

Renato Crespo Pereira  
Abílio Soares-Gomes  
(organizadores)

# Biologia Marinha

Revista e  
Ampliada  
2ª edição



EDITORA INTERCIÊNCIA

Copyright © 2009, by Renato Crespo Pereira e Abílio Soares-Gomes (Organizadores)

Direitos Reservados em 2009 por **Editora Interciência Ltda.**

**Diagramação:** Catia Costa

**Revisão Ortográfica:** Maria Paula da M. Ribeiro

**Capa:** Rodrigo José S. do Nascimento

**Foto da capa:** Em primeiro plano a estrela-do-mar *Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758), fotografada em Angra dos Reis, em 2003, por Luiz Fernando Cassino

**CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte**  
**Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ**

---

B513  
2ª ed.

Biologia marinha / Renato Crespo Pereira, Abílio Soares-Gomes (Organizadores). – 2ª ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7193-213-5

1. Biologia marinha. I. Pereira, Renato Crespo. II. Soares-Gomes, Abílio.

09-2245.

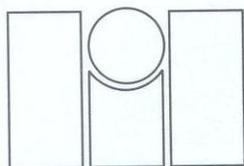
CDD: 574

CDU: 57

---

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,  
sem autorização por escrito da editora.

[www.editorainterciencia.com.br](http://www.editorainterciencia.com.br)



**Editora Interciência Ltda.**

Rua Verna Magalhães, 66 – Engenho Novo

Rio de Janeiro – RJ – 20710-290

Tels.: (21) 2581-9378 / 2241-6916 – Fax: (21) 2501-4760

e-mail: [vendas@editorainterciencia.com.br](mailto:vendas@editorainterciencia.com.br)

Impresso no Brasil – Printed in Brazil

## O BENTOS DE COSTÕES ROCHOSOS

*Ricardo Coutinho e Ilana Rosental Zalmon*

Neste capítulo, são descritas as principais adaptações das espécies que permitem a sua existência nos costões rochosos, apresentando esquemas de zonação e discutindo as terminologias existentes. A distribuição vertical dos organismos nos costões rochosos é descrita e os fatores ambientais que controlam essa distribuição são revistos. Para finalizar, é apresentada a distribuição dos organismos bentônicos na costa brasileira e são discutidas as principais ameaças aos costões rochosos e seus organismos.

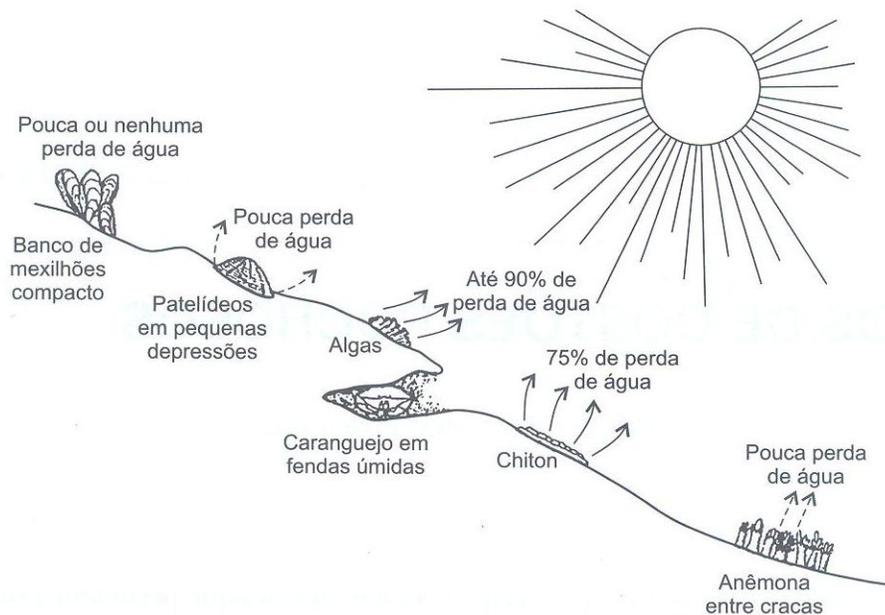
### 11.1 INTRODUÇÃO

Áreas costeiras são consideradas como a interface terra, ar e mar, constituída por uma série de limites ou gradientes cuja extensão varia de centímetros a quilômetros, bem como no tempo e no espaço. Os habitats costeiros bentônicos estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta. Dentre os ecossistemas presentes na região entremarés e habitats da zona costeira, os costões rochosos são considerados um dos mais importantes por conter uma alta riqueza de espécies de grande importância ecológica e econômica, tais como mexilhões, ostras, crustáceos e uma variedade de peixes. Por receber grande quantidade de nutrientes proveniente dos sistemas terrestres, estes ecossistemas apresentam uma grande biomassa e produção primária de microfitobentos e de macroalgas. Como consequência, os costões rochosos são locais de alimentação, crescimento e reprodução de um grande número de espécies. A grande variedade de organismos e o fácil acesso tornaram os costões rochosos uns dos mais populares e bem estudados ecossistemas marinhos. A grande diversidade de espécies presente nos costões rochosos faz com que, neste ambiente, ocorram fortes interações biológicas, como consequência da limitação de substrato ao longo de um gradiente existente entre o habitat terrestre e o marinho.

### 11.2 ADAPTAÇÕES À VIDA NOS COSTÕES ROCHOSOS

A existência de maré na região dos costões rochosos e, conseqüentemente, o ciclo de emersão e submersão promove várias adaptações à exposição ao ar e à perda de água por dessecação durante a emersão, principalmente nos organismos que habitam a região superior do costão, submetidas às condições termais e ao clima. Os efeitos do congelamento são similares aos causados pela dessecação, na medida que os fluidos corporais tornam-se mais concentrados.

Estas adaptações podem ser de natureza morfológica, como no caso do fechamento hermético de valvas de bivalves e de placas operculares de cirrípedes, produção de conchas não porosas de *Chthamalus*, abertura de concha estreita em gastrópodes nerítídeos e conchas mais claras para refletir calor; e de natureza fisiológica, como a tolerância de algas em níveis de desidratação de até 90%, a pigmentação brilhante de muitos líquens nas faixas mais superiores para filtrar o excesso de luz, a produção de muco em anêmonas e o resfriamento por evaporação no caso de cirrípedes, ou de natureza comportamental como a migração vertical dos organismos vágeis em função da maré e o refúgio em fendas ou banco de algas (figura 11.1).



**Figura 11.1** Representação diagramática das adaptações dos organismos que habitam a zona entremarés para reduzir a perda de água (modificado de NYBAKKEN, 1988).

Entre as adaptações que os organismos possuem em costões rochosos, destacam-se também aquelas relacionadas ao estresse das ondas presentes neste ambiente. As ondas exercem um efeito mecânico destrutivo, promovem a abrasão por areia e seixos, perturbam ou depositam o sedimento, renovam o oxigênio e reduzem o dióxido de carbono. Elas também afetam o movimento dos organismos e, portanto, limitam a alimentação ou mantêm afastados os predadores e podem borrifar áreas que não seriam normalmente cobertas pelas marés. As diferenças no grau de exposição às ondas têm consequências para a biota, por influenciar diretamente na distribuição de alguns organismos. Como consequência direta, a principal dificuldade que os organismos possuem nesse ambiente refere-se à sua fixação. Alguns organismos sésseis possuem estruturas de fixação permanente, como os cimentos nas cracas e ostras, ou de fixação temporária como os biscoitos nos mexilhões e os apressórios nas macroalgas. Já os organismos vágéis não possuem nenhuma estrutura específica de fixação, mas mostram adaptações morfológicas como, por exemplo, conchas mais achatadas nas lepas ou pés mais largos e com grande força de adesão em alguns gastrópodes carnívoros. Outros organismos como ouriços-do-mar e peixes da família Blenniidae e Gobiidae (Marias-da-toça) refugiam-se em fendas ou reentrâncias para se protegerem das ondas.

A manutenção no costão inclui ainda como caracteres adaptativos: mudanças na orientação do organismo em relação à onda; formação de densos agregados de modo a expor uma menor área de superfície; maior flexibilidade nas frondes de macroalgas e o contorno irregular da superfície corporal para reduzir a turbulência e minimizar o impacto.

Entre os organismos sésseis, os seguintes aspectos podem influenciar no processo de fixação, a saber:

1. Relação entre a superfície de fixação do organismo em reposta à superfície total do organismo.
2. Forma e dimensão.
3. Consistência.

A melhor superfície de fixação na relação entre a superfície de fixação/superfície total (SF/ST) é evidentemente atingida quando os organismos de formas crostosas estão aderidos ao substrato por sua totalidade de superfície corporal e com uma razão SF/ST próxima a 1. Este é o caso das ascídias da família Didemnidae, das esponjas (*Microciona*, *Halisarca*, etc.), dos briozoários incrustantes (Membraniporidae, *Schi-*

*zoporella*, etc.) e das algas crostosas. Já em outras formas, geralmente não crostosas, pode haver fixação por uma grande porção basal de aderência tal como ocorre nas ascídias da família Polyclinidae e de determinadas esponjas. A fixação por um ponto ou por uma zona é realizada principalmente pelas formas pedunculadas tais como os hidroides (*Sertularia*), briozoários (*Bugula*), ascídias solitárias e inúmeras macroalgas bentônicas, apresentando, portanto, os menores valores de SF/ST.

