

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

**Mudanças Ambientais Ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) ao Longo do Holoceno, e sua Resposta nas Associações de Foraminíferos**

*Raquel Fernanda Passos, Silvia Helena Mello e Sousa, Michel Michaelovitch Mahiques*  
*Pesquisas em Geociências, 28 (2): 223-231, maio/ago., 2002.*

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20297>

---

Publicado por

**Instituto de Geociências**

---



**Portal de Periódicos  
UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

## **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - maio/ago., 2002.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

# Mudanças Ambientais Ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) ao Longo do Holoceno, e sua Resposta nas Associações de Foraminíferos<sup>1</sup>

RAQUEL FERNANDA PASSOS<sup>2,3</sup>, SILVIA HELENA MELLO E SOUSA<sup>4</sup> & MICHEL MICHAELOVITCH MAHIQUES<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPESP (Processo 99/01304-4).

<sup>2</sup> Instituto Oceanográfico, USP, Praça do Oceanográfico, 191, CEP 05508-900, São Paulo - SP, Brasil.

<sup>3</sup> raquelfernandap@aol.com – <sup>4</sup> shmsousa@ceres.io.usp.br – <sup>5</sup> mahiques@usp.br

(Recebido em 10/01. Aceito para publicação em 05/02)

**Abstract** - The assemblages of foraminifera present in eight box cores collected on the continental slope between Abrolhos Bank (BA) and Cabo Frio (RJ), were studied to determine the Holocene paleoceanographical history of the region. This study employed classical techniques for the analysis of paleoceanography, such as stable oxygen isotopes, micropaleontology and AMS <sup>14</sup>C datings. Information on sea surface paleotemperature was obtained by measuring the abundance of various taxa of foraminifera: *Globigerinoides ruber* and *Globigerinoides sacculifer* as indicators of warm water masses; *Globigerina bulloides* and *Globigerinita* sp. of cold water masses; *Globorotalia menardii* of warm climate and *Globorotalia truncatulinoides* of cool climate. The data obtained are in accordance with the results of isotopic analysis and other studies which have been carried out in this region. This study revealed a strong relationship between temperature and primary productivity in the Cabo Frio region, variation in the terrigenous input furnished by the Rio Doce, and occurrence of a regional upwelling southward of the Abrolhos Bank that was associated with sea level changes reflecting events associated with the Last Glacial Maximum (ca. 18 Ka BP).

**Keywords** - foraminifera, Holocene, paleoceanographical.

## INTRODUÇÃO

Os foraminíferos são importantes ferramentas em estudos paleoceanográficos, uma vez que são extremamente sensíveis às variações ambientais, tais como: temperatura, salinidade, pressão, condições de oxigenação do meio, entre outros (Boltovskoy, 1959). Como resposta a essas variações ambientais eles apresentam alterações em sua morfologia e na composição específica de suas associações.

Visando compreender os efeitos das variações climáticas holocênicas sobre o comportamento das massas d'água na margem continental sul, entre o Banco de Abrolhos (BA) e a região de Cabo Frio (RJ) estudou-se 8 testemunhos rasos obtidos a partir de *box corer* coletados no talude continental (Fig. 1), quanto ao conteúdo de foraminíferos, isótopos estáveis ( $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ ) em carapaças de *Globigerinoides ruber*, datações radiométricas <sup>14</sup>C (método AMS) também em carapaças de *Globigerinoides ruber* e parâmetros geoquímicos ( $\text{C}_{\text{org}}$ ,  $\text{N}_{\text{tot}}$  e  $\text{S}_{\text{tot}}$ ).

## MATERIAL E MÉTODOS

Estudou-se 8 testemunhos coletados através de testemunhos rasos obtidos a partir de *box corer* no talude continental entre 650 e 1330 m de profundidade.

Destes, 7 foram coletados pelo navio oceanográfico Victor Hensen dentro do projeto de cooperação científica e tecnológica Brasil-Alemanha Joint Oceanographic Project (JOPS-II), em abril de 1995, e subamostrados em intervalos regulares de 5 cm. Um testemunho foi coletado pelo Navio Oceanográfico Prof. W. Besnard, no âmbito do Projeto Importância da Quebra da Plataforma para os Recursos Vivos e Não Vivos (PADCT – CNPq), realizado entre novembro de 1997 e fevereiro de 1998, e subamostrado em intervalos de 2 cm (Tab. 1).

Empregou-se as técnicas clássicas em estudos micropaleontológicos com foraminíferos: peneiramento a úmido de 10 cm<sup>3</sup> de sedimento; flotação em tetracloreto de carbono para a separação das carapaças do material siliciclástico; triagem de, no mínimo, 500 espécimes de cada amostra; e identificação taxonômica. A partir da identificação taxonômica foram obtidos os seguintes parâmetros paleoecológicos: abundância relativa de espécies, porcentagem de formas planctônicas e frequência absoluta das espécies paleoecologicamente significantes, quais sejam: *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides sacculifer* e *Globorotalia menardii* como bioindicadoras das águas quentes da Corrente do Brasil e *Globigerina bulloides*, *Globigerinita* sp. e *Globorotalia truncatulinoides* como espécies indicadoras de águas mais frias (Tab. 2).

Em respeito ao meio ambiente, este número foi impresso em papel branqueado por processo parcialmente isento de cloro (ECF).

Tabela 1 - Localização dos testemunhos estudados.

