

**Patrícia Guimarães Araújo**

**Ecologia populacional de *Gracilaria birdiae*  
(Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção  
Ambiental da Barra do Rio Mamanguape,  
Paraíba – Brasil.**

**Recife**

**2005**

**Patrícia Guimarães Araújo**

**Ecologia populacional de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Oceanografia, na área de Oceanografia Biológica.

Orientadora: Dra. Mutue Toyota Fujii

**Recife**

**2005**

Araújo, Patrícia Guimarães

Ecologia populacional de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba-Brasil / Patrícia Guimarães Araújo. – Recife : O Autor, 2005.

95 folhas : il., tab., fig.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanografia, 2005.

Inclui bibliografia.

1. Biologia marinha – Biologia vegetal. 2. Ecologia de algas – Flutuação da população – *Gracilaria birdiae* – Distribuição, cobertura da área, reprodução e manejo. 3. Algas vermelhas – Área de Proteção Ambiental – Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. I. Título.

581.526.323  
579.89

CDU (2.ed.)  
CDD (22.ed.)

UFPE  
BC2005-247

Patrícia Guimarães Araújo

**Ecologia populacional de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil.**

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia – UFPE

Área de Concentração: Oceanografia Biológica

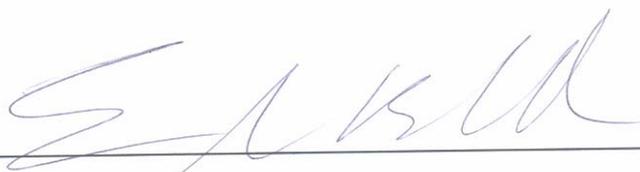
Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora:



**Dra. Mutue Toyota Fujii**  
- Orientadora -



**Dra. Enide Eskinazi Leça**  
- Examinadora -



**Dra. Sônia Maria Barreto Pereira**  
- Examinadora -

Data de aprovação: 01 / 02 / 2005

## AGRADECIMENTOS

À Mutue Fujii, pela atenção, dedicação e carinho conferidos no decorrer deste trabalho.

Ao George Miranda (UFPB), pelas discussões, sugestões e apoio no desenvolvimento deste estudo e, principalmente, pela amizade e formação acadêmica.

À Fundação Boticário de Proteção a Natureza pelo financiamento do projeto.

Ao Projeto Peixe-Boi Marinho, pela colaboração, o qual foi fundamental para realização dos trabalhos de campo.

Aos professores da UFPB, Amélia Kanagawa e Cristina Crispim pela concessão do uso dos laboratórios, Paulo Horta pela bibliografia cedida, sugestões e identificação do material ficológico, Malva Hernández pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Adilma Cocentino, pela bibliografia cedida, sugestões e amizade, por acreditar no meu trabalho.

Ao Professor do departamento de Oceanografia, José Zanon Passavante pelo apoio, atenção e confiança na realização deste trabalho e formação acadêmica.

À Mirna, secretária da pós-graduação em Oceanografia, sempre atenciosa e prestativa, nos ajudando de alguma forma neste período acadêmico.

A todos estagiários do Lafic, Julyana, Elimar, Yen, Aline, Gisele, Emmanuelle, Guilherme, Karina, Alexandrina, Hérica e Tatiana, pelas sugestões e ocasiões divertidas.

À minha turma de mestrado, Adriana, Camila, João Marcelo, Elaine, Michelle, Carol, Juciene e Mauro pelos momentos de descontração e estudo em grupo.

Ao José Francisco pela ajuda nas coletas e, principalmente, pelo companheirismo e dedicação no decorrer da dissertação e nos momentos difíceis deste período.

Aos meus pais, Maria do Socorro e Luis Alberto Araújo, pelo amor, crença e apoio incondicional na minha vida acadêmica.

*... Muito obrigada!*

## SUMÁRIO

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Lista de Figuras                  |    |
| Lista de Tabelas                  |    |
| Resumo                            |    |
| Abstract                          |    |
| 1 Introdução.....                 | 13 |
| 2 Referências Bibliográficas..... | 21 |

### **Capítulo 1. Caracterização da Flutuação espaço-temporal da biomassa, cobertura, padrão reprodutivo e epífitas de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.**

|  |    |
|--|----|
| Resumo                                     |    |
| Abstract                                   |    |
| 1 Introdução.....                          | 29 |
| 2 Material e Métodos.....                  | 32 |
| 2.1 Área de Estudo.....                    | 32 |
| 2.2 Unidades Experimentais.....            | 35 |
| 2.3 Amostragem.....                        | 37 |
| 2.3.1 Parâmetros Ambientais.....           | 37 |
| 2.3.2 Cobertura Percentual.....            | 40 |
| 2.3.3 Padrão Reprodutivo.....              | 40 |
| 2.3.4 Biomassa.....                        | 41 |
| 2.3.5 Estudo Qualitativo das Epífitas..... | 42 |
| 3 Resultados.....                          | 43 |
| 3.1 Parâmetros Ambientais.....             | 43 |
| 3.2 Cobertura Percentual.....              | 46 |
| 3.3 Biomassa.....                          | 49 |
| 3.4. Padrão Reprodutivo.....               | 50 |
| 3.5. Estudo Qualitativo das Epífitas.....  | 53 |
| 4 Discussão.....                           | 54 |
| 4.1 Cobertura Percentual.....              | 54 |
| 4.2 Biomassa.....                          | 57 |

|  |    |
|--|----|
| 4.3 Padrão Reprodutivo.....              | 59 |
| 4.4 Estudo Qualitativo das Epífitas..... | 63 |
| 5 Conclusões.....                        | 65 |
| 6 Referências Bibliográficas.....        | 66 |

**Capítulo 2. Avaliação da capacidade regenerativa como subsídio para o manejo e conservação da população de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.**

Resumo

Abstract

|   |    |
|---|----|
| 1 Introdução.....   | 74 |
| 2 Material e Métodos.....   | 77 |
| 2.1 Área de Estudo.....   | 77 |
| 2.2 Amostragem.....   | 80 |
| 3 Resultados.....   | 83 |
| 3.1 Parâmetros Ambientais.....  | 83 |
| 3.2 Avaliação da capacidade regenerativa de <i>Gracilaria birdiae</i> ..... | 84 |
| 4 Discussão.....  | 86 |
| 5 Conclusões.....   | 90 |
| 6 Referências Bibliográficas.....   | 91 |

**Considerações Finais.**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 Considerações Finais..... | 94 |
| 2 Propostas.....            | 95 |

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

- Figura 1.** Localização da APA da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba, Brasil. 17
- Figura 2.** Vista aérea da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil..... 18
- Figura 3.** Vista geral da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil..... 18
- Figura 4.** Aspecto geral dos bancos de algas com a população de *Gracilaria birdiae* nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil..... 19
- Figura 5.** Aspecto geral da população de *Gracilaria birdiae* nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil.....19
- Figura 6.** Coleta de *Gracilaria birdiae* nos recifes costeiros na Barra de Mamanguape, Paraíba, Brasil, pelo Projeto Peixe-Boi Marinho para alimentação dos sirênios mantidos em cativeiro..... 20
- Figura 7.** Alimentação dos sirênios em cativeiro pelo Projeto Peixe-Boi Marinho com as macroalgas coletas nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.....20

**Capítulo 1** – Caracterização da Flutuação espaço-temporal da biomassa, cobertura, padrão reprodutivo e epífitas de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

- Figura 1.** Média mensal da precipitação (mm) para a área litoral do Estado da Paraíba entre os anos de 1984 – 2004. ....32
- Figura 2.** Vista geral da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba onde se desenvolvem os bancos de macroalgas..... 34
- Figura 3.** Localização da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e Localização das estações de coleta na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape..... 34
- Figura 4.** Esquema ilustrativo da unidade experimental plotada nas estações de coleta 2 e 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba..... 35
- Figura 5.** Unidade experimental da estação 2 no momento da coleta localizada na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba..... 36
- Figura 6.** Unidade experimental da estação 3 no momento da coleta localizada na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba..... 36
- Figura 7.** Esquema ilustrativo do bloco de gesso utilizado para avaliar indiretamente o fluxo de água em cada estação de coleta da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil..... 38
- Figura 8.** Esquema ilustrativo da distribuição dos blocos de gesso na ripa de madeira..... 38

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 9.</b> Bloco de gesso fixo na ripa de madeira presa no substrato da estação de coleta 2 no recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) para avaliar indiretamente o fluxo de água.....  | 39 |
| <b>Figura 10.</b> Distribuição dos blocos de gesso na estação de coleta 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....  | 39 |
| <b>Figura 11.</b> Variação da média dos valores da temperatura do ar e da água (°C) e da salinidade (‰) da água nas estações 2 e 3 da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba..  | 44 |
| <b>Figura 12.</b> Variação da média da salinidade da água nas estações de coleta na formação recifal da Barra de Mamanguape num período de 12 horas, observada em setembro de 2004 .....  | 44 |
| <b>Figura 13.</b> Perfil topográfico da estação de coleta 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba.....  | 45 |
| <b>Figura 14.</b> Perfil topográfico da estação de coleta 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba.....  | 45 |
| <b>Figura 15.</b> Variação das médias da cobertura percentual da população de <i>Gracilaria birdiae</i> na estação 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004.....                           | 47 |
| <b>Figura 16.</b> Variação das médias da cobertura percentual da população de <i>Gracilaria birdiae</i> na estação 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004.....                           | 47 |
| <b>Figura 17.</b> Aspecto esbranquiçado dos talos de <i>Gracilaria birdiae</i> na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) após as chuvas.....  | 48 |
| <b>Figura 18.</b> Detalhe dos talos de <i>Gracilaria birdiae</i> com sinais de mordidas dos herbívoros que se alimentam das algas na formação recifal da Barra do Rio mamanguape, Paraíba.....  | 48 |
| <b>Figura 19.</b> Variação das médias da biomassa (Mg/ind) dos indivíduos de <i>Gracilaria birdiae</i> na estação 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004.....                            | 49 |
| <b>Figura 20.</b> Variação das médias da biomassa (Mg/ind) dos indivíduos de <i>Gracilaria birdiae</i> na estação 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004.....                            | 50 |
| <b>Figura 21.</b> Proporção dos indivíduos de <i>Gracilaria birdiae</i> em cada fase do ciclo de vida nas estações de coleta 2 e 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....   | 51 |
| <b>Figura 22.</b> Proporção de indivíduos gametofíticos masculinos e femininos de <i>Gracilaria birdiae</i> nas estações de coleta 2 e 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....                                     | 51 |
| <b>Figura 23.</b> Variação sazonal do número de indivíduos de <i>Gracilaria birdiae</i> em cada fase do ciclo de vida na estação 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) durante o período de estudo (Out/03 – Out/04)..... | 52 |
| <b>Figura 24</b> Variação sazonal do número de indivíduos de <i>Gracilaria birdiae</i> em cada fase do ciclo de vida na estação 3 da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) durante o período de estudo (Out/03 – Out/04).....  | 52 |

**Capítulo 2. Avaliação da capacidade regenerativa como subsídio para o manejo e conservação da população de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.**

- Figura 1.** Vista aérea do estuário e da formação recifal localizada na foz do Rio Mamanguape na APA da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba..... 79
- Figura 2.** Localização da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e localização das estações de coleta na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape.....79
- Figura 3.** Área da estação 1 reservada para o Experimento I de avaliação da regeneração de *Gracilaria birdiae* de dezembro/2003 a novembro/2004 (iniciado no período seco) na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. ....82
- Figura 4.** Área da estação 1 reservada para o Experimento II de avaliação da regeneração de *Gracilaria birdiae* de maio/2004 a novembro/2004 (iniciado no período chuvoso) na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....82
- Figura 5.** Variação dos valores da temperatura do ar e da água (°C) e da salinidade (‰) da água na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....83
- Figura 6.** Curva de crescimento da cobertura de *G. birdiae* devido à regeneração das algas coletadas em três diferentes métodos no Experimento I, iniciado no período seco na estação 1 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....85
- Figura 7.** Curva de crescimento da cobertura de *G. birdiae* devido à regeneração das algas coletadas em três diferentes métodos no Experimento II, iniciado no período chuvoso na estação 1 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....85

**LISTA DE TABELAS**

**Capítulo 2. Avaliação da capacidade regenerativa como subsídio para o manejo e conservação da população de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.**

- Tabela 1.** Distribuição dos tratamentos nos quadrados dos experimentos I e II na estação 1 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, estado da Paraíba..... 81

# **INTRODUÇÃO**

## RESUMO

O projeto “*Ecologia populacional de Gracilaria birdiae (Gracilariales, Rhodophyta) da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba - Brasil*” trata de estudos que permitem um melhor conhecimento da estrutura e dinâmica da população de *Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira, que cresce nos recifes costeiros do litoral norte da Paraíba, a fim de subsidiar projetos de manejo e conservação do ambiente recifal e a manutenção da população de algas. A Barra do Rio Mamanguape é uma das regiões naturais mais importantes do nordeste brasileiro e uma das áreas de maior concentração de peixe-boi marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758) da costa brasileira, sirênio ameaçado de extinção, que se alimenta de algas marinhas, dentre outros vegetais. O Projeto Peixe-Boi Marinho, com sede na Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape, desenvolve atividades para proteger estes sirênios. Para atender à alimentação dos animais em cativeiro, coleta-se 70 kg de algas a cada dois dias, sendo 50% deste total de *G. birdiae*. Os objetivos deste trabalho foram descerver a flutuação espaço-temporal da biomassa e cobertura, caracterizar o padrão reprodutivo, fazer um levantamento qualitativo das epífitas e avaliar a capacidade regenerativa da população de *Gracilaria birdiae* que crescem nos recifes costeiros da APA da Barra do Rio Mamanguape, contribuindo para a conservação da comunidade de algas e do ambiente do ecossistema costeiro, ajudando na proteção dos animais que dependem das algas para a sua alimentação.

O trabalho está sendo apresentado em dois capítulos: **Capítulo 1** - avalia da flutuação espaço-temporal da biomassa, cobertura, padrão reprodutivo e conhecimento das epífitas da população de *G. birdiae* e **Capítulo 2** - avaliação da capacidade regenerativa da população de *G. Birdiae* e, ao final, algumas recomendações de manejo.

Palavras chave: *Gracilaria birdiae*; ecologia; manejo e regeneração.

## ABSTRACT

The project ‘Ecologia populacional de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil’ is a proposal of studies aiming a better knowledge on the structure and dynamics of the population of *Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira growing on coastal reefs of the north littoral of the state of Paraíba. This proposal is a support to management and conservation projects dealing with maintenance of that alga population. The Barra do Rio Mamanguape (The Mamanguape River Bay) is one of the most important natural regions of Northeast Brazil and one of the areas with the highest concentration of marine manatees (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758) of the Brazilian coast, is a sirenian mammal species feeds on marine algae among other plants. The ‘Project Peixe-Boi Marinho’ (The marine manatee project) is based in the ‘APA – Área de Proteção Ambiental (an environmental protection area of the Brazilian Institute for the Environmental and Natural Resources, or ‘IBAMA’, IN Portuguese), where several activities are carried out for the protection of this sirenian mammal. For feeding manatee specimens in captivity, ca 70 Kg of algae are collected every two days, of which 50% are specimens of *G. birdiae*. The objectives of this work were to describe the spatio-temporal fluctuations of biomass, coverage, reproductive pattern, and diversity of epiphytic of *G. birdiae* and evaluation of the regeneration capacity on population of *G. birdiae* that grow in the coastal reefs of APA da Barra do Rio Mamanguape, it is aimed here to contribute to conservation of that marine ecosystem and consequently is help to protect animals that feed on algae.

This work is present in two chapters as follows: Chapter 1 – evaluation of spatio-temporal fluctuations of biomass, coverage, reproductive pattern, and diversity of epiphytic on population of *G. birdiae* and Chapter 2 – evaluation of the regeneration capacity of *G. birdiae* and, at the end, some recommendations of management.

Key words: *Gracilaria birdiae*, ecology, management and regeneration.

## 1 INTRODUÇÃO

As formações recifais são consideradas ecossistemas marinhos de maior diversidade biológica do planeta e, em vista disso, constam como prioritários em programas de proteção ambiental (CONNELL, 1978; ROBERT et al., 2003). Da grande quantidade de organismos encontrada nos recifes, destacam-se as comunidades de macroalgas, por sua riqueza específica, cobertura e abundância (LOBBAN & HARRISON, 1997; MANSILLA & PEREIRA, 2001). Estas têm importância fundamental nos ambientes marinhos como produtoras primárias, fazendo parte da base da cadeia alimentar dos vários organismos (LOBBAN & WYNNE, 1981) além de fornecer habitat, refúgio e ambiente para reprodução de diversos organismos da biota marinha (HAYWARD, 1980; LITTLER & LITTLER, 1985) e também são bioconstrutores de recifes (PEREIRA et al, 2002; VILLAÇA, 2002). Além disso, algumas espécies têm considerável valor econômico e são utilizadas na alimentação humana e de animais, ou ainda para preparação de fertilizantes, em propósitos medicinais e na produção dos ficocolóides (MCLACHLAN & BIRD, 1986; OLIVEIRA & ALVEAL, 1990; OLIVEIRA et al., 2000).

Segundo NORTON et al. (1996) e PHILLIPS (1998) os programas de conservação das macroalgas marinhas se fundamentam nos levantamentos e inventários da biodiversidade, nos estudos dos aspectos biológicos e ecológicos, na organização de bancos genéticos e no monitoramento de espécies raras. De acordo com ROSSO (1995) o conhecimento da dinâmica e estrutura das comunidades bênticas é uma importante ferramenta para o monitoramento e avaliação de impactos. Do mesmo modo, ALVEAL (1995) destaca que, para um bom planejamento e desenvolvimento de programas de manejo de bancos de algas exploradas, é necessário o conhecimento dos processos biológicos e ecológicos das espécies como biologia

reprodutiva, sobrevivência, flutuação da biomassa e cobertura, processos de recolonização e recuperação.

Dentre as algas marinhas bênticas economicamente importantes, destacam-se as do gênero *Gracilaria* Greville que atualmente é a principal matéria-prima na produção do agar do mundo (OLIVEIRA & ALVEAL, 1990; OLIVEIRA et al., 2000). Segundo BELLORIN (2002) *Gracilaria* é um dos gêneros mais bem representados de algas vermelhas, com mais de 100 espécies reconhecidas e, além disso, se distribuem na maior parte dos mares tropicais e temperados do mundo (OLIVEIRA & PLASTINO, 1994). Nas últimas décadas este gênero tem sido objeto de inúmeras investigações que se difundem no âmbito da fenologia (BORASO DE ZAIXSO & KREIBOHM DE PARTERNOSTER, 1989; OLIVEIRA & PLASTINO 1984; PLASTINO & OLIVEIRA, 1988; DESTOMBE et al., 1989, 1990; NELSON & RYAN, 1991; KAIN & DESTOMBE, 1995; GUIMARÃES et al. 1999; BOUZON et al., 2000; COSTA, 2000), biologia e ecologia (PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA, 1980; PLASTINO, 1985; BIRD & MCLACHLAN, 1986; SILVA et al., 1987; AGUILAR-ROSAS et al., 1993; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994; MOLLOY & BOLTON, 1995; LUHAN, 1996; MACCHIAVELLO et al., 1998, MARINHO-SORIANO et al., 2001), sistemática, taxonomia e filogenia (OLIVEIRA et al., 1983; BIRD & MCLACHLAN, 1984; BIRD, 1995; PLASTINO & OLIVEIRA, 1996, 1997, 2002; GURGEL et al., 2001, 2002; BELLORIN, 2002; BELLORIN et al. 2002) e no manejo e cultivo (KIM, 1970; MCLACHLAN & BIRD, 1986; SILVA et al., 1987; POBLETE & INOSTROZA, 1987; FREDERICQ & HOMMERSAND, 1990; OLIVEIRA, 1984; OLIVEIRA & ALVEAL, 1990; WESTERMEIER et al., 1993; ALVEAL, 1995; ANDERSON et al. 1996; MIRANDA, 2000; OLIVEIRA et al., 2000; MARINHO-SORIANO et al., 2002; CARVALHO FILHO, 2004).

A espécie *Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira foi descrita por PLASTINO & OLIVEIRA (2002) e ocorre nas águas tropicais brasileiras, da costa do Ceará até o Espírito

Santo. COSTA & PLASTINO (2001) estudaram o histórico de vida (*in vitro*) de espécimes selvagens e variantes cromáticas de *G. birdiae*; URSI & PLASTINO (2001) investigaram o crescimento *in vitro* de diferentes estádios reprodutivos de espécimes selvagens e variantes cromáticas e PLASTINO et al. (2004) estudaram as características pigmentares, herança de coloração e as taxas de crescimento das variantes cromáticas de *G. birdiae*.

Atualmente, *G. birdiae* é amplamente coletada nos bancos naturais da costa nordeste para extração do agar-agar (PLASTINO & OLIVEIRA, 2002) e nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, esta alga vem sendo cultivada em escala piloto nos módulos flutuantes de estruturas do tipo *long-line* (CARVALHO FILHO, 2004) e, portanto, em fase experimental e a sua produção ainda é pequena.

O presente trabalho buscou conhecer a estrutura e dinâmica da população de *G. birdiae* que cresce nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, com a finalidade de subsidiar projetos de manejo e conservação desta população. Os objetivos específicos deste trabalho são:

- (a) Caracterizar a flutuação espaço-temporal da biomassa e cobertura da população de *G. birdiae*;
- (b) Descrever o padrão reprodutivo;
- (c) Fazer um levantamento qualitativo das epífitas que crescem sobre os talos de *G. birdiae*;
- (d) Avaliar a capacidade regenerativa da população de *G. birdiae* obtida de três métodos diferentes de coleta: arranque manual, corte com tesoura a 5 cm da base e raspagem total do substrato.

A Área de Proteção Ambiental (APA) Barra do Rio Mamanguape, localizada no litoral norte da Paraíba (Figura 1) é considerada uma das regiões naturais mais importantes do nordeste brasileiro (PALUDO & KLONOWSKI, 1999) e área de maior concentração de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758) da costa do Brasil

(ALBUQUERQUE & MARCOVALDI, 1982), sendo um local estratégico nos períodos de acasalamento, reprodução e criação dos filhotes (SILVA et al., 1992). Na Barra do Rio Mamanguape, as formações recifais (Figuras 2 e 3) são locais preferenciais de permanência e alimentação destes sirênios, que buscam os bancos de algas (Figura 4 e 5) para se alimentar. Segundo SEMINOFF et al. (2002), que estudaram a dieta alimentar de uma espécie de tartaruga marinha na costa do México, as macroalgas fazem parte da dieta de tartarugas marinhas. No litoral da Barra de Mamanguape são freqüentes a presença destes animais.

Atualmente, o Projeto Peixe-Boi com sede na Barra do Rio Mamanguape vem trabalhando com a reabilitação e manejo de peixes-bois em cativeiro, que no momento consiste de dois machos: *Guape* e *Guajú*. Para alimentação destes animais, são coletadas a cada dois dias 70 kg de algas, sendo cerca de 35 kg de *G. birdiae* e 35 kg de *Hypnea* spp. (informação verbal)<sup>1</sup> (Figuras 6 e 7). Estas coletas têm sido feitas por arranque manual apenas com base na presença de algas, não existe nenhum plano de manejo ou qualquer conhecimento a cerca destas populações. Desta maneira, as informações da capacidade regenerativa e de aspectos da ecologia e biologia da população de *G. birdiae* obtidas neste trabalho fornecerão subsídios para o desenvolvimento de programas de manejo e conservação da população de *G. birdiae* na Barra de Mamanguape, contribuindo para a manutenção da população de algas marinhas bentônicas e para a proteção dos animais que dependem das algas para sua alimentação.

O trabalho será apresentado em dois capítulos, com base nos artigos os quais serão publicados: **Capítulo 1**, Caracterização da variação espaço-temporal da biomassa, cobertura, padrão reprodutivo e epífitas da população de *G. birdiae*; **Capítulo 2**, avaliação da capacidade regenerativa da população de *G. birdiae* na região e, ao final, que trata das considerações finais do trabalho com propostas de manejo da população de *G. birdiae*.

