

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

ADRIANA BRANDÃO MACÊDO



**BIOMASSA PERIFÍTICA E HIDROLOGIA DO VAPOR PIRAPAMA,
NAUFRAGADO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE RECIFE, PERNAMBUCO**

RECIFE

2006

ADRIANA BRANDÃO MACÊDO

**BIOMASSA PERIFÍTICA E HIDROLOGIA DO VAPOR PIRAPAMA,
NAUFRAGADO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE RECIFE, PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: Dr. José Zanon de Oliveira Passavante.

Coorientadora: Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha.

RECIFE

2006

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

- M141b Macêdo, Adriana Brandão.
 Biomassa perifítica e hidrologia do Vapor Pirapama, naufragado na
 plataforma continental de Recife, Pernambuco / Adriana Brandão Macêdo. - 2006.
 77 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientador: Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante.
 Coorientadora: Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
 Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2006.
 Inclui Referências e Apêndices.
 Inclui Identificação de Macroalgas.
1. Oceanografia. 2. Perifíton. 3. Biomassa. 4. Hidrologia. 5.
 Naufrágio. 6. Pirapama. I. Passavante, José Zanon de Oliveira.
 (Orientador). II. Cunha, Maria da Glória Gonçalves da Silva.
 (Coorientadora). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-319

ADRIANA BRANDÃO MACÊDO

**BIOMASSA PERIFÍTICA E HIDROLOGIA DO VAPOR PIRAPAMA,
NAUFRAGADO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE RECIFE, PERNAMBUCO**

Dissertação defendida e aprovada em 24 de fevereiro de 2006, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Dr. José Zanon de Oliveira Passavante (Orientador)

Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa

Dra. Goretti Sônia da Silva

Dra. Sigrid Neumann Leitão (Suplente)

Dr. Carlos Daniel Pérez (Suplente)

A meu grande incentivador, Dr. Zanon
Passavante, pelo profissionalismo e carinho
dosados na medida certa.

AGRADECIMENTOS

A todos que fazem o *Aquáticos – Centro de Mergulho*, agradeço pelo apoio logístico, em especial a *Edísio Rocha*, *James Francisco Araújo* e a *José do Monte (Carnaval)*, pela destreza em navegação e pelas boas risadas embarcadas.

Ao *CNPq*, agradeço pelo apoio financeiro e pela oportunidade de fazer parte mais numa vez de sua privilegiada equipe de bolsistas.

À *Fabiana Bicudo César*, pela generosidade e agilidade com que transferiu sua bolsa de pós-graduação para meu nome.

Aos meus colegas do *Curso de Pós-graduação em Oceanografia (Mestrado)*, com os quais dividi alegrias, desafios e conquistas, em especial para *Camila Amaral*, *Caroline Feitosa* e *Patrícia Araújo*.

Ainda à *Patrícia Araújo*, que já como Mestre em Oceanografia, mostrou mais uma vez sua dignidade, como amiga e profissional. Aqui exponho minha admiração e meu agradecimento pelo auxílio na identificação do macrofitobentos. Obrigada, Pat!

À minha querida *Marilene Santiago*, pelo desprendimento e simpatia constante e por saber resolver grandes questões até na última hora.

À Professora *Adilma Concentino*, pela doçura, disposição e alto conhecimento sobre as algas de Pernambuco.

Aos funcionários do *Programa de Pós-graduação em Oceanografia (PPGO)*, dentre os quais se destacam *Myrna Lins*, inesquecível em seu carinho e eficiência, e *Moisés Marcelino da Silva*, por sua solicitude.

Aos funcionários da *Biblioteca do CTG*, em especial a bibliotecária *Margareth Malta*, pelas valiosas orientações da normalização e pela incansável disponibilidade em aperfeiçoar esta dissertação.

Aos *professores do Mestrado em Oceanografia*, pelo convívio profícuo, com admiração especial aos que mesclam simplicidade, amizade e conhecimento.

À *Dra. Elisabeth de Araújo*, por ser um exemplo de vibração como professora e pelos importantes conselhos no direcionamento de meu Mestrado.

Ao *Dr. José Zanon de Oliveira Passavante*, meu orientador, pela amizade e orientações acadêmicas, sempre funcionando como um farol no meio do oceano.

A minha co-orientadora *Dra. Maria da Glória Cunha*, agradeço a profunda compreensão e pelo apoio em todos os momentos.

A *Charles Costa*, por ser a mais grata surpresa de amizade e eficiência na finalização deste trabalho.

A *Elton Moura*, pela segurança e conhecimento técnico no planejamento de cada mergulho. Espero que você seja meu dupla para sempre.

Aos meus *pais*, que continuam sendo meu esteio em todos os momentos.

A Deus, agradeço por me permitir descobri-Lo em cada centímetro que exploro durante o mergulho. Como jóias encravadas, vejo suas criaturas, enquanto outras passam como anjos, lembrando-me quão perfeito é este mundo.

“O possível está feito. O impossível far-se-á.”

Quitéria Bezerra de Mello

RESUMO

O ecossistema que se forma após o naufrágio de embarcações tem feito sua biodiversidade ser comparada àquela encontrada em recifes naturais. A colonização e os processos de recrutamento estão estreitamente relacionados à competição e à oferta de substrato, o qual é rapidamente colonizado. Neste processo de construção e sustentabilidade das comunidades, destacam-se os organismos fotossintetizantes (perifíton, fitoplâncton, macrófitas), por serem produtores primários. Este trabalho objetivou conhecer parte do funcionamento do ecossistema de naufrágio, através da hidrologia e quantificação da biomassa do perifíton presente no Vapor Pirapama (8° 003,380' S; 34° 46,970' W), naufragado a 23m de profundidade, na plataforma continental de Pernambuco, Brasil. Foram realizadas 20 excursões, utilizando-se Self Contained Underwater Apparatus (SCUBA), entre os meses de março de 2004 e março de 2005, nas quais foram feitas coletas de água para determinação dos parâmetros abióticos, retiradas amostras do substrato colonizado do navio para a análise de clorofila *a* e realizadas fotografias do perifíton, de macrófitas e do ambiente. Os parâmetros hidrológicos como temperatura, salinidade, pH, transparência, oxigênio dissolvido e nutrientes resultaram em valores típicos de águas marinhas costeiras. Nos estudos quantitativos, a clorofila *a* variou entre 0,904mg.cm⁻² (bombordo interna) e 0,012mg.cm⁻² (boreste interna). Os menores valores de biomassa perifítica coincidiram com os menores valores de transparência no período chuvoso, comprovando que o intensificado aporte fluvial do rio Capibaribe alcança o Vapor Pirapama e influencia sazonalmente a qualidade da água circundante. O aumento da quantidade de clorofila *a* perifítica está relacionado não só com a concentração de nutrientes dissolvidos e pela própria ciclagem dentro do ecossistema, mas principalmente com o aumento da transparência. A concentração média de biomassa perifítica manteve-se sem diferenças sazonais e espaciais significativas, comprovando a capacidade de adaptação do perifíton. O equilíbrio entre os fatores climáticos, hidrológicos e os processos biológicos mantém o ecossistema do Vapor Pirapama, onde o perifíton se destaca por estar tão intimamente relacionado ao substrato, por sua auto-sustentabilidade, sua estabilidade e por ser um dos primeiros elos tróficos promovedores da sobrevivência do ecossistema. Para um maior conhecimento do ecossistema, o macrofitobentos foi identificado, revelando 30 táxons de macroalgas (06 Clorophyceae, 06 Heterokontophyta, 18 Rodophyta), além de algas calcárias não-articuladas. Este trabalho é o primeiro esforço em Pernambuco sobre perifíton de embarcações naufragadas e macroalgas do Vapor Pirapama, usando mergulho científico, de forma a contribuir para o conhecimento da flora de profundidade.

Palavras-chave: Perifíton. Biomassa. Hidrologia. Naufrágio. Pirapama.

ABSTRACT

Ecosystems that develop after artificial structures sinking could be compared to natural reef ecosystems. The settling and process of conscription are closely related to competition and availability of substratum, rapidly settled. During the building process and maintenance of the communities, photosynthetic organisms (periphyton, phytoplankton, macrophytes) stand out, as primarily producers. This research aims to know part of the shipwreck ecosystems functioning, by hydrology and periphytic biomass of Vapor Pirapama (8° 00'38" S; 34° 46'97" W), 75,5 ft deep, situated on Continental Shelf of Pernambuco, Brazil. Twenty explorations surveys were carried out, from March 2004 to March 2005, using SCUBA diving, when samples of water were collected to abiotic analysis, periphytic samples of colonized substratum of the shipwreck were removed to chlorophyll *a* analysis and photographs from periphyton, macrophytes and environment were taken. Hydrological parameters of temperature, salinity, pH, water transparency, dissolved oxygen, and nutrients showed typical values for marine coastal water. In the quantitative study, Chlorophyll *a* ranged from 0,904mg.cm⁻² (internal port larboard) to 0,012mg.cm⁻² (internal starboard). Lowest periphytic biomass values coincide with lower transparency during rainy season, which proves that strong freshwater runoff from Capibaribe river reaches Vapor Pirapama and shows seasonal influence the water quality around it. Higher chlorophyll *a* values during dry season are related not only to nutrient concentration and ecosystem internal cycling, but mainly to transparency increase. The periphytic biomass average does not show significant seasonal and spatial variations, which confirms the phytoplankton adaptation capacity. The balance between climatic factors, hydrological factors, and biological process support the ecosystem at Vapor Pirapama, where periphyton stands out, due its close relation to substratum, its self-sustainability, its stability and because it is one of the first trophic link that promotes the ecosystem survival. For a larger knowledge about the ecosystem, the macrophytobenthos were identified, and the trail revealed 30 seaweed taxa (06 Chlorophyceae, 06 Heterokontophyta, 18 Rhodophyta), besides non-articulated calcarean algae. This research is the first effort in Pernambuco about periphyton from shipwrecks and seagrasses from Vapor Pirapama, using scientific dive, in order to help to know the flora from deeper areas.

Keywords: Periphyton. Biomass. Hydrology. Shipwreck. Pirapama.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Mapa da área de estudo, mostrando os quatro pontos de coleta. Os pontos 2 e 4 correspondem respectivamente à localização do Vapor Pirapama e Rebocador Flórida.....	22
Figura 2.	Croqui do Vapor pirapama, mostrando sua estrutura semi-desmantelada, com popa à esquerda, castelo central, proa à direita (CARVALHO, 2003).....	23
Figura 3.	Animais variados (peixes, arraia, tartaruga e lagosta sapata) avistados no Vapor Pirapama.....	24
Figura 4.	Animais bentônicos diversos, encontrados no Vapor Pirapama.....	25
Figura 5.	Computador de mergulho utilizado.....	26
Figura 6.	Refratômetro portátil utilizado.....	28
Figura 7	Figura 7. Testemunho de aço para coleta (Macedo, 2001).....	31
Figura 8.	Croqui do Vapor Pirapama, posicionado no fundo, definindo áreas/estações de coleta das amostras: 1a) proa interna; 1b) proa externa; 2a) bombordo interna; 2b) bombordo externa; 3a) estibordo interna; 3b) estibordo externa; 4a) popa interna; 4b) popa externa; 5) castelo; 6) assoalho.....	32
Figura 9.	Variação sazonal da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi nos meses de coleta no Vapor Pirapama.....	36
Figura 10.	Gráfico comparativo acerca da variação sazonal de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido.....	39
Figura 11.	Representação simplificada do porcentual de cobertura dos organismos encontrados no substrato do Vapor Pirapama, modificada de MACÊDO (2003).....	40
Figura 12.	Aspecto do substrato colonizado do Vapor Pirapama obtido através de macrofotografia. A e B) esponjas em primeiro plano; C) algas sobre coral <i>Siderastrea stellata</i> ; D) <i>S. stellata</i> e esponja; E) esponja, algas e poliquetos; F) hidróides delicados (menos de 2cm de altura); G e H) hidróides maiores (de 8 a 15cm de altura).....	41
Figura 13.	Aspecto do substrato colonizado do Pirapama. A, B e C) corais e algas calcárias; D) Algas vermelhas e coral <i>Astrangia brasiliensis</i> ; E) Coral,	

	poliquetos e algas calcárias; F) poliqueto e algas calcárias e clorofíceas; G) algas sobre porífera; H) ascídia entre algas diversas. Fotos da autora.....	42
Figura 14.	Fotografias com lente 35mm, mostrando aspecto geral do casco do Pirapama e alguns animais da fauna acompanhante. A) Esponja; B) Esponjas e peixes em destaque a boreste do Pirapama; C, D, E) aspecto avermelhado característico de esponjas e algas calcárias no casco do Pirapama e alguns peixes; aspecto de parte da popa com esponjas e hidróides (<i>Carijoa riisei</i>) em destaque.....	43
Figura 15.	Aspecto do casco colonizado: A) Rodophyta em destaque, esponjas e hidróides. Foto da autora.....	46
Figura 16	<i>Caulerpa</i> sp. em destaque. Foto da autora.....	46
Figura 17	Aspecto iridescente de espécies da Família Dictyotaceae. Foto da autora.....	47
Figura 18	Algas diversas (pardas e vermelhas) junto ao coral. Foto da autora.....	47
Figura 19	Colonização do substrato por algas e corais (primeiro plano). Foto da autora.	47
Figura 20	Aspecto do substrato colonizado do Pirapama. A) Alga da família Ceramiaceae; B) Coralinácea sobre estrutura oxidada; C) alga calcária não-articulada (incrustante à direita) acompanhada de clorofíceas, poliquetos esponjas e coral; E) Alga da família Dictyotaceae. Fotos da autora.....	48
Figura 21.	Alga da família Ceramiaceae (objetivas:10x e 40x, respectivamente). Fotos da autora, contribuição de A. Marsden.....	49
Figura 22.	Algas da família Dictiotaceae, com detalhe da nervura central do gênero Dictyopteris (esquerda) e início de dicotomia na porção distal (direita). Fotos da autora, contribuição de A. Marsden.....	49
Figura 23.	<i>Ceramium</i> sp., com detalhe nos nós e pequenos rizóides. Fotos da autora, contribuição de A. Marsden.....	49
Figura 24.	Detalhe parte distal do talo de <i>Ceramium</i> sp. Foto da autora.....	50
Figura 25.	Alga representante das Gracillariaceae. Fotos da autora.....	50
Figura 26.	Algas calcárias articuladas, Família Corallinaceae. Fotos da autora.....	50
Figura 27.	Média de biomassa perifítica do Vapor Pirapama, de acordo com a média mensal no período do trabalho.....	52
Figura 28.	Média de biomassa perifítica do Vapor Pirapama, de acordo com os períodos chuvoso e de estiagem.....	52
Figura 29.	Média de biomassa perifítica do Vapor Pirapama, de acordo com os pontos de coleta.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Localização do Marco Zero da Cidade do Recife e do ponto de naufrágio do Vapor Pirapama, segundo o posicionamento global.....	21
Tabela 2.	Variação de temperatura da água em sua respectiva profundidade, nos meses de estiagem.....	35
Tabela 3.	Variação de temperatura da água em sua respectiva profundidade, na estação chuvosa.....	35
Tabela 4.	Variação sazonal de transparência e coeficiente de extinção de luz no Vapor Pirapama.....	36
Tabela 5.	Variação sazonal do oxigênio dissolvido e percentual de saturação no Vapor Pirapama.....	37
Tabela 6.	Variação sazonal da salinidade e pH no Vapor Pirapama.....	38
Tabela 7.	Variação sazonal dos principais nutrientes na área do Vapor Pirapama.....	39
Tabela 8.	Categorias simplificadas e respectivas porcentagens de cobertura dos organismos encontrados no Vapor Pirapama.....	40
Tabela 9.	Valores de biomassa do perifíton (mg Cla.cm^{-2}) do Vapor Pirapama entre maio de 2004 e março de 2005.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	NAUFRÁGIOS E SUAS RELAÇÕES COM A PESCA, O MERGULHO E AS PESQUISAS CIENTÍFICAS.....	15
1.2	HIPÓTESE.....	17
1.3	REVISÃO TEÓRICA.....	17
2	OBJETIVOS.....	20
2.1	OBJETIVO GERAL.....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.1	CARACTERÍSTICAS.....	21
3.2	VAPOR PIRAPAMA: CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E ECOLÓGICAS.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1	OPERAÇÕES DE MERGULHO E TRABALHOS EMBARCADOS.....	26
4.2	PARÂMETROS ABIÓTICOS.....	27
4.2.1	Temperatura da água.....	27
4.2.2	Transparência da água.....	27
4.2.3	Salinidade.....	27
4.2.4	Oxigênio dissolvido e percentual de saturação.....	28
4.2.5	Potencial hidrogeniônico (pH)	28
4.2.6	Sais nutrientes.....	29
4.3	PARÂMETROS BIÓTICOS.....	29
4.3.1	Fotografias do substrato.....	29
4.3.2	Coleta de material macrofitobentônico (macroalgas).....	30
4.3.3	Biomassa do perifíton (etapa de campo)	31
4.3.4	Biomassa do perifíton (etapa laboratorial)	32
4.4	TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	34
4.5	NORMALIZAÇÃO.....	34

5	RESULTADOS.....	35
5.1	PARÂMETROS ABIÓTICOS.....	35
5.1.1	Temperatura.....	35
5.1.2	Transparência.....	35
5.1.3	Salinidade.....	37
5.1.4	Oxigênio dissolvido e percentual de saturação.....	37
5.1.5	Potencial hidrogeniônico (PH).....	38
5.1.6	Sais nutrientes.....	39
5.2	PARÂMETROS BIÓTICOS.....	40
5.2.1	Fotografias e dados de cobertura preliminares.....	40
5.2.2	Levantamento da biota fitobentônica do Vapor Pirapama (coleta seletiva de macroalgas aderidas ao casco).....	44
5.2.3	Biomassa do perifíton.....	51
5.2.4	Análise de similaridade.....	53
6	DISCUSSÃO.....	54
6.1	CONSIDERAÇÕES ACERCA DO MERGULHO CIENTÍFICO.....	54
6.2	CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS FATORES BIÓTICOS ANALISADOS.....	55
6.3	A IMPORTÂNCIA DO LEVANTAMENTO DAS MACROALGAS DO VAPOR PIRAPAMA....	55
6.4	A IMPORTÂNCIA DO PERIFÍTON PRESENTE NO VAPOR PIRAPAMA.....	57
6.4.1	A biomassa do perifíton e suas relações com os fatores abióticos.....	57
7	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICES.....	71

1 INTRODUÇÃO

1.1 NAUFRÁGIOS E SUAS RELAÇÕES COM A PESCA, O MERGULHO E AS PESQUISAS CIENTÍFICAS

Navios naufragados exercem fascínio há séculos, seja pela possibilidade de encontrar tesouros submersos, seja pela tragédia de suas histórias.

Dentro de um prisma científico, um outro aspecto interessante é que estruturas naufragadas servem de substrato para seres vegetais e posteriormente para animais bentônicos, formando um ambiente atrativo para peixes que buscam alimento, abrigo ou proteção, e se tornando pontos produtivos para pesca. Uma vez atraídos pela estrutura artificial, peixes herbívoros passam a se alimentar das algas já fixadas e os peixes juvenis recrutados atraem outros maiores (WHITE et al., 1990).

O primeiro fator que incita a atração das espécies é a estrutura física das embarcações. Seu perfil é frequentemente irregular, com fendas, túneis, “cavernas fechadas”, áreas de proteção contra predadores, áreas sombreadas, substratos das mais diversas texturas e angulações. Portanto, topograficamente, correspondem à definição de Stoddart & Johannes (1978, apud RAMOS, 1998), para recifes de coral naturais. A complexidade desses ambientes fornece substrato, abrigo, territórios de reprodução, alimentação e refúgio para os organismos pioneiros e, por conseguinte, facilita a formação de uma teia trófica diversificada e completa (MACÊDO, 2001).