Estação Oceanográfica	Localização	Latitude (S)	Longitude (W)	Profundidade (m)	Recuperação (cm)	Número de Amostras	Projeto
6542	Macaé	23°57,05'	41°36,6	1226	24	12	PADCT
3201	Rio Paraíba	21°37'	39°54,8'	1323	30	7	JOPS-II
3203	Rio Paraíba	21°37'	40°16,2'	650	38	8	JOPS-II
3219	Rio Doce	19°56,57'	39°27,8'	1285	40	9	JOPS-II
3220	Rio Doce	19°53'	39°31,5'	990	35	8	JOPS-II
3227	Abrolhos	19°49,2'	38°47,3'	1330	40	9	JOPS-II
3228	Abrolhos	19°45,5'	38°45,8'	1100	40	9	JOPS-II
3229	Abrolhos	19°38,5'	38°43'	1226	45	10	JOPS-II

Tabela 2 - Significado paleoambiental das espécies bioindicadoras utilizadas

Espécie	Significado	Referência
<i>Globigerina bulloides</i>	Indicadora de ressurgência ou de águas frias e ricas em nutrientes	Murray, 1995; Debenay & Redois, 1997
<i>Globigerinita glutinata</i>	Indicadora de ressurgência	Peeters <i>et al.</i> , 1999
<i>Globigerinoides ruber</i>	Indicadora de massas d'água quentes, particularmente da Corrente do Brasil	Boltovskoy, 1959
<i>Globigerinoides sacculifer</i>	Indicadora de fauna tropical	Debenay & Redois, 1997
<i>Globorotalia menardii</i>	Indicadora de clima quente	Ericson & Wollin, 1968; Vicalvi & Palma, 1980
	Indicadora de massas d'água quentes, particularmente da Corrente do Brasil	Boltovskoy, 1959
	Indicadora de fauna tropical	Debenay & Redois, 1997
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	Com enrolamento sinistral indicadora de climas frios	Ericson & Wollin, 1968
	Indicadora de águas frias, pela freqüência	Vicalvi & Palma, 1980
	Indicadora de massas d'água fria, particularmente a Corrente das Malvinas	Boltovskoy, 1959

Realizou-se também análises isotópicas  $\delta^{18}\text{O}$  em carapaças de *G. ruber* e *G. sacculifer* e datações radiométricas  $^{14}\text{C}$  (método AMS) em carapaças da espécie *G. ruber* para a obtenção da idade das amostras e também foram realizadas análises dos parâmetros geoquímicos  $C_{\text{org}}$ ,  $S_{\text{tot}}$  e  $N_{\text{tot}}$ . As análises de isótopos estáveis de oxigênio e as datações radiométricas dos testemunhos 3227, 3228 e 3229 foram realizadas na Universidade de Bremen (Alemanha), com 5 carapaças de foraminíferos para as análises isotópicas e 10 carapaças para as datações radiométricas. Os demais testemunhos foram analisados no laboratório BETA ANALYTIC, a partir de 10mg de carapaças de *G. ruber*.

Foram utilizadas as espécies *G. ruber* e *G. sacculifer* devido ao fato destas serem as espécies planctônicas mais utilizadas em análises desse tipo e também a sua grande abundância nas amostras estudadas.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo estende-se desde o sul Banco de Abrolhos (BA) até a região de Cabo Frio (RJ), compreendendo desta forma 2 compartimentos distintos da margem continental brasileira, separados pela Cadeia Vitória-Trindade a  $21^{\circ}\text{S}$ , quais sejam, margem continental leste e margem continental sul.

Estes 2 compartimentos apresentam características morfológicas e sedimentológicas distintas. Por um lado a margem continental leste é caracterizada por plataforma continental com largura bastante variável, talude íngreme (Correa, 1977) e sedimentos carbonáticos, preponderando no Banco de Abrolhos os recifes de algas calcárias, comumente incrustantes (Kowsmann & Costa, 1979). Por outro lado, a margem continental sul, no presente trabalho limitada apenas ao domínio da Bacia de Campos, caracteriza-se por topografia de fundo bastante suavizada e abundantes sedimentos terrígenos trazidos, principalmente, pelo Rio Paraíba do Sul (Alves *et al.*, 1980).

A circulação oceânica na região estudada é caracterizada pelo empilhamento, de cima para baixo, das seguintes massas d'água: Água Tropical, representada pelo fluxo da Corrente do Brasil (CB); Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Intermediária Antártica (AIA). A CB caracteriza-se por águas quentes, salinas e com baixa concentração de nutrientes, fluindo para sul e estendendo-se da superfície até aproximadamente 400 m de profundidade (Evans & Signorini, 1985; Signorini *et al.*, 1989; Müller *et al.*, 1998). Suas características de temperatura e salinidade

são devidas a intensa radiação e excesso de evaporação em relação à precipitação, característicos do Atlântico Tropical (Silveira *et al.*, 2000).

Abaixo da CB e estendendo-se até aproximadamente 600 m de profundidade encontra-se a ACAS. Essa massa d'água cujo índice termohalino sugerido por Miranda (1985) é de  $20^{\circ}\text{C}$  e 36,20 caracteriza-se por apresentar menores temperatura e salinidade que a CB. A ACAS, como as correntes de superfície da área, apresenta bifurcação, com parte fluindo em direção ao Equador e parte em direção ao sul (Silveira *et al.*, 2000). Apesar da localização exata de sua subdivisão ser incerta, parece existir consenso na literatura de que, ao sul do Cabo de São Tomé ( $22^{\circ}\text{S}$ ) a ACAS flui para o sul ao largo da costa brasileira (Silveira *et al.*, 2000). Desta forma, na região estudada a ACAS flui para norte da região de Abrolhos até as proximidades do Cabo de São Tomé e, daí até a região de Cabo Frio flui para sul.

Da base da ACAS até o fundo está presente a AIA, dotada de águas ainda mais frias e menos salinas, com fluxo para norte (Evans & Signorini, 1985). Segundo Sverdrup *et al.* (1942, *apud* Silveira *et al.*, 2000) os limites termohalinos da AIA são  $3^{\circ}$  -  $6^{\circ}\text{C}$  para a temperatura e 34,2 - 34,6 para a salinidade.

