0,89	0,050	0,65	1,49	21,40	12,00	2,60	1,75	10,40	2,92	8,23
D63	0,17	0,29	0,048	3,10	0,19	32,00	17,20	0,80	2,44	3,60	2,75	52,50
D65	0,42	0,72	0,042	0,42	0,30	37,00	6,00	3,10	6,10	10,00	4,30	11,93
D66	0,60	1,03	0,051	0,42	1,08	17,10	9,00	2,10	1,90	11,70	2,47	7,12
D67	0,57	0,97	0,050	0,23	0,26	23,00	8,80	2,70	3,38	11,40	2,50	8,51
D70	0,62	1,08	0,050	1,60	0,19	10,90	3,30	0,75	3,30	12,40	1,31	14,53
D74	0,33	0,57	0,046	0,44	1,12	18,40	9,00	2,50	2,04	7,10	8,62	7,36
D85	0,17	0,29	0,042	0,24	0,58	35,50	19,00	2,10	1,86	4,10	7,50	16,90
D88	0,12	0,28	0,026	0,32	0,42	19,01	12,00	7,55	1,58	4,60	26,96	2,52
D89	0,36	0,62	0,031	1,15	0,26	36,80	17,00	0,50	2,16	11,60	0,81	73,60
D90	1,08	1,85	0,060	7,20	0,77	9,00	3,80	8,10	2,36	18,00	4,38	11,11
D91	0,10	0,17	0,010	0,25	0,55	42,04	20,00	1,15	2,10	10,00	6,76	36,52
D92	0,14	0,24	0,062	0,40	1,18	35,60	18,00	2,10	1,90	2,50	8,76	13,69

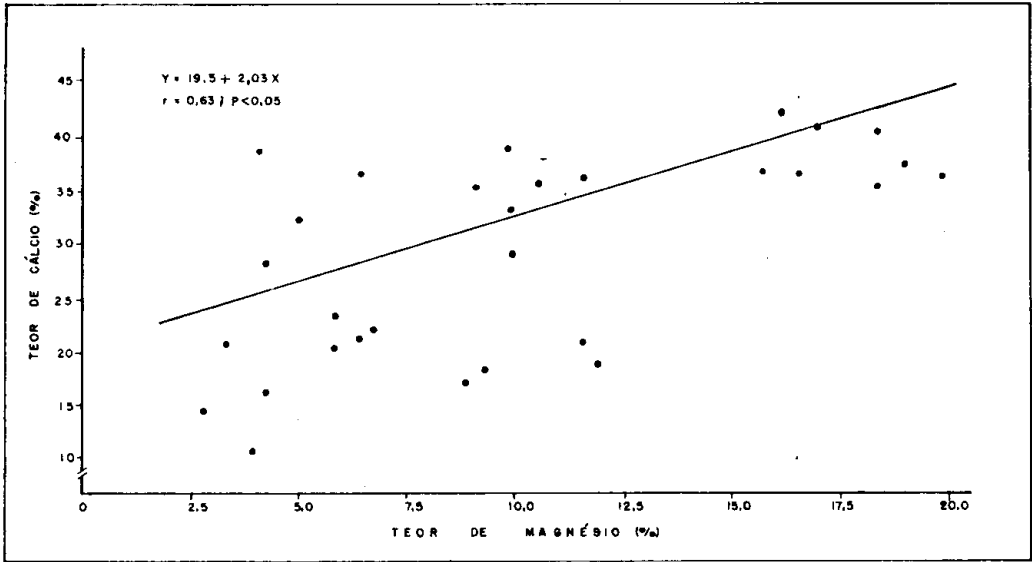


Figura 2 – Regressão entre teor de cálcio e teor de magnésio nos sedimentos dos platôs do Ceará e R.G. do Norte

Fe_2O_3 estar associada aos sedimentos mais finos, como se pode ver pela descrição das amostras na tabela II.