<sup>1</sup> Informação fornecida pelo Sr. João Carlos, veterinário responsável pelo Projeto Peixe-Boi Marinho Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

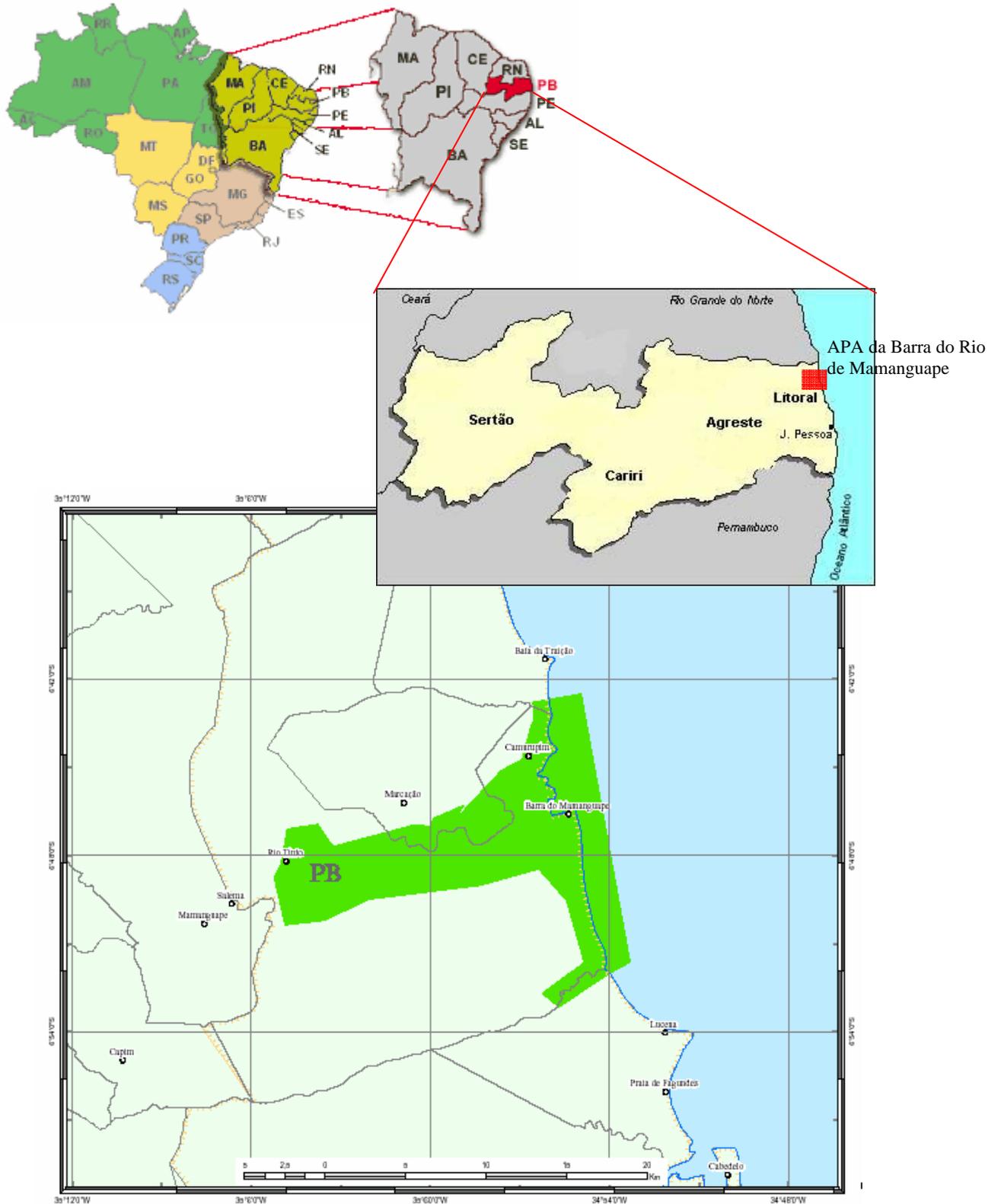


Figura 1. Localização da APA da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba, Brasil. (Disponível: <[www2.ibama.gov.br/unidades/apas/mapassuccs/32/localização\\_brasila4.pdf](http://www2.ibama.gov.br/unidades/apas/mapassuccs/32/localização_brasila4.pdf)> Acesso em: 08/01/2005.)



Figura 2. Vista aérea da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil. Foto: Cacio Murilo.



Figura 3. Vista geral da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil.



Figura 4. Aspecto geral dos bancos de algas com a população de *Gracilaria birdiae* nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.



Figura 5. Aspecto geral da população de *Gracilaria birdiae* nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil.



Figura 6. Coleta de *Gracilaria birdiae* nos recifes costeiros na Barra de Mamanguape, Paraíba, Brasil, pelo Projeto Peixe-Boi Marinho para alimentação dos sirênios mantidos em cativeiro.



Figura 7. Alimentação dos sirênios em cativeiro pelo Projeto Peixe-Boi Marinho com as macroalgas coletas nos recifes costeiros na Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR-ROSAS, R.; MARCOS-RAMÍREZ, R.; LOBO-NIEMBRO, J. M. & ZERTUCHE-GONZALES, J. A. Variación estacional de fases reproductoras y vegetativas de *Gracilaria pacifica* Abbott, en el estero de Punta Banda, Baja, California, México. **Ciencias Marinas**, 19: 219 – 228. 1993.
- ALBUQUERQUE, C. & MARCOVALDI, G. Ocorrência e distribuição das populações do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) no litoral brasileiro. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECOSISTEMAS COSTEIROS: POLUIÇÃO E PRODUTIVIDADE. 1982. Rio Grande. RS. **Resumos**. FURG/DUKE University. p. 27. 1982.
- ALVEAL, K. Manejo de Algas Marinas. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA, E. C. & SAR, E. (Org.). **Manual de Métodos Ficológicos**, Concepción, Chile, p. 825 – 863. 1995.
- ANDERSON, R. J.; LEVITT, G. & SHARE, A. Experimental investigations for the mariculture of *Gracilaria* Saldanha Bay, South Africa. **Journal of Applied Phycology** 8: 421 – 430. 1996.
- BELLORIN, A. M. **Sistemática e Filogenia Molecular de Algas Gracilarióides (Gracilariaceae, Rhodophyta)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 150p. 2002
- BELLORIN, A. M.; OLIVEIRA, M. C. & OLIVEIRA, E. C. Phylogeny and Systematics of the marine algal family Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) based on small subunit rDNA and its sequences of Atlantic and Pacific species. **Journal of Applied Phycology** 38: 551–563. 2002
- BIRD, C. J. & MCLACHLAN, J. Taxonomy of *Gracilaria*: Evaluation of some aspects of reproductive structure. **Hydrobiologia** 116/117: 41 – 46. 1984.
- BIRD, C. J. & MCLACHLAN, J. The effect of salinity on distribution of species of *Gracilaria* Grev. (Rhodophyta, Gigartinales): An experimental Assessment. **Botanica Marina** 29: 231 – 238. 1986.
- BIRD, C. J. A review of recent taxonomic concepts and development in the Gracilariaceae (Rhodophyta). **Journal of Applied Phycology** 7: 255 – 267. 1995.
- BORASO DE ZAISXO, A. L. & KREIBOHM DE PATERNOSTER, I. C. Demografía, reproducción y propagación en poblaciones de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss de la provincial de Chubut (Rep. Argentina). I. Golfo Nuevo. **Contribución do Centro Nacional Patagónico** 99: 1 – 26. 1989.
- BOUZON, Z. L.; MINGUENS, F. & OLIVEIRA, E. C. Male gametogenesis in the red algae *Gracilaria* and *Gracilariopsis* (Rhodophyta, Gracilariales). **Cryptogamic Algology** 21: 33 – 47. 2000.
- CARVALHO FILHO, J. Algas – Uma alternativa para comunidade pesqueira. **Panorama da Aqüicultura** 14 (84): 52 – 56. 2004.
- CONNELL, J. H. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. **Science** 199: 1302 – 1310. 1978.
- COSTA, V. & PLASTINO, E. M. Histórico de vida de espécimens selvagens e variantes cromáticas de *Gracilaria* sp (Gracilariales, Rhodophyta). **Revista Brasileira de Botânica** 24(4): 491–500. 2001.

- COSTA, V. **Caracterização genética, reprodutiva e pigmentar de uma linhagem selvagem e duas variantes cromáticas de *Gracilaria* sp. (Gracilariales, Rhodophyta)**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 79p. 2000.
- DESTOMBE, C.; GODIN, J. & REMY, J. M. Viability and dissemination of spermatia of *Gracilaria verrucosa* (Gracilariales, Rhodophyta). In: Thirteenth International Seaweed Symposium. **Anais** 204/205: 219 – 223. Dordrecht, Holanda, 1990.
- DESTOMBE, C.; VALERO, M.; VERNET, P. & COUVET, D. What controls haploid-diploid ratio in the red algae, *Gracilaria verrucosa*? **Journal Evolution of Biology** 2: 317 – 338. 1989.
- FREDERICQ, S. & HOMMERSAND, M. H. Diagnoses and key to the genera of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). **Hydrobiologia** 204/205: 173 – 178. 1990.
- GUIMARÃES, M.; PLASTINO, E. M. & OLIVIERA, E. C. Life history, reproduction and growth of *Gracilaria domingensis* (Gracilariales, Rhodophyta) from Brazil. **Botanica Marina** 42: 481 – 486. 1999.
- GURGEL, C. F. D. & FREDERICQ, S. Filogenia, taxonomia e biogeografia da família Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). In: IX REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, SOCIEDADE DE FICOLOGIA. **Resumos**. Santa Cruz, Aracruz, Espírito Santo. p. 261. 2002.
- GURGEL, C. F. D.; FREDERICQ, S. & NORRIS, J. N. Phylogeny, taxonomy and biogeography of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) with emphasis on the northwestern Atlantic. **Phycology** 40 (suppl.): 21. 2001.
- HAYWARD, P. J. Invertebrate epiphytes of coastal marine algae. In: PRICE, J. H.; IRIVINE, D. E. G. & FARNHAN, W. F. (eds.). **The Shore Environment: Ecosystems**. Vol 2, Academic Press, London, pp. 761-787, 1980.
- KAIN, J. M. & DESTOMBE, C. A review of the life history, reproduction and phenology of *Gracilaria*. **Journal of Applied Phycology** 7: 269 – 281. 1995.
- KIM, D. H. Economically important seaweeds in Chile – I. *Gracilaria*. **Botanica Marina** 13: 140 - 162. 1970.
- LITTLER, M. M. & LITTLER, D. S. **Handbook of phycological methods - Ecological field: macroalgae**. Cambridge University Press, Cambridge, 313p. 1985.
- LOBBAN, C. S. & HARRISON, P. J. **Seaweed ecology and physiology**. Cambridge University Press. Cambridge. 1997.
- LOBBAN, C. S. & WYNNE, M. J. **The Biology of Seaweeds**. Blackwell Scientific Publications, London. Botanical monographs vol. 17., 786 pp, 1981.
- LUHAN, MA. R. J. Biomass and Reproductive states of *Gracilaria heretoclada* Zhag et Xia Collected from Jaro, Central Philippines. **Botanica Marina** 39: 207 – 211. 1996.
- MACCHIAVELLO, J.; PAULA, E. J. & OLIVEIRA, E. C. Growth rate responses of five commercial strains of *Gracilaria* (Rhodophyta, Gracilariales) to temperature and light. **Journal World Aquatic Soc.** 29: 259 – 266. 1998.

- MANSILLA, A. & PEREIRA, S. Comunidades y diversidad de macroalgas en pozas intermareales de arrecifes. In: ALVEAL, K. & T. ANTEZANA (eds.), **Sustentabilidad de la Biodiversidad, Un Problema Actual – Bases Científico-Técnicas, Teorizaciones y Proyecciones**. Concepción, Chile. p: 315 – 330. 2001.
- MARINHO-SORIANO, E.; MORALES, C. & W MOREIRA, S. C. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. **Aquaculture Research** 33: 1081 – 1086. 2002.
- MARINHO-SORIANO, E.; SILVA, T. S. F. & MOREIRA, W. S. C. Seasonal variation in the biomass and agar yield from *Gracilaria cervicornis* and *Hydropuntia cornea* from Brazil. **Bioresource Technology** 77: 115 – 120. 2001.
- MCLACHLAN, J. & BIRD, C. J. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and Productivity. **Aquatic Botanic** 26: 27 – 49. 1986.
- MIRANDA, G. E. C. **Avaliação do impacto da exploração (simulada) da alga agarófito *Gracilaria caudata* J. Agardh no litoral da Paraíba**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 107p. 2000.
- MOLLOY, F. J. & BOLTON, J. J. Distribution biomass and production of *Gracilaria* in Lüderitz Bay, Namibia. **Journal of Applied Phycology** 7: 381 – 392. 1995.
- NELSON, W. A & RYAN, K. G. Comparative study of reproductive development in two species of *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta). II. Carposporogenesis. **Cryptog. Botany** 2: 234 – 241. 1991.
- NORTON, T. A.; MELKNIAN, M. & ANDERSON, R. A. Biodiversity algal. **Phycologia** 35 (4): 308 – 326. 1996.
- OLIVEIRA, E. C. & ALVEAL, K. The mariculture of *Gracilaria* (Rhodophyta) for the production of agar. In: AKATSUKA, I. (ed), **Introduction to Applied Phycology**. SBP Academic Publishing, The Hauge, p. 553 – 564. 1990.
- OLIVERIA, E. C.; ALVEAL, K. & ANDERSON; R. J. Mariculture of the agar-producing gracilarioid red algae. **Rev. Fish. Sci.** 8: 345 – 377. 2000.
- OLIVEIRA, E. C.; BIRD, C. J. & MCLACHLAN, J. The genus *Gracilaria* Greville (Rhodophyta, Gigartinales) in the Western Atlantic. *G. domingensis* Sond ex Kütz, *G. cervicornis* (Turner) J. Agardh and *G. ferox* J. Agardh. **Canadian Journal of Botany** 61: 2999 – 3008. 1983.
- OLIVEIRA, E. C. & PLASTINO, E. M. The life history of some species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Brazil. **Japanese Journal Phycology** 32: 203 – 208. 1984.
- OLIVEIRA, E. C. & PLASTINO, E. M. Gracilariaceae. In: AKATSUKA, I (ed.) **Biology of economic algae**. SPB Academic Publishing, The Hauge, p. 185-226. 1994.
- OLIVEIRA, E. C. The cultivation of seaweeds for the production of agar and agaroids in Brazil – actual state and future perspectives. **Aquiculture** 5:431 – 435. 1984.
- PALUDO, D. & KLONOWSKI, V. S. Barra de Mamanguape – PB. Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. In: **Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Barra de Mamanguape – PB**. nº 16. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente/SP, Ministério do Meio Ambiente. São Paulo. 54p. 1999.

- PEREIRA, S. M. B.; CARVALHO, M. F. O.; ANGEIRAS, J. A. P.; PEDROSA, M. E. B.; OLIVEIRA, N. M. B.; TORRES, J.; GESTINAR, L. M. S.; CONCENTINO, A. L. M.; SANTOS, M. D.; NASCIMENTO, P. R. F. & CAVALCANTI, D. R. Algas marinhas Bentônicas do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M., J. M. C. SILVA (Org.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Ed. Massangana. Vol. I. pp: 97 – 124. 2002.
- PHILLIPS, J. A. Marine Conservation Initiatives in Australia: Their Relevance to the Conservation of Macroalgae. **Botanica Marina** 41: 95 – 103. 1998.
- PINHEIRO-JOVENTINO, F. & BEZERRA, C. L. F. Estudos de Fenologia e Regeneração de *Gracilaria domingensis* Sonder (Rhodophyta – Gracilariaceae) no Estado do Ceará. **Arquivos Ciências do Mar** 20 (1/2): 33 – 41. 1980.
- PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. Sterility barriers among species of *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) from the São Paulo littoral, Brazil. **Britanic Phycology Journal** 23: 267 – 271. 1988.
- PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. Approaches to the identification of terete Brazilian Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). **Hydrobiologia** 326/327: 145 – 148. 1996.
- PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. *Gracilaria caudata* J. Agardh (Gracilariales, Rhodophyta) – restoring an old name for a common western Atlantic alga. **Phycologia** 36: 225 – 232. 1997.
- PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta), a new species from the tropical South American Atlantic with a terete frond and deep spermatangial conceptacles. **Phycologia** 41 (4): 389–396. 2002.
- PLASTINO, E. M.; URSI, S. & FUJJI, M. T. Color inheritance, pigment characterization, and growth of a rare light green strain of *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta). **Phycology Research** 52 (1): 45 – 52. 2004.
- PLASTINO, E. M. **As espécies de *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) da Praia Dura, Ubatuba, SP – aspectos biológicos e fenologia**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 124p. 1985.
- POBLETE, A. & INOSTRAZA, I. Management of a *Gracilaria* natural bed in Lenga, Chile: a case study. In: RAGEN, M. A. & BIRD, C. J. (eds.). Twelfth International Seaweed Symposium. **Anais**. Netherlands. p: 307 – 311. 1987.
- ROBERT, C. M.; MCCLEAN, C. M. J.; VERON, E. N.; HAWKINS, J. P.; ALLEN, G. R.; MCALLISTER, D. E.; MITTERMEIER, C. G.; SCHUELER, F. W.; SPALDING, M.; WELLS, F.; VYNNE, C. & WERNER, T. B. Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. **Science** 295: 1280 – 1284. 2003.
- ROSSO, R. Dimensionamento amostral em estudos descritivos de comunidades de organismos bênticos sésseis e semi-sésseis. In: F. A. ESTEVES (ed.), **Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros**. Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro. Vol I. pp: 193– 223. 1995.
- SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A. & NICHOLS, W. J. Diet of East Pacific Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Central Gulf of California, Mexico. **Journal of Herpetology** 36 (3): 447 – 453. 2002.

SILVA, K. G.; PALUDO, D.; OLIVEIRA, E. M. A.; LIMA, R. P. & SOAVINSKI, R. Distribuição e Ocorrência do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*) no Estuário do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil. **Peixe-Boi** 1(1): 6 - 17. Ministério do Meio Ambiente / IBAMA. 1992.

SILVA, R. L.; PEREIRA, S. M. B.; OLIVEIRA, E. C. & ESTON, V. R. Structure of a bed of *Gracilaria* spp. in Northeastern Brazil. **Botanica Marina** 30: 517–523. 1987.

URSI, S. & PLASTINO, E. M. Crescimento *in vitro* de linhagens de coloração vermelha e verde clara de *Gracilaria* sp (Gracilariales, Rhodophyta) em dois meios de cultura: análise de diferentes estados reprodutivos. **Revista Brasileira de Botânica** 24 (4): 587 – 594. 2001.

VILLAÇA R. Recifes Biológicos. In: PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro. Interciência: 229 - 284.2002.

WESTERMEIER, R.; GÓMEZ, I. & RIVERA, P. Suspended farming of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta, Gigartinales) at Cariquilda River, Maullín, Chile. **Aquaculture** 113: 215 – 222. 1993.

## **CAPÍTULO 1**

**Caracterização da flutuação espaço-temporal da biomassa,  
cobertura, padrão reprodutivo e epífitas de *Gracilaria birdiae*  
(Gracilariales, Rhodophyta) na APA da Barra do Rio  
Mamanguape, Paraíba – Brasil**

## RESUMO

O conhecimento da dinâmica das populações de algas marinhas subsidia o planejamento de programas de manejo e conservação do ambiente. Na APA da Barra do Rio Mamanguape, litoral norte da Paraíba, os bancos de macroalgas nos recifes costeiros servem de alimento dos animais nativos e também são utilizadas pelo “Projeto Peixe-Boi Marinho” que coletam *Gracilaria* spp. e *Hypnea* spp. para alimentação dos sirênios em cativeiro. Desta forma, as informações da estrutura e dinâmica populacional destas algas são importantes para a manutenção dos bancos de macroalgas, contribuindo para a conservação da flora e fauna local. No trabalho, caracterizou-se a flutuação espaço-temporal da biomassa, cobertura, padrão reprodutivo e epífitas da população de *G. birdiae* na Barra do Rio Mamanguape. Para tanto, foram definidas duas estações de coleta (Estação 2 e 3). Em cada estação, foram plotados seis transectos lineares fixos de 4 m de comprimento cada e distantes 30 cm um do outro, onde foram realizadas amostragens bimensais de outubro/2003 a outubro/2004. A cobertura de *G. birdiae* foi amostrada a partir da estimativa visual com auxílio de um quadrado de 400 cm<sup>2</sup> de área, lançados de modo aleatório ( $n=30$ ). Para descrever o padrão reprodutivo, foram coletados de modo aleatório 50 espécimes em cada estação. No laboratório, os talos foram identificados quanto ao estágio reprodutivo, as epífitas foram triadas e identificadas e, em seguida, os indivíduos de *G. birdiae* foram secos em estufa a 70°C para obtenção da biomassa. Os dados de temperatura e salinidade foram amostrados mensalmente e o movimento da água foi verificado pelo método de desgaste do gesso, em agosto/2004. A cobertura média de *G. birdiae* na estação 2 foi de 41,6% ± 35,73 no período seco e de 50,46% ± 40,49 no período chuvoso e na estação 3 foi de 19,27% ± 31,14 no período seco e de 29,4% ± 39,3 no período chuvoso. A biomassa média foi semelhante entre as estações de coleta, ocorrendo flutuação sazonal. *G. birdiae* apresentou-se fértil durante todo o ano, com predomínio de algas tetrasporofíticas (52%), seguido de talos inférteis (41,5%) e gametofíticas (6,5%). No período chuvoso, houve um maior número de algas tetrasporofíticas e menor quantidade de algas inférteis; no período seco, ocorreu o inverso. A relação entre espécimes femininos e masculinos foi de 1:1 e não houve variação sazonal entre eles. Foram identificados 10 táxons epífitas, sendo 80% de rodófitas, *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J.V. Lamour., *H. spinella* (C. Agardh) Kütz., *Ceramium brasiliense* Joly, *Craspedocarpus jolyi* (E. C. Oliveira) Schneider, *Spermothamnion* sp., *Gymnothamnion elegans* (Schousb. ex. C. Agardh) J. Agardh, *Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu de Maisonneuve, coralinácea incrustante, *Ulva lactuca* L. e *Dictyopteris delicatula* J. V. Lamour. Houve influência da temperatura e salinidade na flutuação da população de *G. birdiae* e da herbivoria, que foi marcante na diminuição da cobertura desta alga. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que o período chuvoso é a época mais propícia para o desenvolvimento e reprodução da população de *G. birdiae*.

Palavras chave: *Gracilaria birdiae*, variação espaço-temporal, padrão reprodutivo, ecologia, Paraíba.