A afirmação que embarcações submersas se tornam bons pontos de pesca é antiga. No Japão do Séc. XVIII, por exemplo, pescadores observaram que a pesca era mais produtiva nos locais onde haviam estruturas submersas e que essa produção decrescia conforme os destroços se desintegravam (CHOU, 1991).

Além de serem atraentes para pesca, os naufrágios se tornaram atraentes para o mergulho. A partir de 1980, com a popularização do mergulho autônomo (Self Contained Breathing Apparatus - SCUBA), pontos com navios naufragados se tornaram “a menina dos olhos” de mergulhadores, pois nesses locais é possível encontrar variadas formas de vida, desde pequenos corais a raias gigantes que circundam as embarcações.

Modernamente, a indústria do turismo subaquático é forte e, com as novas tecnologias, o homem submerge cada vez mais. Misturas artificiais como o TRIMIX (nitrogênio-hélio-

oxigênio), por exemplo, possibilitam explorações com aparato SCUBA a mais de 100 metros de profundidade e com segurança. Porém, especialmente no Brasil, não há leis claras na utilização do ambiente subaquático e muitos deles encontram-se impactados, inclusive com desaparecimento de algumas espécies.

Devido à grande biodiversidade comumente encontrada nas áreas de naufrágio, tais estruturas assumem importância também ecológica, uma vez que encerram estoques faunístico e florístico poucas vezes registrados cientificamente e cujas interações entre si e com o meio ambiente são parcamente pesquisadas, necessitando de mais estudos.

Sabe-se que a competição e o tipo de substrato oferecido influenciam o processo de recrutamento de organismos em ambientes artificiais (RUSS, 1980), e que investigações sobre biomassa e produtividade primária são essenciais para as pesquisas sobre relações tróficas e fluxo de energia através da rede alimentar nos mares (TEIXEIRA, 1973). Porém, não se conhece exatamente como o perifíton influi no sucesso das comunidades existentes em navios naufragados. E esse perifíton é, por definição, o elemento fotossintetizante mais intimamente ligado à presença de substrato. Consiste em uma comunidade complexa de microorganismos vivos ou mortos (algas, bactérias, fungos, animais, detritos orgânicos e inorgânicos), firme ou frouxamente aderidos a um substrato (WETZEL, 1983 apud Moura, 1991). Em muitos ecossistemas, o perifíton pode contribuir com cerca de 80% de matéria orgânica para a produtividade total; além de apresentarem uma alta taxa de reciclagem, ampla distribuição geográfica e ainda fornecem abrigo e alimento para vários organismos, invertebrados herbívoros e peixes (PANITZ, 1980).

Para entender o funcionamento de ecossistemas como os que se formam em estruturas artificiais, o ponto inicial é conhecer os organismos fotossintetizantes (fitoplâncton, perifíton, macroalgas, zooxantelas, ...) e o quanto representam como fonte de energia. Para tanto, mostram-se relevantes a análise da quantidade de biomassa, a produtividade primária e finalmente os estudos de ecologia, os quais incluem as análises das condições físico-químicas do ambiente e podem culminar com análises das relações entre as espécies do ecossistema.

Dentre os exemplos de ecossistemas complexos formados a partir de naufrágios, o Vapor Pirapama tornou-se um destaque do ponto de vista turístico e ecológico, pois se transformou em local com grande concentração de organismos.

Uma das características em ambientes de naufrágio em Pernambuco é que a biodiversidade só se mostra rica num raio de aproximadamente 30m em torno dos destroços.

Esse contraste nos leva a questionamentos e a uma hipótese acerca do funcionamento do ecossistema, especialmente após mergulhos exploratórios:

- Por que nos pontos onde estão os destroços há tanta riqueza de vida enquanto que nos arredores há pouca biodiversidade?
- Sabe-se da importância do fitoplâncton no fornecimento da energia dentro da teia trófica, mas a concretização da formação de um ambiente complexo com vários níveis tróficos só é vista com a presença de um substrato... Então, a explicação para a auto-sustentabilidade de um ecossistema de naufrágio estaria no perifíton?
- Se a água que o circunda é excepcionalmente transparente na maior parte do ano, o que nos tendencia a dizer que é ambiente oligotrófico... De onde vêm esses nutrientes?
- Como os organismos fotossintetizantes contribuem para esses destroços serem pontos auto-sustentáveis, semelhantes aos recifes de coral?
- Como se mantém sazonalmente o ecossistema do Vapor Pirapama? Há modificações na contribuição do perifíton no inverno e no verão?

1.2 HIPÓTESE

Áreas de naufrágio possuem uma alta biodiversidade devido à auto-sustentabilidade de seus produtores primários, representados principalmente pelo macro e microfitobentos.

1.3 REVISÃO TEÓRICA

Em Pernambuco, cerca de 20 naufrágios adquiriram potencial para atividades turísticas (mergulho de observação e caça-submarina), para atividades pesqueiras e para pesquisas biológicas.

Infelizmente, dentro dessa última categoria, há poucos registros de mergulho científico. Podem-se citar Nunes (1999), com seus estudos na Paraíba, sobre *Haemulon squamipinna* Rocha e Rosa; Custódio et al. (2001) com registro de espécies de poríferos fotografados no Vapor Pirapama; Falcão (2001), que em matéria jornalística sobre tartarugas cita trabalho de Cláudio Bellini, do TAMAR; Macêdo (2001), sobre cnidários e fauna

acompanhante também no Vapor Pirapama; e Macêdo (2002), sobre biomassa fitoplanctônica nas áreas dos naufrágios do Vapor Pirapama e Rebocador Servemar-X (Recife-Pernambuco).

Sobre o perifíton, em Pernambuco não existem estudos em ambiente de naufrágio. Entretanto, podem ser tomados por base os trabalhos de Moreira Filho (1959), pioneiro sobre fauna epífita; Eskinazi-Leça, Alves e Rocha (1980) que estudaram o perifíton como recurso alimentar em viveiros estuarinos; Cordeiro-Marino e Guimarães (1981) com referências sobre fauna epífita de profundidade; Guimarães, Cordeiro-Marino e Yamaguishi Tonita (1981) sobre feofíceas de fundo; Eston (1981), sobre recobrimento em substratos artificiais (lâminas e lamínulas) em Santos (SP); Acioly e Travassos Júnior (1990) acerca das microalgas marinhas em sedimentos de praia e em *Gracillaria wrightii* e *Bryopsis pennata*.

Entre os que versam sobre os ambientes limnéticos, podem contribuir: Panitz (1979), sobre os aspectos ecológicos do perifíton; Rocha (1979), acerca da sucessão do perifíton em substrato artificial; Panitz (1980), que trata da biomassa, produtividade primária, identificação do perifíton, comparando os resultados entre cinco tipos de substrato artificial; Soares (1981), que trata da variação sazonal da biomassa e produtividade da comunidade perifítica na Represa do Lobo (SP); Lobo e Buselato-Toniolli (1985) acerca do tempo de exposição ideal para o desenvolvimento do perifíton em substrato artificial; Bicudo (1990) com resumo sobre métodos qualitativos, coleta, fixação, preservação e análise do material; Chamixaes e Tundisi (1990 a) os quais desenvolveram um aparelho de coleta que usavam os próprios filtros como substrato; Chamixaes e Tundisi (1990 b) com observações da existência de um padrão sazonal de comunidade perifítica especialmente na produtividade, biomassa e composição taxonômica; Panosso e Santos (1990) sobre exposição de substrato e fixação biológica do nitrogênio por autótrofos e heterótrofos; Pompeo e Cerrão (1990) acerca da variação da produtividade e biomassa do perifíton aderido a lâminas de vidro após 36 dias de exposição; Schwarzbald (1990) o qual organizou uma revisão dos métodos de estudo do perifíton em substratos artificiais, abordando a produtividade e a biomassa.

Apesar da escassez de estudos específicos em pontos de naufrágio, há dados importantes realizados em áreas próximas e em bacias de rios cujo aporte de nutrientes poderiam influenciar a área dos naufrágios. Todavia, são todos relacionados ao fitoplâncton, como se pode ver a seguir: Passavante et al. (1987/89) por exemplo, observaram a variação da clorofila *a* na Plataforma continental de Pernambuco; Feitosa e Passavante (1989) analisaram a clorofila *a* em áreas costeiras ao sul da cidade do Recife; Eskinazi-Leça (1989) correlacionou dados abióticos com o fitoplâncton num perfil perpendicular ao Porto do Recife; Travassos (1991) estudou a hidrologia e o poder de autodepuração no estuário do Rio

Capibaribe (foz na área do Porto do Recife) e Resurreição et al. (1996) estudaram a variação sazonal da biomassa fitoplanctônica num perfil perpendicular à área do Porto do Recife.

Sobre zooplâncton, Gusmão (1986) analisou quali-quantitativamente Chetognatha planctônicos, sua distribuição e exigências ecológicas; Paranaguá et al. (1990) abordaram a composição, distribuição espacial, temporal e quantitativa na área costeira do Porto do Recife, em transecto perpendicular à cidade e semelhante ao apresentado nesta dissertação.

Partindo das informações desses autores e dada a relevância dos organismos fotossintetizantes na sustentabilidade de um ecossistema, torna-se evidente a importância em incrementar o conhecimento sobre ambientes artificiais, em especial em maiores profundidades e em ambientes que representam grande estoque faunístico e florístico.

No caso dos navios naufragados de Pernambuco, a importância ecológica ganha vulto porque o ecossistema formado em cada um desses substratos artificiais ainda é relativamente desconhecido pela Ciência e, devido a exploração desordenada, exige pressa na coleta dos dados, uma vez que podem ocorrer transformações ecológicas que ameaçam não só a sobrevivência da biocenose do naufrágio, mas também parte do sustento da indústria de turismo e de comunidades de pesca.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho objetivou analisar sazonalmente as condições hidrológicas e a biomassa do perifíton presente nos destroços do Vapor Pirapama, navio naufragado na costa de Recife-Pernambuco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a variação sazonal dos parâmetros hidrológicos;
- determinar a variação sazonal e espacial da biomassa do perifíton;
- relacionar os fatores abióticos com a biomassa;
- analisar a importância do perifíton na sustentabilidade do ecossistema desenvolvido no Vapor Pirapama;
- contribuir para o conhecimento global do ecossistema formado nos destroços.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 CARACTERÍSTICAS

A área estudada corresponde ao ponto onde está naufragado o Vapor Pirapama, que pode ser localizado através das coordenadas geográficas expostas abaixo (Tab. 1) e no trecho da carta náutica (Fig. 1).

Tabela 1. Localização do Marco Zero da Cidade do Recife e do ponto de naufrágio do Vapor Pirapama, segundo o posicionamento global.

PONTO	COORDENADAS DE POSICIONAMENTO GLOBAL
Marco Zero	08° 03'48" Lat. S 34° 52'12" Long. W
Vapor Pirapama	08° 03'23" Lat. S 34° 46'58" Long. W

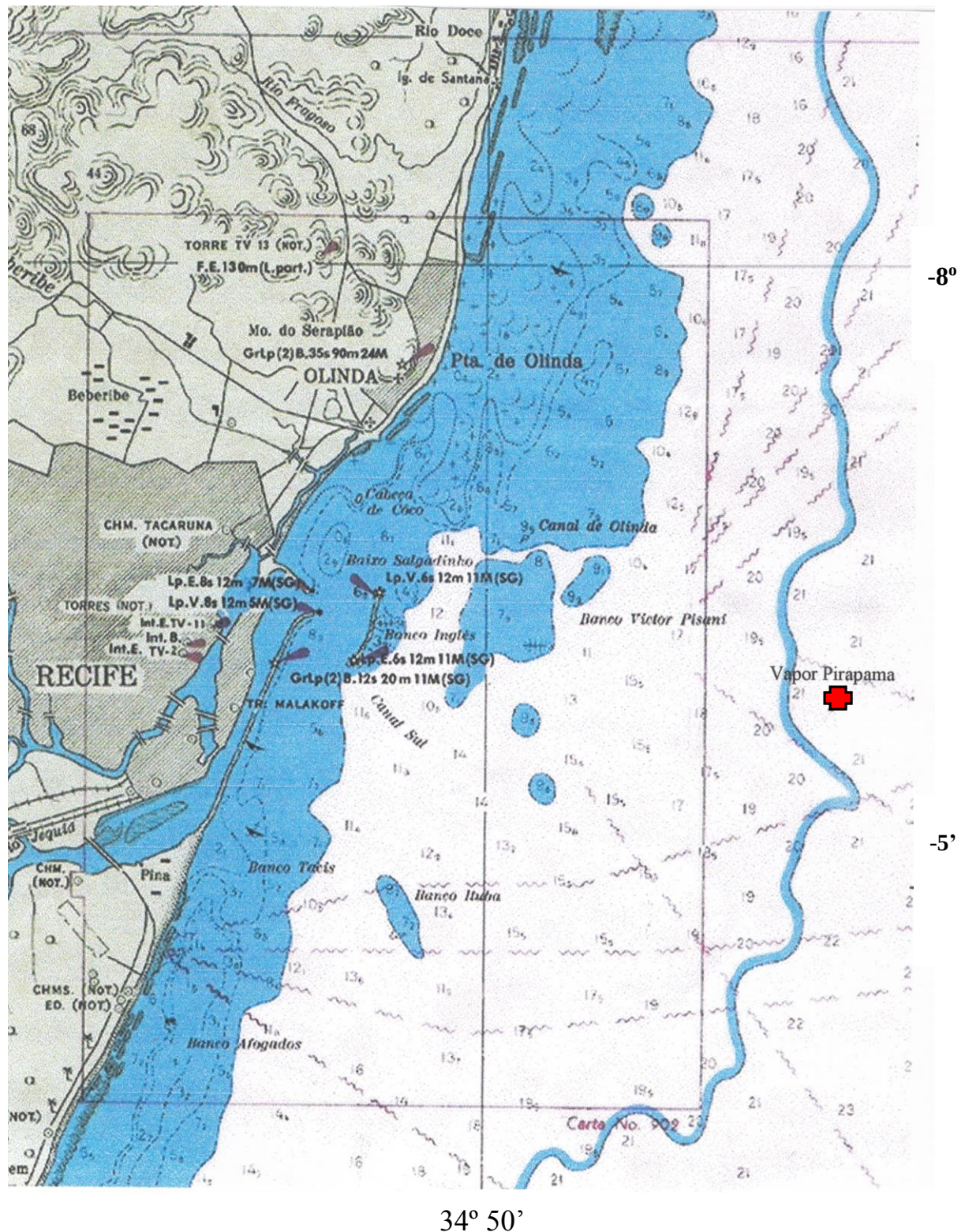


Figura 1. Carta náutica com a localização do Vapor Pirapama, naufragado na plataforma continental de Recife, PE. Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), 1968. Última modificação em 1988.

Quanto às características climatológicas, a área analisada está inserida numa região de clima tropical, tipo As', segundo classificação de Köppen, quente e úmido, com chuvas de outono e inverno, temperatura média de 25,2°C (NUNES, 1999). Para a região do Recife (PE), há incidência solar em 233 dias do ano, e temperatura da água do mar entre 22 e 27°C (MAIDA e FERREIRA, 1997). A precipitação média anual é de 1719,40mm (HONORATO DA SILVA, 2003). Os ventos de abril a agosto se originam no setor sul-sudeste, com velocidades entre 2,2 a 3,3m/s, enquanto que, de setembro a março, sopram com velocidades entre 2,3 e 3,6m/s, originados no setor leste-sudeste (PASSAVANTE, 1979).

3.2 VAPOR PIRAPAMA: CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E ECOLÓGICAS

Antes do seu naufrágio, o Vapor Pirapama pertenceu à Companhia Pernambucana de Navegação Costeira por Vapores, atuando ativamente no transporte de carga e passageiros no Século XIX (Fig. 2). Envolveu-se num famoso episódio de abalroamento com o Vapor Bahia no ano de 1887, quando esse último foi à pique imediatamente, deixando cerca 60 vítimas.

O Vapor Pirapama conseguiu chegar ao Porto do Recife, apesar das avarias. Após consertos, voltou a atuar, mas foi propositalmente naufragado no final do Século XIX, a 6,5 milhas do Porto do Recife.

Permanece naufragada ainda em posição de navegação (sem adernamento), a 23m de profundidade, estando semi-inteira e parcialmente desmantelada, mas mantendo a base do casco bem definida. Possui cerca de 61 metros de comprimento e largura máxima de 10,50 metros (MACÊDO, 2001); é composta por ferro e algumas partes em madeira; apresenta casario central, uma caldeira, uma âncora tombada, proa e popa ainda bem delineadas.

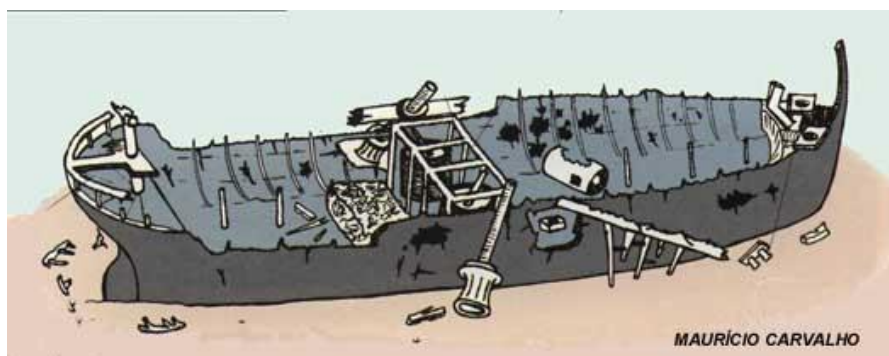


Figura 2. Croqui do Vapor pirapama, mostrando sua estrutura semi-desmantelada, com popa à esquerda, castelo central, proa à direita (CARVALHO, 2003).

Essa embarcação naufragada é o ponto mais visitado por mergulhadores, especialmente pelos praticantes de SCUBA. A partir dos registros de operadoras de mergulho locais, pode-se chegar a uma média de 200 mergulhadores visitantes por mês, especialmente na alta temporada de verão (Aquáticos, 2004).

Além de sua proximidade da costa, seu maior atrativo é a variedade de espécies encontradas. Há desde pequenas algas a invertebrados como espongiários, cnidários, ctenóforos, turbelários, moluscos, poliquetas, crustáceos, equinodermos e briozoários. Representantes de vertebrados (Fig. 3) como peixes, tartarugas e eventualmente, golfinhos também ocorrem no Vapor Pirapama. Entre os peixes, destacam-se as raias manteiga e chita (Fig. 3), bicudas, beijupirás, xiras, peixes-frade, moréias, barrigudos, enxadas, baiacus e linguados. Dentre os crustáceos mais comuns, estão lagostas sapatas (Fig. 3) e diversos caranguejos.