Após a fusão e ataque ácido das amostras, a única que apresentou-se com solução de cor vermelha brilhante foi a D90, localizada no platô do Ceará (figura 1), portanto com grande possibilidade de conter Fe_2O_3 ligado à hematita. O elevado teor de Fe_2O_5 (8,1%) evidencia uma associação deste com o ferro existente, o que não ocorre nos sedimentos das demais estações.

Titânio

O titânio apresentou-se em pequenas concentrações com valores compreendidos entre 0,07%, na amostra AO5 e 1,98%, na base do testemunho T15. Como as maiores concentrações do mesmo encontram-se associadas aos sedimentos lamosos com grande quantidade de carapaças e fragmentos diversos de organismos, e por ser o titânio um dos microcomponentes das algas e animais marinhos, acreditamos que estes contribuem, embora em pequeníssima quantidade, com titânio para os sedimentos dos platôs. O titânio pode ser também incorporado aos sedimentos em

minerais, tais como ilmenita, rutilo, esfeno, biotita, anfibólios e piroxênios. Sua maior presença nos sedimentos mais finos (tabelas I e II) é explicada pela interação da argila com amorfos, bem como pela possibilidade de serem incorporados dióxidos de titânio em formas finamente disseminadas durante o intemperismo.

Devido à semelhança no tamanho iônico do titânio (0,64 Kx) com o magnésio (0,78 Kx) e pela ocorrência de sedimentos carbonáticos com altos teores de magnésio nos platôs do Ceará e Rio Grande do Norte, acredita-se que pode haver uma substituição do magnésio pelo titânio nesses sedimentos. O titânio é diádoco do silício mas sua substituição é limitada devido à diferença dos raios iônicos Si^{4+} (0,39 Kx) e Ti^{4+} (0,64 Kx).

Matéria orgânica e fósforo

O nitrogênio contido na matéria orgânica varia com o tipo de organismo. Nas algas ele é baixo, conseqüentemente a relação C/N é alta, sendo aproximadamente 14,3 para algas verdes macroscópicas e 6,5 para o fitoplâncton. Como o nitrogênio apresenta-se em maior quantidade nos animais, os sedimentos que pos-

suem maior deposição destes têm a relação C/N muito baixa, em torno de 2,8 a 3,4 (Veber *et al.*, 1950 in Bordoviskiy, 1965). Os valores da relação C/N nos sedimentos superficiais dos platôs do Ceará e Rio Grande do Norte encontram-se representados na tabela II e variam de 2,50 em amostras do platô do Ceará (D92) a 16,50 no platô do Rio Grande do Norte (D58). O maior valor dessa relação foi de 23,40% na base do testemunho T18.

A relação C/N varia comumente de 8 a 12 e aumenta com a camada de deposição do sedimento, chegando a atingir valores de 20 a 30% em sedimentos antigos (Degens, 1970). Não se verifica correlação estatística entre os teores de carbono e nitrogênio, não sendo possível, portanto, ajustar uma reta de regressão linear aos valores observados, calculando-se apenas a média da relação C/N, que apresentou um valor de 10,13 (tabela II).

Observando-se os dados obtidos dos testemunhos T18 e T19, verifica-se um aumento desta relação no sentido topo-base, corroborando a afirmação de Degens (*op. cit.*), com valores das bases do T19 (18,80) e T18 (23,40) próximos aos definidos para sedimentos antigos.

A relação C/N se mantém mais ou menos constante por grupos individuais de organismos, sendo, portanto, um parâmetro do qual se pode deduzir a origem da matéria orgânica em sedimentos recentes de ambientes redutores.

De acordo com Guazelli & Costa (1978), os sedimentos superficiais do platô do Estado do Ceará são recentes, mas o desconhecimento do Eh ambiente não nos permite discutir a origem da matéria orgânica em função desses dados. Faz-se necessário, portanto, um estudo sobre a relação Eh/PH nestes platôs, pois de acordo com Bordoviskiy (1965), em ambientes oxidantes a C/N é modificada para valores menores, já que o carbono orgânico torna-se menos estável que o nitrogênio.