## ABSTRACT

The knowledge on populations' dynamics of marine algae gives support of managing programmes of management and conservation. In the APA (environmental protection area) Barra do Rio Mamanguape, northern Paraíba state, beds of macroalgae on coast reefs feed native animals that are also employed in the 'Projeto Peixe-Boi Marinho' where *Gracilaria* spp. and *Hypnea* spp. are collected for feeding sirenians in captivity. Thus information on structure and population dynamics is important for the maintenance of macroalgae beds, as a contribution for local flora and fauna conservation. The work characterized the spatio-temporal fluctuation of the biomass, coverage, and reproductive pattern and the study of epiphytes living on the population of *G. birdiae* on Barra do Rio Mamanguape. Two collection sites, station 2 and 3, were chosen for such purpose. At each station six linear transects were set up, 4 m long each and at 30 cm distant from each other, and samples were collected every two months from October 2003 to October 2004. The coverage of *G. birdiae* were obtained from visual estimations performed by using a square with an area of 400 cm<sup>2</sup>, launched randomly (n=30). For the reproductive pattern 50 specimens were collected randomly at each station. In the laboratory the thalli were identified with respect to their reproductive stages; the epiphytes were sorted out and identified, and individuals of *G. birdiae* were oven-dried at 70°C for measuring the biomass. Water temperature and salinity were measured monthly and the water movement was evaluated through the method of gypsum weathering, in August 2004. The mean coverage of *G. birdiae* at station 2 was 41.6% ± 35.73 in dry season and was 50.46% ± 40.49 in rainy season and station 3 was 19.27% ± 31.14 in dry season and 29.4% ± 39.3 in rainy season. The mean biomass was similar among stations, seasonal fluctuations occurred. *G. birdiae* showed to be fertile throughout the year with predominance of tetrasporophytic phase (52%), followed by infertile thalli (41.5%) and gametophytic phase (6.5%). During the rainy season occurred a higher number of tetrasporophytic and a lower amount of infertile algae, and the reverse occurred during the dry season. The ratio male:female individuals was 1:1, without any seasonal variation between them. Ten epiphyte taxa were identified, of which 80% were rhodophytes: *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J.V. Lamour., *H. spinella* (C. Agardh) Kütz., *Ceramium brasiliense* Joly, *Craspedocarpus jolyi* (E. C. Oliveira) Schneider, *Spermothamnion* sp., *Gymnothamnion elegans* (Schousb. ex. C. Agardh) J. Agardh, *Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu de Maisonneuve, coralline red alga, *Ulva lactuca* L and *Dictyopteris delicatula* J. V. Lamour. The effects of water movement were similar at both studied areas. Water temperature and salinity affected the fluctuation of *G. birdiae* population, and herbivory seemed to decrease coverage of *G. birdiae*. From the results obtained, it is possible to observe that the rainy season is the most appropriate season to the development and reproduction of *G. birdiae* population.

**Key Words:** *Gracilaria birdiae*, spatio-temporal variation, reproductive pattern, ecology.

## 1 INTRODUÇÃO

*Gracilaria* Greville é um dos gêneros mais bem representado de algas vermelhas, com cerca de 100 espécies reconhecidas (BIRD & MCLACHLAN, 1984; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994; BELLORIN, 2002). Caracterizam-se por apresentar um ciclo de vida trifásico, do tipo “*Polysiphonia*” (KAIN & DESTOMBE, 1995), embora haja algumas exceções (PLASTINO & OLIVEIRA, 1988). Em áreas tropicais, as populações de *Gracilaria* apresentam uma maior produtividade no inverno (SILVA et al., 1987; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994) e ocorrem na maioria dos mares tropicais e temperados no mundo (OLIVEIRA & PLASTINO, 1994). Atualmente, as algas gracilarióides compreendem a principal matéria prima na produção de agar-agar do mundo (OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA et al. 2000), e além disso, são utilizadas na alimentação humana, na ração de animais, fertilização, produtos medicinais e produção de biogás (OLIVEIRA & PLASTINO, 1994).

Estas algas têm sido amplamente estudadas no intuito de se conhecer melhor sua biologia, taxonomia, exploração e cultivo. OLIVEIRA & PLASTINO (1994) fazem uma abordagem das principais pesquisas já realizadas com Gracilariaceae no mundo. KAIN & DESTOMBE (1995) revisaram o histórico de vida, fenologia e reprodução do gênero *Gracilaria* e OLIVEIRA et al. (2000) realizaram uma compilação dos aspectos da maricultura de *Gracilaria*. No Brasil, as investigações se difundem no âmbito da fenologia (OLIVEIRA & PLASTINO, 1984; PLASTINO & OLIVEIRA, 1988; GUIMARÃES et al., 1999; COSTA, 2000), biologia e ecologia (PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA, 1980; PLASTINO, 1985; SILVA et al., 1987; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994; MIRANDA, 2000; MARINHO-SORIANO et al., 2001), filogenia (BELLORIN, 2002; BELLORIN et al., 2002) e no cultivo e importância econômica (OLIVEIRA, 1981, 1987, 1990, 1998; OLIVEIRA & ALVEAL, 1990; PLASTINO & OLIVEIRA, 1990; MIRANDA, 2000; OLIVEIRA et al., 2000; MARINHO-SORIANO et al., 2002; CARVALHO FILHO, 2004).

No litoral do nordeste brasileiro, o gênero *Gracilaria* é abundante e constituem bancos naturais de algas perenes (PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA, 1980). Estes bancos desenvolvem-se em áreas protegidas da arrebentação das ondas, na região de meso e infralitoral superior (PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA, 1980; SILVA et al., 1987). A exploração dos bancos de algas no litoral nordestino tem sido realizada constantemente (OLIVEIRA & MIRANDA, 1998), porém as coletas são feitas sem nenhum plano de manejo, com base apenas no critério de presença de algas (MIRANDA, 2000). A falta de informação acerca dos bancos explorados e de um monitoramento destes ambientes impossibilita uma avaliação precisa dos efeitos causados por estas atividades (MIRANDA, 2000). ALVEAL (1995) destaca a importância de conhecer os processos biológicos e ecológicos como aspectos reprodutivos, flutuação da biomassa e cobertura, recolonização e recuperação, informações que irão auxiliar no desenvolvimento de programas de manejo de populações exploradas.

*Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira é uma das principais espécies de macroalgas coletadas na região nordeste do Brasil (PLASTINO & OLIVEIRA, 2002). Esta alga foi descrita por PLASTINO & OLIVEIRA (2002) e ocorre da costa do Ceará até o Espírito Santo. Das investigações em torno desta espécie destacam-se: COSTA E PLASTINO (2001) que estudaram o histórico de vida (*in vitro*) de espécimes selvagens e variantes cromáticas; URSI & PLASTINO (2001) que acompanharam o crescimento *in vitro* de espécimes selvagens e variantes cromáticas em diferentes estádios reprodutivos e estabeleceram as melhores condições de cultura *in vitro* para a espécie e PLASTINO et al., (2004) que estudaram as características e heranças pigmentares e as taxas de crescimento das variantes cromáticas. Nos Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte têm sido desenvolvidos cultivos em escala piloto com *G. birdiae* utilizando-se módulos flutuantes em estruturas do tipo *long-line*. Contudo, estes cultivos estão em fase experimental e a produção é baixa (CARVALHO FILHO, 2004).

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape, no litoral norte da Paraíba, é considerada de extrema importância biológica (BRASIL, 1993) e área de maior concentração de Peixe-boi Marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758) na costa do Brasil (ALBUQUERQUE & MARCOVALDI, 1982). Nesta região, as comunidades de macroalgas crescem sobre os recifes costeiros, localizados na desembocadura do rio. Dentre as espécies de algas que se desenvolvem nestes bancos, encontra-se a *G. birdiae*, que representa uma população perene na região. Segundo ALVEAL (1995), as populações de algas perenes, representam uma boa ferramenta para o monitoramento ambiental.

Estas comunidades têm importância fundamental, pois servem de alimentação de vários animais da região como tartarugas marinhas, peixes-bois, peixes e invertebrados. Segundo SILVA et al. (1992) os peixes-bois que frequentam a Barra do Rio Mamanguape alimentam-se das algas dos bancos. De acordo com SEMINOFF et al. (2002), que estudaram a dieta de tartarugas marinhas na costa do México, as macroalgas são um dos principais componentes da dieta destes animais, os quais são frequentes no litoral da Paraíba.

Na Barra de Mamanguape, litoral norte da Paraíba, está localizada uma Base do Projeto Peixe-Boi Marinho que trabalha na proteção dos sirênios e desenvolvem programas de reabilitação e manejo de animais em cativeiro. Para alimentação destes animais, o Projeto coleta algas nos bancos naturais da região, dentre estas, são coletadas cerca de 35 kg de *Gracilaria birdiae* em intervalos de 2 dias (<sup>1</sup>Informação verbal). As coletas são realizadas por arranque manual apenas com base na presença de algas, não existindo nenhum plano de manejo ou qualquer conhecimento acerca das populações coletadas. Deste modo, as informações obtidas no presente trabalho irão auxiliar no desenvolvimento de planos de manejo e conservação da população de *G. birdiae* e do ambiente recifal desta região, contribuindo para a proteção dos animais que dependem das algas para sua alimentação.

<sup>1</sup> Informação fornecida pelo Sr. João Carlos, veterinário responsável do Projeto Peixe-Boi Marinho Barra de Mamanguape, Paraíba.

Este trabalho teve como objetivos:

- Caracterizar a flutuação espaço-temporal da cobertura da população de *Gracilaria birdiae* nos recifes da APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba;
- Caracterizar a variação espaço-temporal da biomassa individual da *Gracilaria birdiae*;
- Descrever o padrão reprodutivo da população de *Gracilaria birdiae*;
- Fazer um levantamento qualitativo das epífitas de *Gracilaria birdiae*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A APA da Barra do Rio Mamanguape está localizada na Bacia do Rio Mamanguape, litoral norte da Paraíba. Com uma área de 14.460 ha, abrange os municípios de Rio Tinto, Marcação e Lucena. O mapa com a localização da área em questão está representado na Figura 1 da Introdução. A região apresenta um clima quente úmido, temperatura média de 25°C, umidade elevada, cerca de 80% e pluviometria anual entre 1.800 - 2.000 mm (INMET). O período chuvoso vai de março a agosto e o período seco, de setembro a fevereiro (Figura 1).

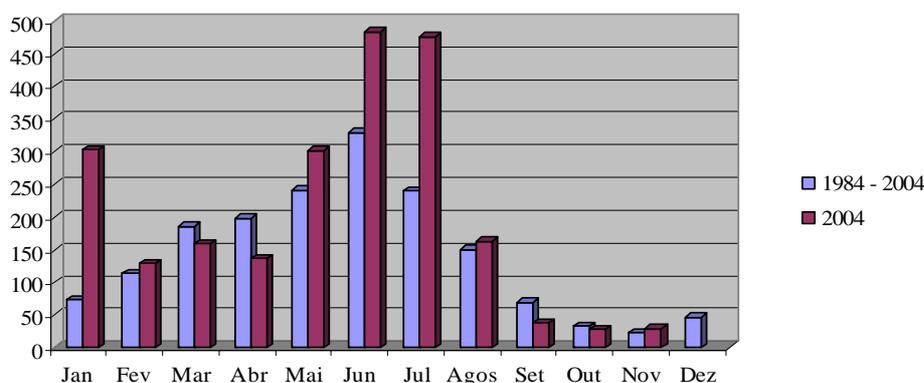


Figura 1. Média mensal da precipitação (mm) para a área litoral do Estado da Paraíba entre os anos de 1984 – 2004. Fonte: INMET/3º Distrito de Meteorologia (PE).

De acordo com BRANNER (1904), a formação rochosa da Barra do Rio Mamanguape é o resultado da litificação das areias cimentadas por carbonato de cálcio juntamente com outros elementos, correspondendo a antigas linhas de praia. Estas estruturas são comumente conhecidas como recifes de arenito (BRANNER, 1904; CARVALHO, 1983). Estão localizados na foz do Rio Mamanguape e têm aproximadamente, 14 km de extensão. A face voltada para o mar está submetida ao forte impacto das ondas. A face voltada para o continente consiste em uma região protegida e está em contato direto com a água do estuário do Rio Mamanguape (Figura 2).

Segundo THURMAN (1997), o ambiente bentônico pode ser dividido em três compartimentos: Zona do supralitoral, que corresponde à região acima da linha de maré alta; Zona litoral (ou entre-marés, ou mesolitoral), que é a região entre as linhas da maré alta e maré baixa; e Zona sublitoral (ou infralitoral), que corresponde a faixa abaixo da linha da maré baixa. De acordo com esta classificação, a população de *G. birdiae* cresce na zona litoral.

Foram selecionadas duas estações de coleta, localizadas na parte sul do cordão recifal, na região de entre-marés da face protegida: **Estação 2** (06°46'44''S - 34°54'54,3''W) e **Estação 3** (06°46'46,7''S - 34°54'53,7''W) distantes aproximadamente 90 m entre uma e outra (Figura 3). A escolha das estações baseou-se na presença de *Gracilaria birdiae*.

Para garantir que nas áreas estabelecidas como estações de coleta não haveria nenhuma interferência humana foi firmado um acordo com o responsável pelo Projeto Peixe-Boi Marinho que nas estações de coleta não haveria atividades de colheita de algas ou qualquer outra manipulação antrópica durante o período dos experimentos.

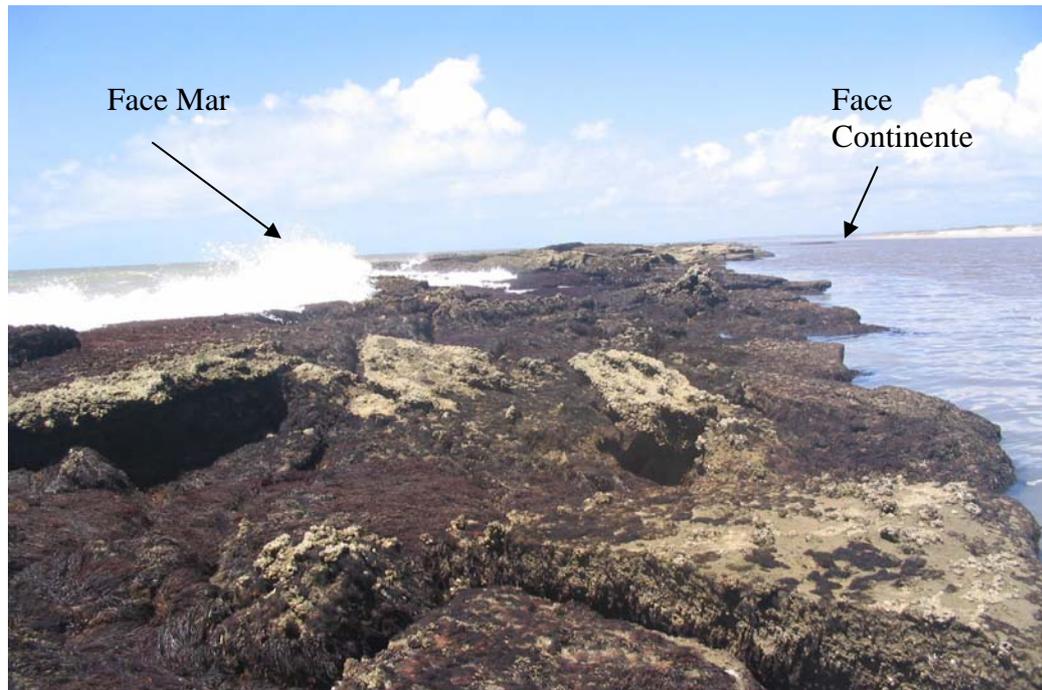


Figura 2. Vista geral da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba onde se desenvolvem os bancos de macroalgas.

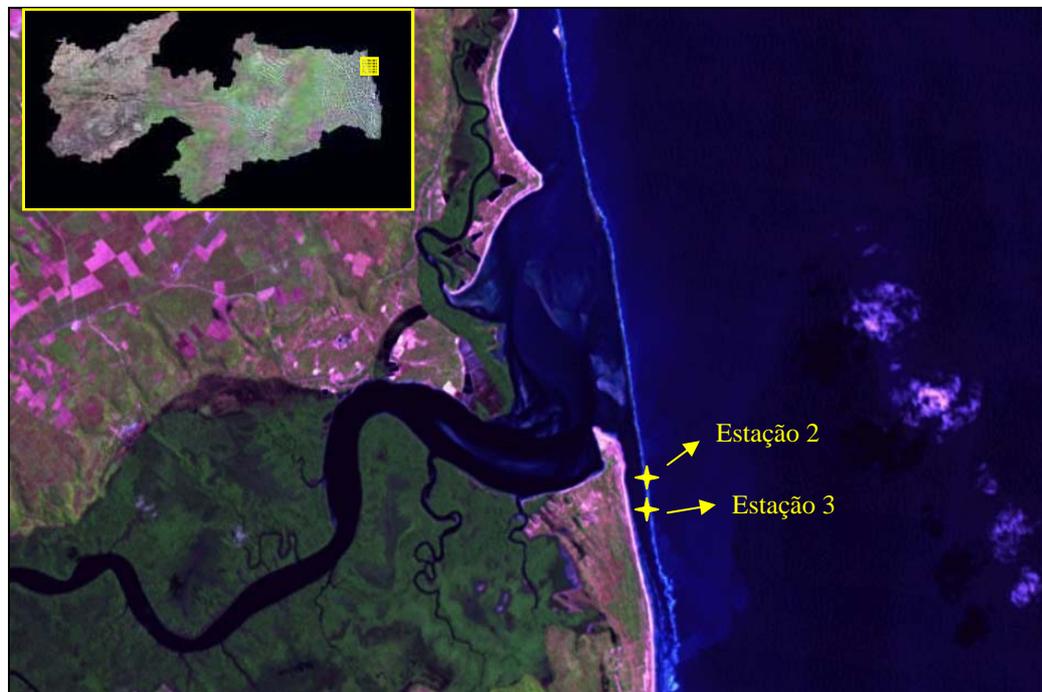


Figura 3. (A) Localização da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba; (B) Localização das estações de coleta na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape. Imagem: LANDSAT TM Bandas 3, 4, 5, Escala: 1:93.000. Fonte: Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análise Espacial (LEPAN), Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.

## 2. 2 UNIDADES EXPERIMENTAIS

A unidade experimental consistiu de seis transectos lineares fixos designados pelas letras: A, B, C, D, E e F, distribuídos seqüencialmente da face mar para a face continente, paralelos ao cordão recifal. Cada transecção tinha 4 m de comprimento e 30 cm de distância entre uma e outra. Cada linha estava dividida em 20 pontos distantes 20 cm um do outro, que representava o tamanho do quadrado amostral utilizado na amostragem da cobertura de *G. birdiae*. Foram utilizados grampos de ferro galvanizado presos ao substrato, para a demarcação das extremidades das transecções. Apenas no momento da coleta, eram utilizados cabos de náilon presos aos grampos, delineando, dessa maneira, os transectos (Figura 4). Após o término dos experimentos de campo, todas as estruturas implantadas foram retiradas. As Figuras 5 e 6 apresentam as unidades experimentais nas estações 2 e 3, respectivamente.

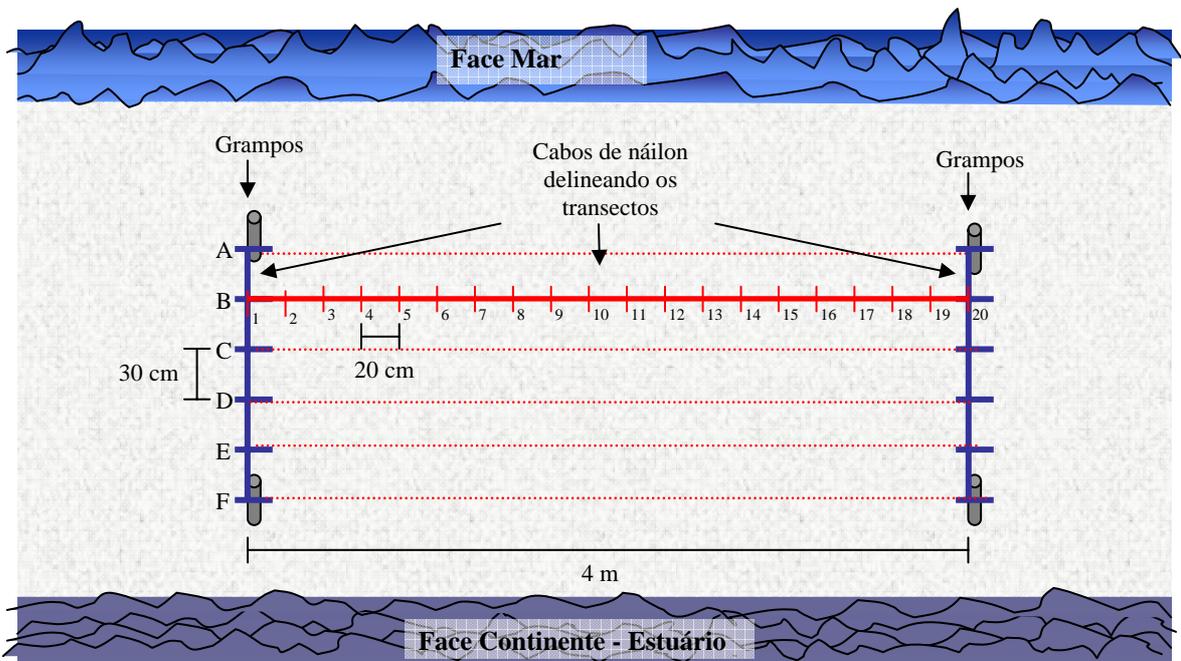


Figura 4. Esquema ilustrativo da unidade experimental plotada nas estações de coleta 2 e 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.



Figura 5. Unidade experimental da estação 2 no momento da coleta localizada na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.



Figura 6. Unidade experimental da estação 3 no momento da coleta localizada na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

## 2.3 AMOSTRAGEM

As amostragens foram realizadas do período de outubro/2003 até outubro/2004, em intervalos bimensais para os dados de cobertura, biomassa, padrão reprodutivo e epífitas da população de *G. birdiae* e em intervalos mensais para os dados de temperatura e salinidade.

### 2.3.1 PARÂMETROS AMBIENTAIS

As amostragens de salinidade da água e da temperatura do ar e da água foram realizadas mensalmente, durante as marés baixas de sizígia nas duas estações de coleta. Os dados de salinidade foram medidos com auxílio de refratômetro e o da temperatura, com termômetro de mercúrio. A relação da temperatura e salinidade com a cobertura e biomassa de *G. birdiae* foram testados a partir da Correlação de Spearman (ZAR, 1996).

No mês de setembro/2004, foi realizada uma amostragem da salinidade por um período de 12 horas, em intervalos de 2 horas. O perfil topográfico de cada estação de coleta foi definido com auxílio de uma mangueira de nível, baseando-se nos princípios da lei dos vasos comunicantes.

O movimento da água nos recifes foi avaliado indiretamente no mês de agosto/2004. Para isto, foi adotado o método do desgaste dos blocos de gesso (DOTY, 1971) adaptado para este estudo. Todos os blocos foram produzidos de uma só vez, tal cuidado justifica-se pela falta de uma padronização industrial dos tipos de gesso, o que pode interferir na comparação de seus pesos (OSSE, 1995). Foram utilizados moldes plásticos com 4 cm de altura e 5 cm de diâmetro e uma proporção de 1:1 entre gesso e água. Com o gesso ainda fresco, foi imerso um fio de cobre em forma de U, com as extremidades de 10 cm fora do bloco. Após um período de 24 h de secagem, os blocos foram fixados em placas de PVC de 7 cm de lado, através da amarração com os fios de cobre. Em seguida, os blocos foram colocados na estufa a 70°C por

24 horas. Finalizado o período de secagem, os blocos foram marcados e pesados em balança analítica. Cada um foi acondicionado individualmente com o cuidado de evitar danos nas estruturas para não prejudicar na comparação dos pesos.

Em campo, os blocos foram fixados em ripas de madeira com 1,5 m de comprimento (Figura 7). Em cada ripa tinham 3 blocos fixos, distantes 40 cm um do outro (Figura 8). Em cada estação de coleta foram fixadas 3 ripas, totalizando 9 blocos em cada área (Figura 9 e 10). Estas ripas foram amarradas nos grampos que delimitavam os transectos. Após um período de 12 horas de exposição ao movimento da água, os blocos foram retirados e acondicionados individualmente. Em laboratório, foram secos em estufa a 70°C por 24 horas e em seguida registrado o peso seco final. A partir do peso seco inicial e final foi calculada a perda percentual dos blocos de gesso. As perdas percentuais do gesso em função do desgaste referente ao fluxo da água nas duas estações de coleta foram comparadas através de Análise de Variância (ZAR, 1996).