Com relação à forma, existem variados tipos, como as esponjas *Tethya* e *Tuberella*, e a ascídia *Polyclinum* que exibem formas esféricas e fixam-se ao substrato por um ponto, mas outros organismos podem apresentar formas elípticas e cilíndricas. Uma forma que propicia boa adesão ao substrato é a cônica presente, por exemplo, nos cirrípedes. Outras formas, como as ramificadas de algumas esponjas (*Axinella*), gorgônias, hidrozoários, briozoários arborescentes e macroalgas, apresentam reduzida resistência ao fluxo de água. Os organismos que são capazes de tolerar tanto condições expostas quanto abrigadas mostram consideráveis variações de tamanho, como conchas de gastrópodes, por exemplo, em geral maiores em ambientes mais abrigados. O tamanho da abertura da concha de gastrópodes é relativamente bem maior em regiões expostas, indicando que possuem um grande pé, permitindo uma melhor adesão ao substrato.

A consistência dos organismos bentônicos de costões rochosos é igualmente muito variável. Podemos encontrar formas completamente rígidas pela calcificação, como os madreporários e certos briozoários, até formas semirígidas como as gorgônias ou gelatinosas como algumas ascídias.

Organismos bentônicos sésseis são influenciados pela força de arrasto da onda quando fixos no costão rochoso. Este arrasto produz uma força paralela à direção da corrente. Em alguns casos, o arrasto num corpo não flexível pode ser suficiente para retirá-lo do substrato ou até mesmo para quebrar um esqueleto ereto. Para reduzir este problema, os organismos sésseis devem ser capazes de minimizar o arrasto por ajuste de comportamento ou por formas e orientação ao fluxo que minimizem este efeito. Existem dois tipos distintos de situações. Os animais passivos são orientados por uma forte corrente unidirecional até que alguma orientação de equilíbrio seja atingida. Em muitos casos, esta orientação não é diferente daquela obtida por um objeto inanimado de mesma forma e densidade. Por contraste, os animais ativos podem utilizar ações musculares, comportamentais ou outros meios para se orientarem ativamente em função do fluxo. O ajuste ativo feito pelo organismo minimiza o arrasto, enquanto mantém o acesso ao alimento.

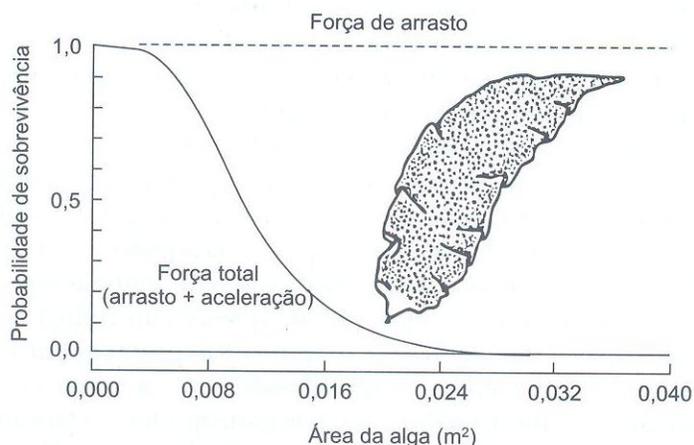
Sob condições de forte fluxo é difícil manter uma posição ereta. A pressão de arrasto pode ser máxima sobre um cilindro ao longo de seu maior eixo e, mantida perpendicularmente ao fluxo, no caso dos organismos fortes e sésseis. No caso de outras plantas e animais, eles podem ser flexíveis reduzindo, dessa forma, a força de arrasto. O movimento rápido e intenso das águas pode influenciar negativamente organismos maiores. A força das ondas decorre da aceleração da água e se o comprimento é grande, a força por unidade de área é proporcionalmente maior e o organismo se quebrará ou será deslocado (figura 11.2).

Já organismos vágéis podem se orientar passivamente em posições que minimizem o arrasto. Caranguejos vágéis, às vezes, acham-se em fortes correntes e posicionam-se de uma forma que os coloca em eixos paralelos com a corrente, assim minimizando a pressão de arrasto.

A força das ondas pode limitar a atividade de espécies móveis sugerindo uma maior intensidade de alimentação (exemplo: predação, herbivoria) em ambientes mais abrigados. Contudo, um menor batimento pode levar a um maior estresse por dessecação pelo habitat ser menos umedecido pelos borrifos das ondas.

### 11.3 ESQUEMAS DE ZONAÇÃO E TERMINOLOGIA

O aspecto mais notável quando se observa um costão rochoso pela primeira vez é a disposição dos organismos em faixas dispostas horizontalmente, onde cada espécie é mais abundante dentro de uma zona onde as condições favorecem sua sobrevivência. Estas faixas horizontais se sucedem verticalmente desde o nível mais baixo da maré até níveis os mais altos do costão, sob condições verdadeiramente terrestres. Este padrão de zonação vertical é comum nos costões rochosos de todo o mundo. As espécies que ocorrem em cada zona podem variar em função das diferentes latitudes, níveis de maré e exposição ao ar, inclinação do substrato, entre outros. No entanto, mostram adaptações especiais para viverem nesta área, sendo a zonação, a estrutura básica reconhecida na maior parte dos ambientes de costões rochosos, inclusive onde a variação da maré é de apenas poucos centímetros.



**Figura 11.2** Probabilidade calculada de uma alga sobreviver por três meses onde a altura das ondas mede cerca de 2 metros. A linha pontilhada (probabilidade calculada da força de arrasto) sugere uma sobrevivência quase sem limite, mas a linha sólida (que também inclui a força de aceleração) mostra que muitas plantas maiores serão de fato desprendidas (adaptado de GAYLOR *et alii*, 1994 *apud* LITTLE e KITCHING, 1996).

Cada espécie é tipicamente mais abundante dentro de uma zona ótima particular, acima ou abaixo da qual, sua abundância declina, seja pelo ambiente físico menos apropriado e/ou porque a espécie interage menos favoravelmente com outras. Espécies móveis podem migrar para micro-habitats favoráveis e exibir limites “zonais” bem menos definidos.

A zonação de espécies através de um gradiente ambiental não é uma propriedade exclusiva dos costões rochosos. Este fenômeno é bastante comum em habitats terrestres onde existe uma transição de um tipo de ambiente para outro. Contudo, nos costões rochosos a zonação é particularmente precisa e espacialmente condensada. A variabilidade no eixo vertical do costão geralmente ocorre em uma escala de centímetros ou poucos metros.

Ecólogos marinhos têm reconhecido a existência da zonação desde o começo do século XIX e os primeiros trabalhos, aqueles realizados por Doty (1957), Lewis (1964) e Ricketts e Calvin (1968). Aspectos descritivos da ecologia dos costões rochosos podem ser encontrados, entre outros, nos trabalhos de Stephenson e Stephenson (1949, 1972), Lewis (1961, 1964), Chapman (1974) e Pérès (1982a, b).

As zonas são extremamente úteis em um sentido prático, pois fornecem uma base descritiva conveniente para observações específicas. Vários esquemas foram criados para classificar a distribuição dos organismos em zonas (tabela 11.1).

**Tabela 11.1** Terminologia da zonação vertical de acordo com os principais esquemas existentes (modificado de COUTINHO, 1995)

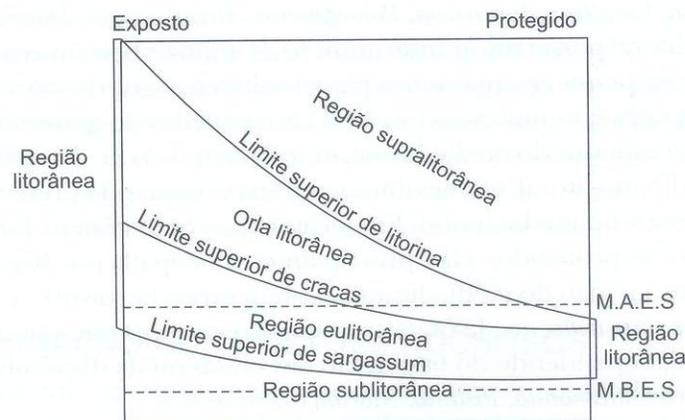
Limites biológicos	Clássico	Stephenson	Lewis	Pérès
Limite superior dos organismos marinhos		Supralittoral zone	Maritime zone	
Limite superior das cracas	Supralittoral Fringe	Supralittoral Fringe	Littoral Midlittoral	Étage Supralittoral
Limite superior das laminárias ( <i>Sargassum</i> no Brasil)	Eulittoral zone	Midlittoral zone	Eulittoral Midlittoral	Étage Mediolittoral
Limite inferior de distribuição das algas	Sublittoral zone	Infralittoral Fringe Infralittoral	Sublittoral zone circalittoral	Étage infralittoral Étage circalittoral

No esquema clássico, o termo *supralittoral* foi sugerido por Lorenz (1863) para caracterizar o limite superior de ocorrência dos organismos marinhos. Kjellman (1877, 1878) descreveu a região entremarés chamando-a de *littoral* e de *sublittoral* a região da maré baixa até 37 metros de profundidade. O termo *littoral* foi posteriormente trocado para *eulittoral*. Já Stephenson e Stephenson (1949, 1972) dividiram o costão rochoso em várias zonas principais, da parte superior para a inferior: *supralittoral zone*, *supralittoral fringe*, *midlittoral zone*, *infralittoral fringe* e *infralittoral zone*, baseadas nos limites de distribuição de certos grupos de organismos indicadores, ou seja, zonas biologicamente definidas.