O fósforo nos platôs do Ceará e Rio Grande do Norte apresentou-se com teo-

res variando de 0,40% no topo do testemunho T21 a 8,60% (D58), destacando-se seis amostras com teores bastante representativos: topo do testemunho T23 com 5%, D52 (7,95%), D53 (5,75%), D58 (8,60%), D88 (7,55%) e D90 (8,10%).

Estudando-se a relação fósforo/matéria orgânica, observa-se a não existência de correlação estatística entre os respectivos teores, calculando-se, portanto, apenas a relação média, que apresentou um valor de 5,28 (tabela II).

Os platôs representam regiões ricas em recursos pesqueiros por causa da maior concentração em alimentos para as espécies que habitam suas zonas eufóticas, e contribuem, juntamente com organismos planctônicos e recursos pelágico-oceânicos, com detritos que enriquecem os sedimentos em fósforo. Todavia, em alguns locais onde ocorrem condições anaeróbicas provenientes da decomposição da matéria orgânica, o fosfato destes organismos se dissolve na água e migra para regiões onde prevalecem as condições oxidantes, precipitando-se em formas coloidais. Se houver outras condições apropriadas, estes colóides podem-se aglomerar e formar nódulos de fosforita. Geralmente, uma precipitação coloidal dessa natureza possui cargas elétricas que causam a atração de partículas que envolvem os aglomerados coloidais e vão sendo adicionados até condições de neutralidade elétrica (Mero, 1969). Altas concentrações de fósforo nos sedimentos superficiais, provavelmente, refletem condições oxidantes, porque a oxigenação de água intersticial atua como um obstáculo à remoção do fósforo existente (Young, 1968).

Apesar da inexistência de correlação estatística entre cálcio e fósforo, verifica-se uma relação inversa, com valor médio de 18,28 (tabela II), ou seja, o fósforo substitui o cálcio nos carbonatos. Summerhayes (1967), relatando a ocorrência de fosforita da Nova Zelândia, concluiu que o carbonato de cálcio é substituído pelo fosfato.

As profundidades adequadas à precipitação do fosfato, na água do mar, situam-se entre 200 e 1.000 metros, com precipitação máxima entre 200 e 500 metros, deduzindo-se assim que os sedimentos fosfáticos são depositados em águas relativamente rasas, ou seja, nos topos dos platôs (Slansk, *in* Melo *et al.*, 1978). Observando-se as tabelas I e II, verifica-se nos platôs do Ceará e Rio Grande do Norte a ocorrência de amostras com teores razoáveis de fósforo, a profundidades de dragagem superiores a 1.000 metros. Isto pode ser explicado pelas condições de águas rasas ou exposições dos platôs, o que pode ter ocorrido durante alguma fase de desenvolvimento destes. No platô do Ceará, estas condições são bem definidas pela forma elíptica a topo plano, que o assemelha mais a um "guoyt" com indícios de exposição, apesar de estar coberto por espessas lâminas de águas (Guazelli & Costa, 1978).

CONCLUSÕES

1. Pelos baixos valores da relação Ca/Mg, em grande parte das amostras superficiais, acredita-se na ocorrência de processos de dolomitização, e/ou existência de calcitas magnesianas nos platôs do Estado do Ceará e Rio Grande do Norte.
2. Os carbonatos nas áreas de dragagens são originados principalmente de algas calcárias e foraminíferos planctônicos.
3. A limonita está presente em pequenas concentrações, sendo que os maiores teores da mesma encontram-se nos sedimentos argilosos de coloração amarelada.
4. O titânio apresentou-se com baixos teores, com maior abundância nos sedimentos mais finos, com biodetritos.
5. Ocorre um aumento da relação C/N no sentido topo-base dos testemunhos.
6. O fósforo contido nos sedimentos não tem implicações com a matéria orgânica

existente nos sedimentos, e o mesmo é decorrente da precipitação normal em águas saturadas com fosfato e pela substituição do cálcio pelo fósforo.