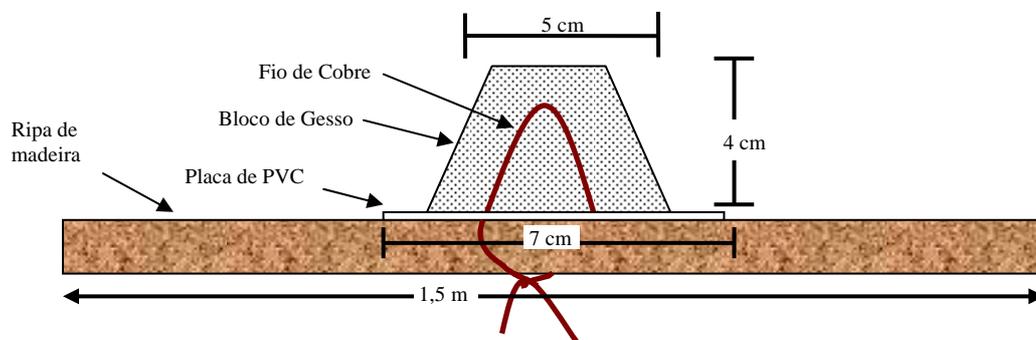


Figura 7. Esquema ilustrativo do bloco de gesso utilizado para avaliar indiretamente o fluxo de água em cada estação de coleta na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.

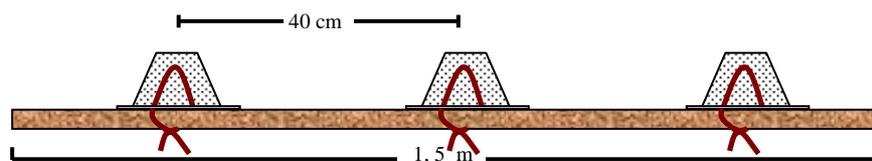


Figura 8. Esquema ilustrativo da distribuição dos blocos de gesso na ripa de madeira.

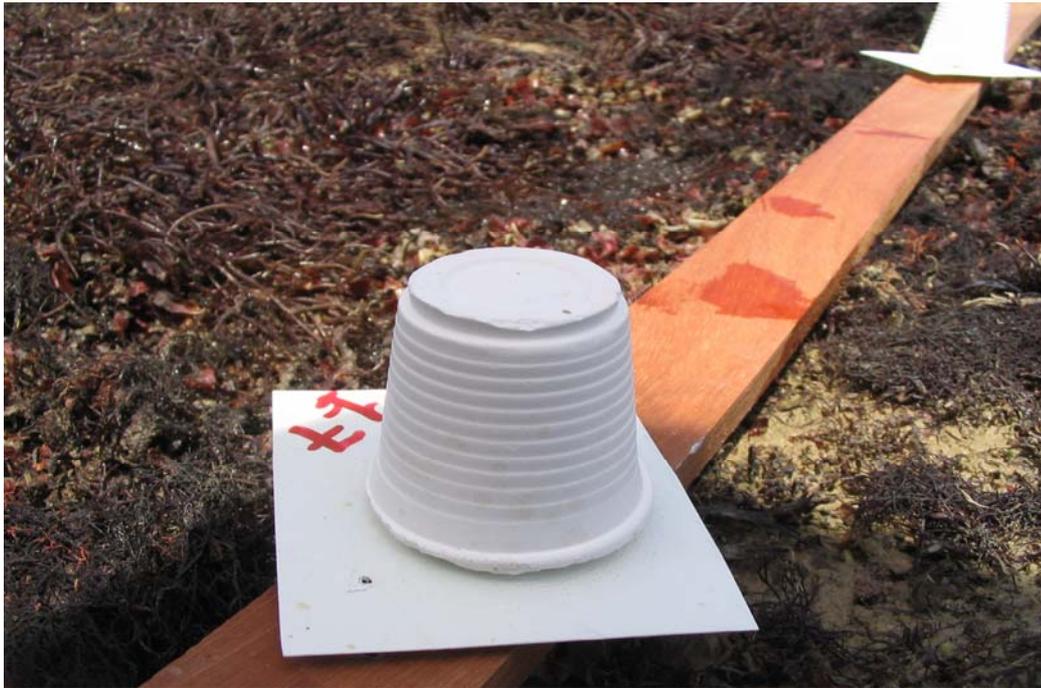


Figura 9. Bloco de gesso fixo na ripa de madeira presa no substrato da estação de coleta 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) para avaliar indiretamente o fluxo de água.



Figura 10. Distribuição dos blocos de gesso na estação de coleta 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

### 2.3.2 COBERTURA PERCENTUAL

A cobertura percentual de *G. birdiae* foi amostrada por meio de método de estimativa visual. O elemento amostral consistiu-se de um quadrado de 400 cm<sup>2</sup> de área subdividido em 100 subquadrados, cada um representando 1% da área total. O tamanho do elemento amostral baseou-se nos trabalhos de MIRANDA (2000), que estudou os bancos de *Gracilaria caudata* no litoral paraibano e ARAÚJO (2001) que abordou a repartição espacial das macroalgas nos recifes costeiros da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Não foi levada em consideração a sobreposição de espécies, logo a cobertura máxima foi de 100%.

Em cada unidade experimental foram lançados 30 quadrados de modo aleatório por coleta, seguindo a procedimento abaixo para alocação de cada ponto:

- Sorteava-se o transecto (A, B, C, D, E ou F) onde era lançado o quadrado;
- Em seguida, era sorteado um número de 1 a 20, que correspondia ao ponto no transecto sorteado.

A flutuação espacial da cobertura de *G. birdiae* foi analisada a partir do Teste *t* e a variação temporal a partir de Análise de Variância (ZAR, 1996).

### 2.3.3 PADRÃO REPRODUTIVO

A fim de caracterizar as fases do histórico de vida da população de *G. birdiae* foram coletadas bimensalmente 100 espécimes, sendo 50 indivíduos em cada estação de coleta. O número amostral (*n*) foi escolhido de forma subjetiva. Para isso sorteavam-se 25 pontos em cada estação, onde eram coletados dois indivíduos de modo aleatório. O sorteio dos pontos seguiu os critérios abaixo:

- Sorteio do transecto (A, B, C, D, E ou F) seguido do sorteio do ponto no transecto correspondente (1- 20);
- Para cada ponto sorteado foram coletados dois indivíduos;
- O primeiro indivíduo foi coletado exatamente no ponto sorteado ou caso não encontrasse *G. birdiae* neste local, coletava-se o espécime mais próximo do lado direito do transecto;
- A segunda alga coletada correspondia a mais próxima do lado esquerdo da transeção.

No campo, o material individualizado foi acondicionado em sacos plásticos devidamente etiquetado. No laboratório, as algas foram identificadas e separadas segundo as fases do ciclo de vida. Para verificar a ocorrência de flutuação espaço-temporal entre as fases do ciclo de vida foi utilizada a Análise de Variância e para testar a proporção entre algas femininas e masculinas foi utilizado o Teste do  $X^2$  (ZAR,1996).

#### **2.3.4 BIOMASSA**

Para o estudo da variação espaço-temporal da biomassa dos indivíduos de *G. birdiae* foi utilizado o material coletado para caracterização do padrão reprodutivo, onde foram coletados 50 espécimes de modo aleatório em cada estação de coleta, totalizando um  $n$  amostral de 100 algas coletadas e individualizadas.

Após os indivíduos serem identificados quanto ao estágio reprodutivo, cada alga, individualizada, foi seca em estufa a 70°C por um período de 72 horas. Durante a

identificação das fases do ciclo de vida para caracterização do padrão reprodutivo da espécie, foram tomadas precauções em corte e manipulação do material para que não houvesse nenhuma perda de biomassa de *G. birdiae*. Os dados de peso seco das algas foram transformados em  $\text{mg.ind}^{-1}$ .

Para as análises estatísticas os dados foram transformados em  $\text{Log}_{10}(\text{mg}).\text{ind}^{-1}$ . A flutuação espaço-temporal foi avaliada através da Análise de Variância (ZAR, 1996).

### **2.3.5 ESTUDO QUALITATIVO DAS EPÍFITAS**

Para o levantamento qualitativo das epífitas presentes sobre os talos de *G. birdiae* na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape foi utilizado o material coletado para o estudo de caracterização do padrão reprodutivo.

As algas epífitas encontradas sobre *G. birdiae* foram triadas no momento da identificação do estágio reprodutivo da espécie. Após a triagem, as epífitas foram fixadas em formalina a 4%. Em seguida, foram identificadas em nível de gênero-espécie, com base na bibliografia especializada.

A nomenclatura das espécies foi revisada com base em WYNNE (1998).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 PARÂMETROS AMBIENTAIS

A temperatura média do ar foi de 29°C no período seco e de 28°C no período chuvoso. A temperatura média da água foi de 27°C nos dois períodos do ano (Figura 11).

A salinidade variou de 23 – 36 ‰ no período chuvoso e de 37 – 40 ‰, no período seco (Figura 11). Em janeiro de 2004, entretanto, a salinidade caiu de 40 ‰ para 5 ‰ em uma única semana, provocada pela grande quantidade de chuva, atípica no período, somado ao rompimento de uma barragem no interior do Estado da Paraíba que resultou numa grande descarga de água doce no Rio Mamanguape.

Os maiores valores da salinidade ocorreram na preamar, e os menores foram registrados na baixa-mar (Figura 12). Esta amostragem foi realizada em setembro/2004, período seco. No período chuvoso não foi realizada nenhuma amostragem desta natureza, devido às dificuldades em campo, visto que nesta época do ano o mar está muito agitado, principalmente na preamar.

Os perfis topográficos das estações 2 e 3 estão representados nas Figuras 13 e 14, respectivamente. A estação 2 apresentou uma topografia mais irregular que a estação 3.

Após 12 horas de exposição dos blocos de gesso ao impacto das ondas nas estações de coleta, foi perdido apenas um bloco de gesso na Estação 2.

O desgaste percentual médio do gesso na Estação 2 (n=8) foi de 54% e na estação 3 (n=9) foi de 57%. Os desgastes percentuais não apresentaram diferenças significativas entre as estações de coleta ( $F=3,5$ ;  $p>0,05$ ).

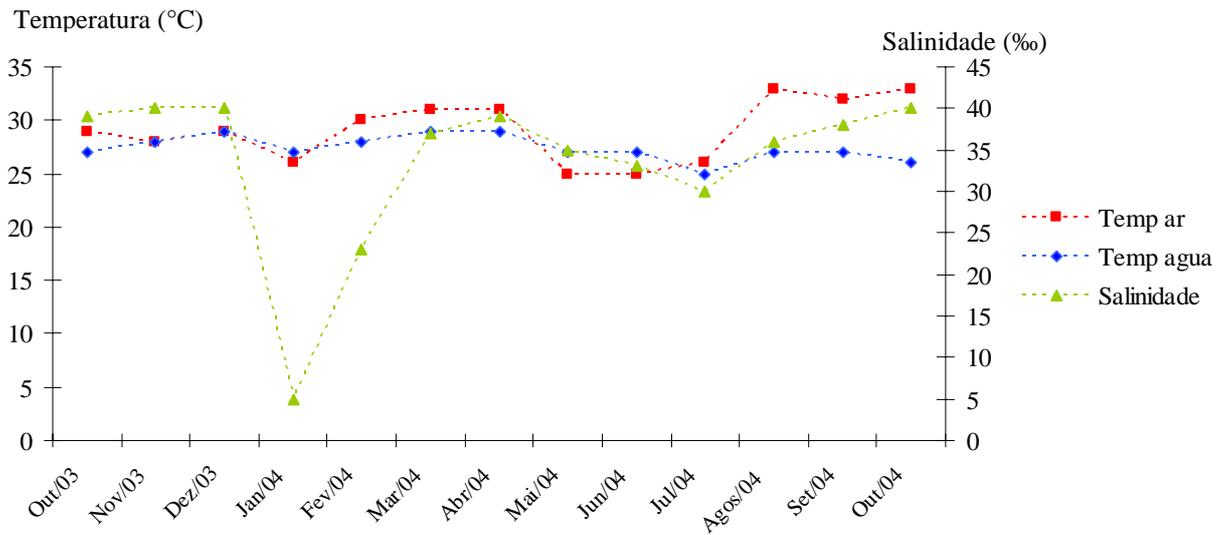


Figura 11. Variação da média dos valores da temperatura do ar e da água (°C) e da salinidade (‰) da água nas estações 2 e 3 da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

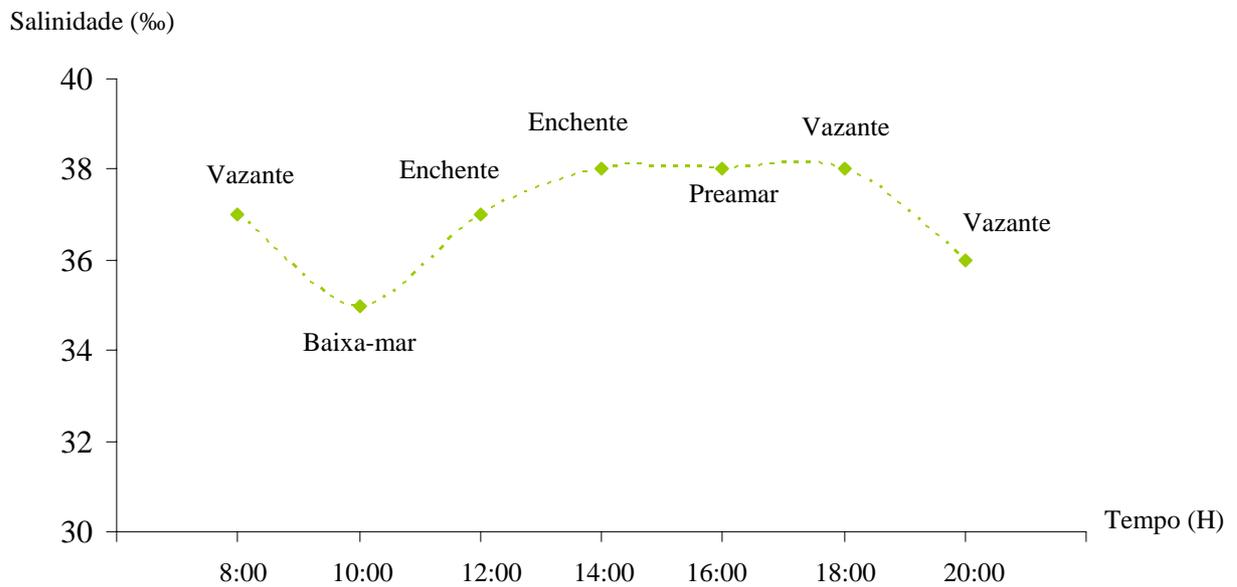


Figura 12. Variação da média da salinidade (‰) da água nas estações de coleta na formação recifal da Barra de Mamanguape num período de 12 horas, observada em setembro de 2004.

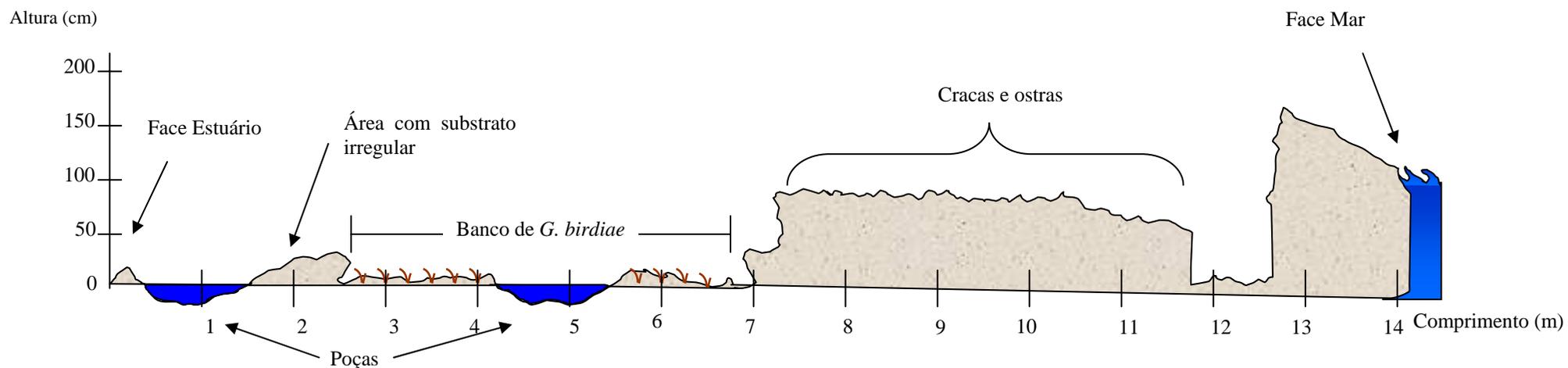


Figura 13. Perfil topográfico da estação de coleta 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba.

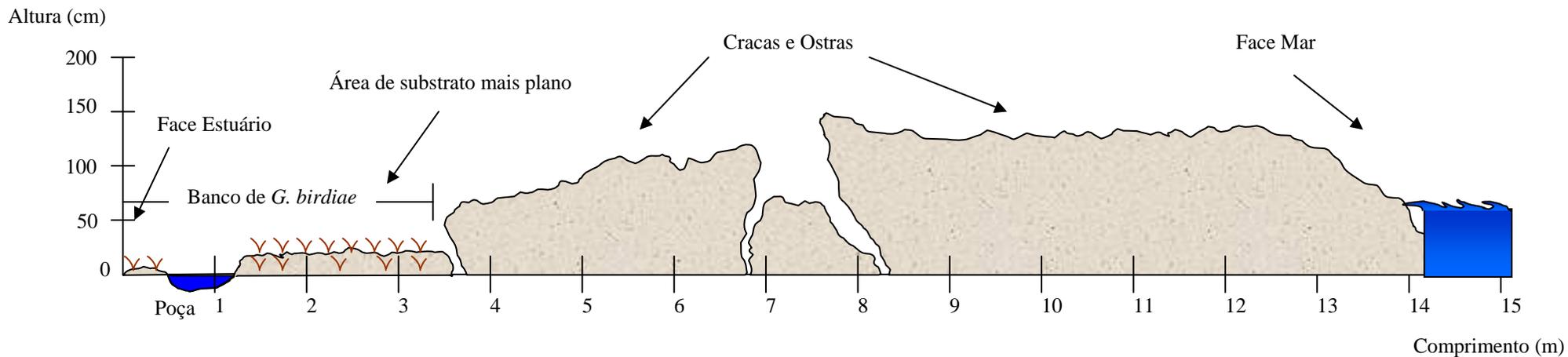


Figura 14. Perfil topográfico da estação de coleta 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba.

### 3. 2 COBERTURA PERCENTUAL

A cobertura percentual representa a porcentagem de área ocupada pela população de *G. birdiae* na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape. A cobertura média de *G. birdiae* entre as estações de coleta apresentou diferença significativa ( $t= 6,09$ ;  $p<0,05$ ), ou seja, houve uma variação da cobertura da população entre as áreas analisadas. Na estação 2, a cobertura média foi de  $41,6\% \pm 35,73$  no período seco e de  $50,46\% \pm 40,49$  no período chuvoso e na estação 3 foi de  $19,27\% \pm 31,14$  no período seco e de  $29,4\% \pm 39,3$  no período chuvoso. Estas diferenças na cobertura da população possivelmente estão ligadas a uma maior herbivoria na estação 3. Durante todo o período de estudo foram observados peixes-bois e tartarugas alimentando-se nos bancos de algas da região.

Na estação 2, a cobertura de *G. birdiae* mostrou diferença significativa entre os períodos do ano ( $F=3,01$ ;  $p<0,05$ ) (Figura 15), caracterizando uma flutuação sazonal da população. Os maiores valores foram alcançados no período chuvoso, e os menores, no período seco. Contudo, houve uma exceção em fevereiro/2004, quando a cobertura média atingiu 59%, o maior valor de cobertura durante o estudo. Embora o mês de fevereiro corresponda ao período seco, no ano de 2004, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram elevada média pluviométrica. Na estação 3, a cobertura da população de *G. birdiae* não apresentou diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso ( $F=1,17$ ;  $p>0,05$ ) (Figura 16).

A partir da Análise de Variância foi verificada uma relação da variação da cobertura com os dados ambientais: temperatura do ar ( $R=0,06$ ;  $p>0,05$ ), temperatura da água ( $R=0,08$ ;  $p>0,05$ ) e salinidade ( $R=-0,04$ ;  $p>0,05$ ).

No período logo após as chuvas, as algas apresentaram um aspecto murcho e com ápices esbranquiçados, mas a recuperação ocorreu em poucos dias (Figura 17).

Em outubro/2004 a cobertura de *G. birdiae* diminuiu devido ao aumento da herbivoria na região. Neste período foi observado um maior número de peixes-boi se alimentando nos bancos de macroalgas, além das tartarugas marinhas, muitos talos de *G. birdiae* eram encontrados com sinais de mordidas dos animais (Figura 18).

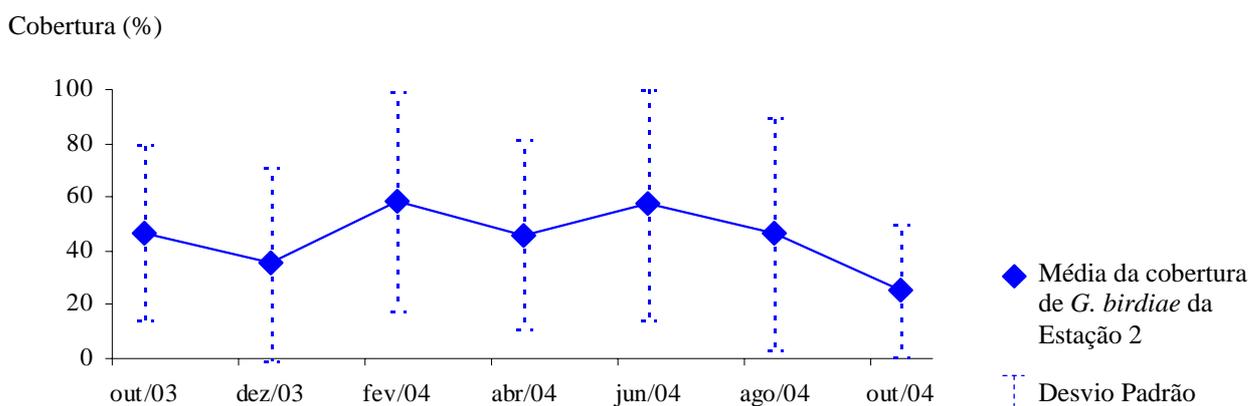


Figura 15. Variação das médias da cobertura percentual da população de *Gracilaria birdiae* na estação 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004.

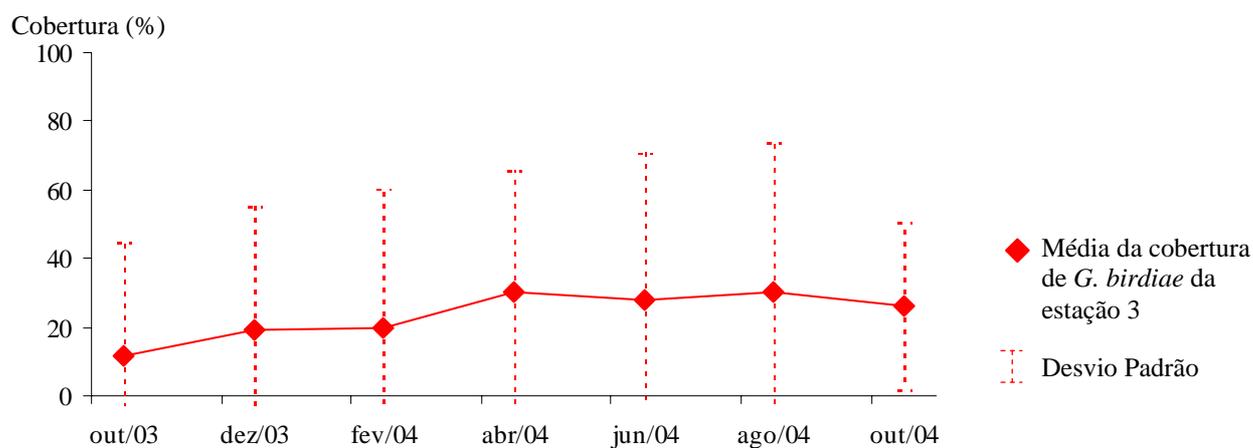


Figura 16. Variação das médias da cobertura percentual da população de *Gracilaria birdiae* na estação 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004.



Figura 17. Aspecto esbranquiçado dos talos de *Gracilaria birdiae* na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) após as chuvas.