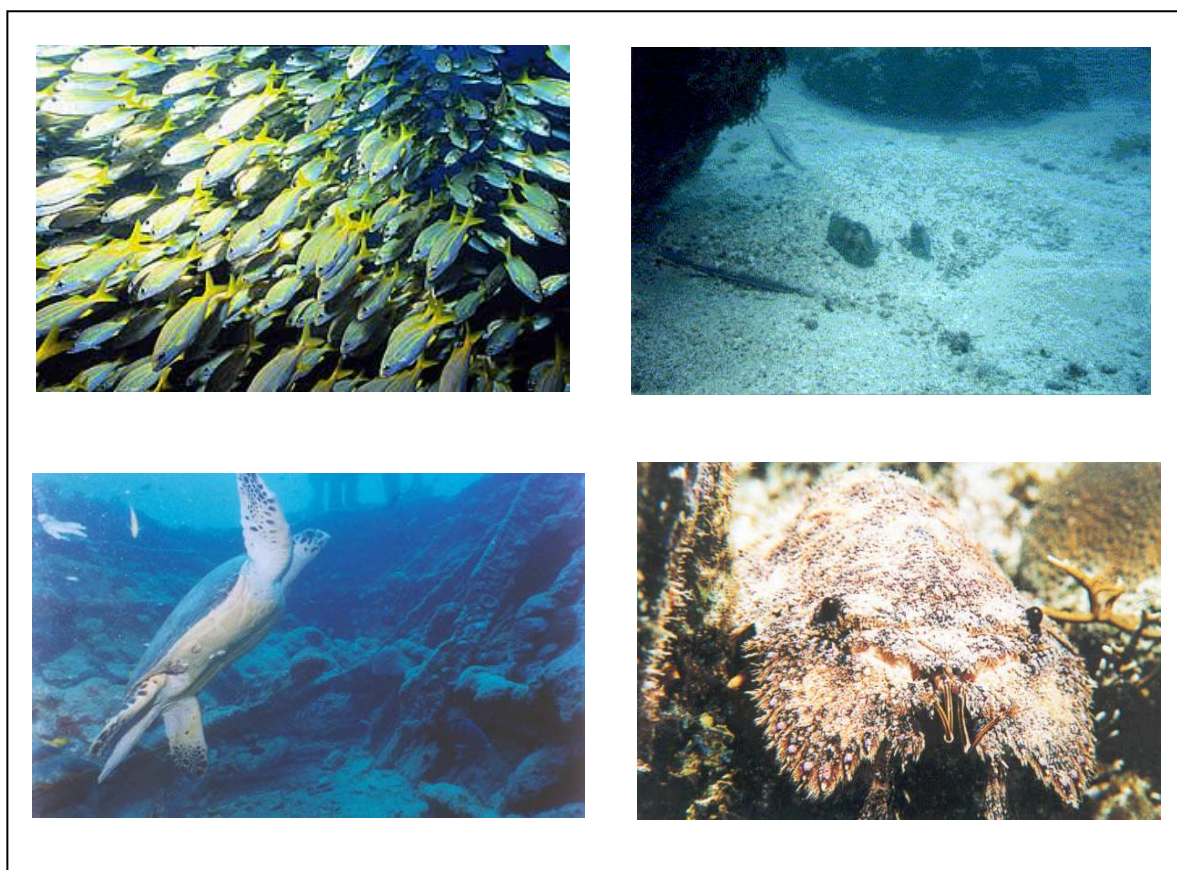


Figura 3. Animais variados (peixes, arraia, tartaruga e lagosta sapata) avistados no Vapor Pirapama. Fotos da autora, exceção para as duas últimas, de Edísio Rocha (esquerda) e de Paul Humann (direita).

São freqüentemente vistos barcos de pesca artesanal sobre o ponto do naufrágio, os quais se utilizam de linha e anzol ou redes de arrasto. Embora não existam estudos específicos sobre pesca no Vapor Pirapama, pescadores e mergulhadores locais afirmam que peixes de grande porte e quantidades imensas de lagostas eram freqüentemente vistos no passado, porém há dez anos suas quantidades diminuíram significativamente, chegando ao desaparecimento de algumas espécies de peixes, a exemplo do mero (*Epinephelus* sp.).

Todo o navio está repleto de algas e animais bentônicos (Fig. 4), com diversas texturas de substrato, inúmeras frestas, túneis, áreas cobertas (sombreadas) e espaços propícios para abrigo, proteção, refúgio e fixação de várias espécies. Estima-se que mais de 150 espécies podem viver relacionadas com o Vapor Pirapama (MORATO, 2002).

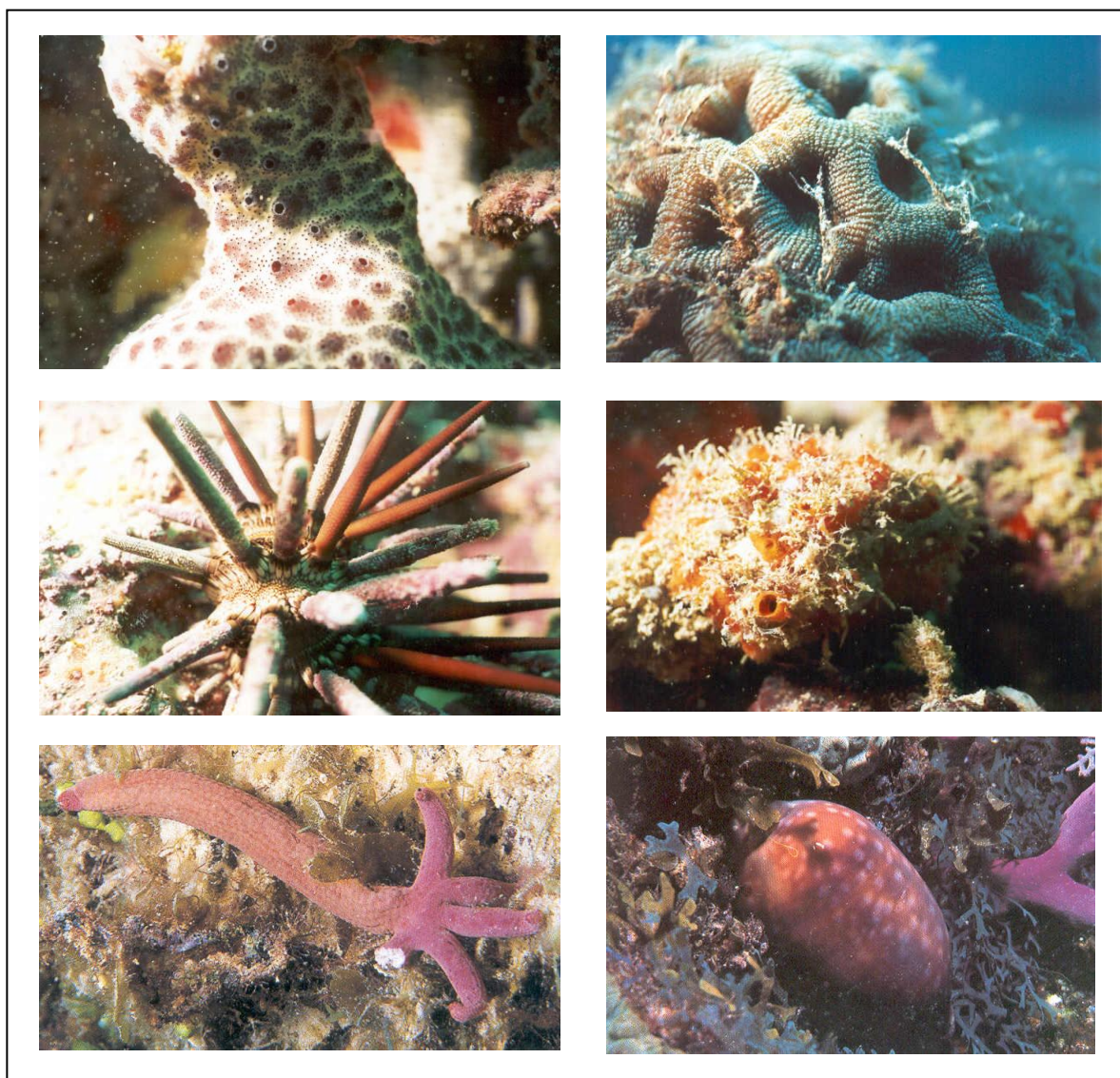


Figura 4. Animais bentônicos diversos, encontrados no Vapor Pirapama. Fotos da autora, exceção para as duas últimas, de Humann (1994).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OPERAÇÕES DE MERGULHO E TRABALHOS EMBARCADOS

O trabalho em campo consistiu em duas fases durante cada excursão. Inicialmente, executavam-se as atividades ainda embarcadas e minutos depois eram efetivados os mergulhos autônomos.

A embarcação utilizada era capacitada a atuar em mar aberto, e se encontrava munida de equipamento operante em *Global Positioning System* (GPS) para localizar os pontos de mergulho, o que viabilizou situar precisamente o navio naufragado.

Foram realizadas 20 excursões ao Vapor Pirapama, entre o período chuvoso de 2004 e o período de estiagem de 2004/2005, visando análise dos parâmetros abióticos e bióticos na área desta embarcação.

Durante o trabalho embarcado, as coletas de água para os parâmetros abióticos foram feitas com auxílio de garrafa de Nansen, com cabo graduado de metro em metro e a transparência foi avaliada através do lançamento do disco de Secchi, conforme será descrito no item 5.2.

Os mergulhos serviram para os parâmetros bióticos, durante os quais foram feitas as coletas de perifíton, fotografias panorâmicas e macrofotografias do bentos. Foram planejados dentro de perfis não-descompressivos, seguindo padrões da NAUI (*National Association of Underwater Instructors*) e através da utilização de computador de mergulho (Fig. 5).



Figura 5. Computador de mergulho utilizado (fabricante Suunto).

Após cada dia de trabalho embarcado e dos mergulhos, as amostras hidrológicas e biológicas eram levadas respectivamente aos laboratórios da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) e ao Laboratório de Produção e Biomassa Primária do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco para as análises serem executadas.

4.2 PARÂMETROS ABIÓTICOS

4.2.1 Temperatura da água

Por uma questão de praticidade, usou-se um computador de mergulho com termômetro digital, capaz de registrar, entre outras habilidades, os dados de temperatura da superfície, meio e fundo da coluna d'água durante o mergulho. Para comparação com outros parâmetros, foram feitas médias mensais.

4.2.2 Transparência da água

A transparência da água foi medida através do lançamento do disco de Secchi, sendo registrada a profundidade máxima da visualização (desaparecimento do disco), sempre do lado sombreado do barco, conforme recomendação de Tyler (1968 apud RESURREIÇÃO, 1990). Calculou-se o coeficiente de extinção da luz (k) através da fórmula $k=1,7/d$; sendo “d” a profundidade de desaparecimento do disco (POOLE e ATKINS, 1929 apud PORTO NETO, 1998).

4.2.3 SALINIDADE

A salinidade foi aferida com refratômetro portátil (Fig. 6) do fabricante ATAGO, colocando-se algumas gotas sobre o vidro e observando-se resultado imediatamente, através da escala existente no aparelho. Foram utilizadas as amostras da água coletada no fundo (23m

de profundidade). Para obtenção de resultados mais precisos, este parâmetro foi medido semanalmente, obtendo-se médias mensais.



Figura 6. Refratômetro portátil utilizado.

4.2.4 Oxigênio dissolvido e percentual de saturação

A primeira etapa do procedimento para quantificar o oxigênio dissolvido e o percentual de saturação se deu durante o trabalho embarcado, quando se utilizou o sulfato de manganês e iodeto alcalino para formação de um precipitado, fixando assim o oxigênio.

Em laboratório (segunda etapa), foi seguido o método de Winkler, modificado para água do mar por Carrit e Carpenter (apud GRASSHOFF et al., 1983). Esse método também pode ser encontrado em Strickland e Parsons (1972).

O percentual de saturação do oxigênio na água foi calculado através de tabelas-padrão da *International Oceanographic Tables* (UNESCO, 1973), as quais correlacionam os dados de salinidade e temperatura para obter a taxa de saturação.

4.2.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

Foi medido através de pontenciômetro da marca Beckman (Zeromatic II), utilizando-se uma alíquota das amostras destinadas à análise da concentração de sais nutrientes.

4.2.6 Sais nutrientes

Foram utilizados os métodos de Strickland e Parsons (op.cit.) para nitrito, nitrato e fosfato, enquanto que para o silicato seguiu-se o método descrito por Grasshoff et al. (1983) e foram consideradas as médias da estação chuvosa e do período de estiagem.

4.3 PARÂMETROS BIÓTICOS

4.3.1 Fotografias do substrato

Em diversos mergulhos foram realizadas fotografias panorâmicas do naufrágio e macrofotografias do casco do Vapor Pirapama, utilizando-se Câmera Motomarinier II, fabricante Sea & Sea, equipada com flash TTL YS-60, kit macro 2T (magnitude 1:2), lente 35mm, 16mm e *viewfinder*. Foram empregadas a lente macro nas fotos de grande aproximação (distância focal menor que 50cm); a lente 35mm para distâncias entre 50cm e infinito; e a lente de 16mm, nas fotos de grande angular.

Para melhor compreensão das fotos e da composição do ecossistema aderido ao casco do navio, buscou-se um referencial através do trabalho de Macêdo (2003), que versa sobre o percentual de cobertura, diversidade, equitabilidade e análises cofenéticas com dados do Vapor Pirapama, Bahia e Reboque (embarcações naufragadas). Entre as atividades, a autora executou 03 mergulhos no Vapor Pirapama, no ano de 2003, durante os quais foram instalados momentaneamente 4 trenas de fibra de vidro, de 30 metros de comprimento (método de transecto contínuo de intersecção de linha), e estabeleceram-se categorias (corais por espécie; outros invertebrados, sedimento, algas frondosas/filamentosas, algas calcárias), a fim de agilizar a leitura dos transectos.

Adaptado desse trabalho, foi construído um gráfico sobre porcentagem de cobertura do substrato do Pirapama, no qual foram estabelecidas 5 categorias, sendo 01 (uma) para sedimento e 04 (quatro) para bentos: a) cnidários; b) outros invertebrados; c) algas calcárias; d) algas não calcárias (filamentosas/frondosas).

A frequência de ocorrência das categorias foi calculada de acordo com a fórmula de Mateucci e Colma (1982) e expressa em porcentagem, conforme visto a seguir:

$$F = \frac{M \times 100}{m}$$

Onde: F = frequência de ocorrência;

M = número de amostras em que a categoria/táxon ocorreu;

m = número total de amostras estudadas.

A escala para interpretação da frequência de ocorrência obedeceu os seguintes parâmetros:

≤ 10	➔	ocorrência esporádica;
$\leq 40 > 10\%$	➔	ocorrência pouco freqüente;
$\leq 70 > 40\%$	➔	ocorrência freqüente;
$> 70\%$	➔	ocorrência muito freqüente.

4.3.2 Coleta de material macrofitobentônico (macroalgas)

Devido ao percentual de cobertura verificado em Macêdo (op. cit.), optou-se por coletar macroalgas, cuja coleta utilizou SCUBA, faca de mergulho e/ou espátula e martelo.

Nas áreas com substrato mais rígido, foi empregado um equipamento em aço inoxidável desenvolvido pela autora (Macêdo, 2001), que consiste em um tronco de pirâmide com uma das extremidades cortantes, permitindo a retirada de substrato colonizado em fragmentos de 5cm² (Fig. 7).

As amostras eram colocadas em envelopes de papel laminado ou sacos plásticos e levadas à superfície, onde eram acondicionadas em recipientes com formol a 10%, para posterior identificação. Para essa etapa, foram empregados microscópios estereoscópico e/ou binocular e bibliografia específica, a saber: Taylor (1960), Joly (1967), Kanawaga (1984), Wynne (1998), Pereira (1977), Nunes (1999), Barreto e Yoneshigue-Valentin (2001).



Figura 7. Testemunho de aço para coleta (Macêdo, 2001).

4.3.3 Biomassa do perifíton (etapa de campo)

As amostras de perifíton para quantificação da clorofila consistiram em fragmentos do substrato do próprio Vapor Pirapama (destroços), coletados durante mergulho autônomo.

Foram estabelecidos 10 pontos de coleta: proa interna; proa externa; popa interna; popa externa; lateral direita interna, lateral direita externa, lateral esquerda interna, lateral esquerda externa, castelo central e assoalho (Fig. 8). Fez-se a retirada aleatória de fragmentos de 1cm² de substrato em cada ponto, os quais foram acondicionados em envelopes de papel laminado. Na embarcação, foram postos no gelo e levados imediatamente ao laboratório para efetivar as medições de clorofila *a* e feofitina.

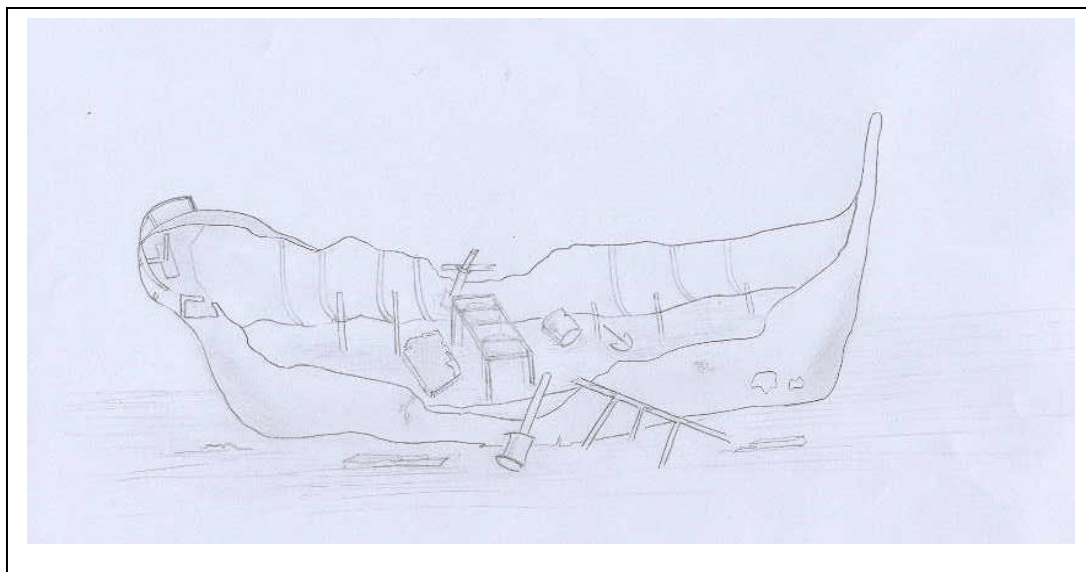


Figura. 8. Croqui do Vapor Pirapama, posicionado no fundo, definindo áreas/estações de coleta das amostras: 1a) proa interna; 1b) proa externa; 2a) bombordo interna; 2b) bombordo externa; 3a) estibordo interna; 3b) estibordo externa; 4a) popa interna; 4b) popa externa; 5) castelo; 6) assoalho.

4.3.4 Biomassa do perifíton (etapa laboratorial)

As medidas de clorofila *a* funcional e a feofitina *a* foram obtidas através da técnica desenvolvida por Tett et al. (1975) e adaptada para o perifíton do Vapor Pirapama.

Devido a complexidade da biota fotossintetizante fixada ao substrato do Pirapama, fez-se necessário retirar os organismos macroscópicos presentes nos fragmentos, bem como

foram executadas lavagens cuidadosas com utilização de filtros Millipore (HA, porosidade 0,45mm) e/ou raspagens das macroalgas, para seleção do perifíton. Microscópio estereoscópico foi também utilizado para auxiliar nesta triagem.

As amostras de perifíton foram postas em tubos de ensaio devidamente identificados e levadas ao freezer a -18 °C até o momento da fase de extração dos pigmentos.

Para extraí-los, foram acrescentados 10ml de acetona a 90% em cada um dos tubos, os quais voltaram ao freezer por um período de 24 horas, antes da leitura espectrofotométrica.

Após esse período, foram submetidos à centrifugação em 3000rpm durante dez minutos, e então 1ml do conteúdo sobrenadante de cada tubo foi transferido para cubetas de 1cm de caminho óptico, sendo essas colocadas num espectrofotômetro (marca GEHAKA, modelo 3410) para leitura das absorbâncias nos comprimentos de onda 665 e 750nm.

