

Interpretações paleoambientais obtidas a partir das variações na coloração das carapaças de foraminíferos, da Enseada do Flamengo, SP

Wânia DULEBA

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo
(Caixa Postal 66149, 05389-970, São Paulo, SP, Brasil)

- **Abstract:** Two cores obtained respectively from Saco da Ribeira and Saco do Perequê-Mirim, both located within Flamengo Bay, northern coast of São Paulo, Brazil, have been studied. At former site many pyrite-filled foraminifera carapaces were observed. At the other site, there occur carapaces filled with pyrite, as well as carapaces impregnated with limonite and iron monosulfide, the latter showing a close relationship between limonite and iron monosulfide impregnated carapaces with strongly bioturbated levels. These observations reveal more reducing conditions in the Saco da Ribeira than in the Saco do Perequê-Mirim. By quantifying the number of carapaces impregnated with hydroxide/oxide vs. those filled by ferrous sulfide, it was possible to estimate some differences in redox potentials at these two sites.
- **Resumo:** Dois testemunhos obtidos no Saco da Ribeira e Saco do Perequê-Mirim, locais situados na Enseada do Flamengo, foram estudados. No primeiro local foram observadas muitas carapaças de foraminíferos preenchidas por pirita. No outro local, além das carapaças preenchidas por pirita, foram notadas carapaças impregnadas com limonita e monossulfeto de ferro, as quais se relacionaram com níveis fortemente bioturbados. Essas informações mostraram que o Saco da Ribeira é caracterizado por condições mais redutoras do que no Saco do Perequê-Mirim. Através da quantificação de carapaças de foraminíferos impregnadas com hidróxido/óxido e/ou preenchidos por sulfeto ferroso foi possível estimar algumas diferenças em potenciais de oxirredução desses dois locais na Enseada do Flamengo.
- **Descriptors:** Foraminifers, Carapaces impregnated with limonite, Carapaces filled with pyrite, Potencial redox, Cores, Holocene, Reducing environment, Enseada do Flamengo: SP, Brasil.
- **Descritores:** Foraminíferos, Carapaças limonitizadas, Carapaças preenchidas por pirita, Pontencial de oxirredução, Testemunhos, Holoceno, Ambiente redutor, Enseada do Flamengo: SP, Brasil.

Introdução

Os foraminíferos, em geral, possuem carapaças calcárias esbranquiçadas ou aglutinadas pardacentas (Loeblich & Tappan, 1964), mas, dependendo da presença

de algumas impurezas, como o ferro, as suas cores podem ser totalmente alteradas (Leão & Machado, 1989).

O ferro é insolúvel em ambiente marinho oxidante, ocorrendo em sedimentos superficiais sob a forma de limonita (hidróxido e/ou óxido de ferro) (Van Straaten, 1954). Quando precipitado sob estas condições, o ferro pode modificar a coloração do sedimento e das carapaças, que adquirem tonalidades acastanhadas.

Já, em ambiente redutor, determinadas bactérias anaeróbicas necessitam reduzir o sulfato para metabolizar a matéria orgânica disponível no sedimento (Leventhal, 1983). Como resultado desta reação, o ácido sulfídrico é formado, que se espalha pelo sedimento por difusão, reagindo diretamente com o ferro nas suas formas reativas. Desta reação, origina-se monossulfeto de ferro amorfo, denominado mackinawita (Sweeny & Kaplan, 1973).

A partir da mackinawita outros monossulfetos de ferro, como pirrotita e greigita, podem ser formados dependendo da quantidade de enxofre elementar presente no meio (Berner, 1969). Uma vez precipitados, atribuem ao sedimento e às carapaças uma coloração preta ou acinzentada (Berner *et al.*, 1979).

Estes monossulfetos transformam-se em pirita se permanecerem em ambiente redutor com altos teores de enxofre elementar. Entretanto, o tempo necessário à completa transformação do monossulfeto de ferro em pirita é da ordem de anos (Berner *et al.*, *op cit.*), sendo a pirita, portanto, o sulfeto característico de sedimentos mais antigos.

Baseado nestes fatos, variações na coloração das carapaças de foraminíferos podem ser utilizadas em reconstruções paleoambientais (Maiklem, 1967) visto que, segundo Almasi (1978), estas variações na coloração refletem a história deposicional e diagenética do sedimento.

Na tentativa de ampliar os conhecimentos sobre a história deposicional e diagenética dos sedimentos da Enseada do Flamengo, foram coletados e estudados dois testemunhos, de onde se procurou detectar variações do potencial de oxirredução dos sedimentos, através da quantificação de carapaças impregnadas e/ou preenchidas com hidróxido/óxido ou sulfeto de ferro. Posteriormente, foram estabelecidas comparações entre as variações da coloração das carapaças, granulometria e teores de carbono orgânico dos sedimentos.

Área de estudo

As áreas estudadas (Fig. 1) situam-se no Saco da Ribeira e Saco do Perequê-Mirim da Enseada do Flamengo, Ubatuba, SP (23°29'42" a 23°31'30"S e 45°05' a 45°07'30"W).

A Enseada do Flamengo é pouco profunda, com profundidades máximas de 14 m, com superfície de aproximadamente 18 km² e largura média 2,5 km, possuindo comunicação direta com o mar aberto. É orientada na direção norte-sul, tendo, ao fundo, uma praia a nordeste denominada Praia da Enseada e duas pequenas baías: Saco do Perequê-Mirim, situado a norte, e o Saco da Ribeira, a noroeste (Fig. 1).

É um ambiente semiconfinado, cujo padrão de circulação caracteriza-se pela entrada de correntes vindas do sul, pelo lado ocidental da enseada. Estas correntes, após margem a costa ocidental, bifurcam-se, indo para o Saco da Ribeira e costa oriental (Magliocca & Kutner, 1965).