Figura 18. Detalhe dos talos de *Gracilaria birdiae* com sinais de mordidas dos herbívoros que se alimentam das algas na formação recifal da Barra do Rio mamanguape, Paraíba.

### 3.3 BIOMASSA

A média da biomassa dos indivíduos de *G. birdiae* na estação 2 foi de  $284 \text{ mg.ind}^{-1} \pm 422,8$  (Figura 19) e na estação 3, de  $229 \text{ mg.ind}^{-1} \pm 312,41$  (Figura 20). Não houve diferenças significativas da biomassa entre as áreas analisadas ( $F=3,8; p>0,05$ ).

A biomassa de *G. birdiae* apresentou flutuação sazonal significativa ao longo do período de estudo ( $F=13,4; p<0,05$ ), com os maiores valores ocorrendo em dezembro/2003 nas duas estações de coleta; e os menores valores ocorrendo em abril/2004 na estação 3 e em outubro/2004 na estação 2.

Com base nas análises estatísticas, não houve relação da flutuação sazonal da biomassa com os parâmetros ambientais coletados: temperatura do ar ( $R=-0,15; p<0,05$ ), temperatura da água ( $R=0,10; p<0,05$ ) e salinidade ( $R=0,10; p<0,05$ ).

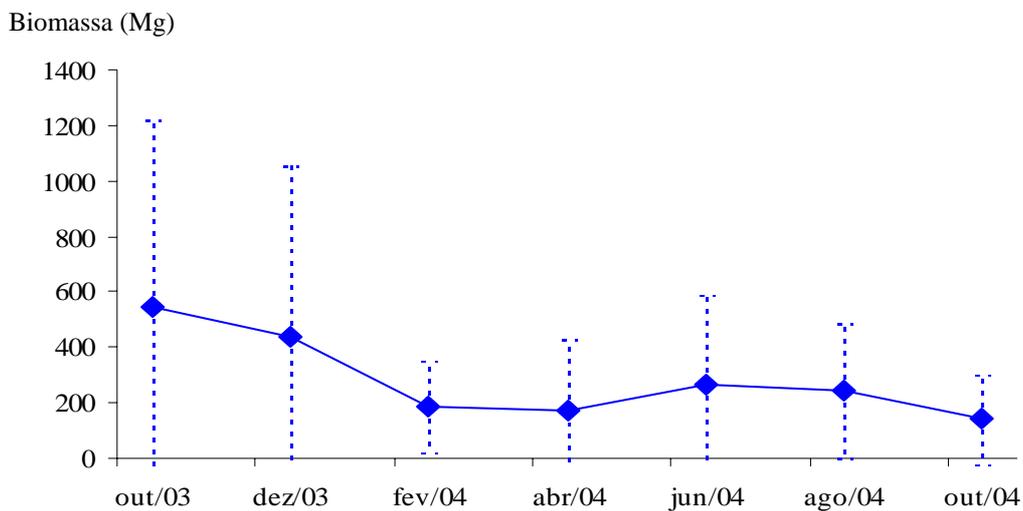


Figura 19. Variação das médias da biomassa (Mg/ind) dos indivíduos de *Gracilaria birdiae* na estação 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004. ◆ Média da biomassa dos indivíduos de *G. birdiae* e ▤ desvio padrão da média.

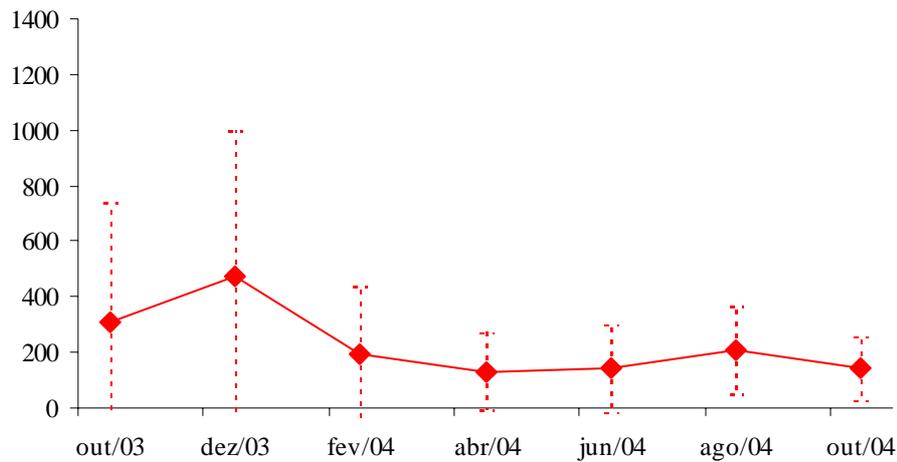


Figura 20. Variação das médias da biomassa (Mg/ind) dos indivíduos de *Gracilaria birdiae* na estação 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) entre outubro/2003 a outubro/2004. ◆ Média da biomassa dos indivíduos de *G. birdiae* e - - - desvio padrão da média.

### 3.4 PADRÃO REPRODUTIVO

Durante todo período de estudo foram encontradas algas férteis (tetrasporofíticas e gametofíticas), mas também foi encontrado um número significativo de algas inférteis.

Do total de algas coletadas, os indivíduos tetrasporofíticos foram predominantes representando 52% da população, as algas inférteis representaram 41,5% e as gametófitas, 6,5% (Figura 21). Este padrão de proporcionalidade entre as fases do ciclo de vida dentro da população de *G. birdiae* foi semelhante nas duas estações de coleta ( $t=0,7$ ;  $p>0,05$ ).

Entre algas gametofíticas, a relação de indivíduos femininos e masculinos foi de 1:1 ( $X^2=12,21$ ;  $p>0,05$ ) (Figura 22). Em dezembro/2003, foi coletado um gametófito masculino desenvolvendo-se sobre um talo tetrasporofítico, evidenciando a germinação de tetrásporos e seu desenvolvimento sobre o talo tetrasporofítico.

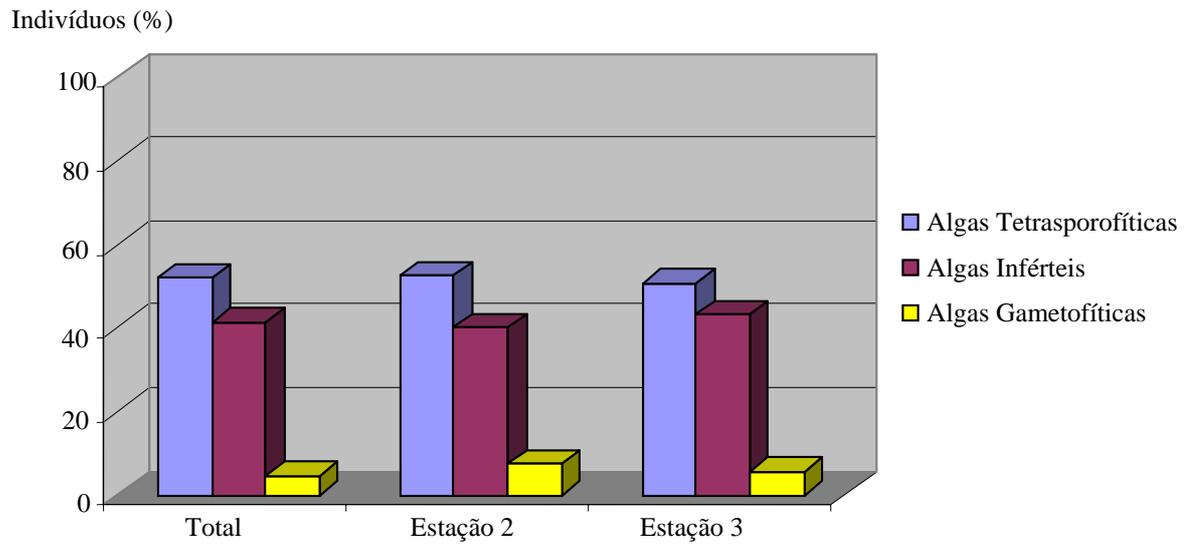


Figura 21. Proporção dos indivíduos de *Gracilaria birdiae* em cada fase do ciclo de vida nas estações de coleta 2 e 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

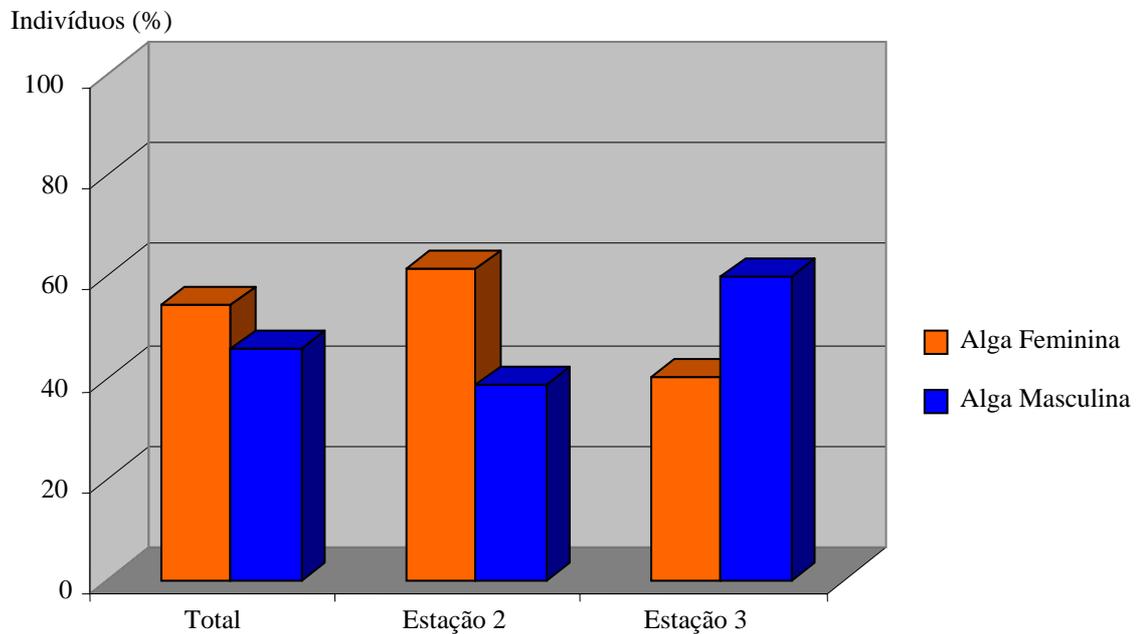


Figura 22. Proporção de indivíduos gametofíticos masculinos e femininos de *Gracilaria birdiae* nas estações de coleta 2 e 3 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

Foi observada uma variação sazonal das algas tetrasporofíticas ( $F= 6,01$ ;  $p <0,05$ ) e inférteis ( $F= 4,24$ ;  $p <0,05$ ) nas duas estações de coleta (Figuras 23 e 24). No período que ocorreu aumento do número de algas tetrasporofíticas (período chuvoso), houve diminuição das algas inférteis, e nos meses de maior número de algas inférteis, houve diminuição das tetrasporofíticas. As algas gametofíticas não tiveram flutuação sazonal ( $F= 0,7$ ;  $p >0,05$ ).

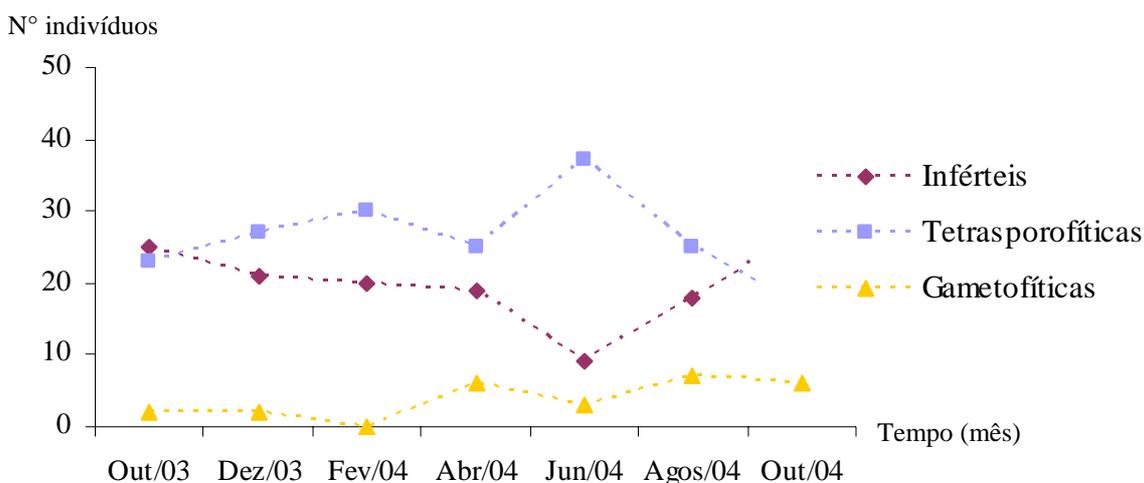


Figura 23. Variação sazonal do número de indivíduos de *Gracilaria birdiae* em cada fase do ciclo de vida na estação 2 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) durante o período de estudo (Out/03 – Out/04).

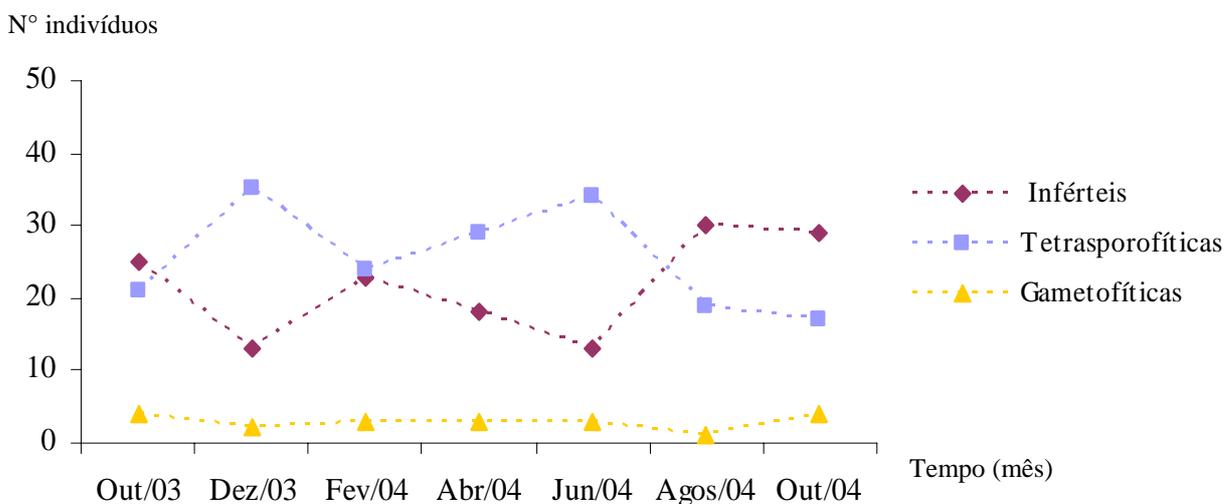


Figura 24 Variação sazonal do número de indivíduos de *Gracilaria birdiae* em cada fase do ciclo de vida na estação 3 da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape (PB) durante o período de estudo (Out/03 – Out/04).

### 3.5 ESTUDO QUALITATIVO DAS EPÍFITAS

Foram identificados 10 táxons epifitando os talos de *G. birdiae*. A maior parte das epífitas foi de rodófitas, 8 táxons, seguido de uma espécie de clorófitas e uma feófitas.

O epifitismo nos talos de *G. birdiae* foi observado durante todo período de estudo, outubro/2003 a outubro/2004. As espécies do gênero *Hypnea* Lamour., *Ceramium* Roth. e as coralináceas estiveram presentes durante todo ano, as demais espécies de epífitas identificadas foram encontradas esporadicamente nos talos de *G. birdiae* coletados.

Abaixo segue a lista de espécies epífitas de *Gracilaria birdiae* na formação recifal na Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, identificadas no presente estudo:

#### SINOPSE DAS EPÍFITAS ENCONTRADAS SOBRE *Gracilaria birdiae*

##### RHODOPHYTA

###### Corallinales

###### Corallinaceae

###### Gigartinales

###### Cystocloniaceae

<sup>2</sup>*Craspedocarpus jolyi* (E. C. Oliveira) Schneid.

###### Hypneaceae

*Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J. V. Lamour.

*Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing

###### Ceramiales

###### Ceramiceae

*Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Mont. in Durieu Maisonneuve

*Ceramium brasiliense* A. B. Joly

<sup>2</sup>*Gymnothamnion elegans* (Schousb. ex. C. Agardh) J. Agardh

<sup>2</sup>*Spermothamnion* sp.

##### CHLOROPHYTA

###### Ulvales

###### Ulvaceae

*Ulva lactuca* L.

##### PHAEOPHYTA

###### Dictyotales

###### Dictyotaceae

*Dictyopteris delicatula* J.V. Lamour.

<sup>2</sup>Primeira citação da espécie para o Estado da Paraíba.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 COBERTURA PERCENTUAL

ALVEAL (1995) destaca a importância do conhecimento dos processos biológicos e ecológicos das populações de algas nos programas de manejo. Este autor afirma que informações a cerca da flutuação da cobertura e biomassa, densidade, recrutamento e biologia da reprodução, dentre outros aspectos da população, é que irá influenciar nas propostas de procedimentos do plano de manejo.

A cobertura da população de *G. birdiae* da Barra do Rio Mamanguape apresentou uma variação espacial significativa entre as áreas analisadas. Provavelmente, o principal fator que influenciou na variação da cobertura foi a herbivoria, mais pronunciada na estação 3.

Esta maior frequência de herbivoria na estação 3, possivelmente, seja explicada pelas diferenças na topografia das áreas analisadas. Na estação 2, a topografia era mais irregular, o substrato era repleto de reentrância, com altos e baixos, diferente da estação 3, que se caracterizou por uma topografia mais suave, mais plana, que deve favorecer a movimentação dos grandes herbívoros sobre os bancos de algas nas marés altas, fazendo com que estas áreas sejam preferenciais no momento da procura por algas.

A proximidade de uma estação a outra, aproximadamente 90 m, exclui os fatores ambientais amostrados neste estudo que poderiam influenciar na variação espacial da população, como por exemplo, a temperatura e salinidade que foram semelhantes entre estas estações. Os desgastes percentuais dos blocos de gesso, que avaliaram de forma indireta o fluxo de água das estações de coleta não apresentaram diferenças significativas entre as áreas analisadas, o que leva a inferir que estas áreas estão submetidas a um movimento de água similar, logo não deve influenciar na flutuação espacial das algas.

A população de *G. birdiae* estudada apresentou uma flutuação sazonal clara, com os maiores valores de cobertura correspondente aos meses chuvoso, que foram de janeiro a fevereiro/2004 e de maio a agosto/2004, e os menores valores no período seco.

Em áreas tropicais, as populações de *Gracilaria* apresentam maior cobertura no período chuvoso (MCLACHLAN & BIRD, 1986; SILVA et al., 1987; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994; LUHAN, 1996; GIVERNAUD et al., 1999 e MIRANDA, 2000). SILVA et al. (1987) sugerem que o aumento dos bancos de *Gracilaria* no litoral de Pernambuco ocorrido no período chuvoso deve estar associado ao aumento dos nutrientes, principalmente fosfato; enquanto que MCLACHLAN & BIRD (1986) indicam que a produtividade dos bancos de *Gracilaria* esta relacionado principalmente a temperatura e nutrientes, em especial, o nitrogênio. MIRANDA (2000) observou um aumento nas taxas de recobrimento de *G. caudata* no litoral da Paraíba no período chuvoso. Estas observações corroboram os resultados encontrados na população de *G. birdiae* da Barra de Mamanguape.

O ano de 2004 foi registrado como um período climático atípico da região, os índices de precipitação nos dois primeiros meses foram superiores aos registrados nos últimos anos (INMET). Entre janeiro e fevereiro também ocorreu o rompimento de uma barragem no interior do Estado Paraíba que lançou uma grande quantidade de água doce no estuário do Rio Mamanguape, provocando uma brusca queda nos valores de salinidade da região litorânea próxima à desembocadura do rio. Nas estações de coleta, a salinidade caiu de 40 ‰ para 5 ‰ neste período, mas apesar da variação brusca e significativa da salinidade, a cobertura da população não apresentou um impacto acentuado.

Na área de estudo, a população estava presente na região de entre-marés. Durante a baixa-mar, quando ocorria uma maior influencia da água do estuário do rio Mamanguape, estas algas estavam expostas ao ar, sem contanto direto com a água. Quando o nível da maré aumentava, a população ficava imersa na água. Deste modo, a *G. birdiae* não estava

submetida diretamente às variações de salinidade. Provavelmente, este padrão de distribuição da população signifique um “*mecanismo de adaptação*” às estas variações ambientais.

Contudo, nos meses de janeiro e fevereiro/2004 a vazão do Rio Mamanguape foi tão elevada que mesmo nas preamares ocorria maior influência da água do rio do que das correntes de maré (influência marinha). Mesmo assim, a população de *G. birdiae* suportou tais variações de salinidade, ocorrendo apenas o branqueamento de alguns talos, principalmente nos ápices, mas que foram recuperados em 3-4 dias não afetando de forma drástica a cobertura da população. Estes branqueamentos também foram observados em período de muita chuva.

O caráter eurialino, já mencionado para várias espécies do gênero *Gracilaria* (BIRD & MCLANCLAN, 1986; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994) possivelmente deve estar presente nesta espécie, contudo estas informações se baseiam apenas em observações de campo e se faz necessário novas pesquisas que confirmem esta característica para *G. birdiae*.

Os menores valores da cobertura de *G. birdiae* ocorreram na estação seca. Entretanto, a diminuição da cobertura em agosto/2004 foi proveniente do aumento da herbivoria devido a um maior número de peixes-bois freqüentando a área. SILVA et al. (1992) relata que o peixe-boi freqüenta o estuário da Barra do Rio Mamanguape durante todo ano, porém ocorre um aumento de animais quando aproxima a primavera. MIRANDA (2000) observou uma queda da população de *G. caudata* no litoral de João Pessoa (PB) nos mês de setembro/1998 e ele apontou as fortes ressacas e o soterramento por sedimentos como fatores responsáveis por esta baixa. Estes fatores não foram observados na Barra do Rio Mamanguape durante o período de estudo.

Na estação 3 não houve variação temporal da cobertura de *G. birdiae*. Provavelmente este fato ocorreu devido à intensa herbivoria na região, o que não possibilitava o crescimento das algas.

## 4.2 BIOMASSA

A biomassa individual de *G. birdiae* na população estudada não apresentou variação espacial, houve apenas uma flutuação sazonal das algas. Contudo, não foi observada nenhuma relação clara entre a variação da biomassa com a temperatura e salinidade do ambiente.

Os menores valores da biomassa dos indivíduos de *G. birdiae* ocorreram em abril, junho e outubro/2004. Em outubro/2004, a diminuição da biomassa foi proveniente do aumento da herbivoria, já mencionado anteriormente.

Nos meses de abril e junho/2004, os menores valores de biomassa dos indivíduos coincidiram com a diminuição do número de algas tetrásporas e aumento dos talos inférteis. A partir destas informações, juntamente com algumas observações de campo durante as coletas, supõe-se que neste período ocorra a liberação dos esporos, fixação e desenvolvimento das algas jovens na população de *G. birdiae* da formação recifal da Barra do Rio Mamanguape.

Esta maior quantidade de talos jovens na população ocorreu logo após a época de maior porcentagem de indivíduos tetrásporas de *G. birdiae*, sugerindo que naquela ocasião a população apresentava uma maior fertilidade e possivelmente estava em fase de reprodução através de esporos e de desenvolvimento dos mesmos, conseqüentemente, houve aumento de indivíduos juvenis dentro da população.

Na maior parte das pesquisas realizadas com *Gracilaria* o descritor “biomassa” é quantificado por unidade de área ( $m^2$ ,  $cm^2$ ). No presente estudo, a biomassa foi estimada por indivíduo, devido à particularidade da área estudada, o que dificultou as comparações com alguns padrões encontrados em literatura.