A partir desses procedimentos, efetuaram-se os cálculos para estimativa de clorofila *a* e feofitina *a*, essencial para o resultado final de biomassa. Para essa última, fez-se necessário acrescentar ácido clorídrico (HCl) a 2N nas cubetas e repetir a leitura com comprimento de onda 665nm e 750nm.

A seguir, as equações de Tett et al. (1975) para a clorofila *a*, pigmentos totais e feopigmentos:

$$C = E \cdot F \cdot \sum G (O - A) \cdot 10 \frac{V}{S}$$

$$P = E \cdot F \cdot \sum G (AH - O) \cdot 10 \frac{V}{S}$$

Onde:

- C = valor da clorofila *a* funcional estimada;
- P = valor da feofitina *a* estimada
- E = constante de valor 1,10;
- F = constante de valor 1,06;
- G = constante de valor 18,80
- H = constante de valor 3,80;
- O = densidade óptica a 665nm;
- A = densidade óptica a 665nm após acidificação;
- V = volume do metanol (ml);
- S = área do substrato amostrado(cm²).

Os resultados de clorofila foram dados em µg Cla/cm², mas também convertidos em mg Cla/cm², mg Cla/m² e em g Cla/m², sendo construídas tabelas (em anexo) para facilitar a comparação com valores obtidos em outros estudos.

4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os parâmetros abióticos e bióticos foram analisados sazonalmente, utilizando-se programa Microsoft® Excel 2002, para tabelas originais e gráficos, enquanto que todos os dados para a construção de dendogramas e a análise cofenética foram processados utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System), de autoria registrada pela Metagraphics Software Corporation, Califórnia - USA.

A classificação utilizada foi a aglomerativa hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Average Arithmetics – WPGMA).

A análise cofenética foi realizada para medir o bom ajuste do agrupamento, cujo valor $>0,8$ é considerado bem ajustado, e se baseou na matriz de correlação momento-produto de Pearson. A matriz inicial dos dados foi o teor de clorofila *a*, da qual foram extraídos o autovetor e o autovalor dos três principais componentes.

4.5 NORMALIZAÇÃO

A apresentação, citações e referências bibliográficas desta dissertação estão de acordo com as normativas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001, 2002a, 2002b), enquanto a elaboração de tabelas e gráficos seguiu as recomendações do IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1993).

5 RESULTADOS

5.1 PARÂMETROS ABIÓTICOS

5.1.1 Temperatura

A temperatura da água variou entre 27°C e 29°C, sendo que os maiores registros ocorreram no período de estiagem. (Fig. 9; Tab. 2 e 3). Entretanto, não ocorreram diferenças sazonais significativas.

A média no verão foi de 27,84°C, enquanto no período chuvoso foi de 27,64°C.

Tabela 2. Variação de temperatura da água em sua respectiva profundidade, na estação chuvosa de 2004.

	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGOSTO
Superfície	28	29	27	...	28	28
12 metros	27	28	27	...	27	28
23 metros	27	28	27	...	28	28

Tabela 3. Variação de temperatura da água em sua respectiva profundidade, nos meses de estiagem ente 2004 e 2005.

	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
Superfície	...	28	28	29	27	28
12 metros	...	28	28	28	27	28
23 metros	...	27	28	28	28	28

5.1.2 Transparência

A transparência assumiu maiores valores no período de estiagem, quando a profundidade de desaparecimento do disco de Secchi variou entre 8 e 13,5 metros, atingindo uma média de 11,25m.

No período chuvoso, foram observadas medidas entre 5 e 12 metros, com média 7,46m (Fig. 9; Tab. 4).

O coeficiente de extinção da luz (inversamente proporcional à distância de desaparecimento do disco de Secchi) alcançou uma média de 0,256 no período chuvoso e de 0,158 no verão (estiagem).

Tabela 4. Variação sazonal de transparência (m) e coeficiente de extinção de luz no Vapor Pirapama, na estação chuvosa (2004) e período de estiagem (2004-2005).

ESTAÇÃO DO ANO	MÊS	TRANSPARÊNCIA (m)	COEFICIENTE DE EXTINÇÃO DE LUZ
Estação chuvosa	Março	5,4	0,315
	Abril	5,7	0,298
	Maio	12,0	0,142
	Junho	...	...
	Julho	5,0	0,340
	Agosto	9,2	0,185
Média (chuvosa)		7,46	0,256
Estação de estiagem	Setembro	11,0	0,155
	Outubro	13,5	0,126
	Novembro	13,0	0,131
	Dezembro	13,2	0,129
	Janeiro	8,0	0,213
	Fevereiro	8,8	0,193
Média (estiagem)		11,2	0,158

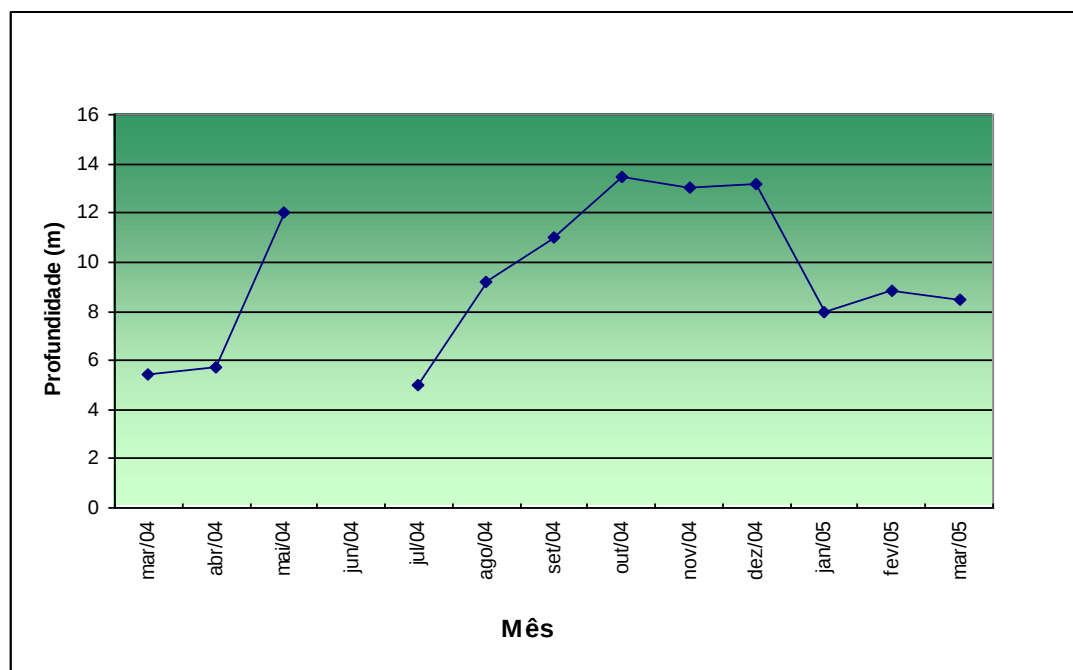


Figura 9. Variação sazonal da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi nos meses de coleta no Vapor Pirapama.

5.1.3 Salinidade

Os valores de salinidade variaram entre 37,40 e 37,42‰ durante período chuvoso; e entre 37,42 e 37,45‰ durante período de estiagem (Fig. 10; Tab. 6), não havendo diferença significativa entre as estações.

5.1.4 Oxigênio dissolvido e percentual de saturação

Os valores de oxigênio dissolvido nas amostras coletadas variaram entre 6,6 e 7,4 mg.L⁻¹ (Fig. 10; Tab. 5), sendo 7,0 mg.L⁻¹ a média durante o período chuvoso e 7,2 mg.L⁻¹ na estiagem.

Em relação ao percentual de saturação do oxigênio, observou-se supersaturação, com valor mínimo de 147,32% e máximo de 168,18% (Tab. 5). A média no período chuvoso alcançou 157,34% e no período estiagem foi de 161,72%.

Tabela 5. Variação sazonal do oxigênio dissolvido e percentual de saturação no Vapor Pirapama.

ESTAÇÃO DO ANO	MÊS	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg.L ⁻¹)	PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE O ₂ (%)
Estação chuvosa	Março	6,6	147,32
	Abril	7,0	156,25
	Maio	7,4	168,18
	Junho	...	...
	Julho	7,1	159,19
	Agosto	6,9	155,76
Média (chuvosa)		7,0	157,34
Estação de estiagem	Setembro	...	...
	Outubro	6,9	154,71
	Novembro	7,1	160,27
	Dezembro	7,4	168,18
	Janeiro	7,4	165,18
	Fevereiro	7,1	160,27
Média (estiagem)		7,2	161,72

5.1.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico apresentou valor mínimo de 8,10 (período de estiagem e chuvoso) e máximo de 8,5 (registrado no período chuvoso), mantendo-se, portanto, alcalino durante este estudo (Tab. 6).

Tabela 6. Variação sazonal da salinidade e pH no Vapor Pirapama.

ESTAÇÃO CLIMÁTICA	MÊS	SALINIDADE (%)	pH
Estação chuvosa	Março	37,40	8,10
	Abril	37,42	8,10
	Maio	37,45	8,19
	Junho	...	...
	Julho	37,42	8,50
	Agosto	37,42	8,10
Média		37,42	8,20
Estação de estiagem	Setembro	...	...
	Outubro	37,42	8,40
	Novembro	37,45	8,14
	Dezembro	37,45	8,19
	Janeiro	37,45	8,20
	Fevereiro	37,42	8,10
Média		37,43	8,21

O gráfico a seguir (Fig. 10) ilustra as pequenas variações de temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido ao longo do ano, cujos valores evidenciaram estabilidade desses parâmetros durante o presente estudo.

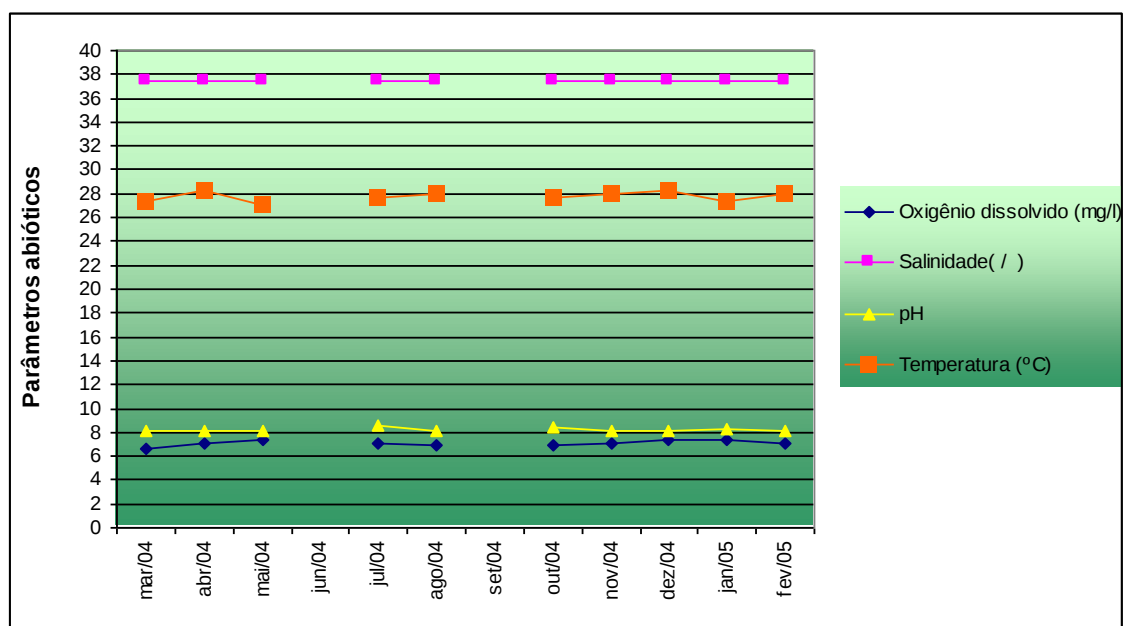


Figura 10. Gráfico comparativo acerca da variação sazonal de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido.

5.1.6 Sais nutrientes

As análises realizadas entre 2004 e 2005 detectaram altos valores de nutrientes no fundo (23 metros), diagnosticando o ambiente como eutrófico (Tab. 7).

Tabela 7. Variação sazonal dos principais nutrientes na área do Vapor Pirapama.

ESTAÇÃO DO ANO	NUTRIENTE	VALOR ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)
Estação chuvosa	Nitrito	0,26
	Nitrato	2,12
	Fosfato	0,10
	Silicato	9,67
Estação de estiagem	Nitrito	0,17
	Nitrato	3,24
	Fosfato	0,01
	Silicato	34,77

5.2 PARÂMETROS BIÓTICOS

5.2.1 Fotografias e dados de cobertura preliminares

Os trabalhos com transectos no Vapor Pirapama resultaram em dados simplificados sobre a porcentagem de cobertura dos organismos (Fig. 11; Tab. 8), servindo como coadjuvante no conhecimento do perifíton exposto nas fotos a seguir (Fig. 12, 13 e 14). As áreas designadas como “sedimento” foram esporádicas, enquanto a presença de vida bentônica no substrato do Pirapama é evidente em praticamente toda a sua superfície.

Tabela 8. Categorias simplificadas e respectivas porcentagens de cobertura dos orgs enconanismotrados no Vapor Pirapama.

CATEGORIA	PORCENTAGEM DE COBERTURA (%)
Cnidários	21,84
Outros invertebrados	35,44
Algas calcárias	28,10
Algas não calcárias	13,53
Sedimento*	1,09

*partes do substrato sem organismos visíveis a olho nu.

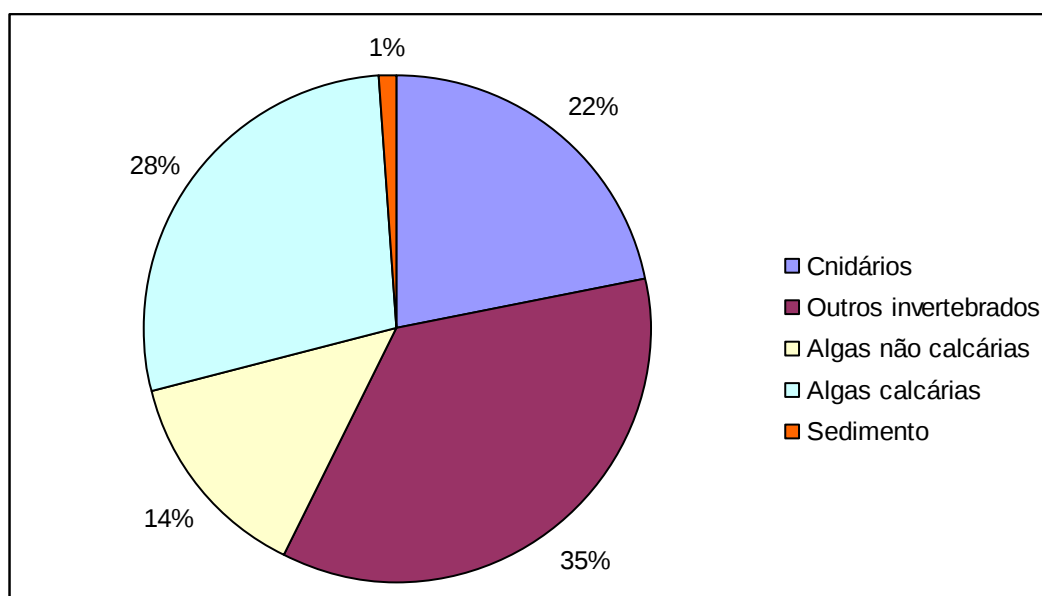


Figura 11. Representação simplificada do porcentual de cobertura dos organismos e de área com sedimentos (sem organismos vivos visíveis) encontrados no substrato do Vapor Pirapama, modificada de Macêdo (2003).

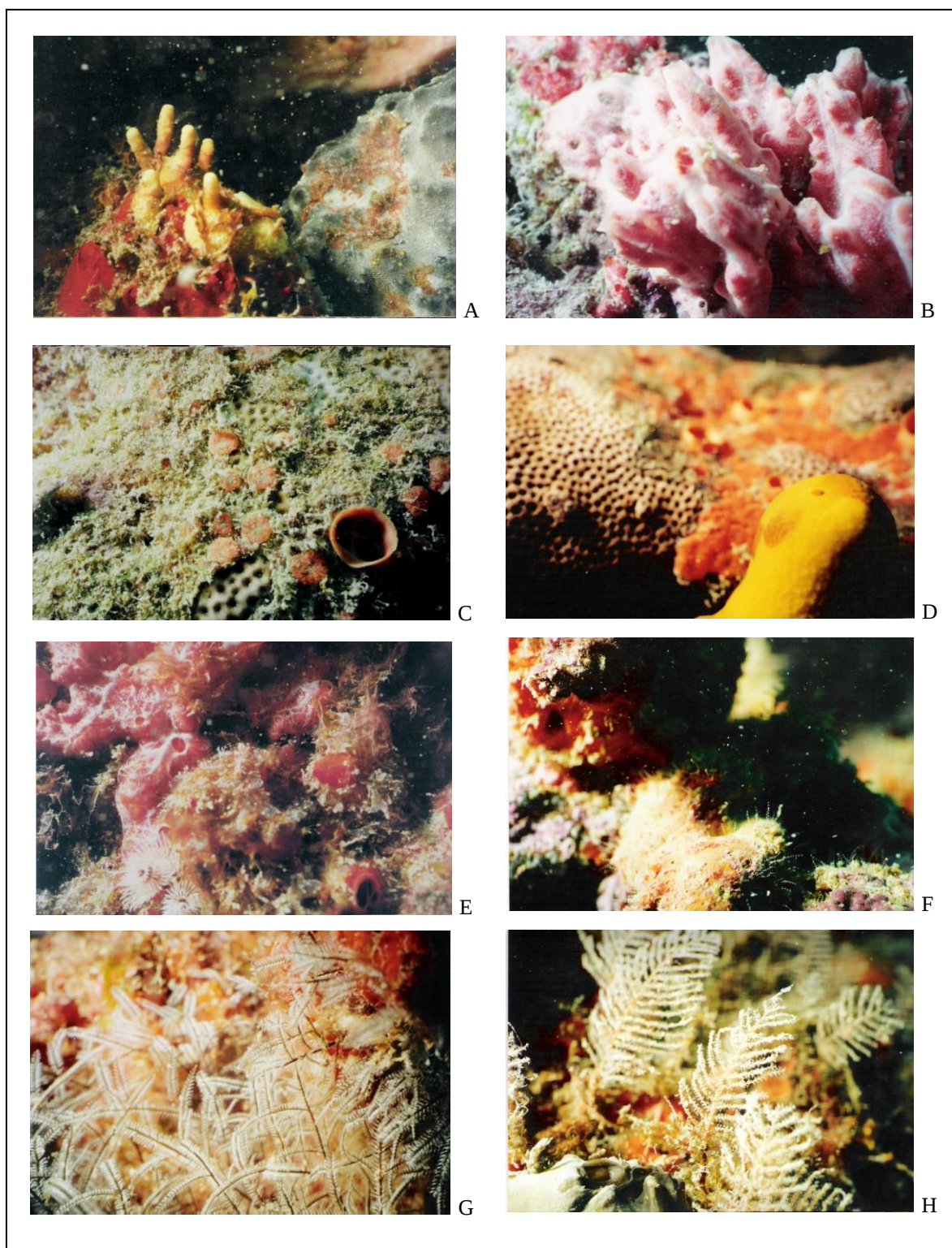


Figura 12. Aspecto do substrato colonizado do Vapor Pirapama obtido através de macrofotografia. A e B) esponjas em primeiro plano; C) algas sobre coral *Siderastrea stellata*; D) *S. stellata* e esponja; E) esponja, algas e poliquetos; F) hidróides delicados (menos de 2cm de altura); G e H) hidróides maiores (de 8 a 15cm de altura). Fotos da autora.