O motivo de colocar as faixas de acordo com a distribuição de organismos indicadores foi porque se observou que o padrão de distribuição vertical dos organismos não variava somente em função da altura de maré, mas também da inclinação do costão, sombreamento e grau de exposição a ondas. Lewis (1964) dividiu a região *littoral* em *eulittoral zone* e *littoral fringe*, além de manter o termo *sublittoral zone* do esquema clássico para as regiões inferiores. No esquema proposto por Pérès e Molinier (1957), a *sublittoral zone* é dividida em uma zona superior (*étage infralittoral*), onde vivem as espécies fotófilas e uma zona inferior (*étage circalittoral*) onde vivem as espécies adaptadas à sombra.

Zonação, como conceituado por Lewis (1961), é basicamente um fenômeno biológico dentro de uma condição física do ambiente. Através dos tempos, os ecólogos começaram a observar que padrões locais se repetiam em outros habitats distantes, nascendo assim a ideia de um padrão universal ou pelo menos geral, de características da zonação de costões rochosos que poderiam prover uma base de dados que pudessem ser comparativos entre costões através do mundo. Os grandes responsáveis por esta visão foram Stephenson e Stephenson (1949, 1972) e Lewis (1961, 1964). Estes autores propuseram a existência de basicamente três zonas nos costões rochosos marinhos, caracterizadas por tipos de organismos. O reconhecimento das zonas no campo é uma maneira simples para o registro da composição das espécies e a formulação de hipótese de trabalho.

O sistema de zonação adotado neste capítulo é baseado no trabalho de Coutinho (1995), onde foi sugerido o uso da terminologia em português para o esquema de Lewis (1964), apresentado por Paula (1987). Contudo, para uma maior simplificação no presente capítulo, utilizaremos os nomes comuns de supralitoral (= orla litorânea), médio-litoral (= região eulitoralânea) e infralitoral (= região sublitoralânea) para caracterizar as diferentes zonas do costão rochoso (figura 11.3).



**Figura 11.3** Esquema de zonação de Lewis (1964), com terminologia em português, baseado em Paula (1987) (modificado de COUTINHO, 1995).

## 11.4 DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DOS ORGANISMOS NOS COSTÕES ROCHOSOS DA COSTA BRASILEIRA

A distribuição vertical dos organismos nos costões rochosos está relacionada ao gradiente de emergência/dessecação e também a outros fatores físicos e biológicos, incluindo ação das ondas, dinâmica da maré, temperatura, salinidade, orientação do substrato, heterogeneidade topográfica, predação e competição, perturbação e sucessão, herbivoria e recrutamento. A importância relativa desses fatores é difícil de ser generalizada devido ao elevado número de fatores potencialmente envolvidos e, principalmente, a suas interações.

O padrão de zonação descrito aqui é uma tentativa de generalização da distribuição dos organismos bentônicos que ocorrem de uma forma geral na costa brasileira. Ao final desse item, apresentaremos um exemplo de zonação típica em costões rochosos naturais da região de Cabo Frio.

O limite superior do supralitoral é o local em que não há presença de respingo (*splash*) de água salgada. Nos costões expostos a fortes ondas, sua influência pode ser observada a vários metros de altura no costão. A região acima do supralitoral (= região litorânea) é caracterizada por coloração escura devido, principalmente, à presença de líquens, normalmente espécies de *Verrucaria* e/ou por cianofíceas dos gêneros *Calothrix*, *Entophysalis*, *Hyella*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Schizothrix* e *Scytonema*, entre outros. Na zona do supralitoral é comum, ainda, a presença de outros tipos de algas, normalmente anuais (ocorrendo em apenas uma estação do ano) tais como *Bangia*, *Porphyra*, *Hinksia*, *Enteromorpha*, etc. Em locais protegidos da luz, e com alta umidade, como fendas e cavernas, pode-se observar a presença de espécies de algas *Audouinella* (= *Rhodochorton*). Espécies de gastrópodes do gênero *Nodilittorina* são provavelmente os mais característicos e abundantes animais presentes na parte inferior do supralitoral. Como esses organismos são herbívoros, eles podem ter um importante efeito na estrutura da vegetação presente nesta zona. Crustáceos isópodes do gênero *Lygia* também são muito comuns nesta zona, além de pequenos caranguejos.

As algas e os animais do médio-litoral (= região eulitorânea) estão sujeitos a períodos alternados de total imersão ou emersão. Nos costões com variação de marés, o limite inferior dessa zona estende-se até um pouco acima da maré baixa das marés de primavera, porém, os limites do médio-litoral, assim como os do supralitoral, são ampliados com o aumento da ação das ondas, levando também a um aumento na biodiversidade. Entre as espécies de algas comumente encontradas na parte superior da zona do médio-litoral destacam-se as espécies de *Lithothamnium*, *Centroceras*, *Enteromorpha*, *Gelidiella*, *Ulva*, *Cladophora*, *Hildenbrandia*, etc. Já na parte média e inferior do médio-litoral é comum a presença de uma flora mais rica composta de *Chaetomorpha*, *Gigartina*, *Corallina*, *Laurencia*, *Polysiphonia*, *Acanthophora*, *Dictyota*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Jania*, etc. A zona do médio-litoral possui um grande número de animais bentônicos que obtêm seu alimento removendo partículas em suspensão e organismos planctônicos da água do mar. Esses incluem principalmente os crustáceos cirrípedes e os moluscos bivalves. Os cirrípedes do gênero *Chthamalus* ocorrem em maior quantidade na parte superior do médio-litoral, enquanto que os de *Tetraclita* ocupam predominantemente a parte média do médio-litoral. Os mexilhões, por sua vez, quando presentes em abundância, tendem a ocupar a parte inferior do médio-litoral. Em locais expostos, o gênero *Perna* é o dominante nesta zona, enquanto que, em locais protegidos, ela é principalmente ocupada por *Brachidontes*. Além de *Nodilittorina*, que pode migrar até a região do médio-litoral, existem vários herbívoros característicos desta zona tais como *Collisella*, *Acmaea*, *Fissurella*, etc. Já os gastrópodes predadores estendem-se desde a zona do médio-litoral até o infralitoral, dependendo do batimento das ondas ou da disponibilidade de presas. Entre eles, destacam-se os gêneros *Stramonita*, *Pisania*, *Morula* e *Leucozonia*.

A zona do infralitoral (= região sublitorânea) estende-se deste o limite do médio-litoral até o desaparecimento das algas. Em termos de profundidade, sua posição é bem variada. Em regiões de águas costeiras com alta turbidez, esta zona pode ser totalmente ausente, enquanto que em áreas com águas claras, pode-se estender até 268 metros. Contudo, normalmente considera-se que a região do infralitoral estende-se até 10-15 metros de profundidade. Alguns autores dividem a zona do infralitoral em outras zonas tais como franja do infralitoral (STEPHENSON e STEPHENSON, 1972), enquanto que a parte inferior do infralitoral tem sido considerada como zona circalitoral (Pérès, 1982b), conforme mencionado anterior-

mente. As algas coralináceas incrustantes são dominantes em várias zonas do infralitoral, especialmente em locais onde a herbivoria é intensa. Estas algas podem estar acompanhadas por tufos de algas dos gêneros *Jania*, *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Centroceras*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Padina*, *Galaxaura*, etc. *Sargassum* é, provavelmente, o gênero de alga mais comum da região do infralitoral nas regiões tropicais e subtropicais da costa brasileira, ocorrendo em grandes bancos, cobrindo todo o substrato que, muitas vezes, apresenta um estrato de algas coralináceas incrustantes. A vegetação que ocorre na região do infralitoral é reduzida por herbívoros pertencentes a uma variedade de grupos taxonômicos, tais como os moluscos do gênero *Aplysia*, os ouriços-do-mar dos gêneros *Arbacia*, *Echinometra* e *Paracentrotus*, e os peixes do gênero *Stegastes* (peixe-donzela) e das famílias Acanthuridae e Scaridae. A zona do infralitoral é frequentemente ocupada por hidrozoários da espécie *Millepora alcicornis* e por antozoários dos gêneros *Palythoa* e *Zoanthus*, entrecortados por tufos de algas filamentosas ou cobertura de coralináceas incrustantes.