Alguns autores caracterizaram a flutuação da biomassa de *Gracilaria* spp. em ciclos biológicos anuais. ROMO et al. (1979) que estudaram a biologia de *Gracilaria verrucosa* na

costa do Chile explicam que esta alga tem um ciclo com três períodos característicos, o primeiro de junho a agosto, caracterizado por baixos valores de biomassa, um segundo período que vai de setembro a janeiro, com aumento progressivo de biomassa e no terceiro período, de fevereiro a maio, ocorre um declínio progressivo deste descritor; POBLETE & INOSTROZA (1987) explicam que a variação sazonal dos bancos naturais de *Gracilaria* do Chile é cíclica com três diferentes períodos, com o aumento da biomassa durante a primavera e verão; GIVERNAUD et al. (1999) observaram que o ciclo biológico de *Gracilaria multipartita* caracteriza-se por dois períodos de crescimento, o primeiro na primavera, entre março e junho, e o segundo no outono, de setembro a outubro.

De acordo com OLIVEIRA & PLASTINO (1994) nas áreas tropicais as populações de *Gracilaria* geralmente apresentam maior biomassa no período chuvoso. SILVA et al. (1987) observaram aumento da biomassa dos bancos de *Gracilaria* no litoral de Pernambuco no período chuvoso e relacionaram ao aumento dos nutrientes; MOLLOY & BOLTON (1995) verificaram o aumento da biomassa de *Gracilaria* spp. na Namíbia no inverno e LUHAN (1996) que trabalhou com as populações naturais de *G. heteroclada* das Filipinas observou um aumento da biomassa no final da estação chuvosa, num período de baixa salinidade. Em contraste, MARINHO-SORIANO et al. (2001) verificaram que os maiores valores de biomassa de *G. cervicornis* no litoral do Ceará ocorreram na estação seca.

LUHAN (1996) observou a ocorrência de necroses nos períodos de baixa salinidade, e sugeriu que este fato, juntamente com a diminuição da biomassa, seria um mecanismo de resposta desta espécie à flutuação da salinidade. Na população de *G. birdiae* estudada também foram observados talos necrosados no período chuvoso que rapidamente se recuperaram.

No presente trabalho não foi possível estimar os períodos do ano de maior biomassa da população, porém, verificaram-se outros padrões importantes como a época de maior frequência de algas jovens ou adultas, que pode auxiliar na verificação dos períodos de

reprodução por esporos e desenvolvimento dos mesmos, que é um fator importante no momento de se estabelecer os melhores períodos de exploração dos bancos de algas.

A partir dos resultados de biomassa e padrão reprodutivo, pode-se sugerir que o melhor momento de coleta de *G. birdiae* na Barra de Mamanguape seria no final do período chuvoso, quando já teria ocorrido um ciclo de aumento e diminuição da fertilidade da população e quando os talos jovens já estariam estabelecidos e desenvolvidos. Porém no início da primavera ocorre a maior procura por alimentos pelos animais que migram para a região, o que mostra a necessidade de se estabelecer áreas reservadas para alimentação dos animais nativos e áreas para exploração das algas.

Na década de 80, foram registradas atividade de coleta de *Gracilaria* spp. nos bancos de algas na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Contudo, estas atividades foram abandonadas uma vez que na região já se trabalhava com ações de proteção do peixe-boi marinho e de seus habitats e de fontes de alimentação. Atualmente, a única atividade de exploração de macroalgas nesta região é a do Projeto Peixe-Boi Marinho, que coleta algas para alimentação dos sirênios em cativeiro e representa uma atividade constante, não podendo seguir um programa de coletas periódicas.

#### **4.3 PADRÃO REPRODUTIVO**

O conhecimento da biologia reprodutiva de uma população é fundamental para conservação da espécie (PHILLIPS, 1998) e no planejamento e desenvolvimento de programas de manejo (ALVEAL, 1995; KAIN & DESTOMBE, 1995).

COSTA & PLASTINO (2001) descreveram a formação de estruturas esféricas ou tetraédricas nos primeiros estádios da germinação dos tetrásporos *in situ*, fato inédito entre as algas gracilarióides e que parece resultar da germinação dos quatro tetrásporos ainda dentro

do tetrásporângio. A germinação de tetrásporos *in situ* é considerada uma estratégia para redução do tempo para completar o histórico de vida (OLIVEIRA & PLASTINO, 1984; PLASTINO, 1985; DESTOMBE et al., 1989), mas para as espécies de *Gracilaria* esta estratégia ainda não tinha sido confirmada, já que apenas os gametófitos destacados dos talos tetrásporofíticos é que amadureciam as estruturas reprodutivas (COSTA & PLASTINO, 2001). Na população estudada foi encontrado um talo gametofítico masculino fértil desenvolvendo-se sobre um talo tetrásporofítico, proveniente da germinação do tetrásporo *in situ*, confirmando a existência deste tipo de desenvolvimento para a espécie em questão.

Na população estudada foram encontradas todas as fases do histórico de vida ao longo de um ano e não houve variação espacial quanto à distribuição das fases do ciclo de vida entre as áreas analisadas.

No geral, foi observada uma predominância de algas tetrásporofíticas na população de *G. birdiae*, embora o número de indivíduos inférteis também fosse alto. A fase gametofítica representou menos de 6,5% da população. COSTA & PLASTINO (2001) apontam que 45% dos gametófitos de *G. birdiae* derivados dos tetrásporos permanecem inférteis, mas de acordo com estas mesmas autoras e PLASTINO (1985) a frequência de espécimes inférteis em populações naturais de *Gracilaria* é geralmente muito baixa, o que vai de encontro aos resultados observados na população natural da Barra do Rio Mamanguape. Além disso, a flutuação sincronizada dos indivíduos inférteis e tetrásporofíticos nesta população indica que as algas inférteis tem uma maior possibilidade de ser algas tetrásporofíticas imaturas.

O padrão de predominância de indivíduos tetrásporofíticos corrobora com as principais pesquisas acerca do histórico de vida das espécies do gênero *Gracilaria* (OLIVEIRA & PLASTINO, 1984; KAIN & DESTOMBE, 1995). DESTOMBE et al. (1989) estudando duas populações naturais de *G. verrucosa* sugeriram que os indivíduos diplóides possuem vantagens em relação às outras fases em aspectos como as taxas de sobrevivência e

regeneração, o que explicaria a predominância de indivíduos tetrasporofíticos. PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA (1980) observaram predominância de algas tetraspóricas nas populações naturais de *G. domingensis*; LUHAN (1996) observou que 64% da população de *G. heteroclada* das Filipinas eram indivíduos tetraspóricos. MIRANDA (2000) que trabalhou com uma população natural de *G. caudata* no litoral da Paraíba, próximo à Barra do Rio Mamanguape, encontrou uma predominância de algas tetrasporofíticas, mas também observou que as algas gametofíticas eram mais frequentes, em torno de 35% e os indivíduos inférteis representavam apenas 6,5% da população, fatos estes que se contrapuseram aos observados na população de *G. birdiae* estudada. Alguns autores apontam para importância do tipo de substrato no ciclo de vida destas algas (AGUILAR-ROSAS et al., 1993; KAIN & DESTOMBE, 1995; ROMO et al., 1979). ROMO et al., (1979) discute a relação do substrato rochoso à presença de todas as etapas da fase reprodutiva, enquanto que a reprodução vegetativa, através da regeneração e fragmentação, estaria relacionada a um substrato arenolodoso, o que não é verificado na Barra do Rio Mamanguape que tem substrato rochoso e mesmo assim apresenta um alto número de algas inférteis. PACHECO-RUIZ et al. (1993) comentam que a *Gracilaria pacifica* Abbott desenvolve estratégias de reprodução por regeneração quando as condições ambientais estão desfavoráveis à reprodução por esporos.

A proporção entre o número de indivíduos masculinos e femininos correspondeu ao esperado de 1:1. COSTA & PLASTINO (2001) também observaram uma razão de 1:1 entre gametófitos femininos e masculinos de *G. birdiae* cultivadas *in vitro*; PLASTINO et al. (2004) encontraram maior proporção de algas masculinas e baixa ocorrência de gametófitos inférteis de *G. birdiae*, sugerindo que fatores ambientais podem interferir na determinação do sexo. DESTOMBE et al. (1989) observaram uma razão de 1:1 entre algas femininas e masculinas na população de *G. verrucosa*. Contudo, PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA (1980) e MIRANDA (2000) encontraram um número maior de algas cistocárpicas.

Na população de *G. birdiae* foi observada uma sazonalidade apenas das algas tetraspóricas e inférteis, enquanto que as gametofíticas apresentaram uma uniformidade quanto ao número de indivíduos ao longo do ano. KAIN & DESTOMBE (1995) citam que algumas populações de *Gracilaria* nas regiões tropicais apresentam flutuação sazonal quanto às etapas do ciclo de vida, enquanto que em outras esta sazonalidade não ocorre ou então pode não ser tão evidente. Eles consideram o fato de que o talo pode apresentar cistocarpo durante todo o ano, mas que a liberação dos esporos pode estar confinada a alguma época específica. COSTA & PLASTINO (2001) observaram comportamentos distintos na maturação reprodutiva entre as fases do histórico de vida de *G. birdiae*, sugerindo diferenças metabólicas e a influencia dos fatores ambientais na diferenciação das estruturas reprodutivas. URSI & PLASTINO (2001) também destacam distintas respostas fisiológicas entre estádios reprodutivos de *G. birdiae*.

Uma análise gráfica do número de indivíduos em cada fase ao longo do ano mostrou que nos meses de aumento das algas tetraspóricas houve diminuição do número de algas inférteis, do mesmo modo que nos meses de maior incidência de alga infértil ocorreu diminuição das tetraspóricas. O período chuvoso é a época de máxima ocorrência das algas tetraspóricas na população, embora que na estação 3, no mês de dezembro/ 2003, também foi verificada que esta fase se sobressaiu em relação às demais. É provável que o período chuvoso seja a época mais favorável ao desenvolvimento e amadurecimento das estruturas reprodutivas da *G. birdiae*, aumentando a fertilidade da população, e que neste período também ocorra a liberação e desenvolvimento dos esporos, em vista da maior frequência de indivíduos jovens. Contudo são necessárias pesquisas mais detalhas que monitorem o ciclo de vida dos indivíduos no ambiente, já que em condições laboratoriais, os resultados podem não corresponder ao observado na natureza.

#### 4.4 ESTUDO QUALITATIVO DAS EPÍFITAS

O epifitismo é uma das principais problemáticas nos cultivos de macroalgas marinhas em diversas regiões do mundo (BUSCHMANN et al., 1998). As algas epífitas interferem nas taxas de crescimento e sobrevivência de *Gracilaria*, provocando uma diminuição nas taxas de biomassa nos cultivos (BUSCHMANN et al., 1989, 1995, 1997, 1998; POBLETE & INOSTROZA, 1987; RINCONES LEON, 1989). Deste modo, as pesquisas desenvolvidas nos aspectos de diversidade, padrão de abundância e sazonalidade das algas epífitas irão determinar soluções a estas problemáticas (BUSCHMANN et al., 1997; FLETCHER, 1995).

Do ponto de vista das ações de conservação e manejo das comunidades de macroalgas, o conhecimento da biodiversidade é um dos primeiros passos a serem tomados (NORTON et al., 1996; PHILLIPS, 1998). As informações da diversidade de epífitas da população de *G. birdiae* na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape irão somar aos conhecimentos da diversidade de macroalgas daquela região a partir dos estudos já realizados por ARAÚJO (2002) que estudou as rodofíceas, LIMA (2001) que fez um levantamento das feofíceas e KANAGAWA et al. (2002) que estudou a diversidade dos três grupos de macroalgas na Barra do Rio Mamanguape. Apesar de todos os esforços destes pesquisadores para amostrar o maior número de espécies possíveis naquela região, existe uma lacuna quanto às epífitas e algas da região batida da formação recifal (KANAGAWA et al., 2002).

Além disso, é importante ressaltar que durante a coleta de *G. birdiae* nos bancos naturais na formação recifal pelo projeto Peixe-Boi Marinho para alimentação dos sirênios em cativeiro, também são coletados um universo de fauna e flora que estão associados àquela alga, incluindo as epífitas. O conhecimento da diversidade destas epífitas permite saber quais algas também estão sendo coletadas juntamente com a *G. birdiae* e comparar, numa situação futura, se estas coletas estão interferindo de alguma maneira na diversidade das epífitas.

Os talos de *G. birdiae* foram encontrados epifitados durante todo período de estudo. Dentre as algas epífitas, a maior parte era rodofíceas, sendo que *Ceramium brasilienses*, *Hypnea musciformis*, *H. spinella* e as coralináceas incrustantes foram as mais freqüentes, encontradas todos os meses de coleta, as demais espécies, incluindo a clorófita e feófita foram encontradas esporadicamente.

BUSCHMANN et al. (1989) descrevem o epifitismo nos cultivos de *Gracilaria* na costa do Chile por *Giffordia* sp. e várias espécies de Ceramiales. BUSCHMANN et al. (1997), que abordaram a problemática do epifitismo nos bancos naturais de *Gracilaria* na costa do Chile, comentam que Ceramiales são as mais abundantes e ocorre um aumento destas durante o verão. MOLLOY & BOLTON (1995) também observaram epifitismo por *Ceramium diaphanum* nos talos de *Gracilaria* spp. da Baía de Luderitz, na Namíbia. POBLETE & INOSTROZA (1987) citam a ocorrência de epifitismo por *Ceramium rubrum* nos bancos naturais de *Gracilaria* no Chile e discutem a baixa da biomassa, devido a este epifitismo. RINCONES LEON (1989) apontam que o epifitismo por *Ceramium* spp. e *Enteromorpha* foi um dos fatores que afetou o crescimento da *Gracilaria cornea* cultivada na costa nordeste da Venezuela. Outros autores como FLETCHER (1995) e BRAWLEY & XIUGENEG (1988) abordam padrões de sazonalidade e abundância do epifitismo nas espécies de *Gracilaria*.

No presente estudo das epífitas de *G. birdiae* na Barra do Rio Mamanguape não foi abordado aspectos da flutuação sazonal da abundância destas algas, apenas foram levantados dados de diversidade. Deste modo é possível afirmar que, dentre as algas epífitas as mais freqüentes foram espécies do gênero *Ceramium*, corroborando com os resultados observados pelos autores acima citados, e que estas algas foram encontradas durante todo o ano, como já havia sido citado anteriormente.

## 5 CONCLUSÕES

- A cobertura da população de *G. birdiae* da Barra de Mamanguape caracteriza-se por apresentar flutuação espaço-temporal;
- A população apresenta maior cobertura em regiões do recife onde o substrato é mais irregular, dificultando o acesso dos grandes herbívoros;
- O período chuvoso é a época de maior cobertura;
- Os indivíduos de *G. birdiae* apresentam uma variação temporal da biomassa;
- A maior parte da população de *G. birdiae* corresponde a indivíduos tetrasporófitos (52%) e inférteis (41,5%);
- Existe uma flutuação sazonal entre algas tetrasporófitas e inférteis;
- No período chuvoso ocorre um número maior de algas tetrasporófitas e nos meses de agosto e outubro, ocorreu a maior proporção de algas inférteis;
- As algas gametófitas representam a minoria da população e a proporção de algas femininas e masculinas é de 1:1;
- Dez táxons foram encontrados como epífitas de *G. birdiae*, sendo que *Craspedocarpus jolyi*, *Gymnothamnion elegans* e *Spermothamnion* sp., representam primeiras citações para o Estado da Paraíba;
- *Ceramium brasiliense*, *Hypnea musciformis*, *H. spinella* e coralináceas incrustantes estiveram presentes em todas as coletas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR-ROSAS, R.; MARCOS-RAMÍREZ, R.; LOBO-NIEMBRO, J. M. & ZERTUCHE-GONZALES, J. A. Variación estacional de fases reproductoras y vegetativas de *Gracilaria pacifica* Abbott, en el estero de Punta Banda, Baja, California, México. **Ciencias Marinas**, 19: 219 – 228. 1993.
- ALBUQUERQUE, C. & MARCOVALDI, G. Ocorrência e distribuição das populações do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) no litoral brasileiro. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECOSISTEMAS COSTEIROS: POLUIÇÃO E PRODUTIVIDADE. 1982. Rio Grande. RS. **Resumos**. FURG/DUKE University. p. 27. 1982.
- ALVEAL, K. Manejo de Algas Marinas. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA, E. C. & SAR, E. (Org.). **Manual de Métodos Ficológicos**, Concepcion, Chile, p. 825 – 863. 1995.
- ARAÚJO, P. G. **Rodofíceas da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, Paraíba**. Monografia de Graduação. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 140p. 2002.
- BELLORIN, A. M. **Sistemática e Filogenia Molecular de Algas Gracilarióides (Gracilariaceae, Rhodophyta)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 150p. 2002
- BELLORIN, A. M.; OLIVEIRA, M. C. & OLIVEIRA, E. C. Phylogeny and Systematic of the marine algal family Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) based on small subunit rDNA and its sequences of Atlantic and Pacific species. **Journal of Applied Phycology** 38: 551–563. 2002
- BIRD, C. J. & MCLACHLAN, J. The effect of salinity on distribution of species of *Gracilaria* Grev. (Rhodophyta, Gigartinales): An experimental Assessment. **Botanica Marina** 29: 231 – 238. 1986.
- BRANNER, J. C. The stones reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on coral reefs. **Bull. Mus. Comp. Zool.**, Harvard Coll., 44, Geol. Ser. n. 7. 1904.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; Conservation International; Fundação Biodiversitas; Sociedade Nordestina de Ecologia. **Prioridades para conservação da Mata Atlântica do Nordeste**. Brasília. folio. 1993.
- BRAWLEY, S. H. & XIUGENG, F. Ecological studies of *Gracilaria asiática* and *Gracilaria lemaneiformis* in Zhanshan Bay, Qindao. **Chin. J. Oceanol. Limnol.** 6 (1): 23 – 33. 1988.
- BUSCHMANN, A. H.; KUSCHEL, F. A. & PÉREZ, E. Field assessment of intertidal culture of *Gracilaria* sp. in Southern Chile. In: OLIVEIRA, E. C. & KAUTSKY, N. (eds.) Workshop “Cultivation of Seaweeds in Latin America”. **Anais**. São Sebastião, São Paulo. pp. 69 – 74. 1989.
- BUSCHMANN, A. H.; RETAMALES, C. A. & BOGGIONI, O. Green algal epiphytism in an intertidal *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) farming area in Chile. In: PAULA, E. J.; CORDEIRO-MARINO, M.; SANTOS, D. P.; PLASTINO, E. M.; FUJII, M. T. & YOKOYA, N. S. IV Congresso Latino Americano, II Reunião Ibero-Americana e VII Reunião Brasileira de Ficologia. **Anais**. Vol. II. São Paulo. pp. 265 – 276. 1998.

BUSCHMANN, A. H.; RETAMALES, C. A. & FIGUEROA, C. Ceramialean epiphytism in an intertidal *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) bed in southern Chile. **Journal of Applied Phycology** 9: 129 – 135. 1997.

BUSCHMANN, A. H.; WESTERMEIER, R & RETAMALES, C. A. Cultivation of *Gracilaria* on the sea-bottom in southern Chile: a review. **Journal of Applied Phycology** 7: 291 – 301. 1995.

CARVALHO FILHO, J. Algas – Uma alternativa para comunidade pesqueira. **Panorama da Aqüicultura** 14 (84): 52 – 56. 2004.

CARVALHO, F. A. F. **Bionomia bêntica do complexo recifal no litoral do estado da Paraíba, com ênfase nas macrófitas**. Tese de Doutorado. Departamento de Oceanografia Biológicas, Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo. São Paulo. 134 p. 1983.

COSTA, V. **Caracterização genética, reprodutiva e pigmentar de uma linhagem selvagem e duas variantes cromáticas de *Gracilaria* sp. (Gracilariales, Rhodophyta)**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 79p. 2000.

COSTA, V. & PLASTINO, E. M. Histórico de vida de espécimens selvagens e variantes cromáticas de *Gracilaria* sp (Gracilariales, Rhodophyta). **Revista Brasileira de Botânica** 24(4): 491–500. 2001.

DESTOMBE, C.; GODIN, J. & REMY, J. M. Viability and dissemination of spermatia of *Gracilaria verrucosa* (Gracilariales, Rhodophyta). In: Thirteenth International Seaweed Symposium. **Anais** 204/205: 219 – 223. 1989

DOTY, M. S. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. **Botanica Marina** 14: 32 – 35. 1971.

FLETCHER, R. L. Epiphytism and fouling in *Gracilaria* cultivation: an overview. **Journal of Applied Phycology** 7: 325 -333. 1995.

GIVERNAUD, T.; GOURJI, A. E.; MOURADI-GIVERNAUD, A.; LEMOINE, Y. & CHIADMI, N. Seasonal variations of growth and agar composition of *Gracilaria multipartita* harvested along the Atlantic coast of Morocco. **Hydrobiologia** 398/399: 172 – 199. 1999.

GUIMARÃES, M.; PLASTINO, E. M. & OLIVIERA; E. C. Life history, reproduction and growth of *Gracilaria domingensis* (Gracilariales, Rhodophyta) from Brazil. **Botanica Marina** 42: 481 – 486. 1999.

KAIN, J. M. & DESTOMBE, C. A review of the life history, reproduction and phenology of *Gracilaria*. **Journal of Applied Phycology** 7: 269 – 281. 1995.

KANAGAWA, A. I.; MIRANDA, G. E. C., ARAÚJO, P. G. & LIMA, K. K. A. Diversidade de Macroalgas. In: ROSA, R. S. & SASSI, R. Estudo da biodiversidade da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape. **Relatório Final do Projeto apresentado ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. pp. 124 – 146. 2002.

LIMA, K. K. A. **Feofíceas Marinhas Bentônicas da Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape (Município de Rio Tinto), Paraíba, Brasil**. Monografia de Graduação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 66 p. 2001.

LUHAN, MA. R. J. Biomass and Reproductive states of *Gracilaria heretoclada* Zhag et Xia Collected from Jaro, Central Philippines. **Botanica Marina** 39: 207 – 211. 1996.

MARINHO-SORIANO, E.; MORALES, C. & MOREIRA, W. S. C. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. **Aquaculture Research** 33: 1081 – 1086. 2002.

MARINHO-SORIANO, E.; SILVA, T. S. F. & MOREIRA, W. S. C. Seasonal variation in the biomass and agar yield from *Gracilaria cervicornis* and *Hydropuntia cornea* from Brazil. **Bioresource Technology** 77: 115 – 120. 2001.

MCLACHLAN, J. & BIRD, C. J. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and Productivity. **Aquatic Botanic** 26: 27 – 49. 1986.

MIRANDA, G. E. C. **Avaliação do impacto da exploração (simulada) da alga agarófito *Gracilaria caudata* J. Agardh no litoral da Paraíba**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 107p. 2000.

MOLLOY, F. J. & BOLTON, J. J. Distribution biomass and production of *Gracilaria* in Lüderitz Bay, Namibia. **Journal of Applied Phycology** 7: 381 – 392. 1995.

NORTON, T.A.; MELKONIAN, M. & ANDERSEN, R. A. Biodiversity algal. **Phycologia** 35 (4): 308 – 326. 1996.

OLIVEIRA, E. C. & ALVEAL, K. The mariculture of *Gracilaria* (Rhodophyta) for the production of agar. In: AKATSUKA, I. (ed), **Introduction to Applied Phycology**. SBP Academic Publishing, The Hauge, p. 553 – 564. 1990.

OLIVEIRA, E. C. & MIRANDA, G. E. C. Aspectos Sociais e econômicos da exploração de algas marinhas no Brasil. In: E. J. PAULA & OUTROS (eds). IV Congresso Latino Americano, II Reunião Ibero-Americana e VII Reunião Brasileira de Ficologia. São Paulo. **Anais**. pp. 149 – 156. 1998.

OLIVEIRA, E. C. & PLASTINO, E. M. The life history of some species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Brazil. **Japanese Journal Phycology** 32: 203 – 208. 1984.

OLIVEIRA, E. C. & PLASTINO, E. M. Gracilariaceae. In: AKATSUKA, I (ed.) **Biology of economic algae**. SPB Academic Publishing, The Hauge, pp. 185-226. 1994.

