

# Aula 8

## RECIFES BIOLÓGICOS E DE ARENITO

### **META**

Abordar o conteúdo relacionado aos recifes biológicos e de arenito no contexto da Geomorfologia Costeira.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- entender os processos de formação dos recifes biológicos e de arenito;
- saber diferenciar recifes biológico e de arenito;
- conhecer a importância dos recifes; e
- relacionar recifes coralinos e rochosos com os paleoníveis do mar.

**Aracy Losano Fontes**

### INTRODUÇÃO

A palavra recife (arrecife, parcel ou escolho) possui originalmente um significado náutico, referindo-se a qualquer obstáculo à navegação, que pode ser de natureza orgânica ou inorgânica (SUGUIO, 2010).

Os recifes orgânicos ou biológicos são representados por uma estrutura rochosa construída por organismos sedentários ou sésseis e coloniais, como corais, briozoários e algas. Podem também ser encontrados recifes de ostras e de vermetídeos, que são moluscos. Os recifes inorgânicos, conhecidos como recifes rochosos (stone reefs) ou rochas praias (beach rocks) são compostos de grãos de areia ou seixos cimentados naturalmente por carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), fornecido pelas águas do mar, formando rochas muito duras.. No Brasil ocorrem do norte de São Paulo (Ubatuba) ao Ceará, embora sejam mais conspícuos na região Nordeste.

### RECIFES CORALINOS OU BIOLÓGICOS

Metade da linha de costa do mundo encontra-se nos trópicos e um terço desta é construída por recifes coralinos ou biológicos. Correspondem a cerca de 15% do fundo marinho entre 0 e 30 m de profundidade, cobrem cerca de 0,2% da área oceânica mundial, correspondente a aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup>, e podem alcançar extremos de mais de 1.300 m de espessura entre a superfície e sua base vulcânica, como o Atol Enewetak no Pacífico (VILLAÇA, 2002). Assim, os recifes estão distribuídos por todo o planeta, entre a isoterma de 20°C no hemisfério Norte e a de 20°C no hemisfério Sul (Figura 8.1).

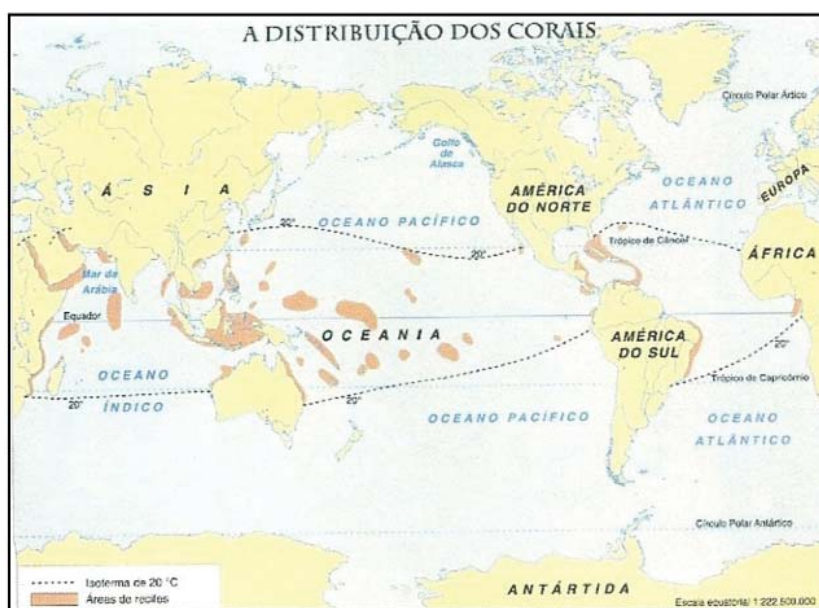


Figura 8.1 – Distribuição dos recifes de coral no mundo.  
Fonte: Ministério da Educação, 2006.

Duas grandes províncias de recifes coralinos são identificadas: Indo-Pacífica e Atlântica (Mar do Caribe). A primeira chega a ter mais de 500 espécies distribuídas por cerca de 80 gêneros, enquanto a segunda possui cerca de 62 espécies em 36 gêneros.