A topografia do fundo é um importante fator no controle do comportamento das massas d'água. A ocorrência de um padrão meandrante e a formação de vórtices anticiclônicos da CB na região de Abrolhos devem estar relacionadas às anomalias topográficas do Banco de Abrolhos (Figueiredo & Pätzold, 1994). A  $20,5^{\circ}\text{S}$  a CB se depara com a Cadeia Vitória-Trindade. Dados batitermométricos e hidrográficos mostraram que essa corrente flui continuamente através da passagem mais próxima à costa (Evans *et al.*, 1983, *apud* Silveira *et al.*, 2000).

O grande interesse dos trabalhos oceanográficos na região de Cabo Frio, segundo Campos *et al.* (1995) ocorre devido ao intenso processo de ressurgência ali observado e a outros fatores, tais como: o forte gradiente topográfico, a plataforma continental relativamente rasa e a mudança de orientação da linha de costa.

A ressurgência costeira da ACAS na plataforma leste brasileira é fundamental na compreensão da fertilidade das águas, que é influenciada também pela descarga dos grandes rios. A variação na fertilidade da água tem, por sua vez, reflexo direto na distribuição de organismos planctônicos e bentônicos (Figueiredo & Pätzold, 1994).

## RESULTADOS

Os resultados obtidos nessas análises encontram-se expressos na tabela 3. Encontrou-se variações espaciais e temporais nas associações de foraminíferos encontradas no conjunto de amostras, essas variações são mais evidentes nos testemunhos 3229, 3228 e 3219, por isso estes testemunhos terão seus resultados expressos em gráficos (Figs. 2, 3 e 4).

De forma geral as associações são dominadas pelas espécies *G. ruber*, *G. sacculifer* e *G. bulloides*.

Ao longo de um mesmo testemunho, por vezes ocorre um aumento na abundância de *G. bulloides* e esta passa a ser a segunda espécie mais abundante. A maior modificação encontrada nas amostras foi observada na base do testemunho 3228, coletado no talude da porção sul do Banco de Abrolhos. Neste caso, ocorre o predomínio de espécies bentônicas da base até 25 cm de profundidade.

Os dados da análise isotópica  $d^{18}\text{O}$  indicam que todos os testemunhos, à exceção do testemunho 3229 (Banco de Abrolhos), pertencem integralmente ao

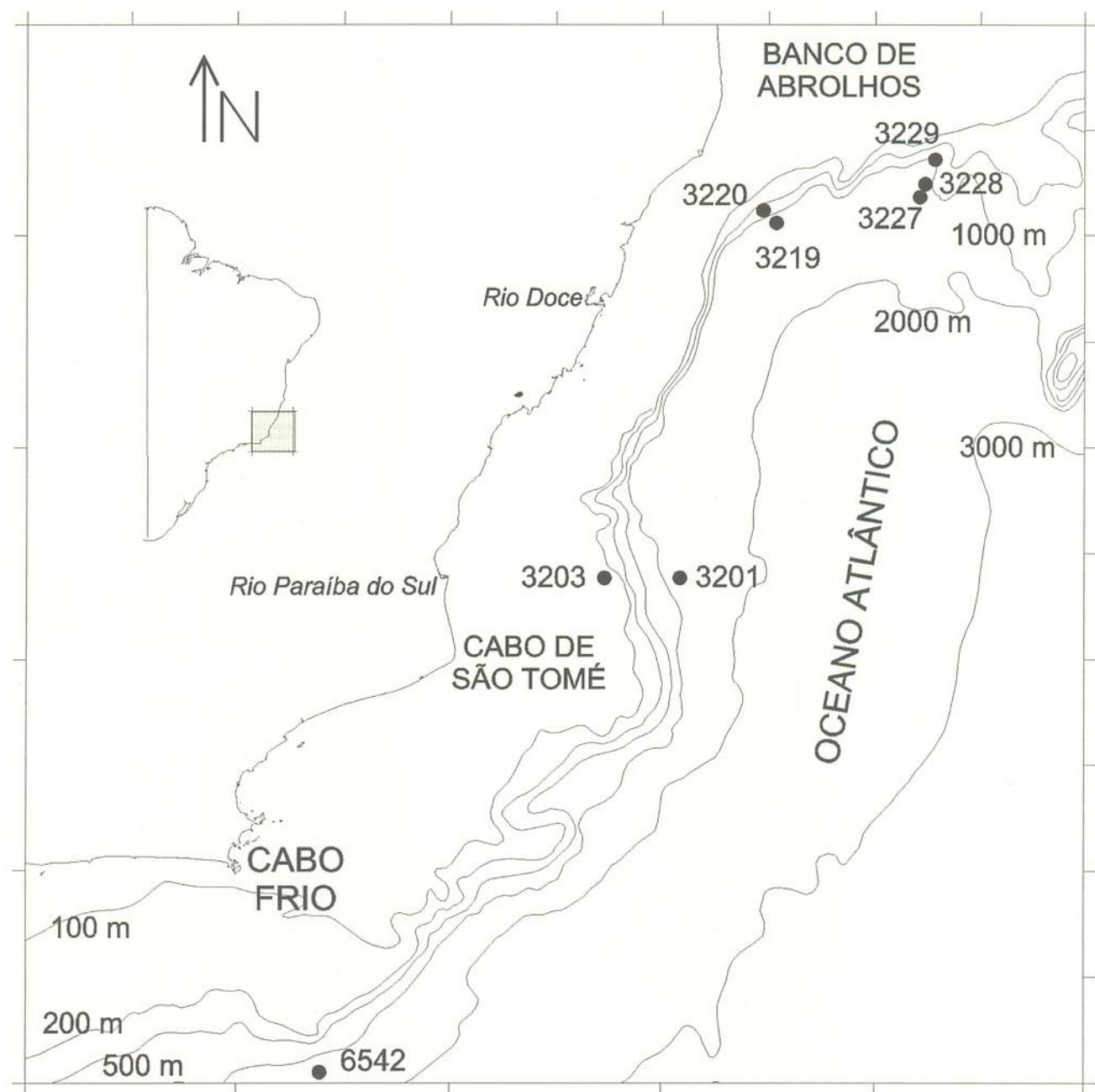


Figura 1 - Área de estudo e estações oceanográficas.