OLIVEIRA, E. C.; ALVEAL, K. & ANDERSON; R. J. Mariculture of the agar-producing gracilarioid red algae. **Rev. Fish. Sci.** 8: 345 – 377. 2000.

OLIVEIRA, E. C. Exploração de algas marinhas no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. **Phycologia Latino-americana** 1: 5 -18. 1981.

OLIVEIRA, E. C. Considerações gerais sobre o cultivo de algas marinhas no Brasil. **Simpósio Ecossistemas Costa Sul e Sudeste do Brasil** 2: 8 – 33. ACIESP, 45 – 11. 1987

OLIVEIRA, E. C. The rationale for seaweed cultivation in South America. In: OLIVEIRA, E. C. & KAUTSK, N. (eds.). **Cultivation of seaweeds in Latin America**. São Paulo, p. 135 – 141. 1990.

OLIVEIRA, E. C. The seaweed resources of Brazil. In: CRITCHLEY, A. T. & OHNO, M. (eds), **Seaweed resources of the world**. pp: 367 – 371. 1998.

OSSE, A. C. **Aspectos da estrutura espaço-temporal de uma comunidade intermareal de costão rochoso da Ponta da Fortaleza – Ubatuba/SP.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 104 p. 1995.

PACHECO-RUIZ, I.; ZERTUCHE-GONZALES, J. A & AGUILAR-ROSAS, R. Ecología reproductiva de *Gracilaria pacifica* (Gracilariales, Rhodophyta), en el estero de Punta Banda, México. **Ciencias Marinas** 19: 491 – 501. 1993.

PHILLIPS, J. A. Marine Conservation Initiatives in Australia: Their Relevance to the Conservation of Macroalga. **Botanica Marina** 41: 95 – 103. 1998.

PINHEIRO-JOVENTINO, F. & BEZERRA, C. L. F. Estudos de Fenologia e Regeneração de *Gracilaria domingensis* Sonder (Rhodophyta – Gracilariaceae) no Estado do Ceará. **Arquivos Ciências do Mar** 20 (1/2): 33 – 41. 1980.

PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. Sterility barriers among species of *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) from the São Paulo littoral, Brazil. **Britanic Phycology Journal** 23: 267 – 271. 1988.

PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. Crossing experimental as an aid to the taxonomic recognition of the agarophytes *Gracilaria*. In: OLIVEIRA, E. C. & KAUTSKY, N. (eds.) **Cultivation of seaweeds in Latina America.** São Paulo, pp. 127 – 133. 1990.

PLASTINO, E. M. & OLIVEIRA, E. C. *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta), a new species from the tropical South American Atlantic with a terete frond and deep spermatangial conceptacles. **Phycologia** 41 (4): 389–396. 2002.

PLASTINO, E. M.; URSI, S. & FUJJI, M. T. Color inheritance, pigment characterization, and growth of a rare light green strain of *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta). **Phycology Research** 52 (1): 45 – 52. 2004.

PLASTINO, E. M. **As espécies de *Gracilaria* (Rhodophyta, Gigartinales) da Praia Dura, Ubatuba, SP – aspectos biológicos e fenologia.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 124p. 1985.

POBLETE, A. & INOSTRAZA, I. Management of a *Gracilaria* natural bed in Lenga, Chile: a case study. In: RAGEN, M. A. & BIRD, C. J. Twelfth International Seaweed Symposium. **Anais.** Netherlands. pp: 307 – 311. 1987.

RINCONES LEON, R. E. Experimental Cultivation of an agarophyte alga: *Gracilaria cornea* in the northwest coast of Venezuela. In: OLIVEIRA, E. C. & KAUTSKY, N. (eds.) Workshop “Cultivation of Seaweeds in Latin America”. **Anais.** São Sebastião, São Paulo. pp. 65 – 67. 1989.

ROMO, H.; ALVEAL, K. & DELLAROSSA, V. Biología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en Chile Central. **Actas Symposium Algas Marinas Chilenas** 1: 155 – 163. 1979.

SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A. & NICHOLS, W. J. Diet of East Pacific Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Central Gulf of California, Mexico. **Journal of Herpetology** 36 (3): 447 – 453. 2002.

SILVA, K. G.; PALUDO, D.; OLIVEIRA, E. M. A.; LIMA, R. P. & SOAVINSKI, R. Distribuição e Ocorrência do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*) no Estuário do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil. **Peixe-Boi** 1(1): 6 - 17. Ministério do Meio Ambiente / IBAMA. 1992.

SILVA, R. L.; PEREIRA, S. M. B.; OLIVEIRA, E. C. & ESTON, V. R. Structure of a bed of *Gracilaria* spp. in Northeastern Brazil. **Botanica Marina** 30: 517–523. 1987.

THURMAN, H. V. **Introductory Oceanography**. Simon & Schuster / A Viacom Company. New Jersey. 544p. 1997.

URSI, S. & PLASTINO, E. M. Crescimento *in vitro* de linhagens de coloração vermelha e verde clara de *Gracilaria* sp (Gracilariales, Rhodophyta) em dois meios de cultura: análise de diferentes estados reprodutivos. **Revista Brasileira de Botânica** 24 (4): 587 – 594. 2001.

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

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, 4<sup>th</sup> ed., New Jersey. 663 pp.1996.

## **CAPÍTULO 2**

**Avaliação da capacidade regenerativa como subsídio para manejo e conservação da população de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) na Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil**

## RESUMO

*Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira (Gracilariales, Rhodophyta) está presente na comunidade de algas que crescem nos recifes costeiros da APA Barra do Rio Mamanguape, litoral norte da Paraíba, e servem de alimento para vários animais daquela região, incluindo o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758), ameaçado de extinção. Barra do Rio Mamanguape é também o local de funcionamento do Projeto Peixe-Boi Marinho, que coleta a cada 2 dias cerca de 70 kg de algas, entre *Gracilaria* Greville e *Hypnea* Lamour., para alimentação dos sirênios em cativeiro. Deste modo, o presente trabalho propõe avaliar a capacidade regenerativa de *Gracilaria birdiae* como subsídio para manejo desta população e contribuir para a conservação do meio ambiente e, conseqüentemente, ajudar na proteção dos animais que dependem das algas para a sua alimentação.

Os estudos foram realizados em duas estações (estações 1 e 2) entre o período de dezembro/2003 a novembro/2004. Na estação 1 foi realizado o experimento de regeneração, a estação 2 foi definida como área controle. A estação 1 foi dividida em duas áreas, uma para cada experimento. Em cada área foram plotados 12 quadrados fixos de 50 cm de lado, separados um do outro para evitar efeito da sobreposição de cobertura. Estes quadrados foram distribuídos aleatoriamente em três grupos, de acordo com o método de coleta (arranque manual, corte a 5 cm da base e raspagem total). Cada grupo continha quatro quadrados. A regeneração da cobertura foi acompanhada mensalmente pelo método de estimativa visual. A cobertura controle foi amostrada mensalmente usando o mesmo método, com auxílio de um quadrado de 400 cm<sup>2</sup> de área com 30 repetições. Os experimentos foram realizados plotando seis transectos lineares de 4 m de comprimento cada e distantes 30 cm um do outro. A regeneração entre as diferentes épocas do ano e métodos de coleta foi avaliada com Análise de Variância.

A regeneração das algas na estação seca apresentou diferença significativa entre os métodos de coleta testados. As algas coletadas por corte e por arranque regeneraram sua cobertura em 5-6 meses enquanto que as algas coletadas pelo método de raspagem levaram 8 meses para recuperar sua cobertura. No período chuvoso a regeneração de *G. birdiae* foi semelhante entre os métodos de coleta testados, as algas levaram de 4-6 meses para recuperar sua cobertura. A recuperação das algas coletadas no período seco e chuvoso foi diferente, as áreas coletadas no período chuvoso apresentaram uma recuperação mais rápida que no período seco. Foi observada herbivoria por peixes-boi, tartarugas e aplísias durante todo o período de experimento e que estes apresentavam áreas preferenciais de alimentação. No entanto a partir do mês de setembro/2004 ocorreu uma maior intensidade na herbivoria provocando uma queda da cobertura de *G. birdiae*.

Palavras chave: alga marinha bentônica, *Gracilaria*, manejo, regeneração.

## ABSTRACT

*Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira (Gracilariales, Rhodophyta) is an important component of algae communities thriving on coastal reefs of the 'APA' Barra do Rio Mamanguape, northern of the state of Paraíba, which are grazed by several of animals living in that ecosystem, like the marine manatee (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758). In that ecosystem, in the 'Projeto Peixe-Boi Marinho' ca 70 Kg of algae, among them the species of *Gracilaria* Greville and *Hypnea* Lamour, are collected every two days for feeding sirenians. In the present work it was aimed to evaluate the regenerative capacity of *G. birdiae* as a support to manage its population, contributing this way to environmental conservation and the consequent protection of these animals.

Two sites (station 1 and 2) were chosen in the study area among the period from December/2003 to November/2004. At station 1 an experimental was carried out on regeneration; an the station 2 was chosen as the control, for each experimental 12 fixed square plots (50 cm side) were set up at a sufficient distance for not overlapping the alga coverage. Such square were randomly distributed in three groups according to the collection method adopter (manual harvesting, cuts made at 5 cm from the algae base, and complete removal by scraping). Each groups had four square plots. The regeneration of the coverage was estimated monthly through visual method. The control coverage was sampled every month by using the same method and utilizing a square with an area of 400 cm<sup>2</sup>, with 30 replications. In the experiment, six linear transects, 4 m long each other and distant 30cm one of the another. The regeneration that occurred at the two different times of the year and by using the different collection methods employed, were evaluated through Analysis of Variance.

The regeneration of the algae during the dry season presented significant differences among the collection methods employed here. Algae collected through cut and manual harvesting had coverage regeneration in five to six months, in opposition to the eight months regeneration that occurred in the areas where the algae were scraped off. During the rainy season *G. birdiae* had similar regeneration whatever the collection method employed, whose coverage regeneration lasted from five to six months. The recovery of the algae was more rapid during the rainy season than during the dry season. Herbivory was observed by action of manatees, turtles, and *Aplysia* (the sea hare), that grazed preferably in some locales throughout the experiment; nevertheless, a higher herbivory occurred from September 2004 onwards, causing a decrease of *G. birdiae* coverage.

Key words: alga marine benthic, *Gracilaria*, management and regeneration.

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Gracilaria* Greville (Gracilariales) tem cerca de 100 espécies reconhecidas e vasta distribuição na maioria dos mares (BIRD & MCLACHLAN, 1984; OLIVEIRA & PLASTINO, 1994). As espécies de *Gracilaria* são bastante utilizadas em várias regiões do mundo como matéria prima para a produção do agar-agar (OLIVEIRA & ALVEAL, 1990; OLIVEIRA et al., 2000). OLIVEIRA et al. (2000) tratam da utilização destas algas na produção de agar-agar.

Os cultivos comerciais e programas de manejo com espécies de *Gracilaria* são bastante avançados em alguns países onde existe uma tradição de exploração de macroalgas (CADDY & FISCHER, 1984; OLIVEIRA & MIRANDA, 1998) como no Chile, Japão, Filipinas, China e Taiwan (POBLETE & INOSTROSA, 1987; GUZMÁN-URIOSTEGUI & ROBLEDO, 1999; OLIVEIRA et al., 2000), enquanto que em outras localidades a exploração destes recursos ainda se restringe aos bancos naturais sem nenhum plano de manejo visando o uso sustentável (ALVEAL, 1995). Conhecer bem os processos biológicos e ecológicos da espécie explorada é de fundamental importância, como também as informações acerca dos processos de recolonização e da capacidade regenerativa da população são aspectos fundamentais para o planejamento e desenvolvimento de programas de manejo, os quais irão nortear alguns procedimentos como o método e a época de coleta (OLIVEIRA, 1981; CADDY & FISCHER, 1984; ALVEAL, 1995).

Avaliações da regeneração dos bancos naturais de *Gracilaria* mostram que o período de recuperação varia em função da espécie, das condições ambientais (MCLACHLAN & BIRD, 1986) e modo de coleta (SCHIEL & NELSON, 1990). PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA (1980) trabalharam com *Gracilaria domingensis* Sonder na costa do Ceará e observaram que estas se regeneraram num período de 5 – 6 meses após a coleta por corte e arranque manual; MIRANDA (2000) mostrou que *Gracilaria caudata* J. Agardh, no litoral da

Paraíba, se recupera num período de 6 – 12 meses após a coleta por arranque manual. Este mesmo autor sugere que as coletas nesta região sejam realizadas entre os meses de maio a agosto com o objetivo de antecipar o impacto natural das ressacas que diminuem a cobertura vegetal destes bancos.

Segundo CARVALHO (1987) e OLIVEIRA (1998), a exploração de algas marinhas no Brasil teve início em 1950. OLIVEIRA (1998) faz uma revisão das atividades de exploração de algas no litoral brasileiro. No Nordeste do Brasil, a coleta de macroalgas teve início na década de 70 (OLIVEIRA, 1981, 1998; SILVA et al., 1987; OLIVEIRA & MIRANDA, 1998; MIRANDA, 2000), sobretudo com as espécies do gênero *Gracilaria*, as quais são abundantes nesta região (PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA, 1980; SILVA et al., 1987). A exploração de macroalgas na costa do Brasil ocorre através da coleta de algas arribadas ou diretamente dos bancos naturais (OLIVEIRA, 1981; SILVA et al., 1987; OLIVEIRA & MIRANDA, 1998). Apesar de indicações do declínio de alguns bancos naturais de macroalgas devido à super-exploração (OLIVEIRA, 1981; OLIVEIRA & ALVEAL, 1990) não é possível afirmar com precisão que é devido a essa atividade. Mesmo assim, estas coletas continuam sendo desenvolvidas sem nenhum plano de manejo, com base apenas no critério de presença de algas e o principal motivo desta impossibilidade de avaliar os impactos causados pelas coletas é a carência de informações acerca das populações exploradas e de planos de monitoramento (MIRANDA, 2000).

As atividades de cultivo de *Gracilaria* no Brasil ainda são preliminares, consistindo de pequenos cultivos em escala piloto no âmbito experimental. Nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte vem desenvolvendo-se o cultivo da *Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira a partir de módulos flutuantes de estruturas do tipo *long-line* (CARVALHO FILHO, 2004). No litoral sul da Paraíba, nas praias de Pitimbú e Acaú, estão em desenvolvimento cultivos

experimentais com *G. caudata* (<sup>1</sup>Informação verbal) e no litoral baiano vem sendo desenvolvido o cultivo de algas marinhas integrado ao de camarões em gaiolas flutuantes, onde está sendo cultivada *Gracilaria cornea* J. Agardh (<http://web.uvic.ca/bmlp/port-news/port-news32.html>). Acesso em: 28/12/2004).

Na década de 1980, foram registradas atividades de exploração de *Gracilaria* nos bancos de algas da APA da Barra do Rio Mamanguape. Mas pouco tempo depois estas coletas foram abandonadas, visto que na região já se desenvolviam ações de proteção ao peixe-boi marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus 1758) e as algas desses bancos eram utilizadas na alimentação dos animais mantidos em cativeiro e dos animais nativos (<sup>2</sup>Informação verbal).

A base do Projeto Peixe-Boi Marinho Barra de Mamanguape coleta a cada dois dias, aproximadamente 70 kg de algas, sendo 35 kg de *G. birdiae* e 35 kg de *Hypnea* spp. utilizadas na alimentação dos animais em cativeiro (<sup>3</sup>Informação verbal). Estas coletas são realizadas por arranque manual e baseiam-se apenas no critério de presença de algas. Até o momento não existe um plano de manejo ou qualquer informação da dinâmica, capacidade regenerativa e recuperação destas populações.

Atualmente, as atividades que podem afetar, direta ou indiretamente, estes bancos de macroalgas são: **a)** coleta de algas para alimentação dos animais em cativeiro sem um plano de manejo; **b)** a carcinocultura desenvolvida em regiões próximas por não haver informações sobre os efeitos provocados pelos resíduos e águas de viveiros lançados no rio; e **c)** a utilização de fertilizantes na monocultura canavieira, pois nos períodos de chuva o solo é lixiviado e carregado para o rio que desemboca no mar.

<sup>1</sup>Informação fornecida pelo Sr. George E. C. Miranda, coordenador regional da Paraíba no Programa de Cultivo de Algas Marinhas em Pequena Escala no Nordeste Brasileiro.

<sup>2</sup> Informação fornecida pelo Sr. Antônio Hiroshi, gerente da empresa AgarGel, localizada em João Pessoa (PB), produtora de agar e carragenana.

<sup>3</sup> Informação fornecida pelo Sr. João Carlos, veterinário responsável do Projeto Peixe-Boi Marinho Barra de Mamanguape, Paraíba.

Todas estas atividades podem levar, em futuro próximo, ao desequilíbrio da comunidade de macroalgas, abrindo caminho para aparecimento de algas oportunistas que têm crescimento rápido e capacidade de dominar o ambiente, alterando o ecossistema e causando distúrbios que podem afetar as populações nativas que se alimentam destes bancos de algas.

Em vista da importância da população de *G. birdiae* na área em questão e da carência de um plano de manejo e de informações da dinâmica desta população, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a regeneração da *Gracilaria birdiae* dos recifes costeiros da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, submetida a três diferentes métodos de coleta: corte com tesoura a 5 cm da base, arranque manual dos talos e raspagem total do substrato.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape está localizada no litoral norte do Estado da Paraíba, a 50 km de João Pessoa, abrangendo uma área de 14.460 ha, formada pelos estuários dos rios Mamanguape, Miriri e Estivas, e incorpora partes dos municípios de Lucena, Marcação e Rio Tinto, incluindo a Reserva Indígena Potiguar com cinco aldeias e cerca de 16 povoados desses municípios (VIDAL, 2001). O mapa com a localização da área no litoral brasileiro está representado na Figura 1 da Introdução.

Na Barra do Rio Mamanguape estão presentes ambientes estuarinos com manguezal, remanescente de Mata Atlântica, restinga, dunas, falésias e formações recifais (PALUDO E KLONOWSKI, 1999). Os recifes de arenito se interpõem entre o rio e o mar na foz do estuário e têm uma extensão total de aproximadamente 14 km (Figura 1). A face voltada para o mar está submetida ao forte impacto das ondas. A face voltada para o continente consiste em uma região protegida e está em contato direto com a água do estuário do Rio Mamanguape.

Foram selecionadas duas estações de coleta: **Estação 1** ( $06^{\circ}46'27,8''S$  -  $34^{\circ}54'54,3''W$ ) utilizada para execução do tratamento de regeneração e **Estação 2** ( $06^{\circ}46'44''S$  -  $34^{\circ}54'54,3''W$ ), utilizada como área controle da cobertura (Figura 2). Foi firmado um acordo com o responsável do Projeto Peixe-Boi que nas áreas estabelecidas como estação de coleta não haveria atividades de colheita de algas ou qualquer outra manipulação antrópica durante o período dos experimentos, o que limitou de certa forma o estabelecimento de um número maior de estações que poderia prejudicar as atividades de colheitas de algas para alimentação dos sirênios em cativeiro. A estação 2 deste estudo corresponde a mesma estação 2 do Capítulo 1.



Figura 1. Vista aérea do estuário e da formação recifal localizada na foz do Rio Mamanguape na APA da Barra do Rio Mamanguape, Estado da Paraíba. Foto de Cacau Oliveira.

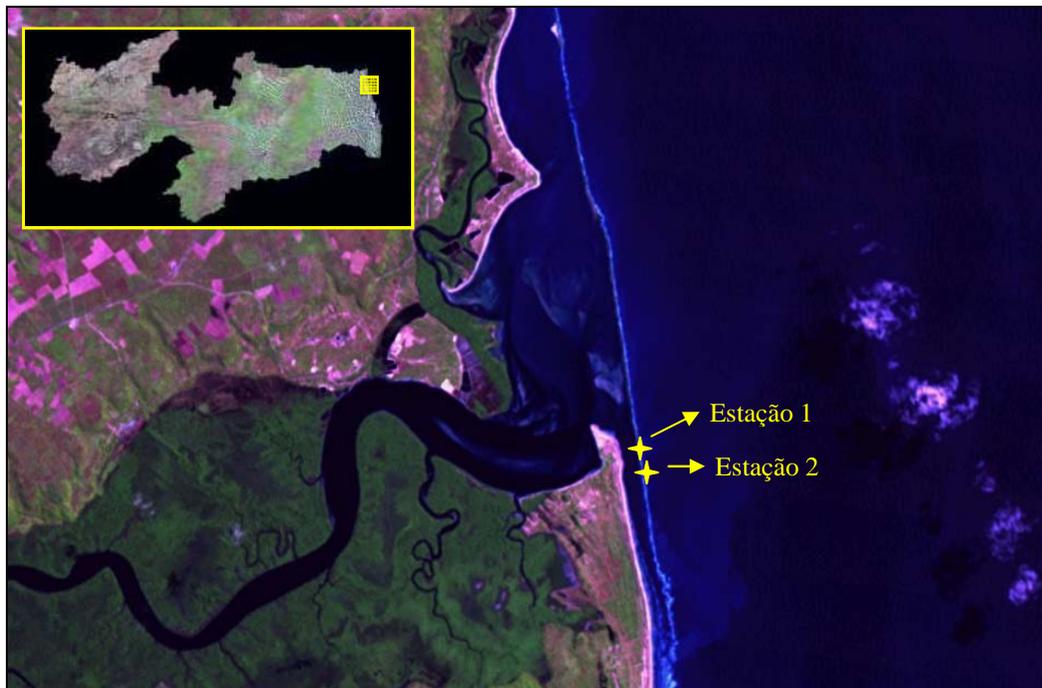


Figura 2. Localização da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e localização das estações de coleta na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape. Imagem: LANDSAT TM Bandas 3, 4, 5, Escala: 1:93.000. Fonte: Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análise Espacial (LEPAN), Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB

## 2.2 AMOSTRAGEM

Os experimentos tiveram início em dezembro de 2003 e término em novembro de 2004, com visitas mensais ao campo. Foram feitas medidas mensais de salinidade e temperatura da água e do ar com auxílio de refratômetro e termômetro de mercúrio, respectivamente. Estas amostragens foram realizadas na baixa-mar, durante as visitas de acompanhamento da regeneração da população de *G. birdiae*.

Na estação 1, foram delineadas duas áreas fixas: uma correspondente ao **Experimento I**, iniciando em dezembro de 2003 (período seco) e a outra correspondente ao **Experimento II**, iniciado em maio de 2004 (período chuvoso), ambas terminaram em novembro de 2004 (Figuras 3 e 4). Os experimentos tiveram início em épocas diferentes a fim de avaliar a influência do período do ano sobre a capacidade regenerativa das algas. Cada área dos experimentos foi subdividida em 12 quadrados fixos de 0,25 m<sup>2</sup>, enumerados de 1 – 12 e demarcados com auxílio de grampos de ferro galvanizado. Os quadrados foram distribuídos de forma que um não interferisse na cobertura do outro, excluindo o efeito da cobertura adjacente.

Os quadrados de cada experimento foram divididos em três grupos, cada um com um tratamento de coleta diferente (arranque manual, corte a 5 cm da base e raspagem total do substrato). Para definir os grupos foi realizado um sorteio aleatório. A Tabela 1 apresenta a distribuição dos tratamentos de coleta e os números de 1 – 12 correspondem aos quadrados de cada área dos experimentos.

Previamente à coleta das algas, foi realizada uma amostragem da cobertura inicial de cada área por meio de método de estimativa visual. Foi utilizado um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup> de área subdivididos em 25 subquadrados, cada um representando 4% da área total do elemento amostral. Após a coleta nos diferentes métodos, a regeneração das algas foi acompanhada

mensalmente, seguindo o método de estimativa visual da cobertura (%) da população de *G. birdiae*. Não foi levada em consideração a sobreposição de espécies, deste modo a cobertura máxima foi de 100%.