Em grande parte dos recifes de coral do mundo, a maior densidade de espécies ocorre geralmente nas camadas superficiais, entre 15 e 20 m de profundidade. O ambiente de recife, na atualidade, restringe-se aos mares tropicais de águas rasas (menos de 50 m de profundidade), que oferecem as condições mais propícias à vida de organismos coloniais construtores de edifícios calcários (corais hermatípicos) como: águas límpidas, de temperatura média não inferior a 20°C e salinidade entre 27‰ a 40‰ (SUGUIO, 2003). Por outro lado as águas devem ser agitadas e constantemente renovadas, a fim de que sejam as mais oxigenadas e as mais ricas em materiais nutritivas. A turbabilidade da água deve ser considerada como elemento negativo.

No Brasil, os recifes apresentam padrões distintos com sua máxima densidade entre os cinco primeiros metros de profundidade, dada a menor transparência da água no nosso litoral e conseqüente diminuição acentuada da luminosidade.

Os recifes brasileiros estão distribuídos entre o litoral do Maranhão, ao norte da costa brasileira, e a região de Cabo Frio, no litoral do Rio de Janeiro, sendo possível encontrar algumas colônias de coral no litoral norte do Estado de São Paulo. Os extremos dessas regiões representam um claro empobrecimento em espécies e em bioconstruções devido, sobretudo, à influência da foz do Amazonas ao norte e às baixas temperaturas da água do mar ao sul (Figura 8.2).

A maioria das espécies de corais que forma esses recifes é endêmica (Figuras 8.3 e 8.4) de águas brasileiras, onde contribuem para a formação de estruturas que não são encontradas em nenhuma outra parte do mundo, o que os torna particularmente importantes (MAIDA et al., 1997). Seis das dezessete espécies de corais pétreos só são encontradas em águas brasileiras, são endêmicas, ou seja, encontram-se apenas nos mares brasileiros. Esse fato confere aos nossos recifes a maior proporção de endemismo de corais do planeta.

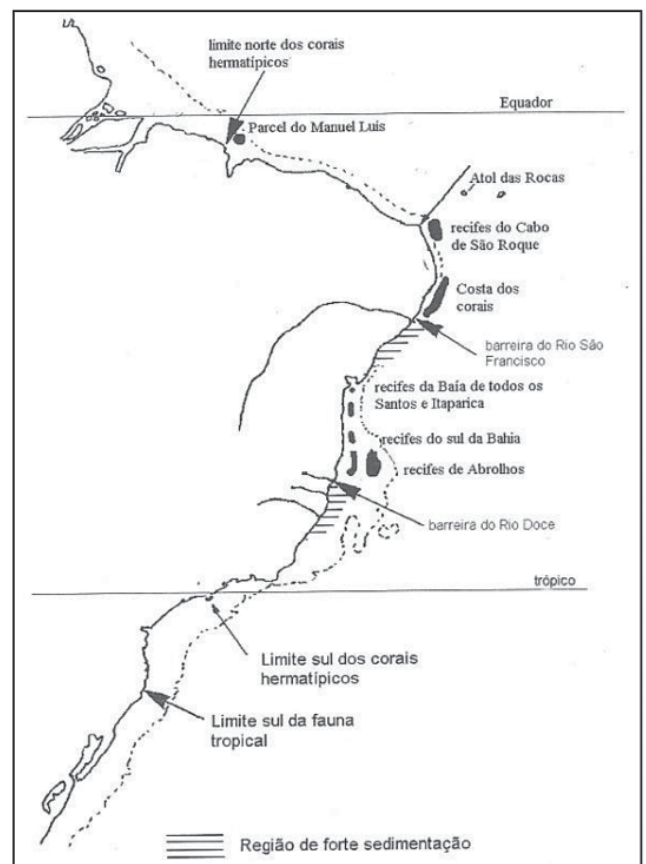


Figura 8.2 – Distribuição dos recifes na costa brasileira. (Fonte: VILLAÇA, 2002.)



Figura 8.3 – *Mussismilia braziliensis*, espécie endêmica do Brasil.  
(Fonte: Ministério da Educação, 2006.)