Tabela 3 - Resultados das análises micropaleontológica, isotópica e da datação radiométrica

	testemunho	G. bulloides	Globigerinata sp.	G. ruber	G. sacculifer	G. menardii	G. truncatulinoides	% planctônicos	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB) (‰)	$^{14}\text{C}$ (anos)
6542 - 0	16.00	5.45	24.00	17.45	3.45	0.00	87.10	0.1	—	—
6542 - 2	11.48	5.83	26.59	16.94	3.83	0.18	87.40	-0.7	—	—
6542 - 4	13.99	7.68	21.33	20.82	2.39	0.00	86.30	-1.0	—	—
6542 - 6	12.52	7.45	26.23	16.75	4.23	0.00	87.70	-1.1	—	—
6542 - 8	11.01	4.17	33.78	18.03	2.85	0.00	91.60	-0.7	—	—
6542 - 10	13.04	5.03	27.56	12.85	2.98	0.56	89.00	-0.4	895	—
6542 - 12	15.86	7.03	27.39	11.71	3.60	0.18	86.80	-0.9	—	—
6542 - 14	22.12	5.29	16.07	15.31	2.65	0.57	88.30	-0.7	—	—
6542 - 16	14.13	3.08	26.81	17.39	2.90	0.18	86.20	-0.9	—	—
6542 - 18	8.94	4.56	30.84	17.34	2.74	0.18	87.90	-1.2	—	—
6542 - 20	11.93	3.51	25.79	12.28	2.46	0.00	83.50	-0.8	—	—
6542 - 22	5.12	4.30	35.87	12.07	2.64	0.00	86.10	-0.3	1780	—
3201 - 0	16.00	4.35	29.39	12.52	3.13	0.00	85.90	—	—	—
3201 - 5	12.98	1.92	35.58	14.42	2.56	0.00	84.90	—	—	—
3201 - 15	13.60	4.02	31.61	14.56	1.34	0.00	86.20	—	2370	—
3201 - 20	13.14	2.19	35.58	12.96	1.82	0.00	85.50	-1.0	—	—
3201 - 25	15.05	4.66	32.44	15.77	2.69	0.36	89.60	—	—	—
3201 - 30	13.44	5.34	37.94	11.05	1.66	0.00	87.50	-2.8	6047	—
3203 - 0	11.15	3.27	16.15	20.58	1.73	0.00	73.50	—	—	—
3203 - 5	13.81	2.24	20.71	15.49	2.24	0.19	71.50	—	—	—
3203 - 10	14.39	4.11	16.45	16.45	2.24	0.00	73.80	—	—	—
3203 - 15	15.85	2.15	26.42	15.46	1.37	0.20	79.60	—	—	—
3203 - 20	11.68	2.82	23.35	15.82	3.01	0.19	75.50	-1.2	—	—
3203 - 25	13.84	1.75	20.86	16.76	1.95	0.19	74.80	-0.9	—	—
3203 - 30	13.31	2.15	29.55	13.70	2.74	0.00	75.00	-1.1	—	—
3203 - 38	7.61	1.45	31.88	12.14	1.63	0.00	73.40	—	—	—
3219 - 0	9.76	7.00	27.62	17.50	3.13	0.00	89.10	-1.1	—	—
3219 - 5	12.78	9.02	20.68	17.29	2.63	0.00	90.60	-1.1	—	—
3219 - 10	15.82	5.84	26.74	15.63	3.95	0.00	88.40	-1.6	1055	—
3219 - 15	18.51	4.20	19.08	21.18	2.86	0.00	89.10	-1.0	—	—
3219 - 20	13.53	3.34	29.35	17.40	1.93	0.00	89.80	-1.1	—	—
3219 - 25	12.48	4.88	34.36	12.48	1.63	0.00	87.00	-1.2	—	—
3219 - 30	14.95	4.98	29.18	10.68	2.67	0.18	88.30	—	—	—
3219 - 35	17.85	5.76	23.22	20.15	0.96	0.00	92.70	-1.6	3032	—
3219 - 40	16.09	5.94	24.52	17.24	2.49	0.00	90.50	-1.2	—	—
3220 - 0	6.69	6.50	37.60	8.66	1.77	0.39	81.70	-1.1	—	—
3220 - 5	8.47	4.07	37.80	8.81	0.85	0.00	82.00	-1.1	—	—
3220 - 10	4.62	2.88	49.62	6.92	0.58	0.00	83.50	-1.4	4342	—
3220 - 15	8.66	7.34	32.20	10.17	1.32	0.00	80.30	-0.8	—	—
3220 - 20	9.84	6.56	31.15	11.48	0.00	0.00	73.80	1.3	—	—
3220 - 25	23.53	5.88	29.41	17.65	0.00	0.00	88.20	—	—	—
3220 - 30	28.57	28.57	28.57	14.29	0.00	0.00	100.00	—	—	—
3220 - 35	9.09	4.55	29.09	11.36	0.91	0.00	74.50	-1.6	6672	—
3227 - 0	20.72	1.02	66.24	10.74	1.28	0.00	92.20	-1.23	—	—
3227 - 5	26.97	1.78	54.71	13.99	2.54	0.00	88.80	-1.41	—	—
3227 - 10	29.58	2.20	52.32	13.20	2.69	0.00	92.80	—	—	—
3227 - 15	35.55	1.53	47.31	13.55	2.05	0.00	91.90	-1.32	—	—
3227 - 20	22.42	2.45	53.94	19.96	1.23	0.00	91.60	-0.78	—	—
3227 - 25	15.83	1.15	66.06	16.28	0.69	0.00	94.70	-0.77	—	—
3227 - 30	22.95	1.93	59.18	14.49	1.45	0.00	93.00	-0.87	—	—
3227 - 35	—	—	—	—	—	—	—	—	3170	—
3227 - 40	28.83	4.68	50.65	14.29	1.56	0.00	91.80	-1	—	—
3228 - 0	22.16	2.94	37.06	9.61	0.98	0.00	86.08	-1.27	—	—
3228 - 5	22.55	2.23	36.50	7.72	0.74	0.00	89.47	-0.9	—	—
3228 - 10	15.87	3.31	40.99	8.10	0.99	0.66	85.45	-0.66	2560	—
3228 - 15	26.49	4.13	33.94	12.39	1.21	0.10	92.04	-0.98	—	—
3228 - 20	23.46	4.92	39.97	5.55	0.88	0.00	90.29	-0.7	—	—
3228 - 25	17.69	0.49	39.56	3.69	0.25	0.25	66.83	-0.95	—	—
3228 - 30	17.96	2.40	34.93	7.19	0.60	0.60	68.87	-0.43	—	—
3228 - 35	22.49	3.72	40.89	6.51	0.00	0.56	82.90	-0.68	5970	—
3228 - 40	3.82	0.00	25.95	2.29	0.00	0.00	32.06	-0.67	—	—
3229 - 0	22.80	2.30	37.24	10.88	0.00	0.00	86.19	-1.02	—	—
3229 - 5	15.46	2.35	42.07	6.46	0.39	0.20	75.73	-0.82	—	—
3229 - 10	17.82	1.04	40.48	6.57	0.69	0.35	78.20	-0.88	4100	—
3229 - 15	25.63	4.12	33.87	12.36	1.21	0.10	91.97	-1.16	—	—
3229 - 20	20.57	4.11	31.66	7.33	0.54	0.18	82.44	-0.48	—	—
3229 - 25	12.77	3.59	26.95	10.98	0.80	0.00	78.25	-0.6	—	—
3229 - 30	16.77	5.59	36.93	9.98	0.20	0.80	87.82	-0.1	—	—
3229 - 35	19.92	6.57	33.86	11.55	0.40	0.40	86.76	-0.44	—	—
3229 - 40	19.53	5.52	30.57	20.91	1.18	0.59	91.72	0.31	—	—
3229 - 44	22.38	10.50	22.97	12.87	0.40	0.00	90.10	—	11350	—