Esse padrão de circulação condiciona a distribuição dos sedimentos de superfície de fundo, havendo deposição de sedimentos mais grossos na costa ocidental e sedimentos mais finos no lado oriental da enseada (Mahiques, 1992).

Material e métodos

Os dois testemunhos analisados foram coletados a bordo do Barco de Pesquisa "Veliger II", do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, sob uma lâmina de água variável de 3 a 4 m. Utilizando-se testemunhador à vibração foram obtidos o testemunho FLT01 (3,76 m), situado no Saco do Perequê-Mirim e, o testemunho FLT02 (2,45 m), localizado no Saco da Ribeira.

Em laboratório, os testemunhos foram descritos e amostrados em intervalos de 10 cm, retirando-se seções de 1 e 3 cm de espessura. A seção de 3 cm foi utilizada nas análises da coloração das carapaças de foraminíferos e granulométrica, ao passo que, a seção de 1 cm foi empregada nas análises de carbono orgânico.

As análises dos foraminíferos correspondem ao objeto de estudo deste trabalho, enquanto que, as análises sedimentológicas corresponderam a uma das etapas do trabalho de Mahiques (1992).

Dos dois testemunhos foram obtidas 44 amostras para o estudo das carapaças de foraminíferos, sendo que, de cada amostra foi retirada uma alíquota de 10cc. Em seguida, todas as alíquotas foram lavadas e separadas em peneiras de 0,062 mm, secas e submetidas à flotação com tetracloreto de carbono. Posteriormente as carapaças concentradas foram quarteadas e as limonitizadas e preenchidas por sulfeto de ferro foram quantificadas.

Resultados

Ao longo dos dois testemunhos analisados, desde a base até o topo, foram encontradas carapaças de foraminíferos preenchidas com sulfeto de ferro (pirita) (Figs 2 e 3). Estas carapaças preenchidas eram, na sua maioria, pertencentes à Subordem Rotaliina. Poucos exemplares pertencentes à Subordem Miliolina demonstraram estar preenchidos por pirita, ao passo que não foi encontrado nenhum exemplar preenchido da Subordem Textulariina.

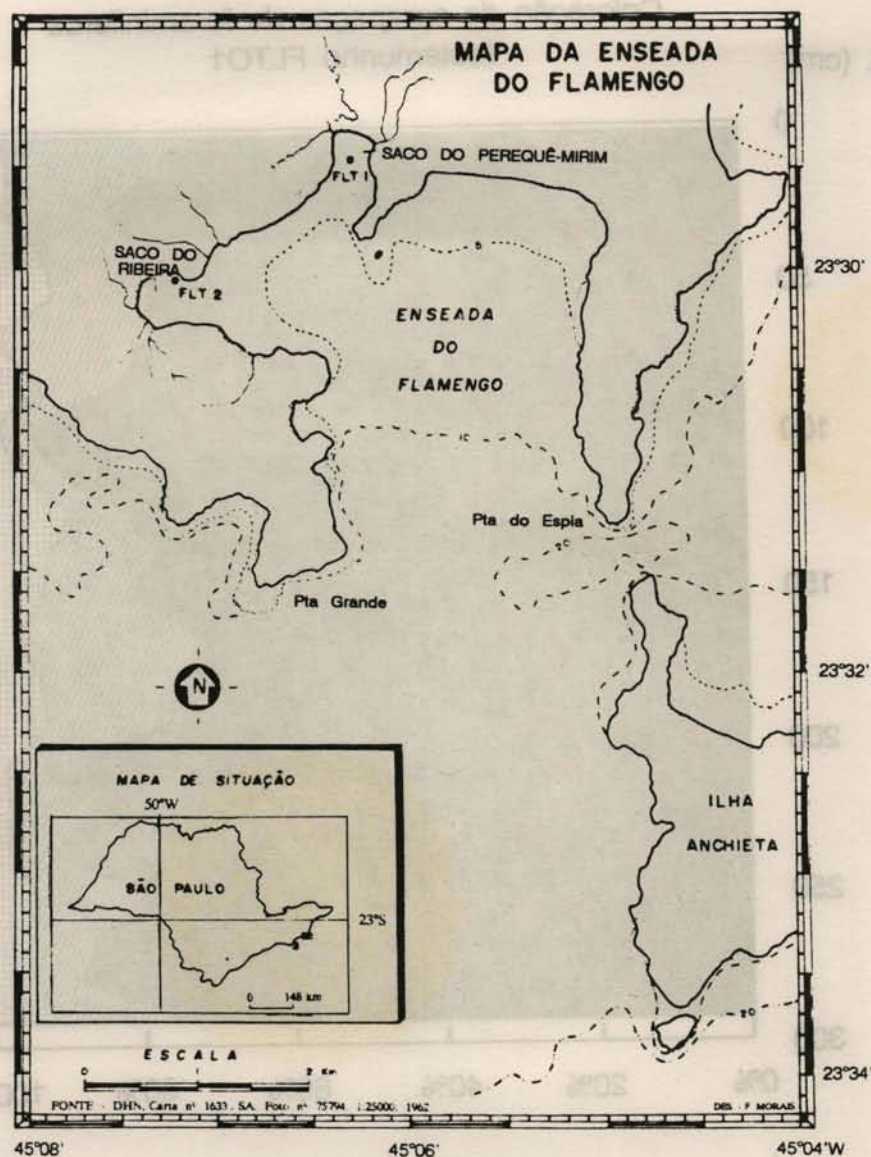


Fig. 1. Localização dos testemunhos na área de estudo.

Além disso, foram encontrados esferas de pirita soltas no sedimento em todos os intervalos dos dois testemunhos. Estas pequenas esferas assemelhavam-se texturalmente às esferas de pirita que preenchiam as carapaças, entretanto eram um pouco maiores.