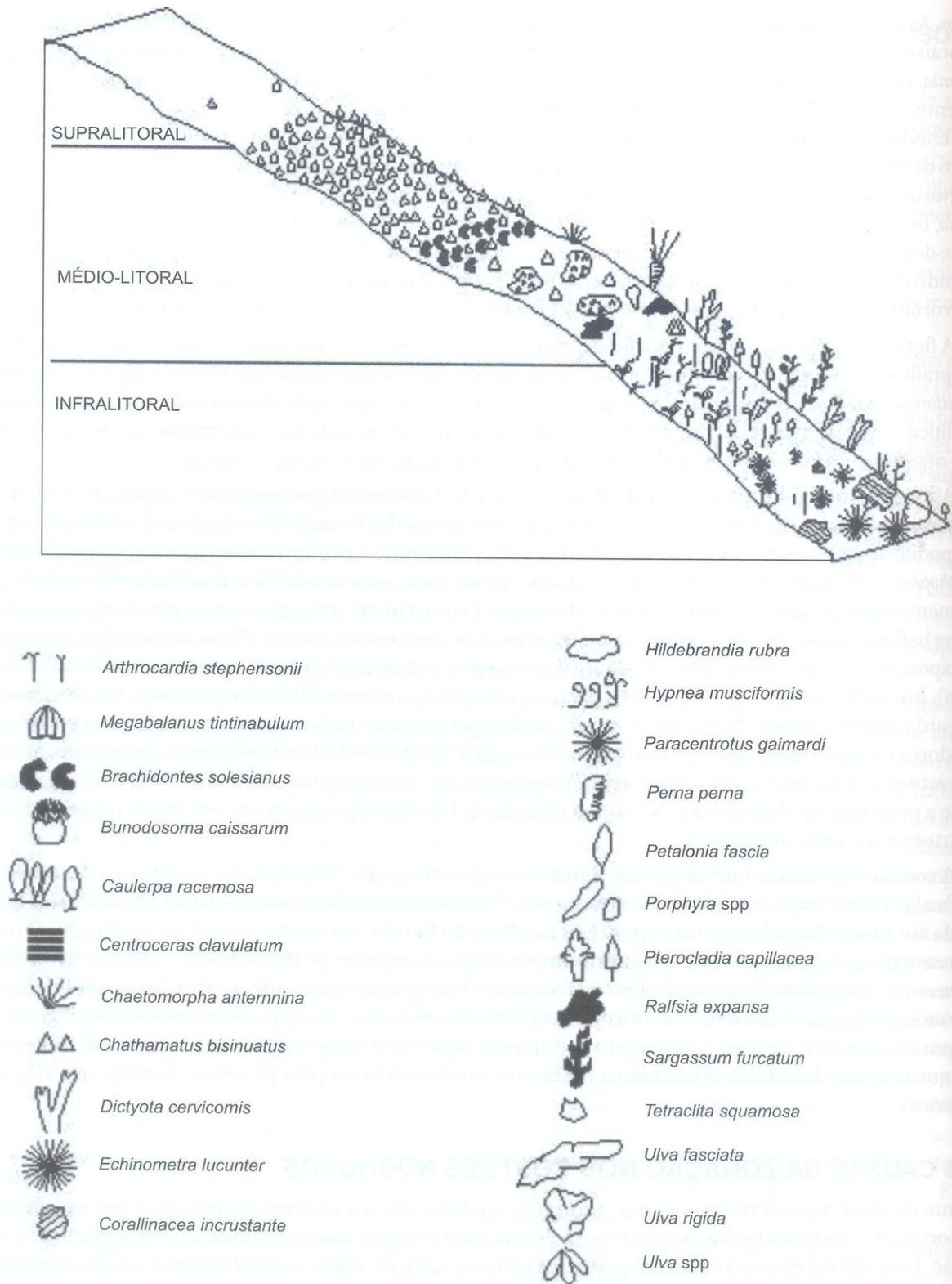
A figura 11.4 apresenta um padrão de zonação dos costões rochosos da região de Cabo Frio. A zona do supralitoral estabelece o limite superior do cirrípede *Chthamalus bisinuatus*, sendo a fauna composta de *Nodilittorina lineolata* e do isópode *Lygia* sp. As cianofíceas endolíticas (que vivem dentro da rocha) e casmoendolítica (vivendo nas reentrâncias das rochas) são comuns nesta zona, incluindo espécies como *Gloeocapsa crepidium*, *Entophysalis granulosa*, *Pleurocapsa entophysalioides* e *Hyella caespitosa*.

A zona do médio-litoral se estende desde a faixa de *Chthamalus bisinuatus* até o início da zona de *Sargassum furcatum* e dos ouriços-do-mar. A parte superior do médio-litoral é dominada por *Chthamalus bisinuatus*, podendo ocorrer no período do inverno e da primavera a presença das algas rodofíceas *Porphyra*, *Acanthophora* e *Bangia arthropurpurea*. Logo abaixo dessa zona, ocorre o bivalve *Brachidontes solesianus*, principalmente nos costões protegidos da ação de ondas. Já o cirrípede *Tetraclita stalactifera* é comum tanto nos costões batidos como nos protegidos, enquanto que a ocorrência do bivalve *Perna perna* se restringe aos locais expostos às ondas, assim como as algas *Chaetomorpha antennina* (Clorofíceas) e *Levringia brasiliensis* (Feofíceas). Em toda esta zona, é observada a presença das algas crostosas *Hildenbrandia rubra* (Rodofíceas) e da alga parda *Ralfsia expansa*. Nesta zona, existe ainda a presença de vários animais tais como os gastrópodes raspadores *Collisella subrugosa* e *Fissurella clenchi* e o gastrópode predador de bivalves e cirrípedes, *Stramonita haemastoma*. A presença do caranguejo *Pachygrapsus* sp, na região do médio-litoral reduz significativamente a presença de algas foliáceas como a clorofíceas *Ulva* sp, especialmente em locais protegidos onde este crustáceo é mais abundante.

A zona do infralitoral inicia-se com a presença dos cirrípedes *Megabalanus coccopoma* e *M. tintinnabulum*, da alga parda *Sargassum furcatum*, dos ouriços *Echinometra lucunter*, *Arbacia lixula* e *Paracentrotus gaimardii* e da anêmona *Bunodosoma caissarum*. Em local muito batido por ondas, como na região influenciada pela ressurgência de Cabo Frio, é comum observarmos as rodofíceas *Pterocladia capillacea*, *Arthrocardia stephensonii* e *Centroceras clavulatum*, além dos ouriços. Uma grande variedade de algas pode ser encontrada nos costões protegidos tais como as clorofíceas *Caulerpa racemosa* e *Ulva* spp, além das feofíceas *Dictyota* spp e *Sargassum furcatum*. De fato, a região do infralitoral superior é caracterizada por um grande número de algas que têm sua distribuição limitada à parte inferior desta região pela presença de ouriços e de peixes herbívoros.