estágio isotópico 1. Deve ser levado em consideração que o aumento nos valores de  $\delta^{18}\text{O}$ , rumo à base do testemunho 3229, corrobora os valores de datação por  $^{14}\text{C}$  e marca a passagem do estágio isotópico 2 para o estágio isotópico 1. Neste sentido, os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  da base deste testemunho devem estar influenciados pelo efeito gelo-degelo sobre a composição isotópica.

Quanto as idades, os testemunhos podem ser divididos em 3 grupos. O primeiro e mais antigo, é composto apenas pelo testemunho 3229 que apresenta 11.350 anos BP. O segundo grupo, de idades intermediárias, é composto pelos testemunhos 3228 (5970 anos BP), 3220 (6672 anos BP) e 3201 (6047 anos BP). O terceiro grupo, com os testemunhos mais novos, é composto por 6542 (1780 anos BP), 3227 (3170 anos BP) e 3219 (3032 anos BP). Devido a ausência de material suficiente para datação, não foram realizadas datações radiométricas para o testemunho 3203.

## DISCUSSÃO

Os testemunhos analisados apresentam os reflexos das variações climáticas e do nível médio do mar ocorridas nos últimos 11,350 ano. As modificações nas associações de foraminíferos encontradas estão relacionadas às mudanças paleoceanográficas desses eventos.

Inicialmente pode-se identificar um evento mais antigo, associado a um nível do mar mais baixo, estabelecido durante o estágio isotópico 2, e registrado no testemunho 3229. Este evento é caracterizado pelo aumento na abundância relativa de espécies indicativas de águas frias como *G. bulloides*, *Globigerinita* sp. e *G. truncatulinoides* quando comparadas com a abundância relativa das espécies bioindicadoras de águas quentes. O abaixamento do nível médio do mar durante o Último Máximo glacial