Particularmente no testemunho FLT01, além da presença de carapaças preenchidas por pirita, foram observados vários padrões de coloração das carapaças, tais como:

a) testas impregnadas, total ou parcialmente, por hidróxido e/ou óxido de ferro, de coloração ocre escuro, ocre claro, ocre mosqueado ou listrada com branco, ocre e preto;

b) testas impregnadas, total ou parcialmente, por monossulfeto de ferro, de coloração preta a cinza clara ou a combinação desta com branca.

A frequência relativa destas carapaças coloridas variou bastante ao longo do testemunho FLT01, conforme pode-se constatar na Figura 2. Através desta figura observa-se que as testas com coloração normal (brancas) foram as mais abundantes, variando de 75 a 95% do total de carapaças das amostras analisadas. As testas preenchidas por pirita (douradas), estiveram presentes em todos os intervalos e, representaram cerca de 5 a 23% do número total de carapaças. Quanto às testas impregnadas por limonita (marrons), apesar de estarem ausentes no intervalo 62-70 cm, variaram entre 1 a 17%. As carapaças impregnadas por monossulfeto de ferro

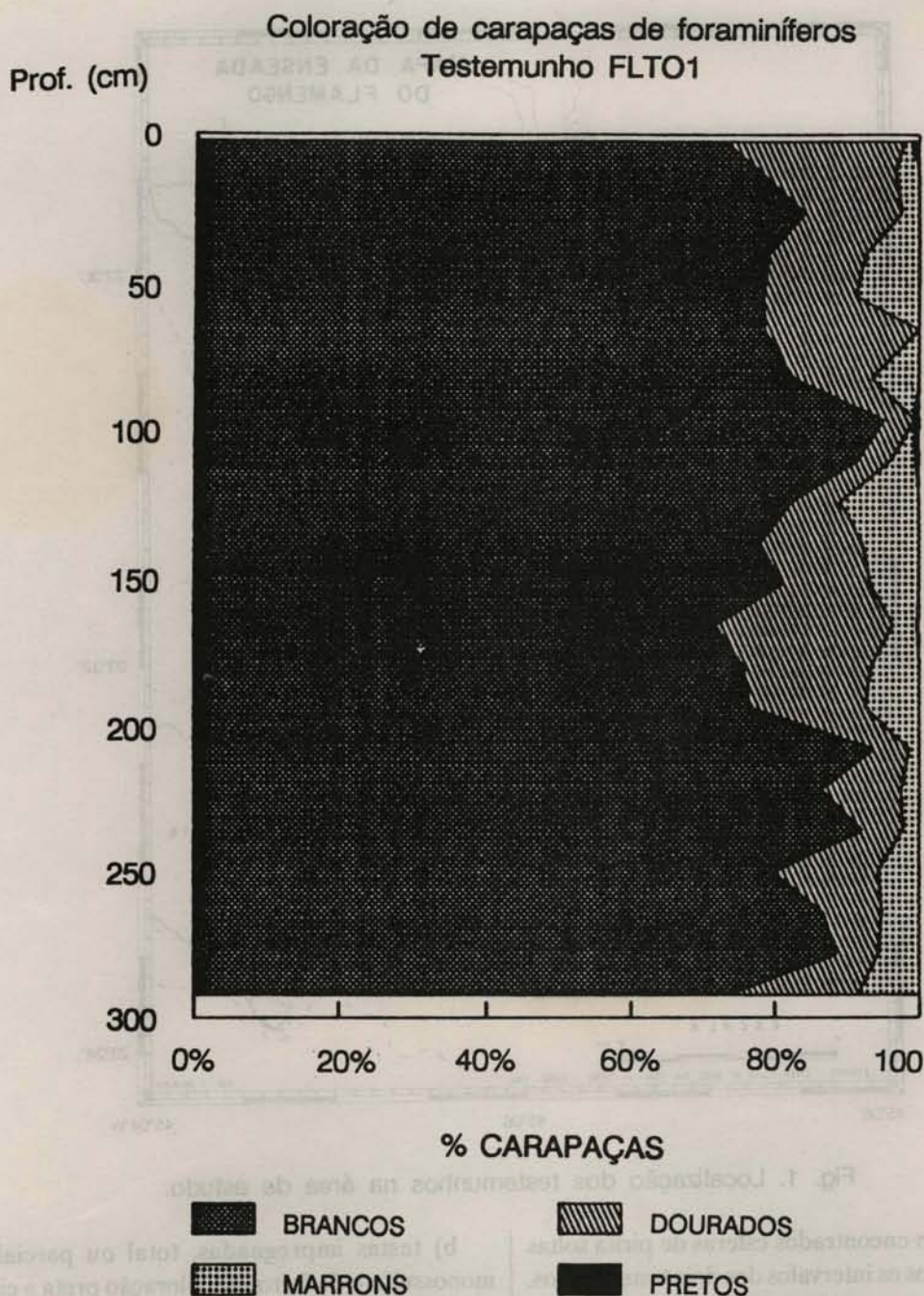


Fig. 2. Variação na coloração das carapaças de foraminíferos do testemunho FLTO1.

(pretas) estiveram praticamente ausentes, restringindo-se apenas aos intervalos 81-84 e 109-111 cm.

Dentre os exemplares de foraminíferos identificados no testemunho FLTO1, a subordem Miliolina caracterizou-se por apresentar o maior número de exemplares com a coloração ocre, apresentando grande variação de tons amarronzados (Fig. 4). A subordem Rotaliina, caracterizou-se pelo preenchimento com pirita, tendo pouquíssimos exemplares impregnados por limonita e a subordem Textulariina não apresentou padrões coloridos.