## 11.5 CAUSAS DA ZONAÇÃO NOS COSTÕES ROCHOSOS

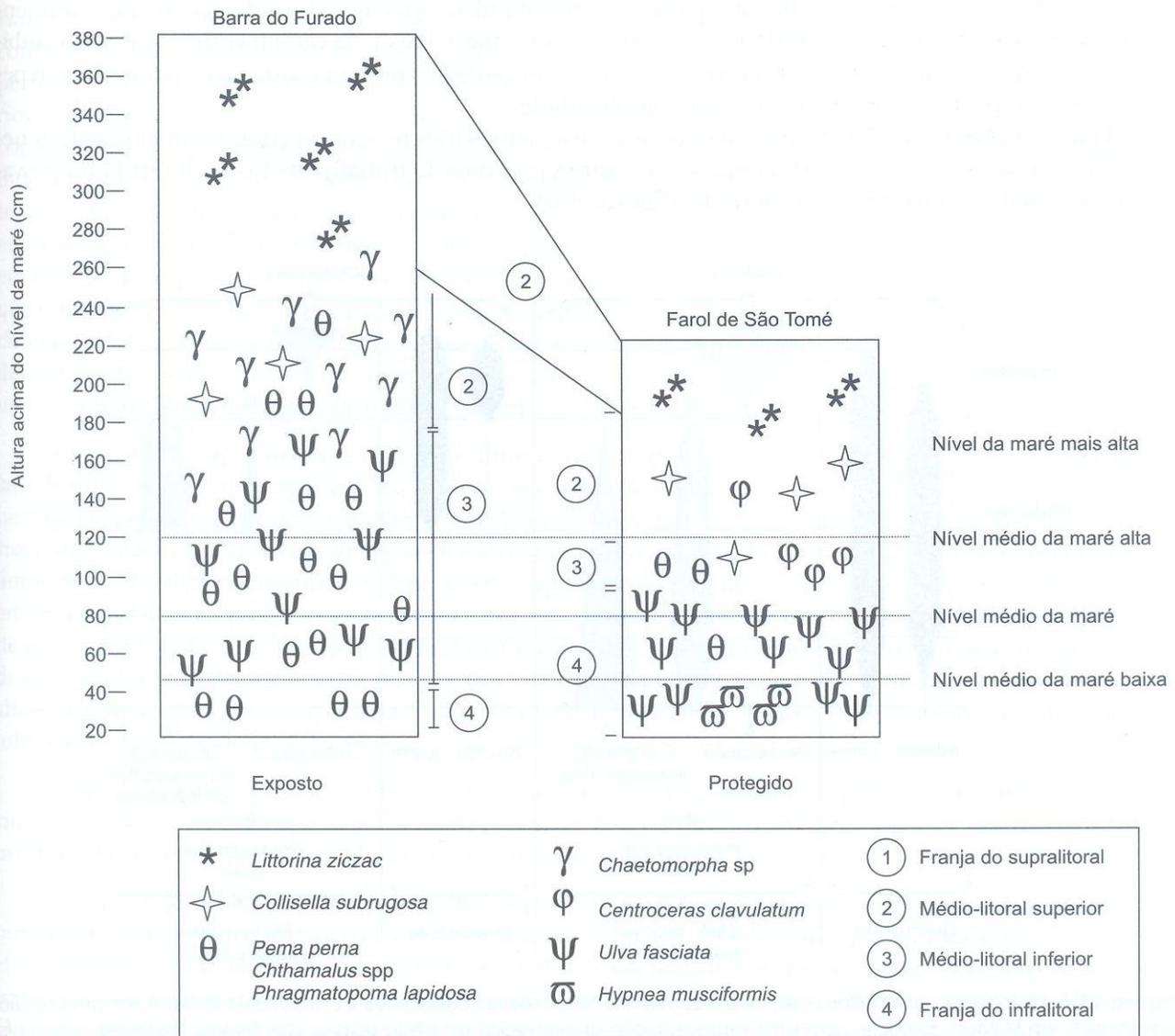
Durante muito tempo, acreditou-se que a zonação era basicamente controlada pela ação das marés na costa e, portanto, refletiria apenas as diferentes tolerâncias dos organismos à exposição crescente ao ar e à dessecação. Doty (1946) estabeleceu o conceito dos níveis críticos de maré (*critical tide level*) – CTLs e tentou relacioná-los com as mudanças na vegetação. Contudo, foi observado que vários fatores não previstos no modelo físico, tais como ação das ondas, tempestades, entre outros, incluindo fatores biológicos, afetam os CTLs, além do fato da zonação também ocorrer em costões sem influência das marés como nas regiões de pontos anfidrômetros, que são locais com ausência de marés. O conceito de níveis críticos de maré foi investigado e revisto por Underwood, em 1978.



**Figura 11.4** Padrão de zonação da região de Cabo Frio, com representação diagramática dos principais organismos presentes (modificado de YONESHIGUE, 1985).

Frequentemente atuando em conjunto com a dessecação, a temperatura do ar pode exceder os limites letais e a sinergia entre estes fatores pode produzir efeito ainda mais desastroso do que cada qual agindo isoladamente. Portanto, deve-se destacar ainda a influência do clima, do grau de sombreamento e a hora do dia em que as marés de primavera ocorrem.

A ação das ondas é importante por ampliar os limites superiores de distribuição dos organismos marinhos, uma vez que o *splash* e o *spray* mantêm a superfície rochosa permanentemente úmida acima do nível normalmente alcançado pela maré. Este efeito *uplifting* pode resultar em uma extensão da zona médio-litoral e, principalmente, da franja do supralitoral. A largura desta franja pode ser, portanto, um importante indicador do grau de exposição às ondas (figura 11.5).



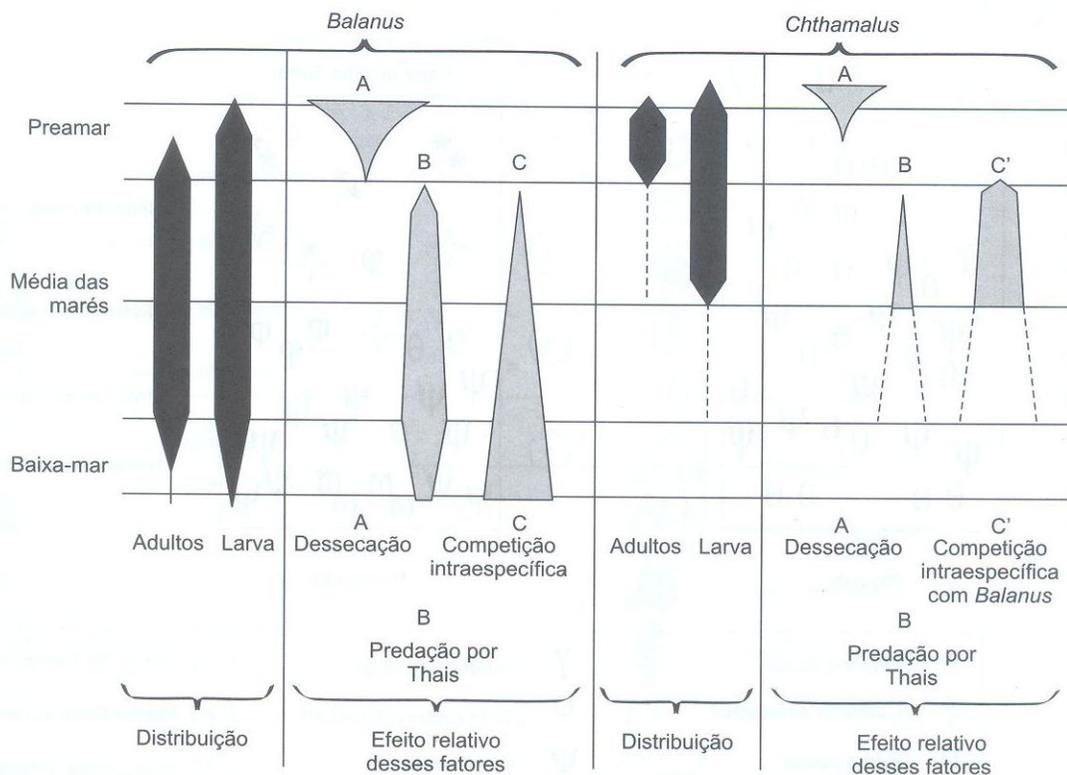
**Figura 11.5** Distribuição vertical dos principais organismos em um molhe exposto (Barra do Furado) e em um molhe protegido das ondas (Pier – Farol de São Tomé) na costa norte do estado do Rio de Janeiro, incluindo os níveis de maré calculados para o período de 30 dias antes da amostragem (adaptado de MASI, 2007). Evidencia-se a maior extensão da franja do supralitoral (três vezes maior) no local mais exposto.

A própria luz solar pode limitar a distribuição dos organismos no costão, uma vez que inclui comprimentos de onda na faixa de ultravioleta que são deletérios aos tecidos dos organismos na maré baixa. A qualidade do espectro de luz também pode regular a distribuição das algas, pois diferentes comprimentos de onda são absorvidos diferentemente através da água, esperando-se assim que as algas estejam dispostas em um gradiente de profundidade. No entanto, a interação de outros fatores e a própria fisiologia da alga devem ser considerados.

Fatores relacionados ao substrato também influenciam fortemente os padrões de zonação como o grau de inclinação, a irregularidade/heterogeneidade topográfica e sua própria natureza geológica.

A complexidade topográfica de um substrato é uma característica física particularmente importante na região entremarés onde o rigor da ação mecânica das ondas e a dessecação são importantes. A heterogeneidade do substrato pode modificar o padrão hidrodinâmico específico durante a maré alta e influenciar no sombreamento e na intensidade de vento durante a maré baixa. As características físicas do ambiente e, conseqüentemente, a estrutura da associação de organismos podem mudar abruptamente em pequena escala espacial em habitats com alta complexidade.

A partir da década de 1960, diversos experimentos controlados no campo criaram uma base de generalizações aceitas sobre as causas da zonação em costões rochosos. O trabalho de Connell (1961) foi provavelmente o mais importante desse período (figura 11.6).



**Figura 11.6** Distribuição de adultos e de novos recrutas de *Semibalanus balanoides* e *Chthamalus stellatus* em uma região entremarés, em Millport, Escócia, com uma representação diagramática do efeito relativo dos fatores limitantes principais (modificado de CONNELL, 1961).