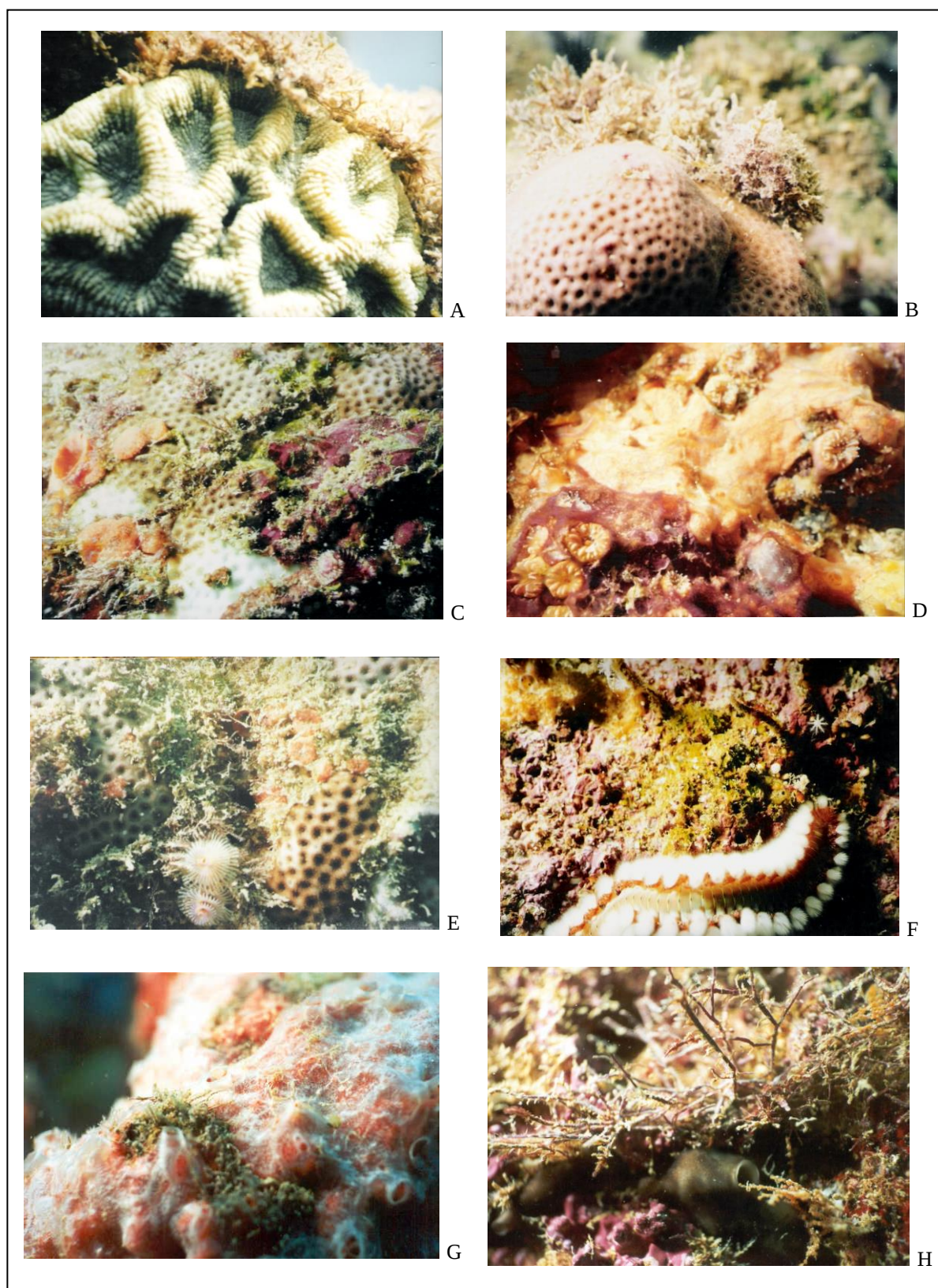


Figura 13. Aspecto do substrato colonizado do Pirapama. A, B e C) corais e algas calcárias; D) algas vermelhas e coral *Astrangia brasiliensis*; E) coral, poliquetos e algas calcárias; F) poliqueto e algas calcárias e clorofíceas; G) algas sobre porífera; H) ascídia entre algas diversas. Fotos da autora.

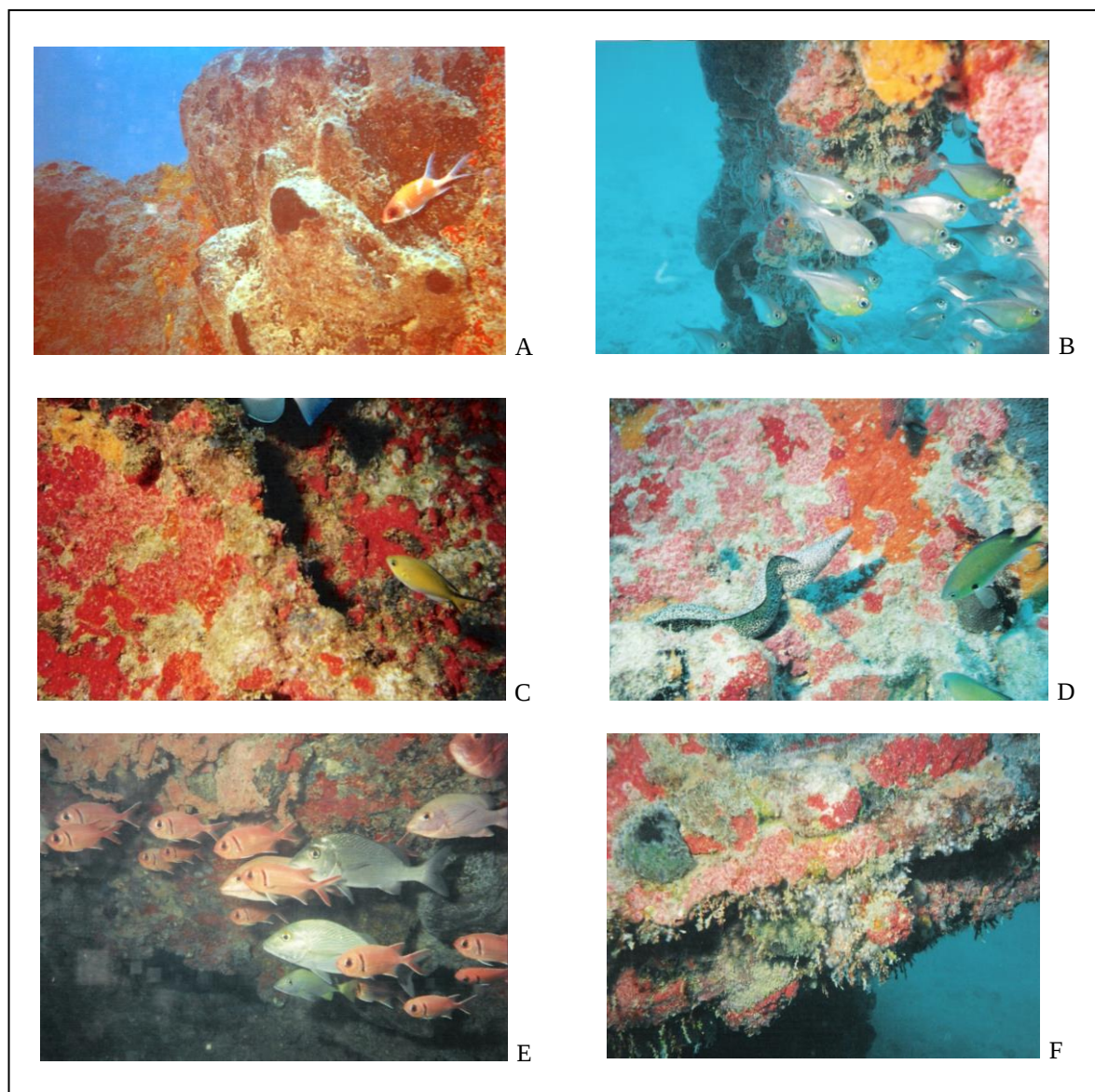


Figura 14. Fotografias com lente 35mm, mostrando aspecto geral do casco do Pirapama e alguns animais da fauna acompanhante. A) esponja de grande porte sobre costado; B) esponjas e peixes em destaque a boreste do Pirapama; C, D, E) aspecto avermelhado característico de esponjas e algas calcárias no casco do Pirapama e alguns peixes; F) aspecto de parte da popa com esponjas e hidróides (*Carijoa riisei*) em destaque. Fotos da autora.

5.2.2 Levantamento da biota fitobentônica do Vapor Pirapama (coleta seletiva de macroalgas aderidas ao casco)

O levantamento das macroalgas gerou registro fotográficos (Fig. 15 a 26) e uma lista com 30 táxons identificados, sendo 06 clorofíceas, 06 feocíceas (atuais Heterokonthophyta), 18 rodofíceas, além das algas calcárias não articuladas, conforme se verifica a seguir:

REINO PLANTAE

Filo CHLOROPHYTA

Classe BRYOPSIDOPHYCEAE

Ordem BRYOPSIDALES

Família CAULERPACEA

Caulerpa racemosa (Forsskal) J. Agardh

Caulerpa sertularioides (S. G. Gmelin) M. Howe

Classe ULVOPHYCEAE

Ordem CLADOPHORALES

Família ANADYOMENACEAE

Willeella ordinata Børgesen

Família CLADOPHORACEAE

Cladophora coelothrix Kützinger

Cladophora pellucidoidea Hoek

Rhizoclonium tortuosum (Dillwyn) Kützinger

Filo HETEROKONTOPHYTA

Classe PHAEOPHYCEAE

Ordem DICTYOTALES

Família DICTYOTACEAE

Dictyota mertensii (Martius) Kützinger

D. cervicornis Kützinger

D. jamaicensis W. R. Taylor

Dictyopteris delicatula J. V. Lamouroux

Lobophora variegata (Lamouroux) Womersley ex. Oliveira

Padina gymnospora (Kützinger) Soud

Filo RHODOPHYTA

Classe FLORIDEOPHYCEAE

Ordem CORALLINALES

Família CORALLINACEAE

Amphiroa fragilissima J. V. Lamouroux*Amphiroa rigida* J. V. Lamouroux*Corallina officinalis* Linnaeus*Jania capillacea* Harvey

Obs: Entre essas Coralináceas, foram encontrados vários exemplares de algas calcárias não articuladas.

Ordem CERAMIALES

Família CERAMIACEAE

Ceramium brevizonatum var. *caraibicum* H. E. Petersen & Børgesen*Ceramium tenerrimum* (Martens) Okamura*Ceramium* sp.*Griffisia* C. Agardh*Gymnothamion elegans* (Schousboe ex C. Agardh) J. Agardh

Família RHODOMELACEAE

Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambronn*Polysiphonia subtilissima* Montagne*Polysiphonia ferulacea* Suhr ex J. Agardh

Ordem GELIDIALES

Família GELIDIACEAE

Gelidium sp 1*Gelidium* sp 2

Família GELIDIELLACEAE

Gelidiella acerosa (Forsskål) Feldmann & G. Hamel

Ordem GIGARTINALES

Família PEYSSONNELIDEAE

Peyssonnelia sp.

Ordem GRACILARIALES

Família GRACILARIACEAE

Gracilaria sp.

Ordem NEMALIALES

Família GALAXAURACEAE

Galaxaura sp.

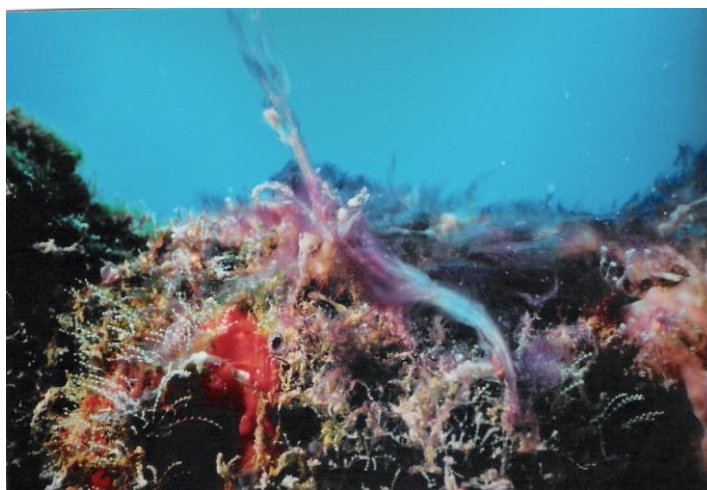


Figura 15. Aspecto do casco colonizado: A) Rodophyta em destaque, esponjas e hidróides. Foto da autora.



Figura 16. Alga da Família Caulerpaceae (*Caulerpa* sp.), verde, em destaque. Foto da autora.



Figura 17. Aspecto iridescente de espécies da Família Dictyotacea. Foto da autora.



Figura 18. Algas diversas (pardas e vermelhas) junto ao coral. Foto da autora.



Figura 19. Colonização do substrato por algas e corais (primeiro plano). Foto da autora.

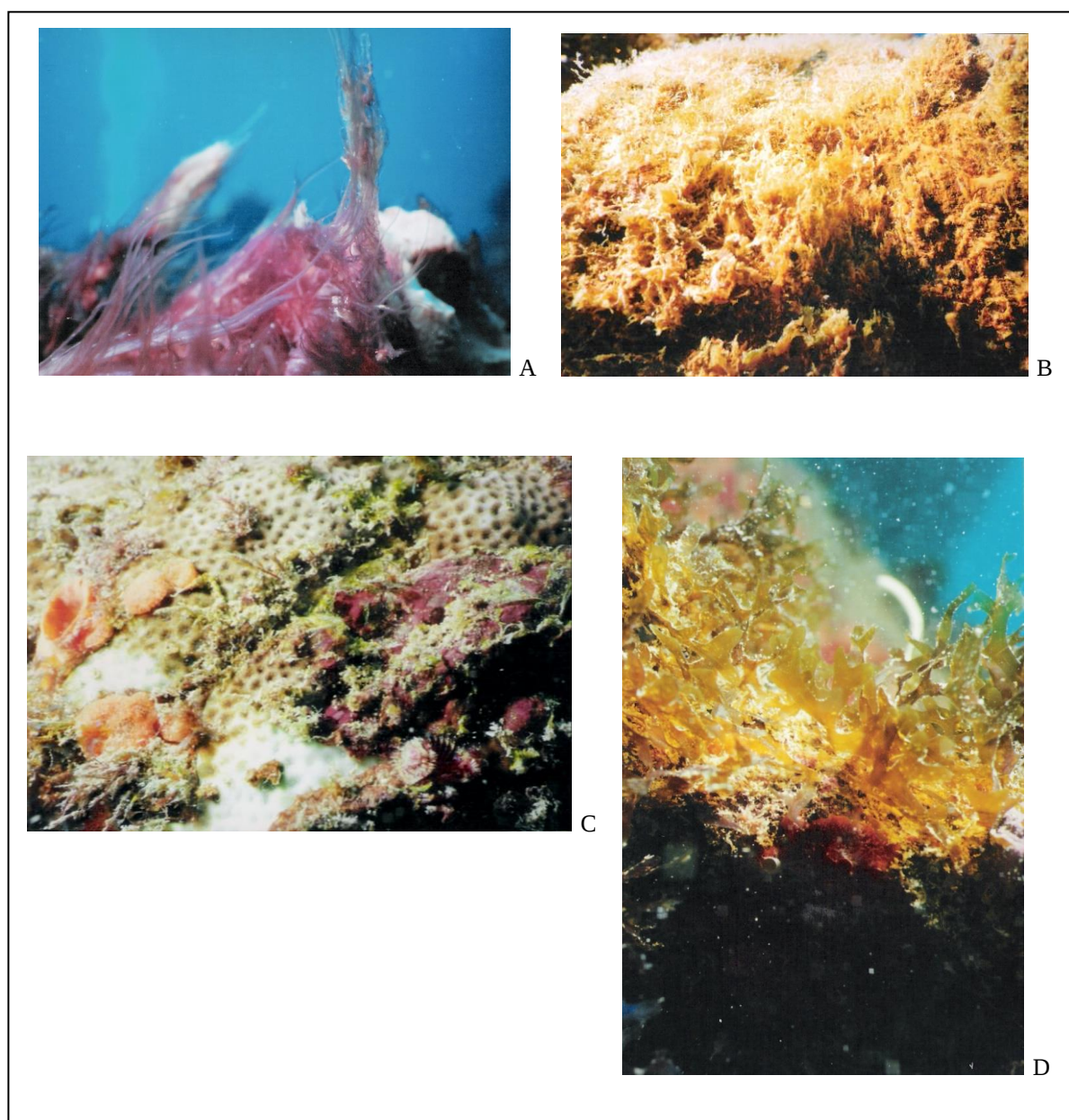


Figura 20. Aspecto do substrato colonizado do Pirapama. A) alga da Família Ceramiaceae; B) coralinácea sobre estrutura oxidada; C) alga calcária não-articulada (incrustante à direita) acompanhada de clorofíceas, poliquetos esponjas e coral; E) alga da Família Dictyotaceae. Fotos da autora.

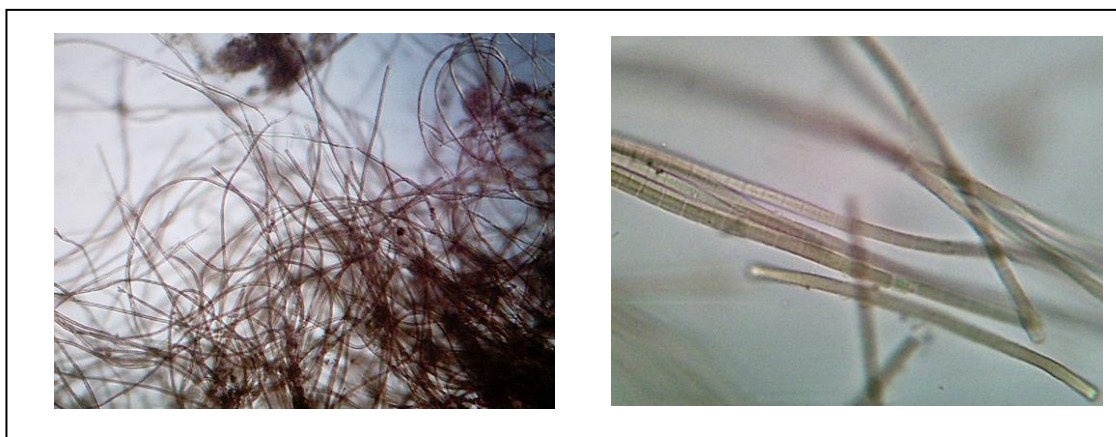


Figura 21. Alga da Família Ceramiaceae (objetivas:10x e 40x, respectivamente). Fotos da autora, contribuição de A. Marsden.