Discussão

Foraminíferos preenchidos por pirita e pequenas esferas de pirita em sedimentos têm sido encontrados por vários autores (Love, 1962; Love & Murray, 1966; Seiglie, 1973; Almasi, 1978; Leão & Machado, 1989 e Raiswell *et al.*, 1993), que ressaltam a importância da presença de ambiente redutor, para o aparecimento da pirita.

Além da presença de ambiente redutor para que a pirita se precipite, é necessário que haja quantidade suficiente de minerais detríticos de ferro, sulfato

Carapaças preenchidas por pirita FLTO2

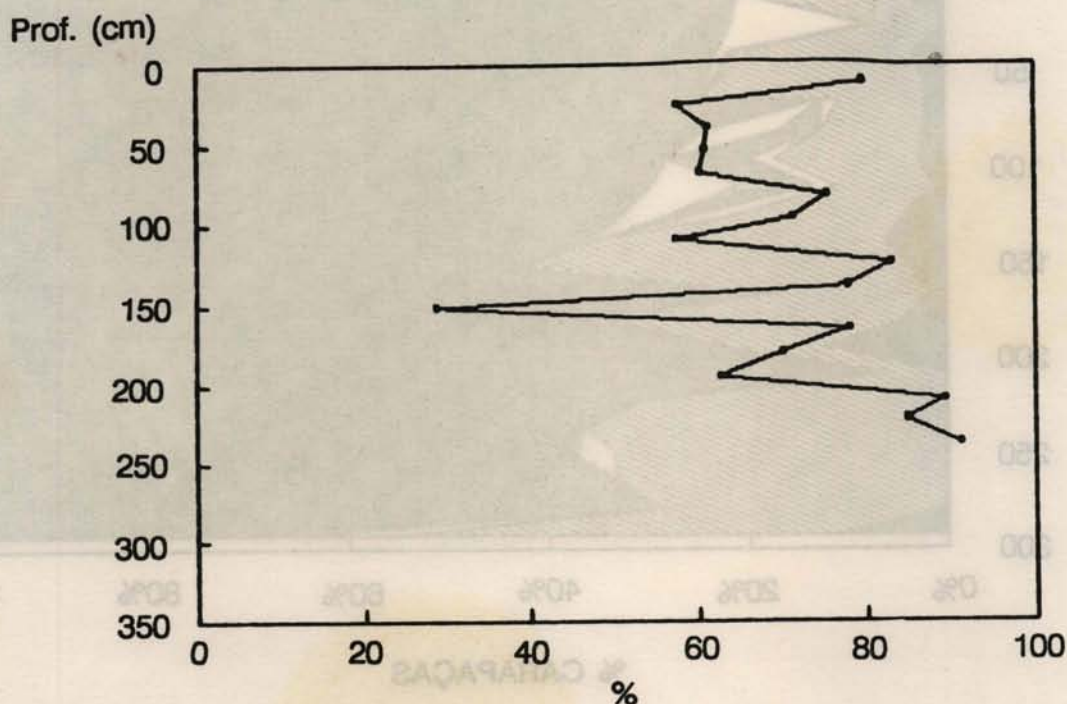


Fig. 3. Frequência relativa das carapaças piritizadas do testemunho FLTO2.

dissolvido, matéria orgânica e bactérias sulfato-redutoras (Golhaber & Kaplan, 1974; Berner 1970, 1974). As porções mais internas da Enseada do Flamengo são ambientes propícios à precipitação do sulfeto de ferro, pois apresentam elevados teores de ferro (Magliocca & Kutner, 1965), de carbono orgânico (Mahiques, 1992), de bactérias anaeróbicas (Candia-Hollnagel & Duleba, 1993), quando comparados com os teores de outras enseadas de Ubatuba.

Das várias formas mineralógicas do sulfeto de ferro, descritas na literatura (Sweeny & Kaplan, 1973; Rickard, 1970), a forma mais observada, ao longo dos testemunhos, foi a pirita com textura framboidal.

A pirita em sedimentos marinhos pode aparecer sob a forma framboidal ou de cristais simples, dependendo das condições ambientais da sua formação. Os processos que controlam a textura do sulfeto de ferro têm sido extensamente estudados por Sweeney & Kaplan (1973), Rickard (1975), Goldhaber & Kaplan (1974), Morse & Corwell (1987) e Rainswell (1993). Tais autores têm demonstrado que, quando ambiente é completamente anóxico, desprovido de qualquer

atividade biológica, com sedimentos de pH muito baixo, e altas concentrações de outros tipos de metais, a pirita é precipitada sob a forma de cristais distintos. Já os ambientes não completamente anóxicos (Sweeny & Kaplan, *op cit.*) e que apresentam íon férrico e greitita, propiciam a precipitação de pirita framboidal.

A simples presença de pirita, que ocorreu dentro das carapaças de foraminíferos ou como esferas soltas no sedimento, pode indicar que as condições ambientais, ao longo dos testemunhos analisados, foram predominantemente redutoras e, a partir da textura framboidal da pirita pode-se inferir que o ambiente não deveria ser totalmente anóxico, apresentando algum padrão de circulação.

Ao longo do testemunho FLTO2, as porcentagens de carapaças preenchidas por pirita foram muito elevadas, sugerindo que o Saco da Ribeira sempre apresentou características redutoras neste intervalo do Holoceno. Particularmente no meio deste testemunho entretanto, houve declínio acentuado destas carapaças preenchidas, demonstrando portanto, mudanças nas condições ambientais.