Neste estudo, Connell mostrou que o cirrípede *Chthamalus stellatus* era a espécie dominante da parte superior da zona entremarés na costa da Inglaterra, enquanto o cirrípede *Semibalanus balanoides* predominava abaixo dessa zona. Para entender essa distribuição, Connell removeu possíveis competidores e colocou gaiolas para evitar a predação pelo gastrópode *Nucella lapillus*, e mediu o recrutamento de larvas dos cirrípedes em questão. O autor observou que as larvas cypris de *Chthamalus* se fixaram preferencialmente na parte mais alta, ocorrendo também na parte mais baixa do costão, onde os adultos foram raros, enquanto que as larvas cypris de *Semibalanus* recrutaram em todo o costão, com exceção da porção acima da parte superior da zona entremarés. Através de transplantes, Connell verificou que os juvenis de *Chthamalus*, transferidos para parte baixa do costão eram suplantados rapidamente por recrutas de *Semibalanus*, indicando ser esta espécie competitivamente superior. Já na zona superior do costão, a sobrevivência de *Chthamalus* foi muito superior à de *Semibalanus*, mostrando que o limite inferior de *Chthamalus* era regulado pela competição com *Semibalanus*, e o limite superior, provavelmente controlado pela dessecação. O limite superior da zona de *Semibalanus* também parecia ser controlado pela dessecação. Já em relação ao limite inferior, foi demonstrado que era controlado por predação pelo gastrópode *Nucella*. No processo de exclusão competitiva, os indivíduos obtêm acesso a um recurso limitante e então utilizam-no ou exploram-no de modo a impedir potenciais colonizadores posteriores. Ocupação de espaço em geral está incluída nesta categoria. As generalizações decorrentes desse trabalho, de que o limite superior dos organismos bentônicos era determinado por fatores físicos e o limite inferior estabelecido por fatores bióticos foram reavaliadas em função da importância que o recrutamento possui na estrutura das comunidades em certas regiões em que o suprimento de larvas ou propágulos de algas é limitante. O termo *supply-side ecology* refere-se à importância dos fatores que determinam a disponibilidade (suprimento) de propágulos de cada espécie em um determinado local. As larvas de suspensívoros como cirrípedes e poliquetas espirorbídeos são extremamente seletivas ao substrato, algumas se fixando em níveis específicos na costa.

Na região do supralitoral (= região litorânea), outros aspectos além dos fatores físicos podem controlar o limite superior das espécies. Nos costões rochosos de Arraial do Cabo, por exemplo, fatores como a herbivoria pelo gastrópode *Nodilittorina lineolata* nas Cianofíceas e pelo caranguejo *Pachygrapsus transversus*, controlando a ocorrência de algas efêmeras tais como as Ulvales e Ectocarpales, podem estabelecer o limite superior desses organismos. No caso de organismos filtradores como os cirrípedes, a sua ausência em determinadas zonas pode ser devido a uma redução da disponibilidade de alimento durante períodos de mar calmo, pois estes não ficam submersos tempo bastante para se alimentarem, e não propriamente devido ao efeito de dessecação ou temperatura. Da mesma forma, não ocorreriam herbívoros porque seu alimento algal é escasso ou ausente, talvez em decorrência de fatores físicos severos e não por não tolerarem eles próprios tais extremos.

Defesas de algas contra a herbivoria incluem adaptações morfológicas, presença de carbonato de cálcio nos tecidos tornando-as menos palatáveis, forma de crescimento em tufos curtos e defesa química representada pela produção de substâncias nocivas ou tóxicas.

A restrição da maré para a maior parte dos predadores frequentemente resulta em linhas distintas de predação, abaixo da qual as populações de presas são raras. Estrelas-do-mar e gastrópodes como *Stramonita* efetivamente removem bivalves de grande parte das faixas mais inferiores da região entremarés. Em contraste, nas faixas mais superiores, a predação é mínima e os mexilhões, por exemplo, podem ter vida longa. Ou seja, a predação pode controlar a diversidade de espécies em uma comunidade. O predador, através da predação seletiva do competidor dominante e, desta forma, impedindo a exclusão competitiva, pode facilitar a coexistência de muitas espécies, dominantes ou não. Já a predação severa pode causar a extinção local de espécies de presas. As espécies comumente reguladas pela predação (ou herbivoria) são predominantemente sésseis (cirrípedes, bivalves, macroalgas). Espécies móveis (que provavelmente competem principalmente por alimento ao invés de espaço) são menos provavelmente limitadas por predação. O efeito da predação tem sido frequentemente observado através de gaiolas de exclusão de malha fina o suficiente para manter o predador fora da mesma.

Além das interações biológicas (herbivoria, predação e competição), outros fatores podem controlar o limite inferior de distribuição das espécies nos costões rochosos. Águas com alta turbidez podem, por exemplo, reduzir a presença de algas na região do infralitoral. Da mesma forma, o limite superior de algumas espécies que vivem sob outras algas, ou sob condições de sombra, pode ser alterado por estas terem sua distribuição restringida pela alta intensidade luminosa. A ausência de recrutamento no infralitoral também pode contribuir para a limitação de distribuição, separadamente ou em conjunto com outro fator, como predação e competição por espaço.

É importante ressaltar que as comunidades não são estáticas. Ao longo de um período de 10 anos, Lewis (1977) verificou que a densidade do grupamento *Mytilus/Semibalanus/Patella* em uma costa exposta flutuou intensamente, devido a fatores como: predação irregular pelo gastrópode *Nucella* e pela estrela-do-mar *Asterias*, efeitos irregulares ou sazonais de predação por aves sobre *limpets* e o assentamento maciço de cirrípedes sobre quase todos os demais organismos em alguns anos, mas raramente em outros. Grandes flutuações temporais e espaciais no assentamento de larvas dos organismos dominantes na região entremarés significa que a importância relativa da competição, predação e herbivoria irá provavelmente variar. Portanto, diferentes resultados de estudos experimentais realizados em uma certa área podem ser devido a variações na intensidade das interações biológicas resultantes dos padrões de recrutamento larval.

Na verdade, mais do que somente um fator, a zonação dos organismos bentônicos num costão rochoso, reflete a interação de vários fatores físicos e biológicos estabelecendo limites precisos de distribuição. Cada costão possui características próprias que vão definir a importância relativa dos fatores abióticos e bióticos na estrutura das comunidades bentônicas. Portanto, não se deve extrapolar de estudos experimentais pontuais, no tempo e no espaço, para formar modelos para a organização de grandes áreas geográficas da região entremarés.

## 11.6 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS ORGANISMOS BENTÔNICOS DE COSTÕES ROCHOSOS NA COSTA BRASILEIRA

Entre os principais determinantes da distribuição geográfica de grande parte dos organismos marinhos destacam-se os gradientes latitudinais na temperatura do mar, aliado ao substrato apropriado e a correntes favoráveis para a dispersão larval. As características da fauna e da flora de costões rochosos brasileiros são influenciadas por mudanças no clima, além dos fatores já considerados, com muitos organismos similares àqueles observados em outras latitudes.

A distribuição dos organismos bentônicos nos costões rochosos ao longo da costa brasileira é o resultado de uma interação complexa entre fatores históricos e biogeográficos, de características das massas d'água, particularmente das correntes do Brasil e das Malvinas, dos afloramentos localizados da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), da disponibilidade de substrato consolidado, da presença de cursos de água doce de maior porte e de interações bióticas. Oliveira (1998), por exemplo, resalta a presença dos rios Amazonas e Prata como fatores condicionantes primordiais das características ficoflorísticas de nossa costa. Esse autor considera que estes dois grandes rios, devido ao elevado volume de água doce e sedimentos que lançam no ambiente marinho, funcionam como barreiras intransponíveis para muitas espécies de organismos marinhos benthônicos. Ele aventa a hipótese de que algumas espécies abundantes no Caribe e ausentes no Brasil chegaram ao Caribe vindas do Indo-Pacífico em uma época em que o rio Amazonas já drenava um volume considerável de água para o Atlântico. Isto explicaria as diferenças biogeográficas que existem entre a biota marinha, de um modo geral, da costa nordeste do Brasil e da Venezuela e Colômbia. No extremo sul, este mesmo papel biogeográfico seria exercido pelo rio da Prata, que impediria que espécies de afinidade temperada quente, que ocorrem na costa da Argentina fizessem incursões, pelo menos estacionais, nas costas sul e sudeste do Brasil.

Com base na presença de costões rochosos e de seus respectivos organismos bentônicos, podemos dividir a zona costeira brasileira em três áreas principais, a saber:

1. Uma área que vai do Amapá ao norte da Bahia e que se caracteriza por uma costa de sedimentos não consolidados ou, quando consolidados, formados predominantemente por arrecifes de arenito incrustados por algas calcárias e corais. Exceção a este padrão é a pequena formação rochosa presente próximo ao Cabo de Santo Agostinho, no litoral de Pernambuco.

2. Uma área que vai do norte da Bahia, onde já são comuns afloramentos do cristalino formando costões rochosos, até o sul da Ilha de Santa Catarina, que caracteriza-se por grande disponibilidade de substrato rochoso, tanto na borda continental, recortada por inúmeras baías e enseadas, com praias pequenas separadas por esporões rochosos, como também nas numerosas ilhas e ilhotas que ocorrem na região. Dentro desta zona, existe o afloramento de águas profundas oriundas da ACAS, que tem o seu ponto mais importante na região de Cabo Frio (RJ).
3. A última região compreende a área do sul de Santa Catarina até a região de Torres (RS), caracterizada por extensas praias arenosas e raros afloramentos do cristalino no continente e em ilhas.