Figura 8.4 – *Sederastrea stellata*, espécie endêmica do Brasil.  
(Fonte: Ministério da Educação, 2006.)

Dentre as principais áreas coralígenas do Brasil, Laborel (1969) reconheceu os recifes de Cabo de São Roque (de Caiçara do Norte a Natal) e os recifes de Abrolhos, no sul da Bahia (Caravelas).

O crescimento dos recifes de corais atuais em águas brasileiras iniciou-se a 7.220 anos A.P., concomitante ao verificado em outras partes do mundo tropical. Os recifes coralinos apresentam grande importância em termos de recursos biológicos por serem os sistemas marinhos de maior diversidade. Os ambientes coralíneos são também importantes para o homem em diversos aspectos:



- em termos físicos – os recifes próximo à costa oferecem proteção contra a ação erosiva do hidrodinamismo. Além disso, são importantes indicadores do nível do mar e, atualmente, são considerados indicadores de mudanças globais no clima do planeta justificando, na atualidade, um grande investimento internacional em atividades de monitoramento. O papel dos recifes como bioindicadores tem sido relevante, dado a estreita tolerância dos corais às variações de temperatura da água do mar, que vem sofrendo alterações junto com o aquecimento global do planeta. Recentes estimativas de aumento de temperatura média da água em vários lugares, coincidiram com sinais de degradação de recifes nos mesmos locais;
- em termos biológicos – a grande diversidade e quantidade de organismos presentes associam-se em teia alimentar de grande complexidade, sendo a base da sobrevivência de inúmeras populações costeiras devido a sua grande produtividade. A maioria desses organismos é utilizada como recurso pesqueiro para alimentação humana. Além disso, os recifes funcionam como verdadeiros criadouros de peixes, renovando estoques e, principalmente no caso de áreas protegidas, favorecendo a reposição de populações de áreas densamente exploradas; e
- em termos bioquímicos – os ambientes coralíneos também fornecem matéria-prima para pesquisas na área farmacológica. Devido à complexidade das cadeias alimentares e à intensa competição por espaço entre os organismos sésseis, muitos organismos dos recifes produzem inúmeras substâncias químicas, que são utilizadas para proteção contra predadores, inibição da ocupação do espaço por competidores e outras funções. Pesquisadores em farmacologia buscam extrair e isolar tais substâncias, testando suas propriedades em tratamento de doenças. Inúmeras drogas atuais têm como princípio ativo substâncias extraídas de organismos marinhos recifais. Os paleorrecifes podem armazenar hidrocarbonetos ou conter reservas de sulfetos de interesse econômico.

Devido ao uso desordenado ao longo dos anos, diversos recifes, principalmente os costeiros, encontram-se em acelerado processo de degradação. Evidências indicam que o uso inadequado desses ecossistemas por pescadores, atividades turísticas, mau uso da terra na orla marítima e nas margens dos rios (causando o aumento do aporte de sedimentos) e poluição costeira oriundas de despejos de efluentes domésticos e derramamentos de óleo podem estar comprometendo o futuro desses ambientes (MAIDA et al., 1997).

### Recifes de Abrolhos

Os recifes de coral da região de Abrolhos (litoral sul do Estado da Bahia), são a formação coralínea mais importante do Atlântico Sul, se distribuindo por uma área de 6 km<sup>2</sup>, aproximadamente. Os recifes dessa região podem ser subdivididos em dois grupos, sendo um mais próximo a costa e outro mais externo. A maior parte das construções recifais dessa região não obedece às formas clássicas de recifes de coral, sendo que o grande destaque são as construções em forma de cogumelo, chamadas de “Chapeirões”. Essas formações são colunas irregulares podendo alcançar 25 metros de extensão entre seu topo e a base. O topo dos chapeirões pode estar na superfície, ficando exposto na maré baixa ou poucos metros abaixo da linha d’água. O topo é geralmente mais largo em relação ao resto da construção e nas reentrâncias inferiores do topo são encontrados diversos organismos perfurantes como por exemplo cianobactérias e esponjas. Nos recifes próximos à costa é comum observar a coalescência dos chapeirões enquanto que nos mais distantes chapeirões isolados são predominantes.