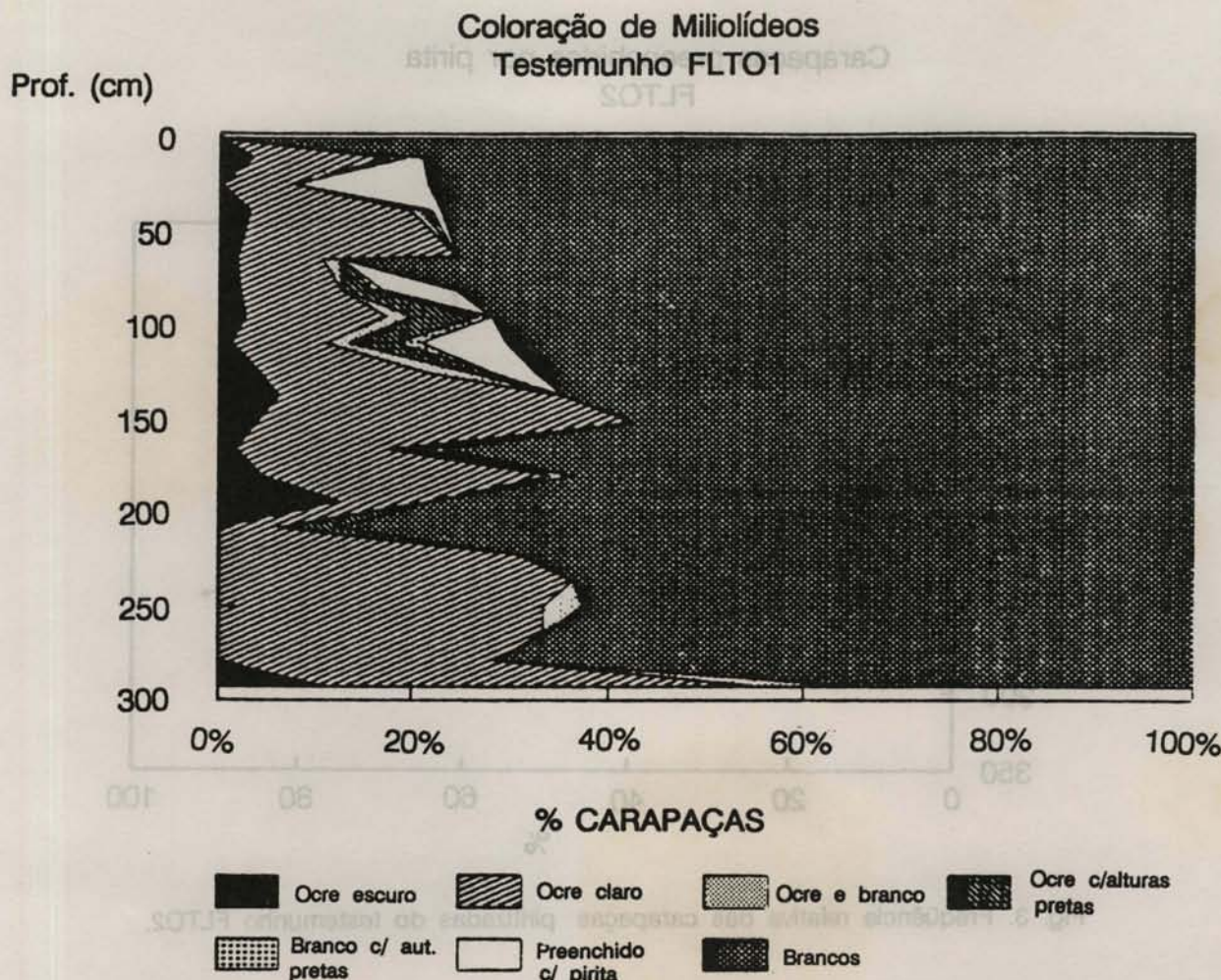


Fig. 4. Variação na coloração das carapaças de miliolídeos do testemunho FLTO1.

Apesar de ter se observado carapaças preenchidas por pirita em todos os intervalos nos dois testemunhos cabe ressaltar que, ao longo do testemunho FLTO1 foram encontrados vários tipos de coloração de carapaças, havendo inclusive algumas carapaças limonitizadas, as quais são indicadoras de ambientes oxidantes.

As diferenças encontradas nos dois testemunhos permitem inferir que os dois locais estudados, embora ambos redutores, diferem entre si. O Saco do Perequê-Mirim deve ser pouco mais oxigenado que o Saco da Ribeira. Isto talvez ocorra em função da circulação da primeira região ser menos restrita que a segunda.

Os dados de granulometria destes dois testemunhos (Mahiques, 1992), corroboram estes dados. No testemunho FLTO2 os teores de lama sempre foram elevados da base até o topo, sugerindo ambiente mais calmo, enquanto que no testemunho FLTO1 foram

observados teores mais elevados de areia, indicando ambiente com circulação mais efetiva.

Duleba & Eichler (1993), estudando os tamanhos das carapaças de foraminíferos subrecentes das porções mais internas da Enseada do Flamengo, demonstraram que o Saco do Perequê-Mirim é mais oxigenado que o Saco da Ribeira, pois somente na primeira região é que foram encontradas carapaças muito maiores que $300\ \mu\text{m}$.

Quanto aos outros padrões encontrados no testemunho FLTO1 foram observadas várias carapaças limonitizadas, algumas carapaças impregnadas por monossulfeto e outras com padrão mosqueado (Figs 2 e 4). A limonita presente nas carapaças pode ter sido precipitada no próprio Saco do Perequê-Mirim, por este local apresentar condições mais oxigenadas, e/ou estas carapaças podem ter sido transportadas. Tanto a pirita quanto o monossulfeto se precipitam em ambiente redutor, já a limonita precipita-se em ambiente oxidante,

em ambiente geralmente emerso. Portanto, é possível que as carapaças impregnadas por monossulfeto e as preenchidas por pirita sejam autóctones, ao passo que as carapaças limonitizadas pertençam à sedimentos retrabalhados e remanescentes de períodos de regressões marinhas. Quanto ao padrão mosqueado, este foi encontrado somente nas carapaças de miliolíneos. Tal fato estaria relacionado à microestrutura destas carapaças, que propicia uma maior ação do agente corante (Maiklem, 1967). Este corante pode localizar-se ao longo das linhas de junção das câmaras, dando aspecto listrado, preencher a maioria dos microporos, ou ainda preencher as aberturas e as câmaras vazias (Leão & Machado, 1989).