Não estão enquadradas aqui as ilhas oceânicas tais como Atol das Rocas, Fernando de Noronha e Trindade, que possuem extensos costões rochosos.

Os costões rochosos verdadeiros estão presentes, quase que exclusivamente, nas regiões Sudeste e Sul da costa brasileira. A principal característica da região Sudeste é a proximidade da Serra do Mar que, em muitos pontos, chega diretamente ao mar. A brusca inflexão para oeste, na altura do Cabo Frio, da orientação do litoral e das isobatimétricas, por efeito da zona de fratura do Rio de Janeiro, fez com que os alinhamentos estruturais do embasamento cristalino, de direção nordeste-sudoeste, fossem truncados pela orientação aproximadamente leste-oeste do litoral, entre o Cabo Frio e a Baía de Angra dos Reis. Assim, o principal trecho da costa brasileira onde os costões rochosos estão entre os ecossistemas mais importantes, compreende Cabo Frio (RJ) até o Cabo de Santa Marta (SP). Nesta região, com exceção da área influenciada pela ressurgência de Cabo Frio, que propicia a ocorrência de fauna e flora bentônicas com afinidades temperadas e tropicais e que funciona como uma barreira biogeográfica para um grande número de espécies, a composição específica é de característica subtropical, com uma alta diversidade de espécies.

## 11.7 ESTADO DO CONHECIMENTO E PRINCIPAIS AMEAÇAS AOS COSTÕES ROCHOSOS E SEUS ORGANISMOS NA COSTA BRASILEIRA

De uma forma geral, os organismos bentônicos que habitam os costões rochosos da costa brasileira não foram adequadamente estudados. Com poucas exceções tais como a região de São Sebastião, alguns pontos da Baía da Guanabara, a região de Cabo Frio (RJ) e a costa norte do Estado do Rio de Janeiro, existe apenas um levantamento de espécies, muitas vezes não atualizado, frente às pressões antrópicas que estes ecossistemas têm sofrido nos últimos anos. Ainda assim, apenas o grupo das macroalgas possui suas espécies melhor identificadas. Há ainda, a necessidade de levantar, nestes ambientes, a fauna de invertebrados dos costões rochosos, principalmente na costa de Santa Catarina, Espírito Santo e Bahia. Além disso, a maior parte das pesquisas tem sido realizada em único local, de curta duração e envolvendo uma ou poucas espécies. Os resultados de tais estudos são válidos no contexto em que foram realizados, mas generalizações ou extrapolações úteis podem ser limitadas.

As comunidades bentônicas são componentes importantes, seja pela presença das próprias espécies como agentes estruturadores do ambiente, ou pela sua participação efetiva na cadeia trófica. Além disso, essas comunidades são constituídas comumente por organismos utilizados como indicadores de condições ambientais, pois estando aderidos ao substrato, não podem se afastar da fonte do distúrbio. Os organismos bentônicos são extremamente sensíveis ao fluxo e qualidade de matéria orgânica, podendo sofrer alterações no metabolismo, composição e estrutura.

Impactos antropogênicos em costões rochosos são diversos e incluem poluição orgânica e industrial (exemplo: Baía de Guanabara, RJ; Vitória, ES), derramamento de óleo, sedimentação em áreas portuárias, captura excessiva (*overharvesting*), introdução acidental ou intencional de espécies exóticas (via aquicultura, aquariofilia, canais de navegação, bioincrustação ou água de lastro), turismo descontrolado e ainda os efeitos de mudanças climáticas. Províncias biogeográficas marinhas estão geralmente relacionadas à temperatura da água do mar, de modo que a biota costeira deve responder ao aquecimento global com mudanças em sua distribuição. Uma forma de se testar este efeito potencial é através do monitoramento de mudanças nas comunidades em sítios fixos ao longo do tempo.

As comunidades rochosas do entremarés são vulneráveis à captura excessiva (*overharvesting*) pela facilidade de acesso na maré baixa e por serem constituídas, em sua maioria, por organismos sésseis e sedentários. A magnitude dos efeitos diretos e indiretos de tal captura pode levar as comunidades a um novo estado em que permanecem com baixa densidade por períodos prolongados, ou até mesmo serem extintas localmente.

Entre as ameaças que os costões rochosos e seus organismos vêm sofrendo, destaca-se o desmatamento das encostas dos costões para a construção de condomínios. Este fato tem aumentado significativamente nos Estados de Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro. Com algumas exceções, o grau de comprometimento desses ecossistemas e de sua fauna e flora ainda não é crítico. Mesmo em áreas de grandes aglomerados urbanos, como Santos e São Vicente (SP), e praias oceânicas do Rio de Janeiro, os costões rochosos ainda mantêm uma alta diversidade biológica.

Tais fatores contribuem de maneira deletéria aos ambientes costeiros, favorecendo organismos tolerantes, e eliminando outros, e desta maneira alterando a abundância e a composição das comunidades marinhas em diferentes escalas temporais e espaciais.

Em face de diversas intervenções antrópicas na costa e contínua modificação da paisagem, a descrição do padrão de distribuição das comunidades bênticas e sua variabilidade em função do tempo permanece um tema importante em ecologia de comunidades e constituem uma ferramenta fundamental para a observação de mudanças espaço-temporais naturais e antrópicas.

Como recomendação para futuros projetos de pesquisa, há necessidade de realizar um melhor levantamento principalmente da fauna bentônica nas áreas pouco estudadas e a caracterização e diagnóstico das regiões onde esse conhecimento já exista. Nestas áreas, um programa de monitoramento de longa duração, com áreas-controle, nos locais de alta diversidade e sujeitas a uma maior pressão antrópica deve ser implementado. Dados pretéritos de monitoramentos fornecem informações valiosas sobre mudanças nas comunidades marinhas ocorridas por influências antrópicas, sejam elas poluição industrial e/ou poluição orgânica, metais pesados e espécies invasoras. Outros estudos, tais como processos estruturadores das comunidades (recrutamento, competição, predação, herbivoria, etc) devem ser iniciados em áreas onde já haja o conhecimento quali-quantitativo da fauna e flora bentônica dos costões.

Programas de manejo sustentável em áreas de exploração de espécies de interesse econômico e de recuperação de áreas degradadas também devem ser implementadas em áreas prioritárias. O controle das construções próximas aos costões rochosos, da pesca predatória e do esgoto sanitário são essenciais para a manutenção da diversidade atual dos costões rochosos.

Para uma maior preservação dos organismos bentônicos que habitam os costões rochosos é importante a conscientização da população através de programas de educação ambiental e, principalmente, o cumprimento da legislação de proteção aos costões rochosos e seus organismos existentes, por parte dos órgãos governamentais municipais, estaduais e federais em consonância com a sociedade, alocando recursos materiais e humanos necessários para a efetivação das ações de sua competência.

## 11.8 MÉTODOS DE ESTUDO EM COSTÕES ROCHOSOS

Programas de amostragem em campo fornecem informações de populações e comunidades e, portanto, são as bases para vários tipos de pesquisa, incluindo estudos de impacto e monitoramento ambiental. O planejamento amostral é o primeiro passo que o pesquisador deve tomar para a elaboração de projetos de pesquisa em ecologia bêntica. Diferentes métodos devem ser comparados em termos de acurácia e precisão e estudos-pilotos auxiliam, inclusive, na alocação de recursos de forma mais eficiente.

Os primeiros trabalhos em costões rochosos foram adaptados de estudos fitossociológicos, destacando-se Labrel (1960), Bellan-Santini (1962) e Boudouresque (1971) e abrangem principalmente quatro etapas: definição intuitiva das associações bênticas, obtenção dos *relevés* (coleta das amostras e a lista de espécies) em biótopos homogêneos; agrupamento das amostras em tabelas para definir as associações; distinção das espécies características de cada associação (Villaça, 1991).

Ao contrário dos habitats terrestres, a zona entremarés é acessível para a maior parte dos estudos durante períodos limitados, quando a maré está baixa (em torno de uma a duas horas). As características únicas dos ambientes rochosos na região entremarés devem ser compreendidas de modo a selecionar os procedimentos de campo mais apropriados para a amostragem dos organismos.