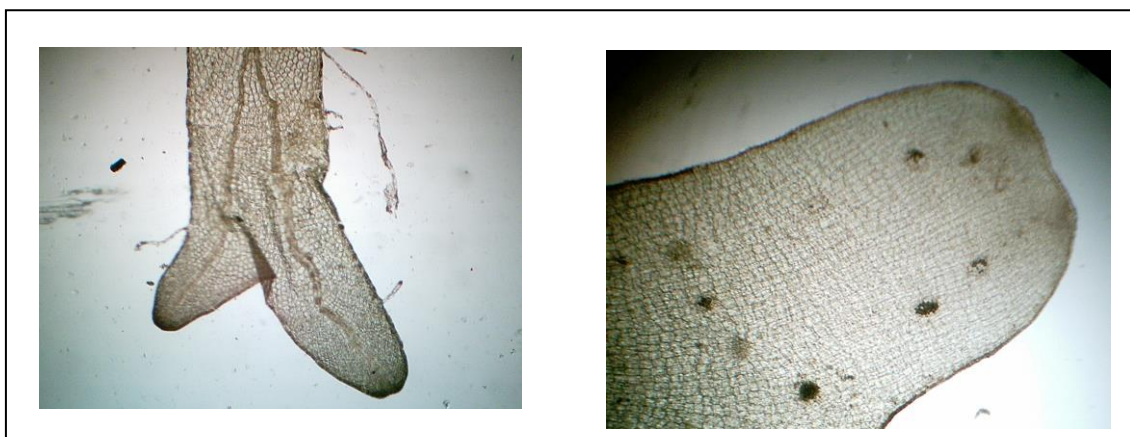


Figura 22. Algas da Família Dictyotaceae, com detalhe da nervura central do gênero Dictyopteris (esquerda) e início de dicotomia na porção distal (direita). Fotos da autora, contribuição de A. Marsden.

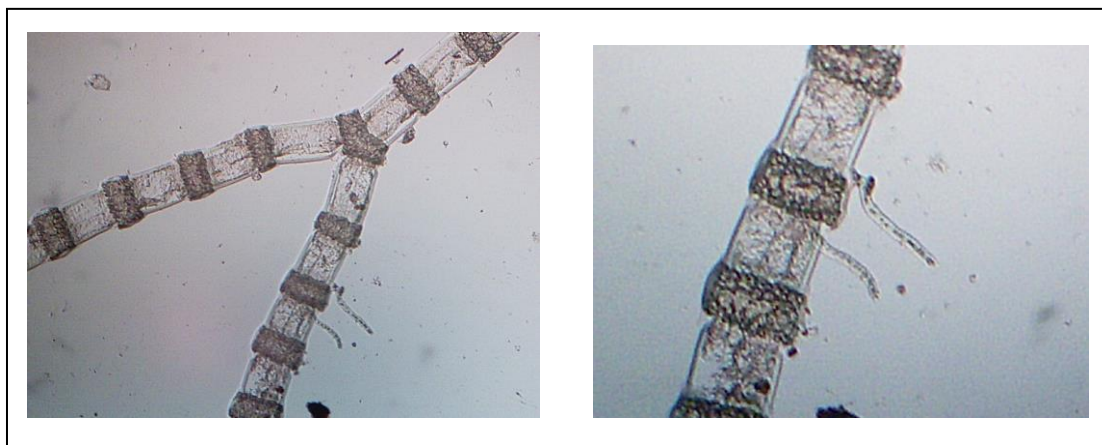


Figura 23. Alga da Família Ceramiaceae (*Ceramium* sp.), com detalhe nos nós e pequenos rizóides. Fotos da autora, contribuição de A. Marsden.



Figura. 24. Detalhe da parte distal do talo de *Ceramium* sp.
Foto da autora.

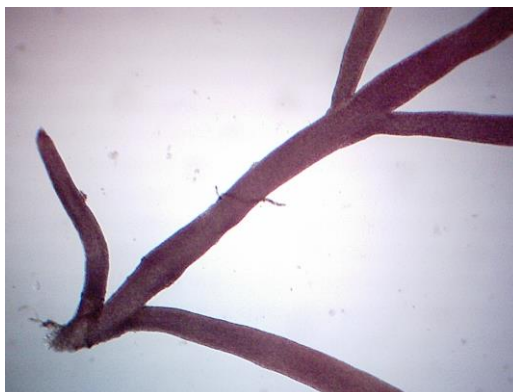


Figura 25. Alga da Família Gracillariaceae.
Foto da autora.

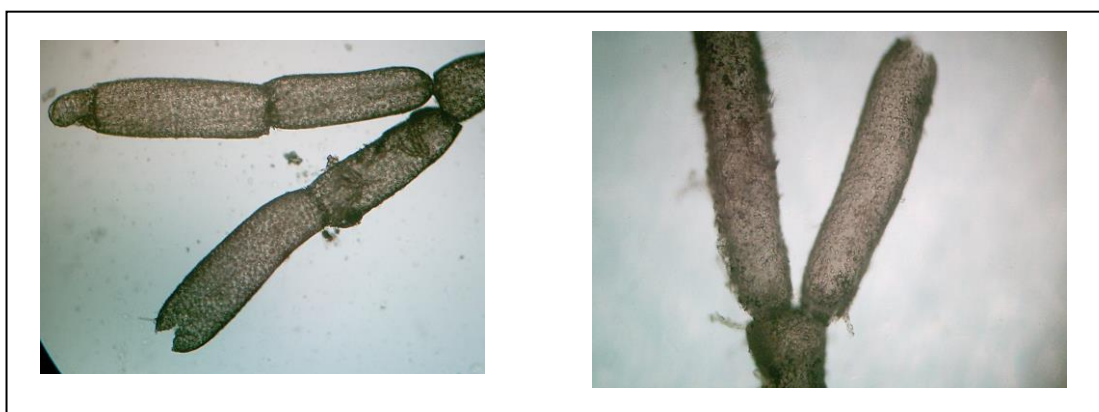


Figura 26. Algas calcárias articuladas, Família Corallinaceae. Fotos da autora.

5.2.3 Biomassa do perifíton

Os valores de biomassa variaram entre $0,904\text{mg.cm}^{-2}$ (outubro) e $0,012\text{mg.cm}^{-2}$ (março), nas áreas de bombordo interno e boreste interno respectivamente (Tab. 9).

A média mensal mínima de biomassa perifítica ocorreu em agosto de 2004 e a máxima em janeiro de 2005 (Fig. 27). Comparando as estações climáticas, verificou-se que a média do período de estiagem foi superior a do período chuvoso (Fig. 28).

Áreas externas apresentaram as menores médias de clorofila *a*, quando comparadas às áreas internas (Fig. 29).

Tabela 9. Valores de biomassa do perifíton ($\text{mg Cl } a.\text{cm}^{-2}$) do Vapor Pirapama entre maio de 2004 e março de 2005.

ÁREA DO VAPOR PIRAPAMA	MAI/04	AGO/04	OUT/04	JAN/05	MAR/05
Proa interna	0,409	0,116	0,088	0,144	0,204
Proa externa	0,381	0,187	0,093	0,012	0,116
Popa interna	0,121	0,178	0,093	0,447	0,123
Popa externa	0,163	0,016	0,197	0,084	0,199
Bomb interna	0,306	0,150	0,904	0,482	0,605
Bomb externa	0,031	0,067	0,071	0,063	0,167
Boreste interna	0,204	0,133	0,114	0,588	0,012
Boreste externa	0,400	0,152	0,009	0,099	0,024
Castelo	0,144	0,388	0,170	0,153	0,054
Assoalho	0,090	0,037	0,432	0,221	0,291
Média por mês	0,225	0,142	0,217	0,229	0,179
Média do período	0,184 (Chuvoso)*		0,209 (Estiagem)*		

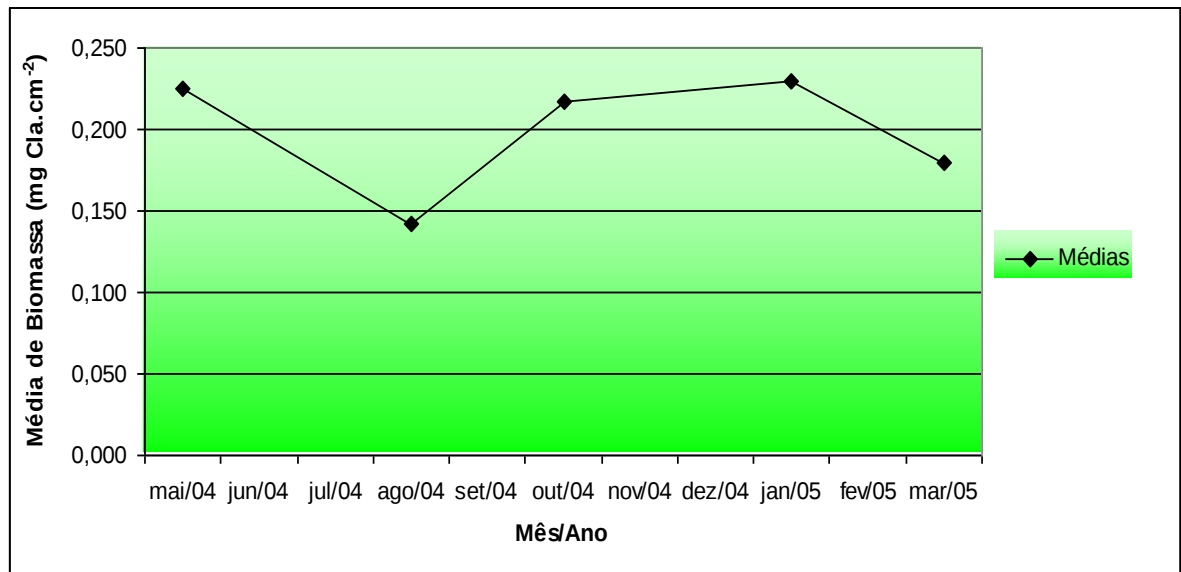


Figura 27. Média de biomassa perifítica do Vapor Pirapama, de acordo com a média mensal no período do trabalho.

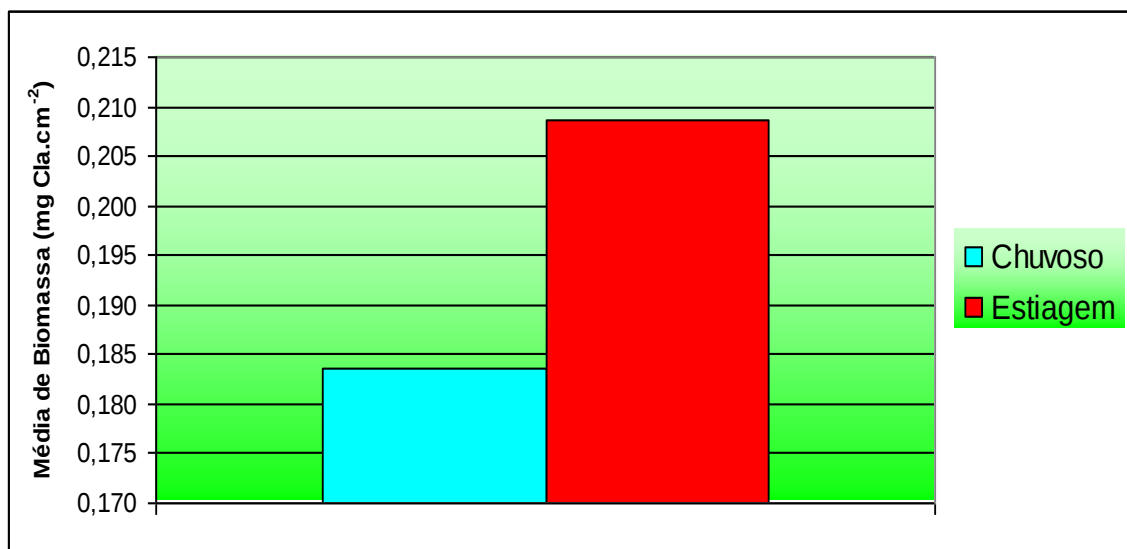


Figura 28. Média de biomassa perifítica do Vapor Pirapama, de acordo com os períodos chuvoso e de estiagem.

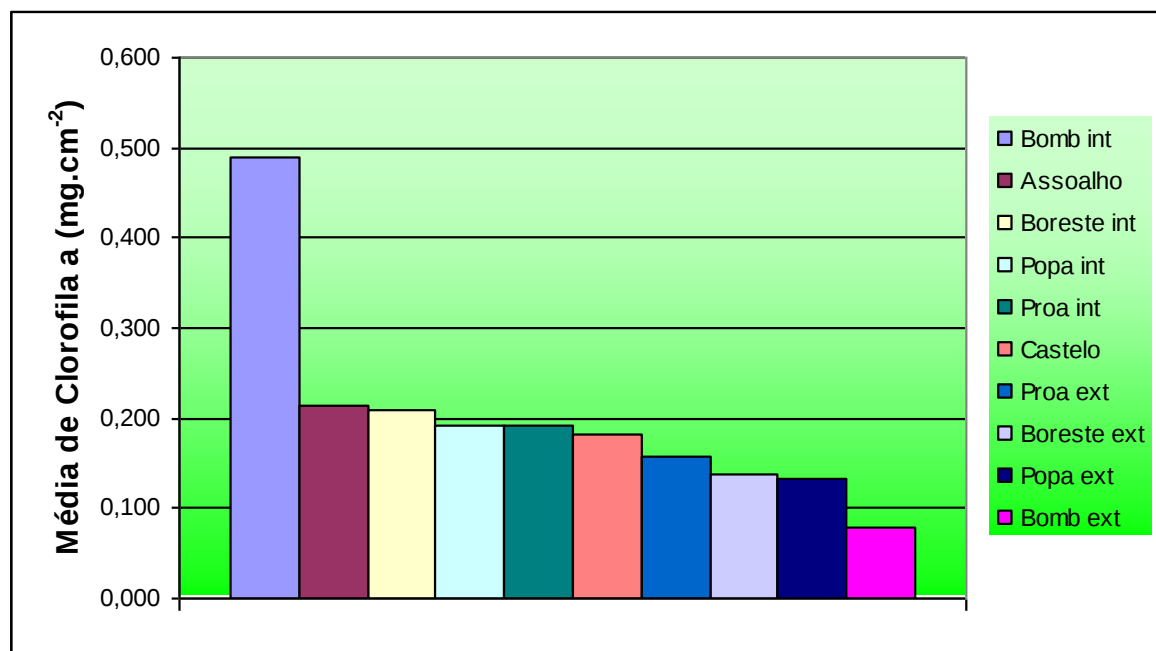


Figura 29. Média de biomassa perifítica do Vapor Pirapama, de acordo com os pontos de coleta.

5.2.4 Análise de similaridade

A construção de dendogramas e a análise cofenética evidenciaram apenas um agrupamento. Não há diferença entre os pontos de coleta do perifíton no Vapor Pirapama no que diz respeito à biomassa. A quantidade de clorofila *a* perifítica é semelhante também nas diversas estações do ano. A análise cofenética não registrou nenhum valor para “r”.

6 DISCUSSÃO

6.1. CONSIDERAÇÕES ACERCA DO MERGULHO CIENTÍFICO

O mergulho científico em profundidades maiores que 5 metros ainda é bastante escasso em Pernambuco, e podem ser apontadas algumas razões: a atividade do mergulho é considerada onerosa; a faina é exaustiva; e há falta de grupos coesos com habilidade técnica comprovada na prática. Não obstante aos desafios, esta atividade é extremamente promissora, pois pode revelar novos dados a cada mergulho. Além disso, promove uma vivência única de observação ao pesquisador, uma vez que o envolve literalmente no ecossistema estudado.

Como esperado, a realização deste trabalho apresentou alguns desafios. Para os trabalhos embarcados, por exemplo, ficou evidente a necessidade de desenvolver um planejamento criterioso para cada excursão, caso contrário, corria-se o risco de não se executarem as coletas.

Ramos (1998), Loya; Slobodkin (1971) mencionam sobre dificuldades enfrentadas em seus trabalhos subaquáticos com transectos. Macedo (2001), relata o cancelamento de excursões devido ao mau tempo e condições inseguras para navegação durante o período de chuvas na plataforma continental do Recife. Esta situação se repetiu neste trabalho, especialmente nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2004, quando o volume de chuvas se mostrou muito mais alto que a média de anos anteriores, fazendo com que as condições do mar inviabilizassem as primeiras coletas.

Mostraram-se imprescindíveis as informações sobre as condições meteorológicas (especialmente quanto ao vento), turbidez da água, o tempo de permanência no fundo, correntes, condições de armazenamento das amostras (tanto após coleta subaquática, quanto na embarcação) e tempo de volta até levá-las ao laboratório. Portanto, apenas com o devido preparo técnico e físico, é plenamente possível realizar pesquisa subaquática.

Apesar da tecnologia de novas misturas gasosas que possibilitam um maior tempo de permanência para o mergulhador, ficou bem evidente que é preciso fazer adaptações dos métodos usuais de coleta. Neste trabalho por exemplo, todos os materiais usados eram inquebráveis e foram estudados para terem fluatibilidade neutra ou negativa, para que pudessem ser manipulados com facilidade dentro d'água; durante o mergulho eram armazenados em samburás ou tubos de PVC de fechamento seguro e clipados a cabos

conectados ao mergulhador, ou a cabos de segurança amarrados à embarcação na superfície, enquanto eram finalizadas as coletas.

Outrossim, há extrema importância no planejamento e na orientação dos mergulhadores. Como trabalho do mergulho é realizado em equipe e pode envolver pessoas alheias à pesquisa, devem ser passadas as informações sobre segurança e conduta com o material já coletado também para o *staff* presente na embarcação e para os mergulhadores recreacionais, a fim de serem evitados acidentes.

6.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS FATORES BIÓTICOS ANALISADOS

O foco principal deste estudo foi analisar a biomassa do perifíton já desenvolvido no Vapor Pirapama e correlacioná-la com os fatores abióticos. Porém, com o decorrer das coletas, percebeu-se que outros organismos fotossintetizantes possuíam alta representatividade, especialmente após constatar seus índices de cobertura no casco da nau.

Partindo dessas observações, optou-se pela análise de biomassa do microfitobentos e suas relações com os parâmetros abióticos, em paralelo com uma identificação preliminar do macrofitobentos, por razões mais detalhadas a seguir.

6.3 A IMPORTÂNCIA DO LEVANTAMENTO DAS MACROALGAS DO VAPOR PIRAPAMA

Além da motivação devido ao alto percentual de cobertura, conhecer as algas epífitas presentes no Vapor Pirapama representaria um incremento ao conhecimento sobre macrofitobentos de profundidade. Para a costa do Nordeste, foram registrados cerca de 313 táxons infra-genéricos para as algas bentônicas, sendo que cerca de 80% desses inventários foram realizados na região entre-marés (PEREIRA et al., 2002).

Portanto, são muito raros os estudos em profundidade maiores que 5 metros (A. Cocentino, com. pess.), sendo marcantes apenas aqueles provenientes de dragagens ocorridas em campanhas oceanográficas do final do século XIX, como as Comissões Hassler e Albatross (TAYLOR, 1930), sob a forma de listas e que foram publicadas posteriormente por Taylor (1931), num compêndio de citações de ficologia do Brasil. Expedições dos navios Almirante Saldanha, Canopus e Akaroa, na década de 60 também foram importantes (PEREIRA et al., op.cit.) e, mais recentemente, destacam-se o NOc Vitor Hensen, no trecho entre Fortaleza e Recife, no qual há trabalhos de Cocentino e Pereira (1995) e o Projeto REVIZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica

Exclusiva), no qual se destaca estudo de Guimarães (2005), ambos utilizando dragagem como método de coleta.

Devido à oportunidade percebida durante a coleta de substrato, o levantamento das macroalgas mostrou-se viável. Ao buscar-se literatura específica, foi revelado o caráter pioneiro deste trabalho em Pernambuco, se considerarmos a profundidade de coleta (23m), o emprego de mergulho autônomo e o tipo de substrato analisado (nau colonizada há mais de 100 anos).

Sobre macroalgas encontradas em navios naufragados de Pernambuco, apenas Galamba (2005) registrou em trabalho monográfico a presença de 08 táxons (*Cladophora* sp., *Neomeris* sp., *Dictyota* sp., *Lobophora* sp., *Padina* sp., *Ceramium* sp., *Heterosiphonia* sp., *Herposiphonia* sp.), encontrados na profundidade de 25m, quando analisou o recrutamento de organismos incrustantes na nau Servemar I, rebocador com apenas sete meses de naufrágio.