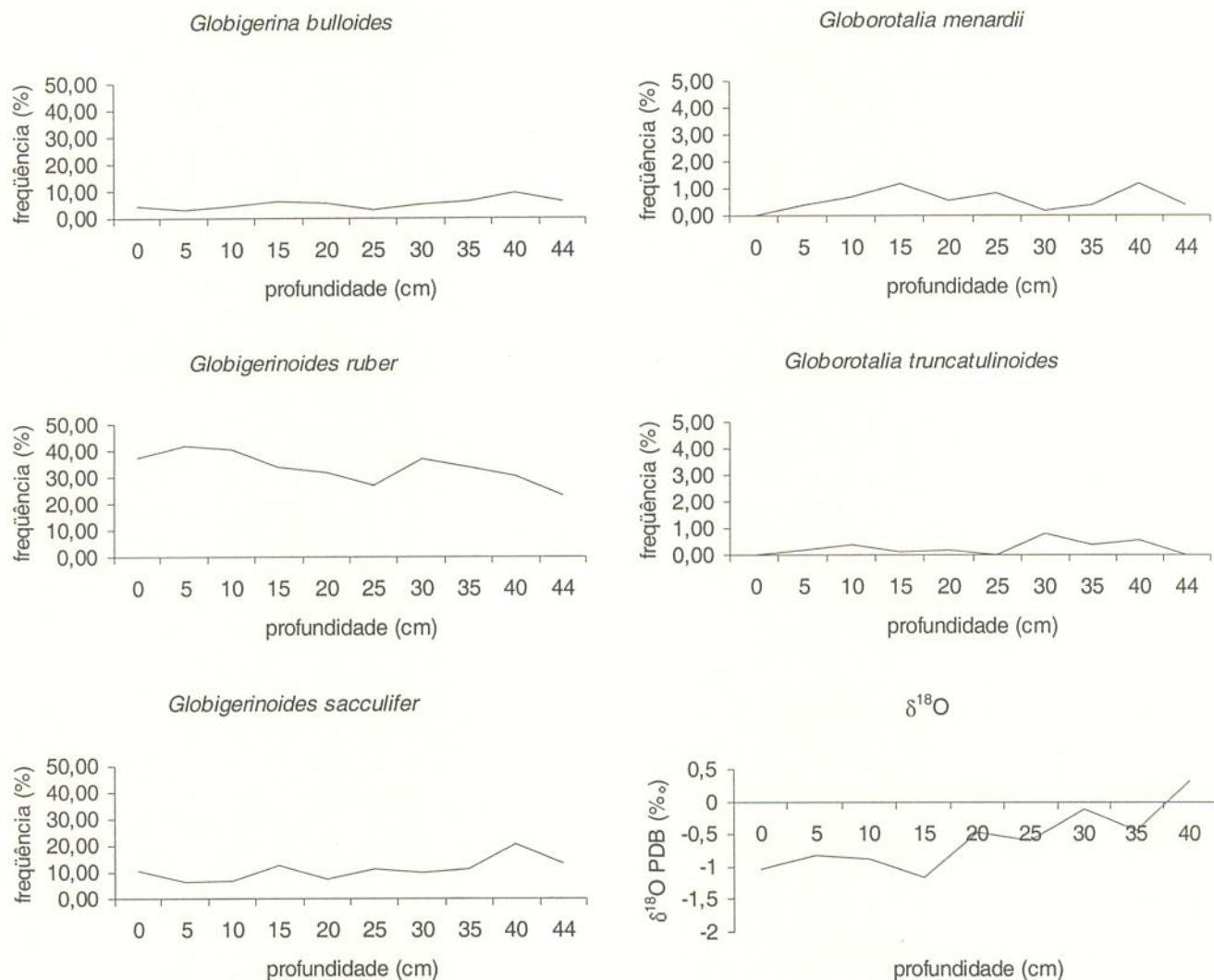


Figura 2 - Comportamento das espécies bioindicadoras e da razão isotópica  $\delta^{18}\text{O}$  ao longo do testemunho 3229 (11,350 anos BP a 44 cm de profundidade).

provocou um recuo da linha de costa para, aproximadamente, a isóbata de 100 m. Tal fato teria provocado uma mudança na orientação da linha de costa, que atualmente é norte-sul, para leste-oeste naquela época (Fig. 5). Essa mudança de orientação da linha de costa gerou condições propícias para a ocorrência de processo de ressurgência localizado na porção sul do Banco de Abrolhos há aproximadamente 11,000 anos. Esse processo também está registrado na diminuição da razão C/S na base do testemunho 3229.

Após esse período ocorre um estágio intermediário, marcado pela transição da associação típica de águas frias para outra, com aumento de espécies características de águas quentes. Esse período está também registrado na base dos testemunhos de idade intermediária (3228, 3220 e 3201).

O último evento encontrado associa-se à estabilização do nível médio do mar e caracteriza-se pelo

predomínio de espécies bioindicadoras de águas mais quentes, com predomínio das espécies *G. ruber*, *G. sacculifer* e ausência de *G. truncatulinoides*.

Desta forma a evolução da margem continental brasileira foi marcada, nos 11,000 anos, pela passagem de um estágio climático mais frio para um mais quente. Esta variação foi acompanhada por uma sucessão ecológica de espécies típicas de zonas temperadas e subtropicais para associações características de zonas tropicais.

## CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos pode-se concluir que:

- os resultados obtidos neste estudo permitiram discutir aspectos da evolução holocênica da área, e indicar a ocorrência de processo de ressurgência loca-