Uma revisão e atualização do monitoramento de costões rochosos por Murray *et alii* (2006) caracteriza as principais etapas no delineamento de um programa de amostragem como:

1. Identificação dos objetivos do estudo incluindo as questões a serem levantadas ou as hipóteses a serem testadas.
2. Desenvolvimento de um desenho de estudo estatisticamente efetivo e robusto (determinado pela disponibilidade de áreas de estudo adequadas e recursos disponíveis).
3. Determinação dos locais de estudo. As variáveis ambientais a serem consideradas incluem hora do dia e altura da maré, exposição às ondas, inclinação do substrato, tipo de rocha, heterogeneidade espacial, grau de abrasão por areia, temperatura do ar, salinidade, turbidez, atividades antrópicas.
4. Determinação das unidades biológicas a serem amostradas (exemplo: todas as espécies, espécies-chaves ou indicadoras, categorias taxonômicas maiores, grupos funcionais/guildas).
5. Determinação do desenho de amostragem (inclui a estratégia de amostragem: qualitativa, semi-quantitativa como nos métodos fitossociológicos baseados em escalas de abundância/dominância para avaliações rápidas, ou quantitativa, usualmente com mensuração de número de indivíduos, biomassa, porcentagem de cobertura; o dimensionamento amostral – número e tamanho, e a disposição das unidades de amostragem no local de estudo).
6. Escolha das unidades de amostragem (determina o tipo de dado a ser coletado, por exemplo, o uso de *quadrats* envolve a contagem dos indivíduos, com o tamanho do mesmo dependente da densidade dos indivíduos amostrados; para a descrição das abundâncias de uma variedade de espécies, um *transect* em linha que cruza diferentes tipos de manchas ou gradientes ambientais fornece uma estimativa mais acurada e eficiente das abundâncias médias).
7. Escolha do método de amostragem (exemplo: estimativa visual, ponto interseção de *quadrats*, fotografia digital *in situ* e subsequente amostragem em computador através de programas específicos como Coral Point Count with Excel Extension – CPCe). Vantagens e desvantagens de diferentes métodos podem ser encontradas em Dethier *et alii* (1993) e Macedo *et alii* (2007).
8. Caracterização do tipo de dado a ser obtido (exemplo: parâmetros populacionais envolvem determinação de idade, taxas de crescimento, estrutura etária, aspectos reprodutivos como sexo, estágio gonadal e produção de gametas/esporos).

Kingsford e Battershill (1998) citam como principais considerações que devem ser incorporadas ao desenho do estudo:

1. Necessidade de controles no tempo e no espaço.
2. Predeterminação dos métodos de análise dos dados para responder as questões do estudo.
3. Replicação em cada nível de amostragem.
4. Uso de vários locais para amostragem.
5. Efeitos potenciais de variação em curtas escalas espaciais e temporais.
6. Certeza da independência e da replicação das amostras.
7. Dependendo do desenho, a amostragem deve ser aleatória (preferivelmente) ou ao acaso.
8. Resultados quantitativos expressos como uma medida da variabilidade estatística.

Para assegurar que as estimativas obtidas não são tendenciosas e satisfazem as suposições de maior parte dos testes estatísticos paramétricos, os dados coletados devem ser independentes, com distribuição normal. Amostragem aleatória é geralmente necessária para assegurar tal independência. O tipo de amostragem deve ser o mais representativo da comunidade em questão.

Em síntese, é essencial a adequação dos métodos de amostragem aos objetivos específicos do trabalho a ser desenvolvido. Os objetivos devem ser cuidadosamente considerados ao longo de todo o estudo, pois eles determinam as técnicas analíticas utilizadas, que por sua vez, influenciam a natureza dos dados coletados.

## 11.9 REFERÊNCIAS

- Apolinário, M.; Coutinho, R. & Baeta-Neves, M. H. Periwinkle (Gastropoda, Littorinidae) Habitat Selection and its impact upon microalgal populations. *Rev. Brasil. Biol.*, 59:211-219, 1999.
- Archambault, P.; Bourget, E. Scales of coastal heterogeneity and benthic intertidal species richness, diversity and abundance. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 36:111-121, 1996.
- Baeta-Neves, M. H. C. An essay on the ecological interpretation of marine cyanophytes of Cabo Frio region (Rio de Janeiro, Brazil). *Act. Biol. Leopold.*, 17:53-64, 1995.
- Bellan-Santini, D. Etude floristique et faunistique de quelques peuplements infralittoraux de substrat rocheux. *Rec. St. Mar. Endoume*, 26:237-298, 1962.
- Boudouresque, C. F. Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes varaises. *Vegetatio*, 22:83-184, 1971.
- Brito, L. V. R.; Széchy, M. T. M. & Cassno, V. Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía Da Ilha Grande, RJ. *Atlântica*, 24:17-26, 2002.
- Chapman, A. R. O. The ecology of macroscopic marine algae. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5:65-80, 1974.
- Chapman, M. G. & Bulleri, F. Intertidal seawalls: new features of landscape in intertidal environments. *Landscape and Urban Planning*, 62:159-172, 2003.
- Connell, J. H. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology*, 42:710-723, 1961.
- Coutinho, R. Avaliação crítica das causas da zonação dos organismos bentônicos em costões rochosos. *Oecologia brasiliensis*, 1:259-271, 1995.
- Dethier, M. N.; Graham, E. S.; Cohen, S. & Tear, L. M. Visual versus random-point percent cover estimations: "objective" is not always better. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 96:93-100, 1993.
- Doty, M. S. Critical tide factors that are correlated with the vertical distribution of marine algae and other organisms along the Pacific coast. *Ecology*, 27:315-328, 1946.
- Fariña, J. M. & Castilla, J. C. Temporal variation in the diversity and cover of sessile species in rocky intertidal communities affected by copper mine tailings in northern Chile. *Mar. Poll. Bull.*, 42:554-568, 2001.
- Kingsford, M. & Battershill, C. Studying temperate marine environments: a handbook for ecologists. Christchurch, New Zealand; Canterbury University Press, 1998.
- Laborel, J. Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. *Rec. Trav. Et mar. Endoume*, 20:117-133, 1960.
- Lewis, J. R. The littoral zone on rocky shores – a biological or physical entity? *Oikos*, 12:280-301, 1961.
- Lewis, J. R. *The Ecology of Rocky Shore*. English University Press, London, 323 p., 1964.
- Lewis, J. R. The role of physical and biological factors in the distribution and stability of rocky shore communities. *In: Keegan, B. F.; Ceidigh, P. O. & Boaden, P. J. S. (eds.). Biology of benthic organisms*, Pergamon Press, Oxford, pp. 417-424, 1977.
- Little, C. & Kitching, J. A. *The Biology of Rocky Shores*. Oxford University Press, New York, 240 p., 1996.

- Littler, M. M.; Littler, D. S.; Blair, S. M. & Norris, J. N. Deepest known plant life discovered on an enchanted seamount. *Science*, 227:57-59, 1985.
- Macedo, I. M.; Masi, B. P. & Zalmon, I. R. Comparison of rocky intertidal community sampling methods at northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, 54:147-154, 2006.
- Masi, B. P. Distribuição vertical, variabilidade espacial e temporal da comunidade bêntica da zona entremarés na costa norte do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 82 p., 2007.
- Menge, B. A. & Branch, G. M. Rocky Intertidal Communities. *In*: Bertness, M. D.; Gaines, S. D. & Hay, M. E. (eds.). *Marine Community Ecology*, Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, pp. 221-251, 2001.
- Nybakken, J. W. *Marine Biology – An Ecological Approach*, Harper & Row, 514 p., 1988.
- Paula, E. J. Zonação nos costões rochosos: região entremarés. Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos. Cananea, SP, 1:266-288, 1987.
- Pérez, J. M. Zonations. *In*: O. Kinne (ed.), *Marine Ecology*, vol. 5, Part I. Wiley, Chichester, pp. 9-45, 1982a.
- Pérez, J. M. Major benthic assemblages zonations. *In*: O. Kinne (ed.). *Marine Ecology*, vol. 5, Part I. Wiley, Chichester, pp. 378-522, 1982b.
- Ricketts, E. F. & Calvin, J. *Between Pacific Tides*, 4th ed. revised by J.W. Hedgpeth. Stanford University Press, Stanford, Cal., 614 p., 1968.
- Stephenson, T. A. & Stephenson, A. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *J. Ecol.*, 37:289-305, 1949.
- Stephenson, T. A. & Stephenson, A. *Life between tidemarks on rocky shores*. Freeman, São Francisco, 425 pp., 1972.
- Souza, W. P. Experimental investigations of disturbance and ecological succession, in a rocky intertidal algal community. *Ecol. Monogr.*, 49:227-254, 1979.
- Tomanek, L. & Helmuth, B. Physiological ecology of rocky intertidal organisms: a synergy of concepts. *Integrative and Comparative Biol.*, 42:771-775, 2002.
- Underwood, A. J. A refutation of critical tidal levels as determinants of the structure of intertidal communities on British shores. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 33:261-276, 1978.
- Underwood, A. J. Structure of a rocky intertidal community in New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal changes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 37:857-870, 1981.
- Villaça, R. Metodologia de amostragem em costões rochosos. *Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasil*, 1:1-9, 1991.
- Whittaker, R. H. Dominance types. *In*: Whittaker, R. H. (ed.). *Classification of Plant Communities*. W. Junk, The Hague, pp. 65-79, 1978.