Nesta dissertação, tem-se o primeiro registro de 30 espécies de macroalgas presentes na isóbata de 23m da plataforma continental de Recife-PE, coletadas utilizando-se mergulho autônomo no Vapor Pirapama. As espécies encontradas são consideradas freqüentes, ocorrendo em recifes naturais e/ou em áreas mais rasas (A. Cocentino, com. pess).

O presente trabalho possui pontos em comum com o estudo de Guimarães (2005), pois este também cita os gêneros *Caulerpa*, *Dictyopteris*, *Lobophora*, *Ceramium*, *Herposiphonia*, *Jania*, *Peyssonnelia*, *Polysiphonia*. Porém, há diferenças quanto às espécies *Dictyopteris delicatula*, *Peyssonnelia* sp. e *Ceramium* sp, pois a profundidade de dragagem realizada pelo REVIZEE corresponde a locais mais profundos que a isóbata onde se encontra o Vapor Pirapama.

Optou-se pela análise qualitativa das macroalgas, tanto por questões técnicas quanto práticas (volume de coletas, tempo de fundo, equipamentos utilizados para coleta, logística para conservação e identificação).

A metodologia de coleta com mergulho científico provou ser eficiente, não só porque facilitou a identificação (por ser capaz de manter a integridade dos exemplares), mas também porque é um método seletivo e pontual, capaz de manter os destroços e seu ecossistema protegido, diferentemente do método de dragagem utilizados em coletas tradicionais para estas profundidades.

Em virtude de observações empíricas, sugere-se a investigação de padrão sazonal das macroalgas, pois parece bem evidente que não só seu estágio de vida é diferenciado, mas também a sua freqüência de ocorrência pode variar durante o ano.

6.4 A IMPORTÂNCIA DO PERIFÍTON PRESENTE NO VAPOR PIRAPAMA

Apesar da importância dada ao macrofitobentos e do esforço para sua identificação, o perifíton do Vapor Pirapama mantém sua relevância, pois também é pouco estudado, as pesquisas também têm características inéditas, e, principalmente porque é o elemento fotossintetizante que está relacionado mais estreitamente ao substrato, com presença marcante desde os primeiros momentos da colonização dos destroços.

A seguir, são tecidas considerações sobre a biomassa perifítica do Vapor Pirapama, embasadas em estudos acerca dos fatores abióticos e seus efeitos sobre produtores primários.

6.4.1 A biomassa do perifíton e suas relações com os fatores abióticos

Os fatores geológicos, meteorológicos, físicos, biológicos e a natureza do substrato são capazes de regular a composição florística, biomassa e produção primária do perifíton (Silva, 1988).

Essa afirmação mostra-se bastante pertinente quando são analisados os resultados deste trabalho, pois, conforme visto, embora os valores estejam dentro do esperado para águas costeiras, algumas variações (não obstante o pequeno valor absoluto) como as da luz, pluviosidade do período e da transparência da água, pareceram bem significantes para compreender o funcionamento do ecossistema mantido no Vapor Pirapama.

A pouca literatura sobre biomassa perifítica em ambientes a mais de 5 metros de profundidade dificultou comparações, mas por outro lado promoveu um esforço investigativo criterioso, que subsidiasse os fatos constatados nesta pesquisa. Em relação à biomassa perifítica, por exemplo, Moura (1991) já mencionava desafios em executar comparações devido à variedade de métodos de medição da clorofila *a*.

O que chama a atenção no primeiro momento, nos resultados deste trabalho, é a discrepância entre os dados de biomassa do perifíton e a quantidade encontrada em outros tipos de substratos pesquisados anteriormente. Moura (op. cit.), trabalhando com perifíton de manguezal, encontrou valores de clorofila variando entre não-detectáveis a $2,70\mu\text{g Cl. cm}^{-2}$. Comparativamente, no Vapor Pirapama, a biomassa do perifíton alcançou valor mínimo de $0,012\text{mg Cl. cm}^{-2}$ e máximo de $0,904\text{mg.Cl. cm}^{-2}$ (correspondentes a 12 mg.Cl. cm^{-2} e $904\mu\text{g.cm}^{-2}$ – vide tabelas de conversão em ANEXOS), obtendo médias bem mais elevadas que as encontradas em Moura (1991). Trabalhos de Panitz (1980), Pompeo e Cerrão (1990)

também apresentam valores de clorofila inferiores ao encontrado neste estudo, porém as dificuldades comparativas existem porque as análises dos pesquisadores são comumente realizadas utilizando-se substrato artificial e em condições ambientais diferentes das encontradas nesta dissertação. Moschini-Carlos e Henry (1997), por exemplo, trabalharam com substratos artificiais e naturais, usaram unidades de medida típicas para perifíton, mas o ambiente era limnético e o método utilizado para determinação da clorofila a utilizou peso seco e peso seco sem cinzas. Estes autores também chegaram a valores muito pequenos de clorofila, se comparamos como o perifíton do Vapor Pirapama.

Estes resultados diferenciados podem estar relacionados às metodologias. Sabe-se que a utilização de substratos artificiais e naturais tem sido muito discutida. Wetzel (1965) critica a utilização dos artificiais, alegando existirem efeitos sinérgicos entre estes e a biota perifítica. É importante considerar que a escolha da metodologia pode se mostrar influente nos resultados, pois a composição do perifíton depende do tipo, tempo e posição do substrato, de sua área, dos fatores ambientais (pH, temperatura, salinidade, nutrientes...), fatores biológicos (como Grazing), aspectos morfológicos e funcionais da comunidade.

Na estação chuvosa houve uma pequena diminuição da biomassa, o que pode estar relacionado com a transparência, nutrientes, ventos, correntes, como analisado a seguir.

Para entender os mecanismos que estão envolvidos, é essencial correlacionar os dados abióticos com observações de estudos pregressos sobre os parâmetros abióticos. Especificamente sobre a biomassa do perifíton, três fatores parecem determinantes: a, transparência, a quantidade de nutrientes e o deslocamento das massas d'água que atingem o Vapor Pirapama.

Na área do Pirapama, os parâmetros abióticos analisados (temperatura, transparência, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, percentual de saturação e sais nutrientes) tiveram seus resultados dentro do considerado típico da água costeiras tropicais.

Costa (1991), Ramos (1996) e Advíncula (2000) mostram valores de temperatura e salinidade da água em torno de 28°C e 37‰, respectivamente, para a área costeira, bem semelhantes aos encontrados para a área do Vapor Pirapama, com discreto padrão sazonal, onde os valores menores ocorrem na estação chuvosa.

Os resultados de pH foram muito estáveis sazonalmente, estando dentro do esperado e remontam à afirmação de Perkins (1977) segundo a qual o limite aceitável do pH para a vida marinha está entre 6,5 e 9,0.

Em relação à transparência, evidenciou-se que as menores médias ocorreram no período chuvoso, estando concordante com dados de Resurreição (1990). Esse autor analisou

parâmetros abióticos em relação à biomassa fitoplanctônica sobre a plataforma de Pernambuco (isóbatas 5, 10, 20 e 30 metros) e constatou haver forte influência de águas fluviais provenientes do rio Capibaribe sobre a transparência da água da costa do Recife, pois no inverno, quando o aporte dos rios é mais intenso, há uma diminuição da transparência da água, sobretudo devido aos materiais em suspensão carregados. Como a região onde está localizado o Vapor Pirapama coincide com um dos perfis de Resurreição (1990), pode-se afirmar que o Pirapama está inserido nessa área atingida pela pluma do rio Capibaribe e por isso os mergulhos se tornam de tão baixa visibilidade nos meses da estação chuvosa.

Advíncula (2000) ao falar sobre os mecanismos físicos influentes na fertilização das águas verificou que os ventos na área do porto do Recife sopraram predominantemente de nordeste, no período entre janeiro e abril, ocasionando teoricamente o transporte líquido das massas de água superficiais em sentido para o oceano aberto. Este fato se soma ao evento de deslocamento de massas d'água do Rio Capibaribe, cujo volume é notadamente aumentado devido a maior descarga fluvial causada pelo aumento da pluviosidade. Portanto tais massas tendem a ser “empurradas” na direção do Vapor Pirapama, já no início do período chuvoso, o que reforça a idéia de que as condições hidrológicas do Vapor Pirapama são influenciadas por este transporte.

Ainda segundo Resurreição (op. cit.), a diminuição da camada fótica no inverno promove uma inibição no florescimento fitoplanctônico. No presente trabalho realizado no Vapor Pirapama, a biomassa do perifíton apresentou pequeno decréscimo de valores na estação chuvosa, o que parece associado à diminuição da penetração de luz. Para corroborar com esta afirmação, o mês de maio aparenta ser bem decisivo, pois ocorreu um aumento repentino e atípico na transparência da água (devido a uma queda na precipitação e ventos favoráveis durante um intervalo de dias) e logo em seguida foi observado um aumento na biomassa perifítica em pleno mês de inverno.

Vários autores têm ressaltado a importância da influência pluviométrica sobre a produção e biomassa do fitoplâncton e os parâmetros físico-químicos nos ambientes estuarinos e costeiro (Feitosa et al., 1999; Moura, 1991 apud Losada, 2000).

Em algumas situações, por exemplo, a produção primária aumenta com a entrada de nutrientes carregados pela chuva. Passavante (1979), diferentemente de Resurreição (1996), relata que devido ao aumento da precipitação pluviométrica (que intensificava a entrada de nutrientes no Canal de Santa Cruz) a produção primária aumentava nesse período.

A relação entre a diminuição da transparência da água na área do Vapor Pirapama e a descarga do Rio Capibaribe no período chuvoso já é de conhecimento popular, sendo comum

nas comunidades de pescadores e no meio do mergulho se dizer que a água “suja no inverno” e que os ventos de nordeste favorecem a manutenção da alta turbidez durante estes meses.

Portanto, semelhantemente ao fitoplâncton, o perifíton do Vapor Pirapama parece responder negativamente à diminuição da luz, considerado como um dos fatores mais limitantes para o processo fotossintético e produção primária (SASSI, 1991).

A penetração da luz confirma sua importância não só sazonalmente, mas também de acordo com a posição do perifíton. No presente trabalho, quando se relacionam os resultados de biomassa com seu ponto de coleta no Vapor Pirapama, percebe-se que as áreas sombreadas tendenciam a apresentar valores absolutos de clorofila *a* levemente menores, provavelmente relacionados à angulação desfavorável à maior entrada de luz.

Entretanto, ao se efetuar um tratamento estatístico mais detalhado, descobriu-se que o dendograma gerado comprova que não existem diferenças espaciais marcantes, nem tampouco sazonais, no que diz respeito à biomassa do perifíton presente no Vapor Pirapama, apesar de a média de Clorofila *a* ter sido menor nos meses de chuva.

Ao analisar a quantidade de nutrientes dissolvidos, percebe-se uma concentração relativamente estável, tanto no período chuvoso quanto na estiagem. Isto leva a crer que o aumento da quantidade de clorofila *a* perifítica está relacionado não só com a concentração de nutrientes dissolvidos e pela própria ciclagem dentro do ecossistema, mas principalmente com o aumento da transparência (típico da estiagem).

Segundo Pelegrini e Csanady (1991 apud ADVINCULA, 2000) a concentração do micronutrientes nos oceanos é determinada pela circulação oceânica e está influenciada por processos biológicos de absorção e remineralização, pela precipitação de detritos orgânicos através de coluna de água com conseqüente regeneração dos nutrientes e migração de animais (POSTMA, 1971; CHESTER 1993).

Quanto ao oxigênio dissolvido, os valores revelam que a área é continuamente supersaturada, o que descarta a possibilidade de haver poluição, mesmo nos meses em que o Pirapama é atingido pela pluma do rio Capibaribe.

Assim, a comunidade perifítica aparenta ter grande estabilidade, favorecida por um balanço constante, entre luz e nutrientes, correntes e ciclagem.

Os fatos analisados nos remetem às informações de vários autores citados por Tundisi e Tundisi (1976 apud FEITOSA, 1988), que afirmam que os principais fatores ambientais que exercem importância fundamental na produção primária, são a precipitação pluviométrica total e a entrada de energia radiante (do ponto de vista climatológico), e a penetração da luz,

estrutura térmica da coluna d'água, o grau de mistura do ecossistema, o suprimento de nutrientes (do ponto de vista hidrológico).

Empiricamente, já se suspeitava que tanta vida presente no ambiente de naufrágio tinha que ter algum tipo de sustentação constante. Essa manutenção, na verdade é um equilíbrio entre os fatores abióticos e bióticos. E, sem dúvida, o perifíton ocupa um nicho muito importante, por estar intimamente relacionado ao substrato atrator, por mostrar auto-sustentabilidade e por ser um dos primeiros elos tróficos, contribuindo para a sobrevivência do ecossistema.

Portanto, os dados analisados neste trabalho comprovam que a biodiversidade do Vapor Pirapama tem como pilares de sustentação o equilíbrio entre os fatores abióticos e a existência de organismos fotossintetizantes com capacidade de fornecer a energia necessária para manutenção do seu ecossistema, em todas as estações do ano. O terceiro pilar pode ser representado pela ação antrópica direta que impactaria o ecossistema positivamente (a exemplo das ações educativas, leis ambientais, etc) ou negativamente (a exemplo do pisoteamento, pesca predatória, turismo desordenado).

Vale ressaltar que relatos de pescadores e mergulhadores já revelam a diminuição da biodiversidade nos últimos 10 anos, sendo relevante a instauração de um plano de manejo que inclua a utilização racional dos recursos pesqueiros e também práticas conservacionistas favoráveis para o turismo e para as atividades de pesquisa científica.

7 CONCLUSÕES

- O perifíton e demais organismos fotossintetizantes do bentos confirmam-se como os principais responsáveis pela energia inicial para o ecossistema no Vapor Pirapama.
- Entre os organismos fotossintetizantes do bentos, as macroalgas se revelam importantes devido ao percentual de cobertura e diversidade. O conhecimento acerca das macroalgas contribui para visão geral do funcionamento do ecossistema, uma vez que também são produtores primários e que podem representar abrigo, proteção e substrato para outros organismos.
- O perifíton se mantém estável devido ao equilíbrio entre os nutrientes (oriundos do aporte fluvial e/ou do próprio ecossistema) e os fatores abióticos. Analisar e conhecer essas relações incrementa o conhecimento global do ecossistema formado nos destroços.
- Por ser um dos primeiros elos tróficos, por sua auto-sustentabilidade, capacidade de adaptação e relação íntima com o substrato, o perifíton assume importante papel na sobrevivência do ecossistema formado no Vapor Pirapama.

REFERÊNCIAS

ACIOLY, M. da C.; TRAVASSOS JÚNIOR, A. Microalgas bênticas no mesolitoral da praia de Piedade (PE). In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 14., 1990, Recife. **Resumos...** Recife, 1990.

ADVÍNCULA, R. **Elementos micronutrientes na camada eufótica da região oceânica entre Recife (Pernambuco) e Salvador (Bahia): distribuição espacial e mecanismos físicos influentes na fertilização das águas.** Recife, 2000. 92 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) – Universidade Federal de Pernambuco.

AQUÁTICOS CENTRO DE MERGULHO. **Registro de mergulhos.** Recife: Aquáticos, 2004. 193 p. Inclui Fichas de registro de mergulhos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação:–** Trabalhos Acadêmicos - Apresentação, NBR 14724. Rio de Janeiro, 2001. S. n., 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação:–** Referências–Elaboração, NBR 6023. Rio de Janeiro, 2002a. S. n., 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação:–** Citações em documentos, NBR 10520. Rio de Janeiro, 2002b. S. n., 7 p.

BARRETO, M. B. B.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Aspecto morfológico do gênero *Ceramium* Roth (Ceramiales, Rhodophyta) no Estado do Rio de Janeiro. **Hoehnea**, Rio de Janeiro, v. 28(!), p. 77 – 110, 2001.

BICUDO, C. E. M. Metodologia para estudo qualitativo das algas do perifíton. **Acta Limnol**, Porto Alegre, v. 3, p. 477-491, 1990.

CARVALHO, M. **Naufrágios do Brasil.** Disponível em: <<http://www.naufragiosdobrasil.com.br>>. Acesso em: 11 jan. 2003.

CHAMIXAES, C. B. C. B.; TUNDISI, J. G. Variação sazonal das algas perifíticas em substrato artificial no Ribeirão do Lobo – Itirapina – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 3., 1990, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 1990 a.

CHAMIXAES, C. B. C. B.; TUNDISI, J. G. Novo aparelho para coleta de amostras simultâneas de perifíton e utilização direta do substrato para determinação da biomassa, um estudo comparativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 3., 1990, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 1990 b.

CHESTER, R. **Marine geochemistry**. 2. ed. Londres: Chapman & Hall, 1990. 698 p.

CHOU, L. M. Some guidelines in the stablishment of artificial reefs. **Tropical Coastal Management**, Manila, v. 6, n. 1/2, p. 4-5, Apr./Aug. 1991.

CREITZ, G. I.; RICHARDS, F. A. The estimation and characterization of the plankton populations by pigment analysis. III. A note on de use of millipore membrane filters in the estimation of plankton pigments. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 14, n. 13, p. 211-216, 1955.

COCENTINO, A. de L.; PEREIRA, S. M. B. Algas marinhas dragadas pelo navio Victor Hensen no Nordeste brasileiro. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DEL MAR, 1995, Mar Del Plata. **Resumos...** Mar Del Plata, 1995. p.169.

CORDEIRO-MARINO, M.; GUIMARÃES, S. M. P. B. Novas referências para flora marinha de profundidade do Brasil. **Rickia**, São Paulo, v. 9., p. 61-70, 1981.

COSTA, K. M. P. **Hidrologia e biomassa primária da região Nordeste do Brasil entre as latitudes de 08° 00' 00" e 02° 44' 30" S e as longitudes de 35° 56' 30" e 31° 48' 00" W**. 1991. Recife, 1991. 217 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – CTG Universidade Federal de Pernambuco.

CUSTÓDIO, M. R.; HAJDU, E.; MURICY, G. **Porifera Brasil**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/labpor/>>. Acesso em: 01 jun. 2001.

ESKINAZI-LEÇA, E. **Hidrologia e plâncton na plataforma continental de Pernambuco. Perfil Porto do Recife**. Recife, 1989. 77 p. Relatório técnico-científico - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia / CNPq. Datilografado.

ESKINAZI-LEÇA, E.; ALVES, M. L. da C.; ROCHA, I. de P. O perifíton e sua relação com o cultivo de peixes mugilídeos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., 1980, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 1980. p. 109-119.

ESTON, V. R. de. **Recobrimento primário de substratos artificiais submersos no estuário de Santos – São Paulo-Brasil**. São Paulo, 1981. 116 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico de São Paulo.

FALCÃO, V. TAMAR encontra tartarugas em navio. **Jornal do Commercio**, Recife, p. 8-9, 27 maio 2001. Ciência e Meio Ambiente, Caderno Cidades.

FEITOSA, F. A. do N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA, K. M. P. Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife-PE). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 27, n. 2, p. 1-13, 1999.

FEITOSA, F. A. do N. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionadas com parâmetros abióticos no sistema estuarino do rio Goiana. (Pernambuco- Brasil)**. São Paulo, 1997. 250 p. Tese (Doutorado em oceanografia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

GALAMBA, J. **Estudo qualitativo da sucessão ecológica e de recrutamento de organismos incrustantes no naufrágio Servemar I, localizado na costa de Recife-PE**. Recife, 2005. 89p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

GARDNER, T.; GRAN, H. H. Investigation on the production of plankton in Oslo Fjord. **Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl. Mer.**, [S.l.], v. 42, 1927.