A preservação do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos tem ajudado a reduzir os impactos antrópicos nos recifes externos porém não é suficiente para proteger os recifes costeiros, que necessitam de outras políticas de preservação.

VILLAÇA, 2002

Organismos sésseis são aqueles que vivem permanentemente fixos a um substrato ou a outro organismo, são desprovidos de estrutura e mecanismos de locomoção.

### Curiosidade....

Muitos animais pequenos (moluscos e caranguejos) alimentam-se de pólipos de corais ou de seu muco, mas seu efeito para a estrutura da comunidade é considerado irrelevante. Os dois maiores predadores de coral são peixes e estrelas-do-mar. A partir da década de 60 as populações das estrelas cresceram assustadoramente na região Indo-Pacífica causando mortalidade em massa de colônias de coral. Alguns anos são necessários para o início da recolonização, ocorrendo, às vezes, 40 anos para a comunidade voltar a um estado similar de dominância de corais.

VILLAÇA, 2002

### Crinoide

Tipo de equinoderme constituído por uma “cabeça” que contém os organismos vitais, numerosos braços radiais, uma haste e “raízes” pelas quais acha-se presa ao fundo submarinho, enquanto que todo o resto do corpo é flutuante.

SUGUIO, 1998

### Equinoderme

Qualquer animal bentônico (raramente pelágico), solitário, invertebrado e pertencente ao filo Echinodermata, caracterizado por simetria radial, possuindo um endosqueleto formado de placas ou ossículos compostos de calcita e apresentando um sistema vascular de água.

SUGUIO, 1998

### Classificações de recifes coralinos

Várias são as formas apresentadas pelos recifes de corais. As mais importantes são os atóis, m barreiras e em franjas. Darwin (1842) citado por Suguio (2010), reconheceu os seguintes tipos de recife de acordo com a teoria da subsidência gradual ou hipótese de ilha em submersão (Figura 8.5).

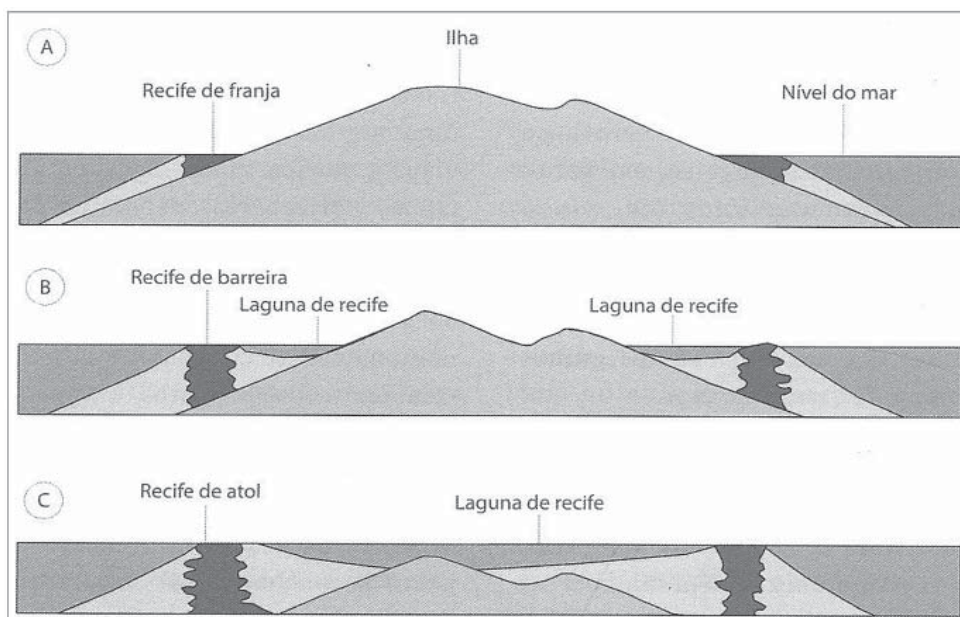


Figura 8.5 – Três tipos de recifes coralinos na hipótese de ilha de submersão ou teoria de subsidência gradual.