Além destes padrões foi observado uma ocorrência pouco significativa de carapaças pretas e uma frequência considerável de carapaças ocre e douradas. Isto pode sugerir que quase todo o monossulfeto de ferro pode ter sido transformado em óxido e/ou hidróxido de ferro (Fig. 2). De acordo com Maiklem (1967), carapaças pretas, através de processos erosivos ou pela ação de agentes bioturbadores, podem ser transportadas do ambiente redutor para o oxidante, tornando-se amarronzadas, visto que, o monossulfeto de ferro presente nas testas é transformado em óxido e/ou hidróxido de ferro.

O testemunho FLT01, de acordo com a descrição macroscópica de Mahiques (1992), apresentou bioturbações em vários intervalos, sendo que estes intervalos geralmente coincidiram com os intervalos aonde ocorreram as maiores porcentagens de carapaças amarronzadas (Fig. 5). Próximos a estes intervalos foram encontradas carapaças de miliolíneos ocre com pequenas manchas pretas na região apertural, sugerindo processo transitório entre monossulfeto e hidróxido/óxido de ferro.

As carapaças impregnadas por monossulfeto de ferro, além de terem sido transformadas em hidróxido/óxido de ferro, podem ter sido transformadas em sulfeto de ferro. Sudgen (1966) afirma que, se as testas pretas permanecerem em ambiente redutor, podem transformar-se em carapaças piritizadas, pois o monossulfeto de ferro corresponde a um estágio intermediário na formação da pirita.

Com relação ainda à presença conspícua de carapaças piritizadas e à baixíssima ocorrência de carapaças impregnadas por monossulfeto de ferro, tais dados podem estar relacionados à salinidade do ambiente deposicional. Berner *et al.* (1979) têm demonstrado correlações razoáveis entre a salinidade

do ambiente deposicional e as taxas de sulfeto de ferro/monossulfeto de ferro dos sedimentos. O processo de formação da pirita, como foi citado anteriormente, depende de determinadas quantidades de sulfato dissolvido, ferro reativo, e de matéria orgânica. Entretanto, ambientes com baixas salinidades possuem quantidades reduzidas de sulfato dissolvido na água. Em tais ambientes, há grandes quantidades de monossulfeto, visto que a transformação de monossulfeto em pirita é impedida, devido à deficiência de sulfato nas águas intersticiais. Já em ambientes marinhos, a pirita é a forma dominante do sulfeto de ferro, porque o sulfato não é um fator limitante.

Baseado nestes dados de Berner *et al.* (*op cit.*) pode-se deduzir que os sedimentos analisados do testemunho FLT02 foram predominantemente depositados em ambiente com salinidade marinha normal. Quanto ao testemunho FLT01, as poucas carapaças impregnadas por monossulfeto (em determinados intervalos) podem sugerir que apesar dos sedimentos terem sido depositados em ambiente com salinidade normal, o aporte do rio Perequê-Mirim deve ter sido mais proeminente nestes intervalos.

Conclusões

1) As condições ambientais que prevaleceram, ao longo dos dois testemunhos estudados, foram predominantemente redutoras, contudo não completamente anóxica, talvez em função de circulação restrita de água.

2) Dos dois testemunhos analisados somente o testemunho FLT01, coletado no Saco do Perequê-Mirim, apresentou além da cor dourada devida à pirita, outros tipos de coloração, como carapaças ocre (limonitizadas) e carapaças pretas (monossulfeto de ferro).

3) A presença de carapaças limonitizadas, assim como os dados granulométricos e de carbono orgânico, sugerem que o Saco do Perequê-Mirim deve possuir uma circulação mais acentuada que o Saco da Ribeira.

4) O número reduzido de carapaças pretas deve-se talvez ao fato destas carapaças terem sido transformadas em carapaças limonitizadas ou preenchidas por pirita, ou provavelmente porque os sedimentos foram depositados em ambientes com salinidade normal.

5) O testemunho FLT01 apresentou várias carapaças limonitizadas, que podem estar relacionadas à sedimentos provenientes de regressões marinhas, ou estas também podem ter sido originalmente impregnadas por monossulfeto de ferro e posteriormente ter sido trazidas à superfície por organismos bioturbadores.