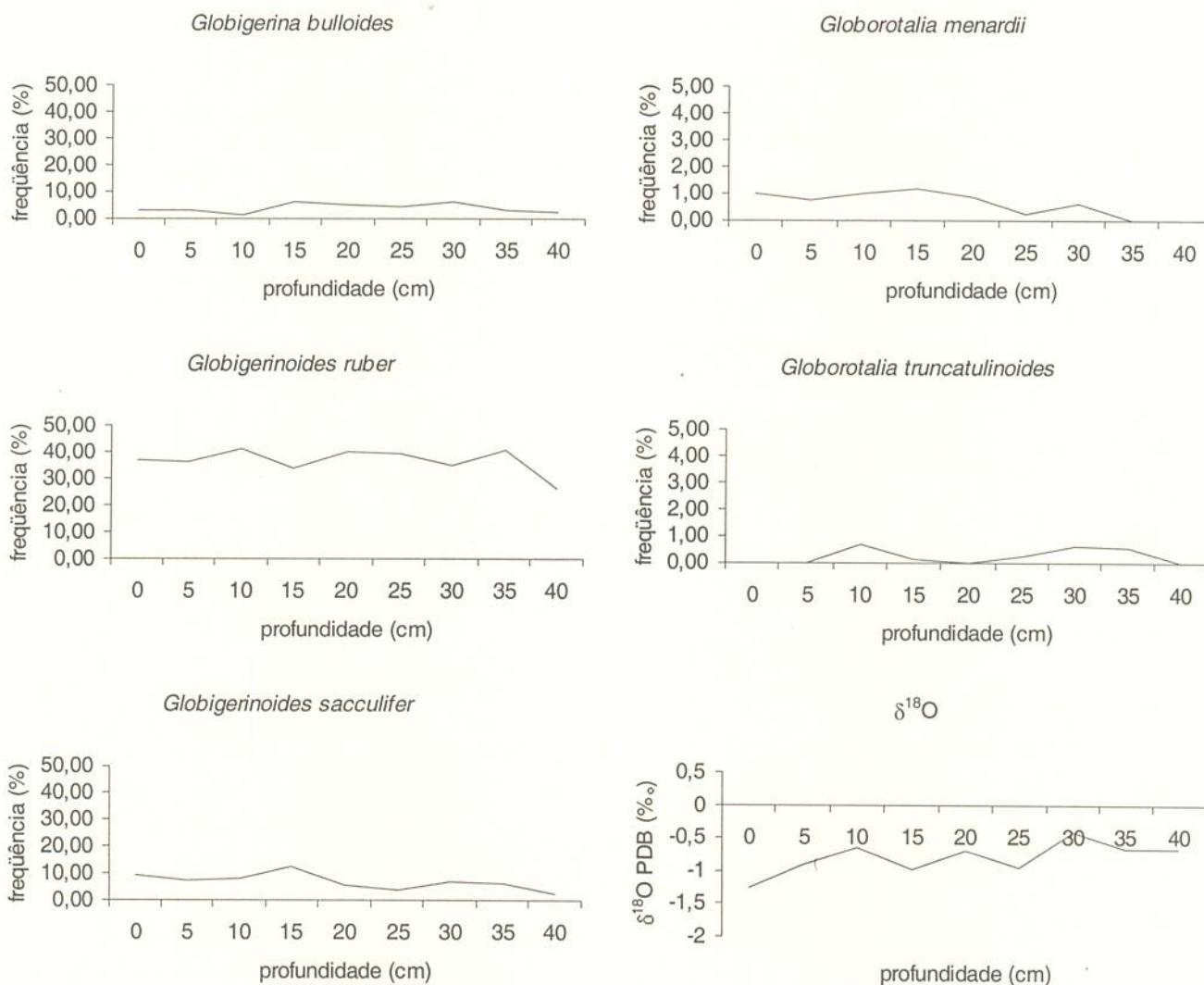


Figura 3 - Comportamento das espécies bioindicadoras e da razão isotópica  $\delta^{18}\text{O}$  ao longo do testemunho 3228 (5,970 anos BP a 40 cm de profundidade).