(Fonte: SUGUIO, 2010.)

a) Recife de franja – é um recife coralino paralelo e em contato direto com a linha costeira, de um continente ou de uma ilha, separado apenas por um estreito canal de águas rasas, que se desenvolve no litoral de uma ilha vulcânica durante um período de estabilidade do nível do mar. Forma barreira com declividade suave para o continente e brusca queda para o mar sendo exposto durante a maré baixa. A largura de um recife em franja pode chegar a 100 m e sua extensão a dezenas de quilômetros.

De acordo com os estágios evolutivos dos recifes de coral, representaria a situação inicial e quando sobre uma ilha vulcânica tem início o desenvolvimento recife.

b) Recife de barreira – recife coralino alongado, de disposição paralela à linha costeira de um continente ou ilha, deles separado por uma laguna com água demasiadamente profunda para o desenvolvimento de recifes. Ele é interrompido a intervalos irregulares por pequenos canais.

O exemplo melhor de recife de barreira ocorre a nordeste da Austrália.

c) Recife de atol – trata-se de um recife coralino composto por uma série de ilhas dispostas em forma de anel, que circunda uma laguna rasa. É formado por algas calcárias e/ou corais.

Os organismos formadores dos recifes modernos não suportam emergências prolongadas. Portanto, o crescimento vertical dos recifes coralinos condiciona-se à elevação do nível do mar, seja ela de ordem eustática ou decorrente de subsidência do substrato em que se assenta o edifício coralígeno.

A teoria da subsidência de uma ilha vulcânica é adequada, principalmente, para os recifes do Indo-Pacífico e alguns do Caribe, porém não explica todos os tipos de construções recifais existentes, sobretudo àqueles presentes na costa brasileira.

Em geral são conhecidos dois tipos biológicos de corais (VILLAÇA, 2002):

1. zooxantelados – anteriormente conhecidos como hermatípicos que aproveitam diretamente elementos produzidos pelo processo fotossintético e são capazes de edificar; e
2. azooxantelados, anteriormente conhecidos como ahermatípicos, pois raramente podem edificar.

A Figura 8.6 permite visualizar na subdivisão do litoral brasileiro, a localização dos recifes mais importantes e os limites norte e sul dos corais hermatípicos.

## RECIFES CORALINOS E PALEONÍVEIS DO MAR





Figura 8.6 – Subdivisão do litoral brasileiro e as localizações dos recifes mais importantes: Recife do Cabo de São Roque, Recifes do Nordeste e os Recifes de Abrolhos. (Fonte: SUGUIO, 2003.)

O interesse primordial por recifes coralinos está relacionado com as mudanças do nível relativo do mar no Quaternário. Apesar da íntima relação entre os níveis relativos do mar e o crescimento dos recifes coralinos, o seu uso no estabelecimento dos paleoníveis do mar apresenta inúmeras dificuldades:

- a) O recife coralino ser uma estrutura orgânica complexa, formada por grande variedade de animais e plantas secretoras de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), cada um dos quais com exigências ambientais contrastantes, envolvendo profundidades de água, que alcançam em média 40 m, sendo variáveis. O limite superior, no entanto, é claramente determinado pelo nível de emersão, que se situa próximo à média de maré baixa de sizígia.
- b) Os corais hermatípicos (construtores de recifes) apesar de serem sésseis, poucos permanecem in situ após a morte. Como as regiões com recifes coralinos mais bem desenvolvidos coincidem com as de maior incidência dos ciclones tropicais (tufões e furacões), eles são, em grande parte, removidos pelas ondas e acumulados em zonas de sedimentação.

No Mar do Caribe (América Central), onde o número de espécies é inferior a 70, pode-se estabelecer zonações de espécies, que permitem reconhecer relações entre os antigos recifes coralinos e os paleoníveis do mar. Na região Indo-Pacífica, porém, com mais de 500 espécies distribuídas por cerca de 80 gêneros, e no Grande Recife de Barreira ao norte do Queensland (Austrália), com mais de 350 espécies relacionadas a 60 gêneros, essas relações ainda não foram demonstradas.

Assim, com base na distribuição de recifes coralinos fósseis do Quaternário podem ser conhecidas as paleotemperaturas e os paleoníveis do mar nas épocas em que eles viveram.