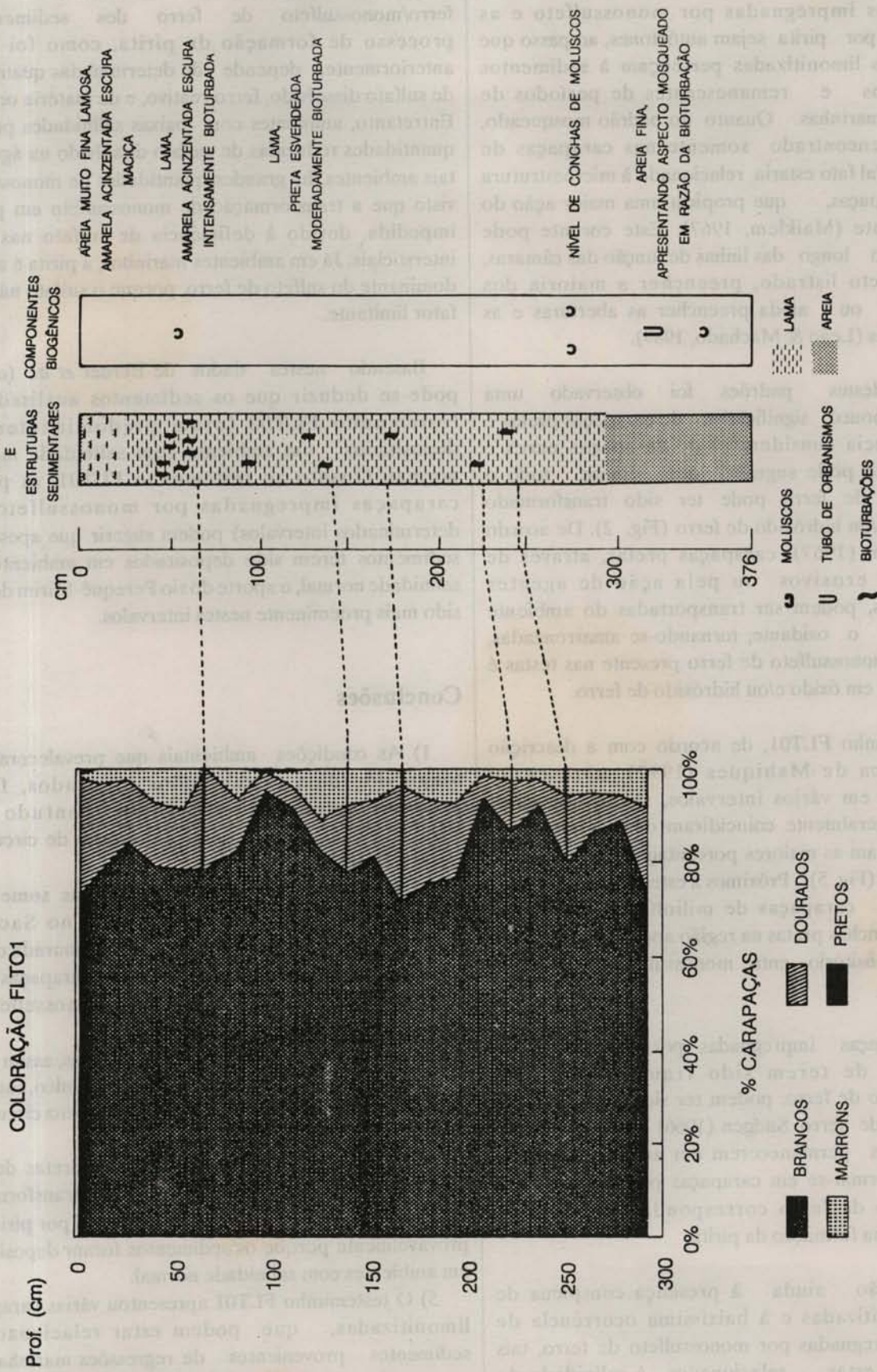


Fig. 5. Relação entre carapaças limonizadas e sedimentos bioturbados do testemunho FLTO1.

Agradecimentos

A Dra Beatriz Beck Eichler pelas oportunidades oferecidas e aos Drs Kenitiro Suguio, Michel M. de Mahiques e Moisés G. Tessler pela leitura e crítica do manuscrito. A Dra Altair de Jesus Machado (UFBA) pelos trabalhos enviados.

Referências bibliográficas

- ALMASI, M. N. 1978. Ecology and variation of benthic Foraminifera in Barnes Sound, Northeast Florida Bay. Ms. Thesis, Univ. of Miami, Florida, USA 144p.
- BERNER, R. A. 1969. Migration of iron and sulfur within anaerobic sediments during early diagenesis. *Am. Jour. Science*, 267:19-42.
- _____. 1970. Sedimentary pyrite formation. *Am. Jour. Science*, 268:1-23.
- BERNER, R. A. 1974. Iron sulfides in Pleistocene deep Black Sea sediments and their paleo-oceanographic significance. In: Degens, E.T. & Ross, D. A. eds *The Black Sea - Geology, Chemistry, and Biology*. Am. Assoc. Petroleum Geologist Mem., 20:524-531.
- _____; BALDWIN, T. & JR-HOLDREN, G. R. 1979. Authigenic iron sulfides as paleosalinity indicators. *Jour. Sedim. Petrol.*, 49: 1345-1350.
- CANDIA-HOLLNAGEL, H. & DULEBA, W. 1993. Estudos preliminares da ocorrência do gênero *Clostridium* em testemunho na Enseada do Flamengo, Ubatuba (lat. 23°30'S 45°09'W), Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3., Serra Negra, 1993. Resumo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo.
- DULEBA, W. & EICHLER, B. B. 1993. Caracterização paleoambiental da Enseada do Flamengo, a partir da variação do tamanho das carapaças de foraminíferos. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 4., São Paulo, Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1:39.
- GOLDHABER, M. B. & KAPLAN, I. R. 1974. The sulfur cycle, In: Goldberg, E.D. ed., *The Sea*: New York, Wiley, 569-655.
- LEÃO, Z. M. A. & MACHADO, A. J. 1989. Variação da cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. *Revta Bras. Geoc.*, 19(1):87-91.
- LEVENTHAL, J. S. 1983. An interpretation of carbon and sulfur relationship in Black Sea sediments as indicators of environment of deposition. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47:133-137.
- LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. 1964. Protista. In: Moore, R. C. ed. 1964. *Treatise on invertebrate paleontology*, Part C. New York, The University Kansas Press, 2v.
- LOVE, L. C. 1962. Further studies on micro-organisms and the presence of syngenetic pyrite. *Paleon.*, 5:444-459.
- _____. & MURRAY, J. W. 1963. Biogenic pyrite in recent sediments of Christchurch Harbour, England. *Am. Jour. Sci.*, 261:433-448.
- MAGLIOCCA, A. & KUTNER, A. S. 1965. Sedimentos de fundo da Enseada do Flamengo - Ubatuba. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 8: 1-14.
- MAHIQUES, M. M. de 1992. Variações temporais na sedimentação holocênica dos embaixamentos da região de Ubatuba (SP). Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 2v.
- MAIKLEM, W. R. 1967. Black and brown speckled foraminiferal sand from the southern part of the Great Barrier reef. *J. sedim. Petrol.*, 37(4):1023-1030.
- MORSE, J. W. & CORNWELL, J. C. 1987. Analysis and distribution of iron sulfide minerals in recent anoxic marine sediments. *Mar. Geol.*, 22:55-69.
- RAISWELL, R.; WHALER, K.; DEAN, S.; COLEMAN, M. L. & BRIGGS, D. E. G. 1993. A simple three-dimensional model of diffusion- with-precipitation applied to localised pyrite formation in framboids, fossil and detrital iron minerals. *Mar. Geol.*, 113:89-100.
- RICKARD, D. T. 1970. The origin of framboids. *Lithos*, 3:260-293.
- _____. 1975. Kinetics and mechanism of pyrite formation at low temperatures. *Am. Jour. Scien.*, 275:639-652.
- SEIGLIE, G. A. 1973. Pyritization in living foraminifers. *J. foram. Res.*, 3:1-6.
- SUDGEN, W. 1966. Pyrite staining of pelley debris in carbonate sediments from the Middle East and elsewhere. *Geol. Mag.*, 193(3):250-256.