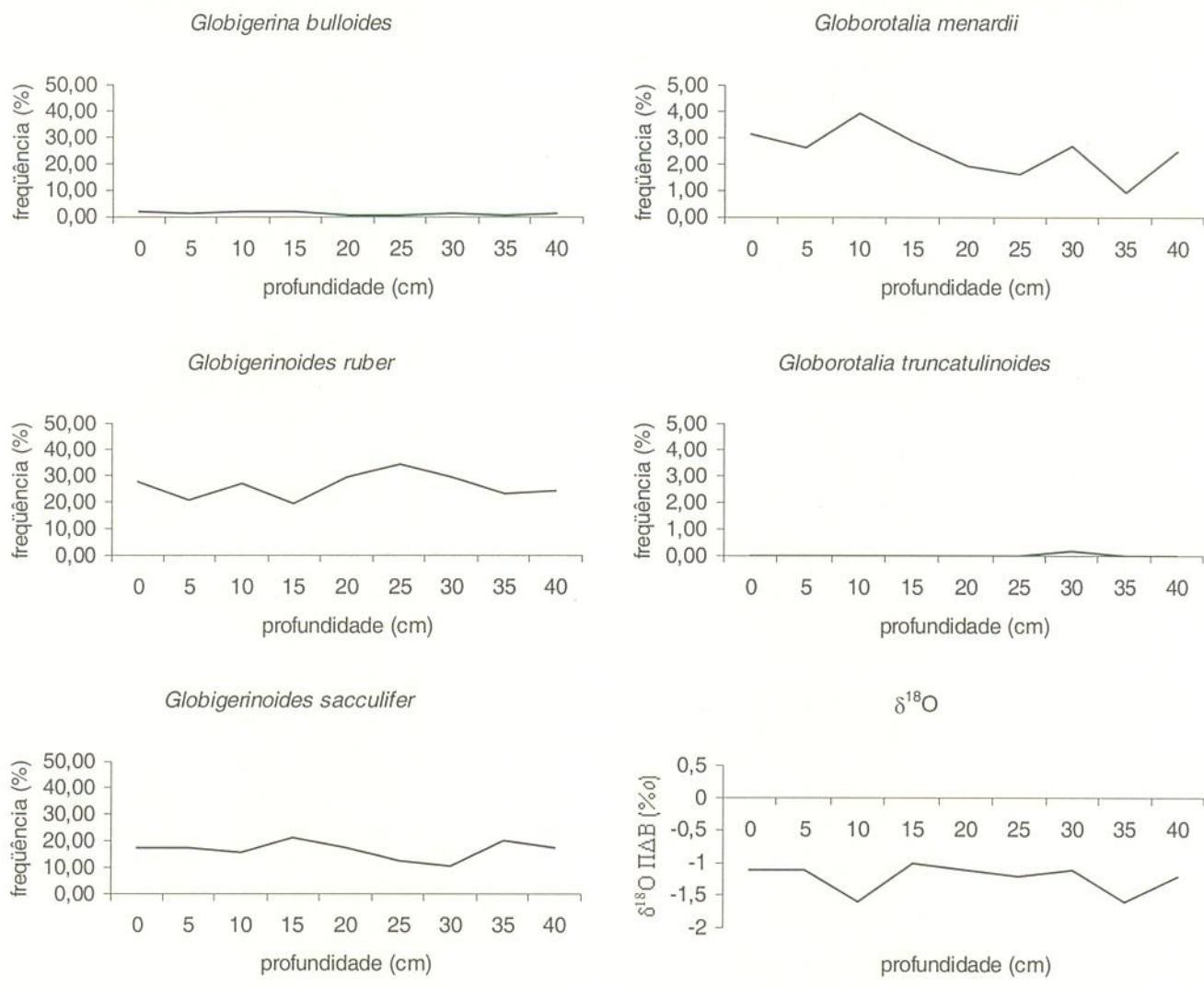


Figura 4 - Comportamento das espécies bioindicadoras e da razão isotópica  $\delta^{18}\text{O}$  ao longo do testemunho 3219 (3,032 anos BP a 40 cm de profundidade).



Figura 5 - Variação da orientação da linha de costa entre o Último Máximo Glacial e o presente.

lizado na região de Abrolhos, que teria durado até há cerca de aproximadamente 11.000 anos;

– as variações ambientais que afetaram a região de Abrolhos durante o Holoceno são reflexo dos efeitos ambientais decorrentes do Último Máximo Glacial;

– durante o Último Máximo Glacial, a linha de costa, na região de Abrolhos, apresentava-se com orientação leste-oeste, diferentemente do atual, que é norte-sul. Esta configuração favorecia a ocorrência de fenômeno de ressurgência localizado, que permaneceu ativo até parte do Holoceno, quando a plataforma de Abrolhos foi submersa (Fig. 5);

– as variações sedimentológicas e micropaleontológicas, ao longo do Holoceno, refletem condições regionais, tanto referentes à morfologia do talude, quanto ao clima das áreas emergentes, que favorecia uma maior descarga de sedimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E.C.; Gorini, M.A.; Rodrigues, P.C.H. & Silva, C.G. 1980. Estudo da sedimentação quaternária na região entre rio Doce e Cabo Frio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú. *Anais...* Camboriú, SBG. v. 1, p. 515-529.
- Boltovskoy, E. 1959. Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. *Micropaleontology*, 5(4): 473-481.
- Campos, E.J.D., Gonçalves, J.E. & Ikeda, Y. 1995. Water mass characteristics and geostrophic circulation in the South Brazil Bight: Summer of 1991. *Journal of Geophysical Research*, 100(C9):18537-18550.
- Correa, I.C.S. 1977. Fisiografia e morfologia das cadeias Vitória-Trindade e Abrolhos. *Pesquisas*, 7:11-21.
- Debenay, J-P. & Redois, F. 1997 Recent foraminifera of the northern continental shelf of Senegal. *Revue de Micropaléontologie*, 40(1):15-38.
- Ericson, D.B. & Wollin, G. 1968 Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Science*, 162(3859):1227-1234.
- Evans, D.L. & Signorini, S.R. 1985. Vertical structure of South Atlantic currents. *Nature*, 315(6014):48-50.
- Figueiredo, A.G. & Pätzold, J. 1994. *Paleoceanography and sedimentology in the Abrolhos region*. In: Joint Oceanographic Projects-JOPS-II. Cruise report and first results (Sedimentation processes and productivity in the continental shelf waters off east and northeast Brazil), p. 123-127.
- Kowsmann, R.O. & Costa, M.P.A. 1979. Sedimentação Quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. *Série Projeto REMAC Publicação Especial nº 8*, 55 p.
- Miranda, L.B. 1985. Forma da correlação T-S de massas de água das regiões costeira e oceânica entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 33(2):105-119.
- Müller, T.J., Ikeda, Y., Zangenber, N. & Nonato, L.V. 1998. Direct measurements of western boundary currents of Brazil between 20° S and 28° S. *Journal of Geophysical Research*, 103(C3):5429-5437.
- Murray, J.W. 1995. Microfossil indicators of ocean water masses, circulation and climate. In: Bosence, D.W.J. & Allison, P.A., (eds.). *Marine Paleoenvironmental Analysis from Fossils. Geological Society London Special Publication nº 83*, p. 245-264.
- Peeters, F.; Ivanova, E.; Conan, S.; Brummer, G-J.; Ganssen, G.; Troelstra, S. & Hinte, Jv. 1999. A size analysis of planktic foraminifera from the Arabian Sea. *Marine Micropaleontology*, 36:31-63.
- Signorini, S.R.; Miranda, L.B.; Evans, D.L.; Stevenson, M.R. & Inostroza, V.H.M. 1989. Corrente do Brasil: estrutura térmica entre 19° e 25°S e circulação geostrófica. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 37(1):33-49.
- Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Campos, E.J.D.; Godói, S.S. & Ikeda, Y. 2000. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa leste Brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 48(2):171-183.
- Vicalvi, M. A. & Palma, J.J.C. 1980. Bioestratigrafia e Taxas de Acumulação dos Sedimentos Quaternários do Talude e Sopé Continental entre a Foz do Rio Gurupi (MA) e Fortaleza (CE). *Boletim Técnico da PETROBRAS*, 23(1):3-11.