Leão (1996 e 1998) realizou diversas pesquisas sobre os recifes coralinos, sobretudo no Estado da Bahia, com destaque para a sua evolução durante as oscilações holocênicas de paleoníveis do mar durante o Quaternário.

### Recifes coralinos no Brasil

Os primeiros recifes coralinos mais conspícuos na costa brasileira aparecem em Cabo de São Roque (RN) e segue para Caiçara do Norte até Natal, no mesmo Estado (LABOREL, 1969). Eles constituem o “Grupo de Recifes do Cabo de São Roque” (Figura 8.7). Ao sul de Natal (RN), tem-se o “Grupo de Recifes do Nordeste”; ao sul do Estado da Bahia, o “Grupo de Recifes do Arquipélago de Abrolhos”, principal ocorrência de recifes coralinos da costa brasileira; a noroeste do Cabo de São Roque (RN) até São Luís (MA), e a sudoeste da foz do rio Doce (ES) até a ilha de São Sebastião (SP), foram reconhecidas, respectivamente, as regiões de empobrecimento em recifes coralinos setentrional e meridional.

Leão e Kikuchi (1999), reconheceram diferentes tipos morfológicos de recifes coralinos, como:

- bancos recifais “ancorados”;
- bancos recifais isolados;
- recifes submersos;
- recifes de franja;
- pináculos coralinos isolados do mar aberto; e
- recifes superficiais.

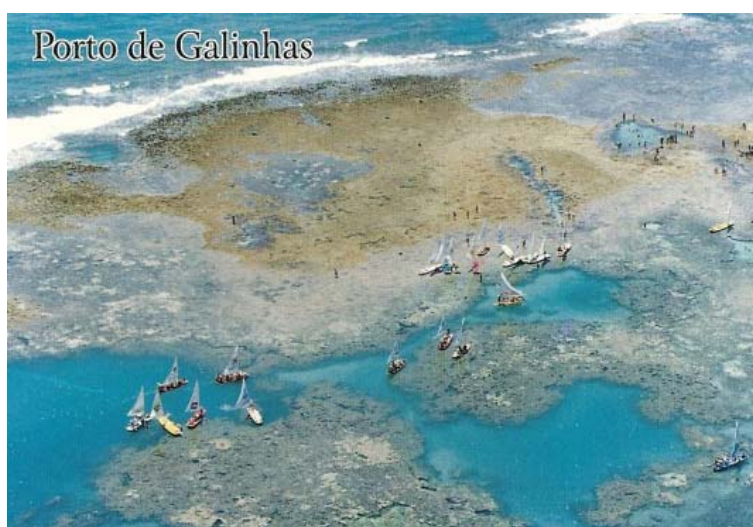


Figura 8.7 – Recife de coral. Praia Porto de Galinhas. Ipojuca/PE.  
(Fonte: Arquivo da autora.)

A fauna de corais hermatípicos (construtores de recifes) da Bahia caracteriza-se pela baixa diversidade, quando comparada aos recifes coralinos do Atlântico Norte ou do Indo-Pacífico, pelo caráter endêmico dos principais organismos coralinos construtores de recifes e pela completa ausência de formas ramificadas das 18 espécies de corais identificadas nos recifes brasileiros, das quais 17 são encontradas nos recifes de Abrolhos (BA).

## RECIFES DE ALGAS CALCÁRIAS

O recife algálico é uma estrutura rígida e resistente ao embate das ondas, formada *in situ* por atividades vitais de algas, que secretam esqueleto de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Pode ter altura superior a 10 m e diâmetro superior a 15 m.

As algas calcárias (classe *Rhodophyceae*, ordem *Corallinales*) têm distribuição latitudinal ampla da linha do equador aos pólos e vertical, da zona entre-marés até próximo de 200 m de profundidade em águas claras. Possuem grande importância geológica e são divididas em três grupos:

1. articuladas ramificadas – fornecedoras de sedimentos;
2. não articuladas, ramificadas livres ou fixas – com ramificações finas ou espessas; e
3. incrustantes ou maciças – construtoras verdadeiras (presentes no litoral nordeste brasileiro).