SWEENEY, R. E. & KAPLAN, I. R. 1973. Pyrite framboid formation: laboratory synthesis and marine sediments. *Econ. Geol.*, 68:618-634.

Van STRAATEN, L. J. V. 1954. Composition and structure of recent sediments in the Netherlands. *Leidse Geol. Medel. Leiden*, 19:1-110.

(Manuscrito recebido 10 fevereiro 1994; revisado 15 junho 1994; aceite 27 setembro 1994)

Agredimentos
A Das Beatas Beck Eickler para oportuvidades
oferecidas e nas Das Kantina Sugiro Michel M. de
Mafudis e Moraes G. Testes para leitura e critica do
manuscrito. A Das Almas de Jean Machado (LFBs)
por trabalhos enviados.

Referências bibliográficas

ALMARI, M. N. 1978. Ecology and variation of benthic
Foraminifera in Barro Colorado National Forest
Park, Panama. Thesis, Univ. of Miami, Florida, USA. 144p.

BERNER, R. A. 1969. Migration of iron and
copper within anoxic sediments during early
diagenesis. *Am. Jour. Science*, 267:19-42.

1970. Sedimentary pyrite formation.
Am. Jour. Science, 268:1-23.

BERNER, R. A. 1974. Iron sulfides in Pleistocene
deep black sea sediments and their
paleo-oceanographic significance. In: Degens, E.T.
& Rose, D. A. eds. *The Black Sea - Geology,
Chemistry, and Biology*. Am. Assoc. Petroleum
Geologists Memoir, 26:224-231.

BALDWIN, T. & JR-HOLDREN,
G. R. 1979. Anoxic iron sulfides as paleosalinity
indicators. *Jour. Sedim. Petrol.*, 49:1345-1350.

CANDIA-HOLLNAGEL, H. & DULBEA, W. 1987.
Estudos preliminares do ocorrência do glauco
Clonidium em testemunhos na Estação de
Famengo, Ilhéus (lat. 12°30'S 42°30'W), Brasil (in:
SIMPOSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA
BRASILEIRA, 1. Serra Negra, 1987. Resumo,
Academia de Ciências do Estado de São Paulo.

DULBEA, W. & EICHLER, H. B. 1993. Causas
para paleoambiental da Estação de Famengo, a
partir de variação do tamanho das câmaras de
foraminíferos. In: CONGRESSO DA ARBOREA 4,
São Paulo. Associação Brasileira de Estudos do
Quaternário, 199.

GOLDHABER, M. B. & KAPLAN, I. R. 1974. The sulfur
cycle in Goldberg, E.D. ed. *The Sea*. New York,
Wiley, 509-522.

LEÃO, Z. M. A. & MACHADO, A. J. 1988.
Variação da cor dos grãos carbonatados de
sedimentos marinhos atuais. *Revista Bras. Geoc.*,
19(1):87-91.

MURRAY, J. W. 1962. Pyrite in
recent sediments of Chesapeake Bay,
England. Am. Jour. Sci., 261:27-44.

MAGLIUCA, A. & KUTNER, A. S. 1982.
Sedimentos de fundo do Estado do Paraná -
Ribeirão. *Bolm Inst. Oceanogr.*, 20:1-14.

MAHOUZ, M. M. de 1992. Variação temporal na
sedimentação biocástica dos camadas de
argila de Ilhéus (SP). Tese de doutorado,
Universidade de São Paulo, Instituto
Oceanográfico, 32.

MAIKLE, W. R. 1967. Black and brown speckled
foraminifera and from the western part of the
Great Basin. *Geol. J. Sedim. Petrol.*,
37(4):1023-1030.

MORSE, J. W. & GORNWELL, J. C. 1987. Analysis
and distribution of iron sulfide minerals in recent
anoxic marine sediments. *Mar. Geol.*, 75:25-69.

RAISWILL, R. WHALER, K. DEAN, S.;
COLEMAN, M. L. & BRIGGS, D. E. G. 1981. A
simple three-dimensional model of diffusion-
controlled precipitation applied to foraminiferal
in framboids, fossil and detrital iron minerals. *Mar.
Geol.*, 41:89-100.

RICKARD, D. T. 1977. The origin of framboids.
Lithol., 1:200-203.

1975. Kinetics and mechanism of
pyrite formation at low temperatures. *Am. Jour.
Sci.*, 273:639-652.

SEIGLE, G. A. 1977. Pyritization in young foraminifera.
J. Geom. Res., 33:6.

SUDGEN, W. 1966. Pyrite staining of pelitic sediments
carbonate sediments from the Middle East and
elsewhere. *Geol. Mag.*, 103(2):281-286.