GRASSHOFF, F. K.; EMRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2. ed. Nova Iorque: Verlag Chemie, 1983. 419 p.

GUIMARÃES, N. **Fitobentos da Zona Econômica Exclusiva, do Nordeste brasileiro (REVIZEE NE-IV)**. Recife, 2005. 42p. Monografia (Bacharelado em C. Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

GUIMARÃES S. M. P. B.; CORDEIRO-MARINO M.; YAMAGUISHI TONITA, N. Deep water Phaeophyceae and their epiphytes from northeastern and southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4., p. 95-113, 1981.

GUSMÃO, L. M. de O. **Chaetognatha planctônicos de províncias nerítica e oceânica do nordeste do Brasil (04° 00'00" - 08° 00'00")**. Recife, 1986. 192 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

HONORATO DA SILVA, M. **Fitoplâncton do estuário do Rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil):** biomassa, taxonomia e ecologia. Recife, 2003. 131 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

HUMANN, P. **Reef Creature Identification: Florida, Caribbean, Bahamas.** Flóroda: new World Publications, 1994. 344p.

JOLY, A. B. **Gêneros de Algas Marinhas da Costa Atlântica.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1967. 461p.

KANAGAWA, A. I. **Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado da Paraíba – Brasil.** São Paulo, 1984. 470p. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. V. 1 e 2.

LOBO, E.; BUSELATO-TONIOLLI, T. C. Tempo de exposição de um substrato artificial para estabelecimento de comunidade do perifíton no curso inferior do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rickia**, São Paulo, v. 12, p. 35-51, 1985.

LOYA, Y. ; SLOBODKIN, L.B. The coral reefs of Eilat (Gulf of Eilat, Red Sea). **Symposium Zool. Soc. London**, Londres, n. 28, p. 117-139, 1971.

LOSADA, A P. de M. **Biomassa fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos, nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba, e na Baía de Tamandaré (Pernambuco – Brasil).** Recife, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências, em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco.

MACÊDO, A. B. **Cnidários do Vapor Pirapama , naufragado na costa de Recife-PE, e fauna acompanhante.** Recife, 2001. 106 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco.

MACÊDO, A. B. **Biomassa fitoplanctônica das áreas dos naufrágios do Vapor Pirapama e do Rebocador Servemar-X, localizados na costa de Pernambuco- Brasil.** Recife, 2002. 31 p. Monografia (Especialização em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

MACÊDO, A. B. **Ecologia das comunidades bentônicas dos navios naufragados Pirapama, Rebocador Flórida e Vapor de Baixo, localizados na plataforma continental de Pernambuco.** Recife, 2003. 25 p. Relatório de Conclusão (Curso de Bioestatística) – Universidade Federal de Pernambuco.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral Reefs of Brazil: an overview. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 8., 1997, Balboa. **Proceedings...** Balboa: International Coral Reef Symposium Executive Comitee, 1997, v. 1, p. 263-274.

MOSCHINI-CARLOS, V. M.; HENRY, R. Aplicação de índices para a classificação do perifíton em substratos natural e artificial, na zona de desembocadura do Rio Paranapanema, (Represa de Jurumim), SP. **Revista Brasileira de Biologia**, [S.l.], v. 57, n. 4, 655-663, 1997.

MORATO, A. P. Show de vida em Recife. **Revista Mergulho**, São Paulo, ano 6, n 69, p. 38-43, fev. 2002.

MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas do Paraná, 1: a flora diatomológica no *Sargassum*. **Bolm. Inst. Hist. Nat. : Ser. Bot.**, Curitiba, v. 2, p. 1-26, 1959.

MOURA, A. do N. **Estudo quali-quantitativo das algas perifíticas dos estuários dos rios Paripe e Igarassu – Itamaracá (Pernambuco – Brasil)**. Recife, 1991. 163 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

NUNES, C. R. R. **Idade e crescimento de *Haemulon squamipinna* Rocha & Rosa 1999 (Teleostei: Haemulidae) dos naufrágios e recifes costeiros da Paraíba, Brasil**. Recife, 1999. 51p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

NUNES, J. M. de C. **Phaeophyta da região metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil**. Salvador, 1999. 262 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo.

PANITIZ, C. M. N. **Estudo comparativo do perifíton em diferentes substratos artificiais da Represa do Lobo (Broa), São Carlos-SP**. São Paulo, 1980. 224 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Carlos.

PANITIZ, C. M. N. Aspectos ecológicos da comunidade perifítica. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 20., 1979, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: 1979. p. 175-178.

PANOSSO, R. de F.; SANTOS, J. E. dos. Fixação biológica do nitrogênio via perifíton agregado a substrato artificial (Lagoa do Infernã, Estação Ecológica de Itajaí, SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 3., 1990, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: 1990.

PARANAGUÁ, M. N.; GUSMÃO, L. M. O.; VIEIRA, D. A. N.; LEITÃO, S. N. Zooplâncton da área costeira do Porto do Recife. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 21, p. 59-80, 1990.

PASSAVANTE, J. Z. de O.; GOMES, N. A.; LEÇA, E. E.; FEITOSA, F. A. N. Variação da clorofila *a* do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 20, p. 145-154, 1987/89.

PASSAVANTE, J. Z. de O. **Produção primária do fitoplâncton do canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE)**. São Paulo, 1979. 188 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, S. M. B. *et al.* Algas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA J. M. C. da (org.). Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Ed. Massangana, 2002.

PERKINS, E. J. **The biology of estuaries and coastal waters**. London, New York: Academic Press, 1977. 665 p.

POMPEO, M. L.; CERRÃO, G. C. Produção primária e biomassa da comunidade perifítica da Lagoa Dourada-SP, em substrato artificial com diferentes tratamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 3., 1990, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 1990.

PORTO NETO, F. **Variação nictimeral e sazonal do zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE**. Recife, 1998. 161p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

POSTMA, H. Distribution of nutrients in the sea and the oceanic nutrient cycle. In: COSTLOW, J. D. (ed). Fertility of the sea, New York. **Gordon & Breach Science Publication**, v. 2, p. 337-350, 1971.

RAMOS, B. S. **Comunidades recifais do Arquipélago dos Abrolhos, BA, com ênfase em corais (Cnidaria: Scleractinia e Milleporidae): aspectos metodológicos e comparações entre locais**. Rio de Janeiro, 1998, 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RESURREIÇÃO, M. G. **Variação anual da biomassa fitoplanctônica da plataforma continental de Pernambuco: perfil em frente ao Porto da cidade do Recife (08° 03'3" Lat.S.; 34° 42'28" a 34° 52'00" Long. W.)**. Recife, 1990. 306p. Dissertação (Mestrado em

Oceanografia Biológica) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

RESURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE, J. Z. de O., MACÊDO, S. J. Estudo da plataforma Continental na área do Recife (Brasil): variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (08°03'38'' Lat. S; 34° 42' 28'' a 34° 52' 00'' long. W). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 24, p. 39-59, 1996.

RICHARDS, F. A.; THOMPSON, T. G. The estimation and characterization of the plankton populations by pigment analysis. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 11, n. 2, p. 156-172, 1952.

ROCHA, A. J. A. **Sucessão do periphyton em substrato artificial em dois lagos de Brasília (DF)**. Brasília, 1979. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciências/Ecologia) – Universidade de Brasília.

RUSS, G. R. Effect of predation by fishes, competition, and structural complexity of the substratum on the establishment of a marine epifaunal community. **J. exp. mar. Biol. Ecol.**, [S.l.], v. 42, p. 55-69, 1980.

SCHWARZBOLD, A. Métodos ecológicos aplicados ao estudo de perifíton. **Acta Limnol. Brasil**, Porto Alegre, v. 3, p. 545-592, 1990.

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and quantitative remarks. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 93-115, 1991.

SILVA, J. A. M. da. **Produtividade primária do perifíton em viveiros destinados à piscicultura**. Salvador, 1988. 218 p. Dissertação (Mestrado em Produção Aquática: Produção Primária) – Universidade Federal da Bahia.

SOARES, J. J. **Estudos sobre a biomassa e produtividade do perifíton em macrófitas na Represa do Lobo, São Carlos-SP**. São Paulo, 1981. 223 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Carlos.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. 2. ed. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, n. 167, p. 1 - 211, 1972.

TAYLOR, W.R. Algae collected on the Hassler, Albatross and Schmidt Expeditions. 1930 **Ann. J. Bot.**, Michigan, v.16, p. 621-630.

TAYLOR, W.R. A synopsis of the marine algae from Brazil. 1931. **Ver. Algal.**, Michigan, v.5, p. 279-313.

TAYLOR, W. R. **Marine algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas**. University of Michigan. United States of America. Scientific Ser, 21. 1960. 870 p.

TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.

TETT, P.; KELLY, M. G.; HORNBERG, G. M. A method for the spectrophotometric measurement of chlorophylla and pheophytin *a* in benthic microalgae. **Limn. Oceanogr.**, [S.l.], v. 20, n. 5, p. 887-896, 1975.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife-Pernambuco**. Recife, 1991. 288 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco.

UNESCO. **International Oceanographic Table**. Wormly, v. 2, 141 p. 1973.

VOLLENWEIDER, R. A.; TALLINS, J. F.; WESTLAKA, D. F. A manula in metod for measuring primary production in aquatic environments, including a charper on bacteria. **International Biological Programme Handbook**, Oxford, v. 12, n. 16, p. 1-213, 1969.

WETZEL, R. G. Technics and problems of primary productivity measuraments in higher aquatic plants and periphyton. **Mem. Inst. Ital. Hidrobiol. Suppl.**, [S.l.], v. 18, p. 249-247, 1965.

WHITE , A. T.; MING, L. M.; DE SILVA, M. W. R. N. **Artificial reefs for marine habitat enhancement in southeast Asia**. Manilla: ICLARM, 1990. 45 p.(Education Series, 11).

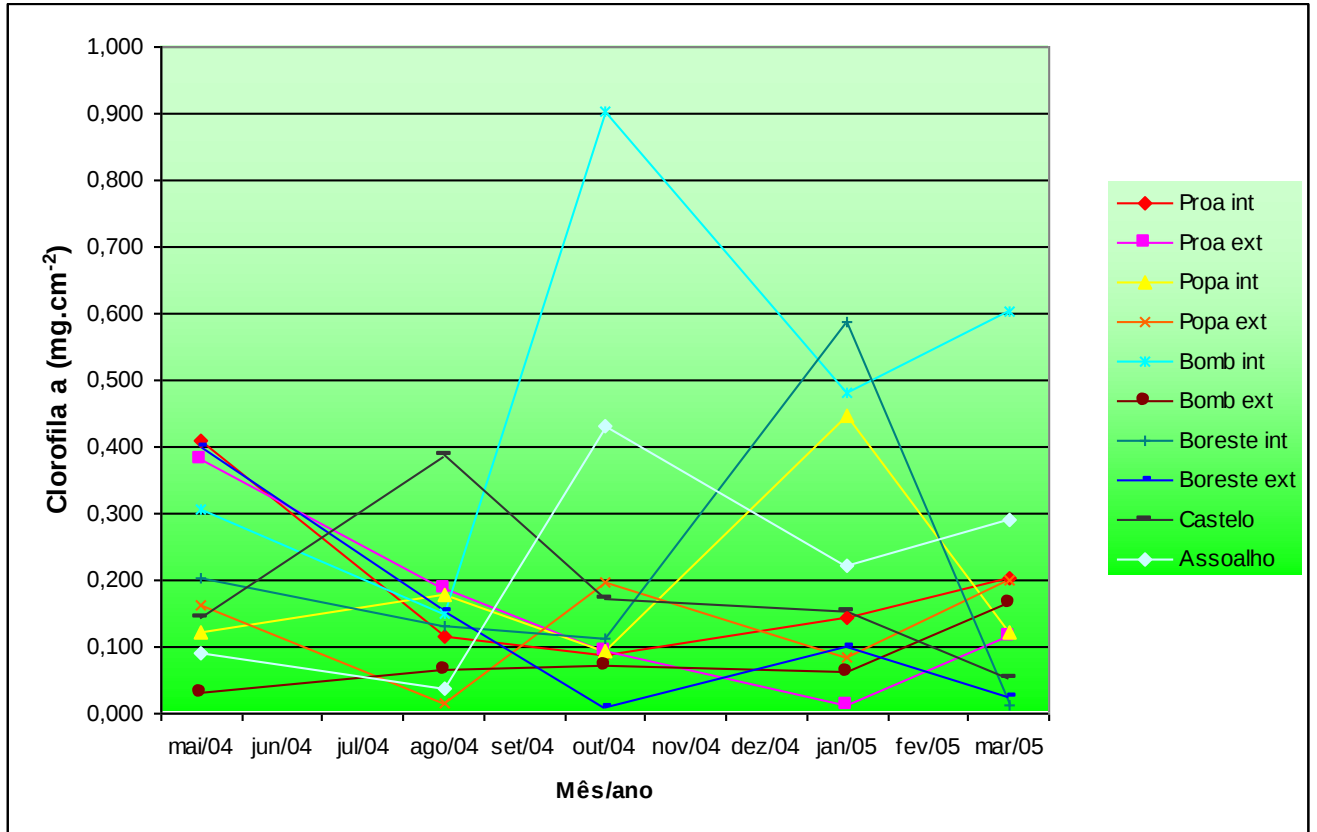
WYNNE, M. J. **A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic : first revision**. Berlin-Stuttgart: J. Cramer, 1998. 155p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Tabelas com resultados de Biomassa do Perifíton convertidos em mg Cla.cm^{-2} , mg Cla.m^{-2} e g Cla.m^{-2} .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			Clorofila a (mg/m ²)								
2		mai/04	ago/04	out/04	jan/05	mar/05					
3	Proa int	4091,26	1158,46	876,46	1440,46	2042,06					
4	Proa ext	3809,26	1872,86	932,86	124,46	1158,46					
5	Popa int	1214,86	1778,86	932,86	4467,26	1233,66					
6	Popa ext	1628,46	162,06	1966,86	838,86	1985,66					
7	Bomb int	3057,26	1496,86	9044,46	4824,46	6046,46					
8	Bomb ext	312,46	669,66	707,26	632,06	1666,06					
9	Boreste int	2042,06	1327,66	1139,66	5877,26	119,94					
10	Boreste ext	3997,26	1515,66	86,86	989,26	237,26					
11	Castelo	1440,46	3884,46	1703,66	1534,46	538,06					
12	Assoalho	895,26	368,86	4316,86	2211,26	2906,86					
13			Clorofila a (mg/cm ²)						Clorofila a (g.m ²)		
14		mai/04	ago/04	out/04	jan/05	mar/05	mai/04	ago/04	out/04	jan/05	mar/05
15	Proa int	0,409126	0,115846	0,087646	0,144046	0,204206	4,09126	1,15846	0,87646	1,44046	2,04206
16	Proa ext	0,380926	0,187286	0,093286	0,012446	0,115846	3,80926	1,87286	0,93286	0,12446	1,15846
17	Popa int	0,121486	0,177886	0,093286	0,446726	0,123366	1,21486	1,77886	0,93286	4,46726	1,23366
18	Popa ext	0,162846	0,016206	0,196686	0,083886	0,198566	1,62846	0,16206	1,96686	0,83886	1,98566
19	Bomb int	0,305726	0,149686	0,904446	0,482446	0,604646	3,05726	1,49686	9,04446	4,82446	6,04646
20	Bomb ext	0,031246	0,066966	0,070726	0,063206	0,166606	0,31246	0,66966	0,70726	0,63206	1,66606
21	Boreste int	0,204206	0,132766	0,113966	0,587726	0,011994	2,04206	1,32766	1,13966	5,87726	0,11994
22	Boreste ext	0,399726	0,151566	0,008686	0,098926	0,023726	3,99726	1,51566	0,08686	0,98926	0,23726
23	Castelo	0,144046	0,388446	0,170366	0,153446	0,053806	1,44046	3,88446	1,70366	1,53446	0,53806
24	Assoalho	0,089526	0,036886	0,431686	0,221126	0,290686	0,89526	0,36886	4,31686	2,21126	2,90686

APÊNDICE B - Variação sazonal da biomassa perifítica no Vapor Pirapama de acordo com os pontos de coleta.



APÊNDICE C – Relatório da análise cofenética.

Simint: NTSYSpc 2.10t, (C) 2000-2001, Applied Biostatistics Inc.

Date & time: 19/02/06 17:40:08

Input parameters

Read input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls

Compute by: rows

Save results in output file: tst2cor.NTS

Coefficient: CORR

Matrix type = 1, size = 50 by 1, missing value code = -99 (rectangular)

Dis/Similarity matrix (50 by 50) saved in file: tst2cor.NTS

Ending date & time: 19/02/06 17:40:08

Output: NTSYSpc 2.10t, (C) 2000-2001, Applied Biostatistics Inc.

Date & time: 19/02/06 17:42:41

Input parameters

Read input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cor.NTS

Format: width=9 decimals=4

Page width: 80

Field width: 9

Decimal places: 4

Page width: 80

Comments:

SIMINT: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls, coeff=CORR,
direction=Rows

Matrix type = 3, size = 50 by 50, missing value code = "none" (similarity)

SAHN: NTSYSpc 2.10t, (C) 2000-2001, Applied Biostatistics Inc.

Date & time: 19/02/06 17:45:04

Input parameters

Read input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cor.NTS

Save result tree in output file: tst2corden.NTS

Clustering method: WPGMA

In case of ties: WARN

Comments:

SIMINT: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls, coeff=CORR,
direction=Rows

Matrix type = 3, size = 50 by 50, missing value code = "none" (similarity)

Results will be stored in file: tst2corden.NTS

** Warning - at least one tie found that can influence clustering **

Ending date & time: 19/02/06 17:45:05

Coph: NTSYSpc 2.10t, (C) 2000-2001, Applied Biostatistics Inc.

Date & time: 19/02/06 17:53:07

Input parameters

Read input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2corden.NTS

Save results in output file: tst2cordencof.NTS

Method: UltrametricDis

Comments:

SIMINT: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls, coeff=CORR,
direction=Rows

SAHN: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cor.NTS, method=WPGMA,
tie=WARN

Matrix type = 6, size = 50 by 2, missing value code = "none" (tree (similarity))

Ending date & time: 19/02/06 17:53:07

Result matrix (50 by 50) saved in file: tst2cordencof.NTS

Ending date & time: 19/02/06 17:53:07

MxComp: NTSYSpc 2.10t, (C) 2000-2001, Applied Biostatistics Inc.

Date & time: 19/02/06 17:54:09

Input parameters

Read X input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cor.NTS

Read Y input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cordencof.NTS

Mantel statistic will be normalized.

X matrix:

Comments:

SIMINT: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls, coeff=CORR,
direction=Rows

Matrix type = 3, size = 50 by 50, missing value code = "none" (similarity)

Y matrix:

Comments:

SIMINT: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls, coeff=CORR,
direction=Rows

SAHN: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cor.NTS, method=WPGMA,
tie=WARN

COPH: tree=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2corden.NTS,
method=UltrametricDis

Matrix type = 3, size = 50 by 50, missing value code = "none" (similarity)

2-way Mantel test -- Mantel (1967) method.

eigen: NTSYSpc 2.10t, (C) 2000-2001, Applied Biostatistics Inc.

Date & time: 19/02/06 17:59:51

Input parameters

Read input from file: D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2cor.NTS

Number of dimensions: 3

Save eigenvectors in output file: vec.NTS

Save eigenvalues in output file: val.NTS

Scaling: SQRT(LAMBDA)

Details of computations will be displayed

Comments:

SIMINT: input=D:\Marilene\Outros\Adriana\tst2.xls, coeff=CORR,
direction=Rows

Matrix type = 3, size = 50 by 50, missing value code = "none" (similarity)