Os depósitos formados pelas algas calcárias têm importância geológica considerável e em alguns casos podem se transformar numa feição geomórfica. As algas calcárias têm um papel de proteção e sobretudo de cimentação dos organismos.

No Brasil, as algas calcárias são responsáveis pela construção do único Atol do Atlântico Sul, o Atol das Rocas, ainda que recentes perfurações tenham mostrado a participação de corais, foraminíferos incrustantes e vermetídeos no esqueleto recifal. Foi calculada uma taxa de crescimento de 18 mm por ano.

Este atol foi a primeira unidade de conservação marinha no Brasil (1979), estando localizado a 260 quilômetros da costa, na altura do Estado do Rio Grande do Norte. Integra a formação da cadeia de Fernando de Noronha, estando constituído por um anel de recifes de algas calcárias e corais, com 1.60 m de diâmetro e compondo uma área de 7,2 km<sup>2</sup>. Apenas dois pontos são emersos permanentemente (Ilhas do Farol e do Cemitério).

## RECIFES ROCHOSOS E PALEONÍVEIS DO MAR

A designação rocha praial, lato sensu, compreende uma grande variedade de materiais litificados de origem natural encontrados na zona litorânea. Stricto sensu, porém, essa denominação é válida para sedimentos praias litificados

por cimentação calcítica ( $\text{CaCO}_3$ ), encontrados nas zonas intermarés, indicadores de paleoníveis do mar (Figura 8.8).

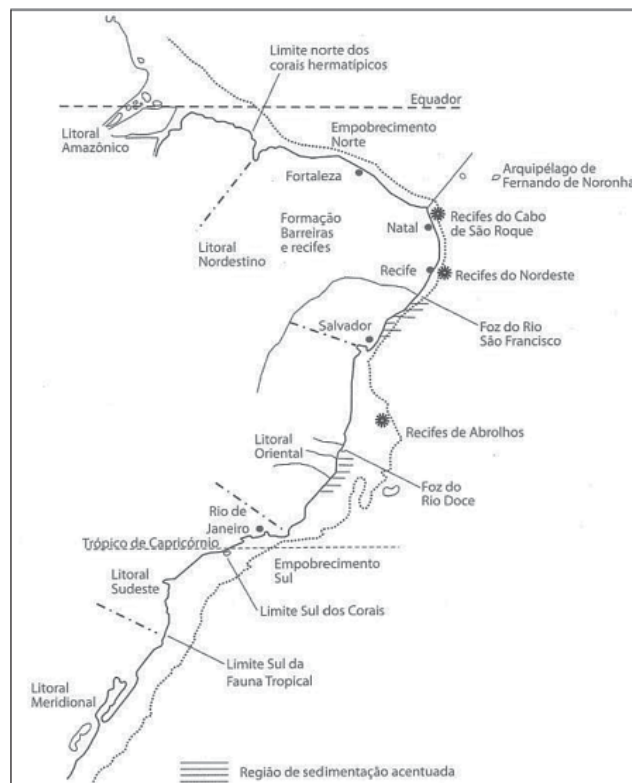


Figura 8.8 – Limites de ocorrências mais importantes de recifes coralinos. (Fonte: LABOREL, 1969.)

Os recifes de arenito, presentes no nordeste do Brasil e nos Estados do Rio de Janeiro (Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul) e São Paulo, são originariamente um processo de calcificação de sedimentos “in situ” na parte inferior das praias, podendo o cimento ser calcário ou silicoso, no caso do Brasil. A rocha formada tem uma estratificação típica de sedimentos de praia e uma inclinação característica para o mar. Apresenta-se sob a forma de banda paralela correspondente a uma variação do nível do mar (retrogradação) ou a um deslocamento da linha de praia. Em geral, sofre um processo ativo de bioerosão pelo equinóide *Echinometra lucunter*. Desempenham um papel de fundação, sobre os quais podem se desenvolver os recifes coralinos, no caso de elevação do nível do mar.