7. A ocorrência de amostras com teores razoáveis de fósforo, a profundidades superiores a 1.000 metros, pode ser explicada pelos indícios de condições de águas rasas ou de exposição dos platôs em alguma fase do desenvolvimento destes.

SUMMARY

English title: Geochemical study of marginal plateaux off Ceará and Rio Grande do Norte States, northeastern Brazil.

This paper deals with the concentration of phosphorus, nitrogen, organic carbon, iron, titan, calcium, magnesium and organic matter in sediments of the marginal plateaux of the states of Ceará and Rio Grande do Norte, considering the origin, deposition and migration of these elements.

The samples were collected on board of NOc. Almirante Câmara of the Brazilian Navy during the "Platôs Marginais Cruise", legs 3 and 4.

It has been observed that the carbonates are stemmed from the calcareous algae based on the relation Ca/Mg. Limonite occurs concentrated in the clayey sediments of yellow color. The relation C/N grows from the top towards the bottom of the cores. The phosphorite deposits have no correlation with the organic matter of the sediments, and are originated by precipitation and as consequence of the replacement of calcium by phosphorus.

Titanium generally occurs associated with clayey sediments with great amount of shell fragments.

BIBLIOGRAFIA

Bordoviskiy, O.K. — 1965 — Accumulation and transformation of organic substances in

marine sediments. *Mar. Geol.*, Amsterdam, 3 (1/2): 3-83, 17 figs.

Chen, K.Y. & J.C. Lu — 1974 — Sediment composition in Los Angeles - Long Beach harbors and San Pedro basin. *Sed. Invest.*, Los Angeles, (7): 1-177, 120 figs.

Degens, E.T. — 1965 — *Geochemistry of sediments*. Prentice-Hall, IX + 342 pp., London.

Degens, E.T. — 1970 — Molecular nature of nitrogenous compounds in sea water and recent marine sediments. *Inst. Mar. Sci. Univ. Alaska*, (1): 77-106, 7 figs.

Guazelli, W. & M.P.A. Costa — 1978 — Ocorrência de fosfato no Platô do Ceará. *Série Projeto Remac*, Rio de Janeiro, (3): 7-14.

Kowsmann, R.O. & M.P.A. Costa — 1976 — Estratigrafia sistêmica do Platô de Pernambuco. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, (8): 95-101.

Mason, B.H. — 1971 — *Princípios de Geoquímica*. Editora Polígono, XI+ 403 pp., São Paulo. (Traduzido do inglês por Rui Ribeiro Franco).

Melo, M.; W. Guazelli & M.P.A. Costa — 1978 — Nódulos polimetálicos, com núcleo de fosforita no Platô de Pernambuco. *Série Projeto Remac*, Rio de Janeiro, (3): 15-32.

Mero, J.L. — 1969 — *The mineral resources of the sea*. Elsevier Publishing Company, XIII + 312 pp., Amsterdam.

Prince, A.L. — 1963 — Apêndice. Métodos en análisis del suelo, pp. 392-435, in Bear, F.E. (ed.), *Química del suelo*. Ediciones Interciência, 1ª ed., VIII + 435 pp., Madrid. (Traduzido do Inglês por J. R. Pacheco).

Summerhayes, C.P. — 1967 — Marine environments of economic mineral deposition around New Zeland: a review. *New Zeland. Jour. Mar. Freshw. Res.*, Wellington, 1 (3): 82-267.

Raṅkama, K. & T.G. Sahama — 1967 — *Geochemistry*. The University of Chicago Press, 2nd ed., 862 pp., Chicago.

Young, D.K. — 1968 — Chemistry of southern Chesapeake Bay sediments. *Chesapeake Science*, Solomons, 9 (4): 254-260, 4 pgs.