Na atualidade, existem várias datações do Holoceno (7.0000 anos até menos de 500 anos A.P.) de rochas praias emersas, obtidas pelo método do radiocarbono. As únicas ocorrências de prováveis rochas praias emersas pleistocênicas (cerca de 120.000 anos A.P.) são encontradas entre as localidades de Zumbi e São Bento, no litoral do Rio Grande do Norte (Formação Touros).

O uso de rochas praias como indicadores de paleoníveis do mar pode suscitar três problemas:

1. altura relativa do paleonível do mar. Apenas o nível mais alto de cimentação de uma verdadeira rocha praial constitui um indicador seguro de paleonível do mar;
2. datação absoluta utilizando os componentes orgânicos como conchas de moluscos ou fragmentos de corais não recristalizados, desde que a morte desses organismos tenha ocorrido no mesmo período de incorporação no sedimento. Na ausência de componentes orgânicos pode-se tentar datar o cimento de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ); e
3. confusão com outros materiais cimentados das zonas intemarés. Entre os materiais cimentados que podem coexistir com as rochas praias verdadeiras, mas sem relação com os paleoníveis do mar, pode-se citar os calcarenitos eólicos, areias impregnadas de compostos húmicos e silcretos (precipitados silicosos ou ferruginosos).

## CONCLUSÃO

Como vimos, o ambiente de recifes coralinos restringe-se, atualmente, aos sítios dos mares tropicais que oferecem condições favoráveis à vida de organismos coloniais de águas rasas, construtores de edifícios calcários, com elevações retilíneas ou circulares.

Os ambientes coralinos são importantes para o homem em termos físicos, biológicos e bioquímicos e, do ponto de vista geológico-geomofológico é uma estrutura rochosa construída por organismos marinhos que protege a linha de costa dos processos erosivos.

Várias são as formas apresentadas pelos recifes de corais e as mais importantes são os atóis, em barreiras e em franjas, que estão relacionados com a subsidência de uma ilha vulcânica.

Um tipo especial de recife é o arenito de praia que forma longas faixas paralelas à costa, nas zonas intermarés.



## RESUMO

O conteúdo da aula sobre recifes destaca os processos responsáveis pela formação dos coralinos e de arenito.

Enfatiza a importância dos recifes biológicos para o homem em termos físicos, biológicos e bioquímicos e caracteriza os tipos básicos, de acordo com a teoria de subsidência de uma ilha vulcânica. Finaliza mostrando sua relação com os níveis relativos do mar durante o Quaternário e cita as principais ocorrências no litoral brasileiro.

A designação de recifes rochosos é válida para sedimentos praias litificados sobretudo por cimentação calcítica, indicadores de paleoníveis do mar.





### AUTOAVALIAÇÃO

1. Discuta, com seu grupo de estudo, a relevância dos recifes na proteção da linha de costa do litoral brasileiro, citando exemplos.
2. Indique, fazendo comentários, a classificação dos recifes coralinos de acordo com a subsidência de uma ilha vulcânica.
3. Relacione recifes (coral e arenito) e paleoníveis do mar.
4. Discorra, de forma sucinta, sobre os recifes de Abrolhos.



### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula estudaremos o tema Praias Arenosas e Erosão Costeira, sendo abordados os modelos de evolução das praias e os indicadores de erosão costeira.

### REFERÊNCIAS

- LEÃO, Zelinda M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P. The Bahian coral reefs – from 7000 years B.P. to 2.000 years A.D. In: SUGUIO, K. (Guest editor) Geoscience and commemoration of Brazil's 500 year anniversary of discovery. *Ciência e Cultura. Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, v. 51, n. 3/4, p. 262-273, 1999.
- LABOREL, J. Les perlements des madreporaires des cotes tropicales du Brésil. *Annales de l'Université d'Abidjan*, Série E-II, Fascicule 3, p. 1260, 1969.
- MAIDA, M. et al, (orgs). **Relatório do workshop sobre os recifes de coral brasileiros: pesquisa, manejo integrado e conservação**. Pernambuco: Tamandaré, 1997.
- SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- SUGUIO, Kenitiro. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Editora Edgard Brucher. LTDA, 2003.
- SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- VILLAÇA, Roberto. Recifes biológicos. In: PEREIRA e SOARES-GOMES (orgs). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.