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos nos quadrados dos experimentos I e II na estação 1 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, estado da Paraíba.

| Experimento                 | Tratamentos de coleta e os respectivos números de quadrados onde foram realizados os experimentos |  |                 |
|-----------------------------|---|--|-----------------|
|                             | Grupo A   | Grupo B                                  | Grupo C         |
|                             | Raspagem total com auxílio de espátulas   | Corte com tesoura de poda a 5 cm da base | Arranque manual |
| <b>I - Período seco</b>     | 1, 5, 8, 11   | 2, 4, 6, 12                              | 3, 7, 9, 10     |
| <b>II - Período chuvoso</b> | 1, 2, 6, 12   | 3, 4, 7, 10                              | 5, 8, 9, 11     |

Na estação 2, foi realizado o experimento controle da cobertura de *G. birdiae*. Para tanto, foram plotadas 6 transecções lineares fixas designadas pelas letras: A, B, C, D, E e F, distribuídas da face mar para a face continente do recife. Cada transecção tinha 4 m de comprimento e 30 cm de distância entre uma e outra. Foram utilizados grampos de ferro galvanizado presos ao substrato, para a demarcação das extremidades das transecções. Apenas no momento da coleta, foram utilizados fios de náilon presos aos grampos, delineando, dessa maneira, os transectos. Após o término dos experimentos de campo, todas as estruturas implantadas foram retiradas. O esquema ilustrativo das transecções está apresentado na Figura 4 do Capítulo 1 e o aspecto geral da Estação 2 está na Figura 5 do Capítulo 1.

A regeneração de *G. birdiae* em cada tratamento e nos diferentes períodos foi comparada através de Análise de Variância e a relação da cobertura de *G. birdiae* com a temperatura e salinidade foi testada através da Correlação de Spearman (ZAR, 1996).



Figura 3. Área da estação 1 reservada para o Experimento I de avaliação da regeneração de *Gracilaria birdiae* de dezembro/2003 a novembro/2004 (iniciado no período seco) na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.



Figura 4. Área da estação 1 reservada para o Experimento II de avaliação da regeneração de *Gracilaria birdiae* de maio/2004 a novembro/2004 (iniciado no período chuvoso) na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 PARÂMETROS AMBIENTAIS

A temperatura média do ar foi de 30°C no período seco e de 27°C no período chuvoso, a temperatura média da água foi de 28°C no período seco e de 27°C no período chuvoso.

A salinidade variou de 23 – 36 ‰ no período chuvoso e de 37 – 40 ‰, no período seco. Entretanto, ocorreu uma exceção em janeiro de 2004 quando a salinidade caiu de 40 ‰ para 5 ‰ num intervalo de uma semana, em consequência de uma grande quantidade de chuva, atípica do período, somado ao rompimento de uma barragem no interior do Estado da Paraíba, que resultou numa grande descarga de água no Rio Mamanguape. A Figura 5 apresenta a variação da salinidade e da temperatura do ar e da água.

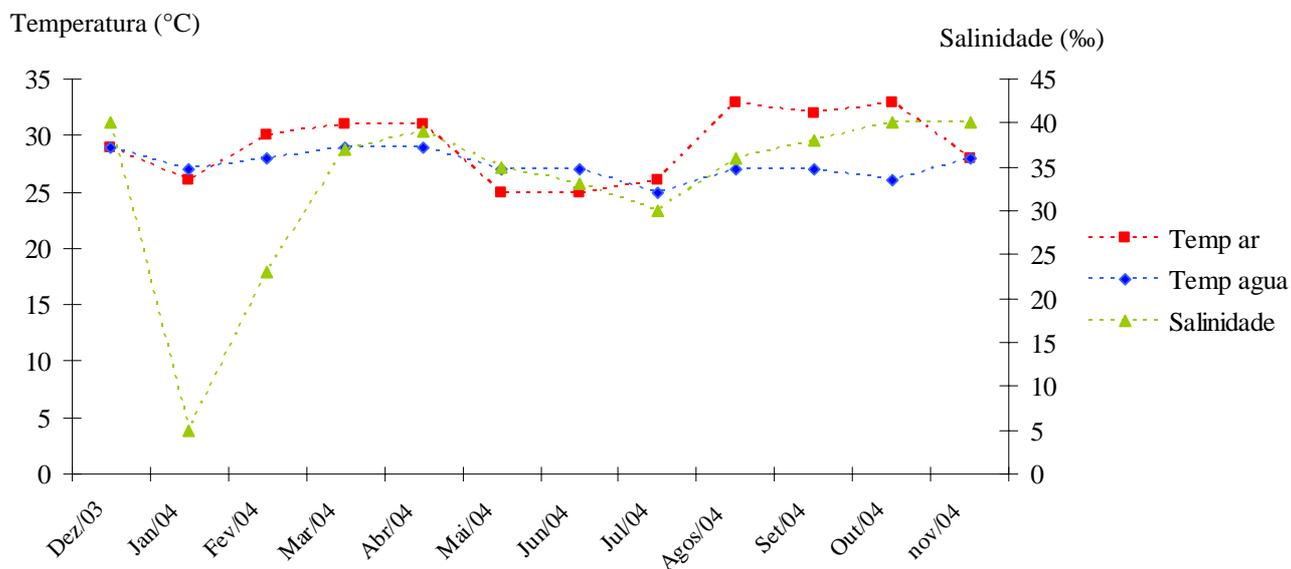


Figura 5. Variação dos valores da temperatura do ar e da água (°C) e da salinidade (‰) da água na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

### 3.2 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DE *G. BIRDIAE*

No experimento I, iniciado em dezembro/2003 (iniciado no período seco), as regenerações das algas coletadas por corte e arranque manual foram significativamente diferentes da regeneração das algas raspadas ( $F=2,91$ ;  $p<0,05$ ). As algas coletadas por corte ou arranque manual recuperaram a sua cobertura a um valor significativamente semelhante ao inicial em período de tempo similar, 5 e 6 meses, respectivamente, enquanto que as algas submetidas à raspagem total se regeneraram 8 meses após o tratamento (Figura 6).

No experimento II, iniciado em maio/2004 (iniciado no período chuvoso), a regeneração da *G. birdiae* coletada nos diferentes métodos (corte, arranque manual e raspagem) não apresentou diferenças significativas ( $F=1$ ;  $p>0,05$ ). As algas submetidas à coleta por corte recuperaram sua cobertura após 5 meses, a *G. birdiae* coletada por arranque manual, regenerou em 4 meses e as algas submetidas à raspagem total do substrato regeneraram-se após 6 meses do tratamento (Figura 7).

A partir do mês de setembro e outubro/2004 foi observada uma diminuição da cobertura da população nas áreas analisadas, o que afetou a curva de crescimento da cobertura da população. Provavelmente, esta diminuição foi devido ao aumento da herbivoria na região durante este período.

A área controle apresentou taxas de cobertura mais baixa que a área do experimento devido a maior herbivoria a que estava submetida. Entretanto, a dinâmica de diminuição da cobertura da população foi similar nas duas estações.

A regeneração das algas entre os experimentos I e II foi significativamente diferente ( $F=6,54$ ,  $p<0,05$ ). As algas coletadas no período chuvoso, de um modo geral, apresentaram nos primeiros meses uma recuperação mais rápida que as algas coletadas no período seco.

Foi observada uma relação da flutuação da cobertura de *G. birdiae* do experimento controle com os dados ambientais: temperatura do ar ( $R=0,06$ ;  $p>0,05$ ), temperatura da água ( $R=0,08$ ;  $p>0,05$ ) e salinidade ( $R=0,04$ ;  $p>0,05$ ).

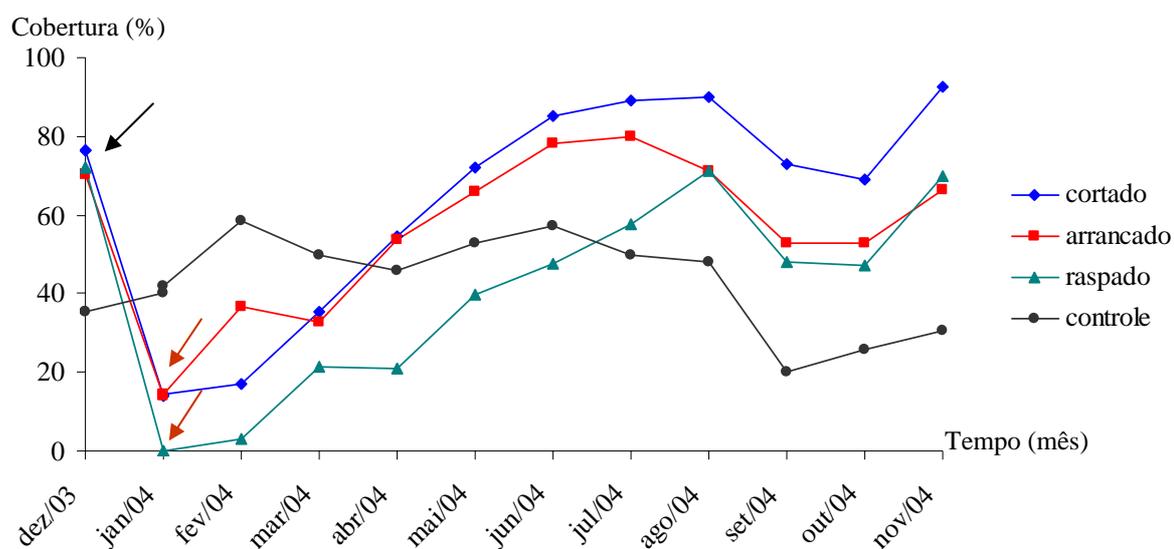


Figura 6. Curva de crescimento da cobertura de *G. birdiae* devido à regeneração das algas coletadas em três diferentes métodos no Experimento I, iniciado no período seco na estação 1 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. A ( → ) indica a cobertura inicial, antes das coletas e a ( → ) indica o momento do impacto.

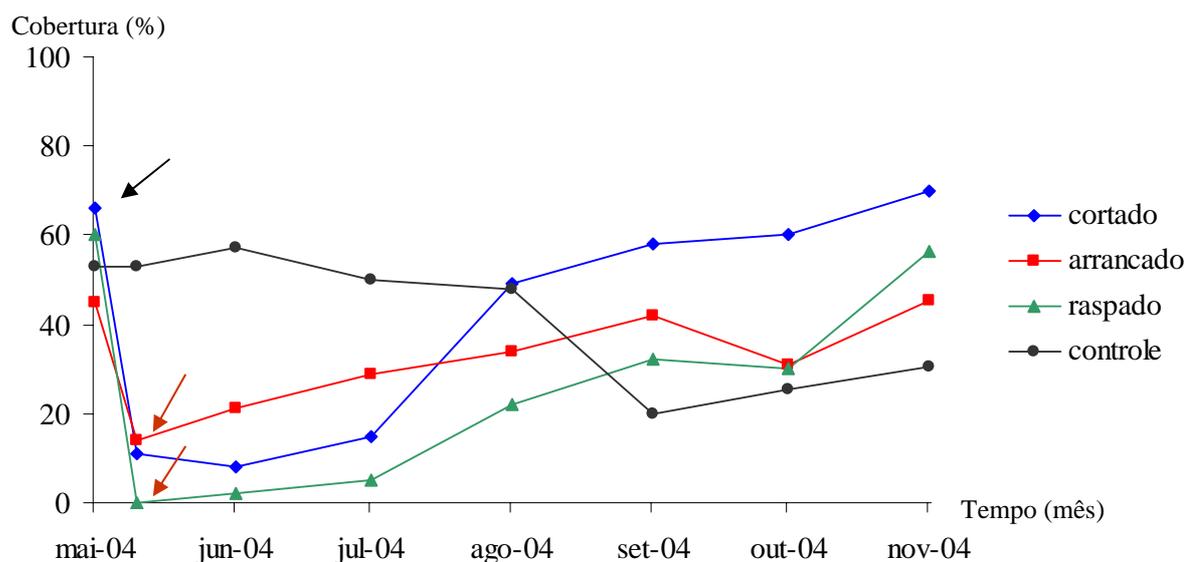


Figura 7. Curva de crescimento da cobertura de *G. birdiae* devido à regeneração das algas coletadas em três diferentes métodos no Experimento II, iniciado no período chuvoso na estação 1 na formação recifal da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. A ( → ) indica a cobertura inicial, antes das coletas e a ( → ) indica o momento do impacto.

#### 4 DISCUSSÃO

Os índices de precipitação em janeiro e fevereiro/2004 foram bastante elevados, superiores aos registrados nos últimos anos (INMET). Somado a este fato, ocorreu o rompimento de uma barragem no interior do Estado Paraíba que lançou uma grande quantidade de água doce no Rio Mamanguape, provocando uma elevada evasão de água no estuário. Em função de tais acontecimentos, a salinidade da água na região recifal caiu de 40‰ para 5‰ num intervalo de uma semana. Apesar de grande e brusca variação da salinidade, a população de *G. birdiae* não apresentou alterações marcantes na cobertura.

Esta população se desenvolve na região de entre-marés, e durante a baixa-mar, quando a influencia da água do estuário é mais pronunciada, as algas estão expostas ao ar, não estando em contato direto com a água do rio. No entanto, nos dois primeiros meses de 2004 a evasão do rio foi tão grande que mesmo na preamar ocorria uma maior influencia da água do rio que das correntes de maré. Mesmo neste ambiente excepcional, a população de *G. birdiae* resistiu, tanto na área controle como aquelas que estavam em processo de regeneração. A curva de recuperação da cobertura destas algas em função das coletas não apresentou alterações significantes.

Segundo OLIVEIRA & PLASTINO (1994) algumas espécies de *Gracilaria* são eurialinas, possivelmente este caráter tenha influenciado na sobrevivência da população de *G. birdiae* da Barra do Rio Mamanguape às variações da salinidade naquele período, mas tais aspectos se baseiam apenas nas observações de campo. Faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas que confirmem categoricamente esta característica para *G. birdiae*.

No experimento I, iniciado em dezembro/2003 (período seco), as algas coletadas por corte e arranque manual apresentaram uma regeneração semelhante, 5 e 6 meses, respectivamente. A recuperação destes talos foi mais rápida do que as algas coletas por

raspagem total, que levaram 8 meses para recompor a cobertura. Nas áreas coletadas por corte e arranque manual, o apressório das algas continuaram fixos no substrato e a recuperação foi através da regeneração vegetativa destas porções do talo, enquanto que nas áreas raspadas a recuperação da população foi através de esporos, que neste período foi um processo lento.

Em pesquisas que abordam a exploração sustentável e manejo de bancos naturais, o método de coleta mais recomendado é o de arranque manual, que garante a permanência do apressório no substrato, possibilitando a recuperação por regeneração vegetativa que é mais rápida. Além disso, evita o manuseio de uma ferramenta pelo coletor de algas que dificultaria seu trabalho no mar (OLIVEIRA FILHO & SAZIMA, 1973; PINHEIRO-JOVENTINO, 1980). Contudo, MIRANDA (2000) adverte que não é incomum a técnica de arranque manual possuir um efeito similar ao da raspagem, devido ao arranque do apressório.

No experimento II, iniciado em maio/2004 (período chuvoso), a recuperação das áreas foi semelhante entre os métodos de coleta, sugerindo que o mecanismo de recuperação através de esporos neste período foi tão dinâmico quanto à regeneração vegetativa dos talos. Além disso, a recuperação das algas no experimento II (período chuvoso) foi mais rápida que a do experimento I (período seco).

PINHEIRO-JOVENTINO & BEZERRA (1980) avaliaram a regeneração de *G. domingensis* no litoral do Ceará e observaram padrões semelhantes ao encontrado na população de *G. birdiae* da Barra do Rio Mamanguape. Os autores descrevem que nos primeiros 6 meses o crescimento da alga varia de acordo com o método de coleta, e as algas coletadas por corte e arranque manual tiveram uma recuperação mais rápida que as áreas submetidas à raspagem total.

POBLETE & INOSTROZA (1987) que trabalharam com a exploração de bancos de *Gracilaria* no Chile através de um programa de manejo, alcançaram resultados excelentes aumentando a produção de 80 t para 600 t em quatro anos. As algas eram coletadas

mecanicamente e apresentavam uma taxa de recuperação em um mês. MIRANDA (2000), que investigou a exploração simulada dos bancos de *Gracilaria caudata* na Paraíba, afirma que o período de recuperação desta espécie varia de 6 – 12 meses e propõe que as coletas sejam realizadas por arranque manual nos meses de junho e julho, período que antecede as ressacas do mar, os quais causam a diminuição da cobertura da população explorada.

Na Barra do Rio Mamanguape também foram observados impactos naturais que refletiram na diminuição da cobertura da população de *G. birdiae*, contudo estes impactos foram causados pelo aumento da herbivoria entre agosto e setembro/2004, diferentemente do que MIRANDA (2000) observou para a população de *G. caudata* também no litoral da Paraíba.

Durante os trabalhos de campo foram flagradas aplísias, peixes-bois e tartarugas marinhas, principalmente esta última, alimentando-se de algas dos bancos. De agosto a outubro/2004 houve uma maior frequência de peixes-bois na região, fato já mencionado por SILVA et al. (1992) que pesquisou a distribuição e ocorrência do peixe-boi marinho no estuário do Rio Mamanguape. De acordo com estes autores, o peixe-boi frequenta o estuário do Rio Mamanguape durante todo ano e apontam os arrecifes e áreas próximas como locais preferenciais de permanência e de alimentação.

Como a Barra do Rio Mamanguape consiste numa Unidade de Conservação, e um de seus objetivos é: “proteger o Peixe-Boi Marinho (*Trichechus Manatus*) e outras espécies, ameaçadas de extinção no âmbito regional” (BRASIL, 1993), garantir que algumas áreas dos bancos de algas sejam reservadas para alimentação destes animais é uma ação necessária, já que estes recursos também são utilizados pelo Projeto Peixe-Boi para alimentar os sirênios em cativeiro. Foi observado que animais nativos têm preferência de alguns bancos de algas, eles freqüentavam as áreas mais baixas, que provavelmente deve estar relacionado a possibilidade de movimento nestes locais.

Dentre as estações de coleta, a estação 2 (área de cobertura controle) estava submetida a uma maior herbivoria. Nesta estação, a topografia era mais plana e baixa que a estação 1 (área do experimento), que era mais irregular, o que provavelmente explica a maior frequência dos herbívoros numa área que na outra. Conseqüentemente apresenta uma cobertura de *G. birdiae* menor, já que as algas estavam sendo comidas constantemente. Contudo, a dinâmica da população de *G. birdiae* entre as áreas analisadas foi similar.

## 5 CONCLUSÕES

- No período seco, as algas coletadas por corte ou arranque manual apresentam uma regeneração mais rápida que as áreas raspadas, no período chuvoso a recuperação das algas é similar entre os métodos de coleta;
- Os melhores métodos de coleta são corte e arranque manual, garantindo que o apressório das algas continue fixo no substrato;
- A população foi restabelecida após 4 – 8 meses, dependendo do método de coleta e do período do ano em que a coleta é realizada;
- No período chuvoso as algas se recuperam mais rapidamente que no período seco;
- O período chuvoso foi o mais favorável para recuperação das áreas exploradas;

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVEAL, K. Manejo de Algas Marinhas. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA, E. C. & SAR, E. (Org.). **Manual de Métodos Ficológicos**, Concepción, Chile, p. 825 – 863. 1995.

BELLORIN, A. M. **Sistemática e Filogenia Molecular de Algas Gracilarióides (Gracilariaceae, Rhodophyta)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 150p. 2002

BRASIL. Decreto-lei nº 924, de 10 de setembro de 1993, **Lex**. Cria a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e dá outras providências. Brasília. 1993.

CADDY, J. F. & FISCHER, W. A. FAO interests in promoting understanding of world seaweed, their optimal harvesting, and fishery and ecological interactions. **Hydrobiologia** 116/117: 355 – 363. 1984.

CARVALHO FILHO, J. Algas – Uma alternativa para comunidade pesqueira. **Panorama da Aqüicultura** 14 (84): 53 – 56. 2004.

CARVALHO, F. A. F. Produção, comercialização e industrialização de algas marinhas na América do Sul. **Arq. Ciênc. Mar** 26: 51 – 58. 1987.

GUZMÁN-URIOSTEGUI, A. & ROBLEDO, D. Factors affecting sporulation of *Gracilaria cornea* (Gracilariales, Rhodophyta) carposporophytes from Yucatan, Mexico. **Hydrobiologia** 398/399: 285 – 290. 1999.

MCLACHLAN, J. & C. J. BIRD. *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) and Productivity. **Aquat. Bot.** 26: 27 – 49. 1986.

MIRANDA, G. E. C. **Avaliação do impacto da exploração (simulada) da alga agarófito *Gracilaria caudata* J. Agardh no litoral da Paraíba**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 107p. 2000.

OLIVEIRA FILHO, E. C. & SAZIMA, I. P. Estudo sobre a biologia das algas agarófitas. I. recolonização, brotamento e fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillaceae* (Rhodophyta, Gelidiaceae). **Bolm. Zool. Biol. Mar.** 30: 677 – 690. 1973.

OLIVEIRA, E. C. & ALVEAL, K. The mariculture of *Gracilaria* (Rhodophyta) for the production of agar. In: AKATSUKA, I. (ed), **Introduction to Applied Phycology**. SBP Academic Publishing, The Hauge, p. 553 – 564. 1990.

OLIVERIA, E. C.; ALVEAL, K. & ANDERSON, R. J. Mariculture of the agar-producing gracilarioid red algae. **Rev. Fish. Sci.** 8: 345 – 377. 2000.

OLIVEIRA, E. C. & MIRANDA, G. E. C. Aspectos sociais e econômicos da exploração de algas marinhas no Brasil. In: E. J. PAULA & OUTROS (eds). IV Congresso Latino Americano, II Reunião Ibero-Americana e VII Reunião Brasileira de Ficologia. **Anais**. pp. 149 – 156. 1998.

OLIVEIRA, E. C. & PLASTINO, E. M. Gracilariaceae. In: AKATSUKA, I. (ed.) **Biology of economic algae**. SPB Academic Publishing, The Hauge, p. 185-226. 1994.

OLIVEIRA, E. C. Exploração de algas marinhas no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. **Phycologia latino-americana** 1: 5 -18. 1981.

OLIVEIRA, E. C. The seaweed resources of Brazil. In: CRITCHLEY, A. T. & M. OHNO (eds), **Seaweed resources of the world**. pp. 367 – 371. 1998.

PALUDO, D. & KLONOWSKI, V. S. Barra de Mamanguape – PB. Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. In: **Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Barra de Mamanguape – PB**. nº 16. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente/SP, Ministério do Meio Ambiente. São Paulo. 54p. 1999.

PINHEIRO-JOVENTINO, F. & BEZERRA, C. L. F. Estudo de Fenologia e Regeneração de *Gracilaria domingensis* (Rhodophyta – Gracilariaceae), no Estado do Ceará. **Arq. Cien. Mar** 20(1/2): 33 – 41. 1980.

POBLETE, A. & INOSTRAZA, I. Management of a *Gracilaria* natural bed in Lenga, Chile: a case study. In: RAGEN, M. A. & BIRD, C. J. Twelfth International Seaweed Symposium. **Anais**. Netherlands. p: 307 – 311. 1987.

SCHIEL, D. R. & NELSON, W. A. The harvesting of macroalgae in New Zealand. **Hydrobiologia** 204/205: 25 – 33. 1990.

SILVA, K. G.; PALUDO, D.; OLIVEIRA, E. M. A.; LIMA, R. P. & SOAVINSKI, R. Distribuição e Ocorrência do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*) no Estuário do Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil. **Peixe-Boi** 1(1): 6 - 17. Ministério do Meio Ambiente / IBAMA. 1992.

SILVA, R. L.; PEREIRA, S. M. B.; OLIVEIRA, E. C. & ESTON, V. R. Structure of a bed of *Gracilaria* spp. in Northeastern Brazil. **Botanica Marina** 30: 517–523. 1987.

VIDAL, W. C. L. **Identificação e caracterização das interferências humanas da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Litoral Norte do Estado da Paraíba, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 110p. 2001.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, New Jersey. 663 p. 1996.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## 1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população de *Gracilaria birdiae* nos recifes da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, estava distribuída de forma desigual ao longo do cordão recifal. Esta variação espacial da cobertura indica ser resultado da herbivoria mais pronunciada em algumas áreas. No período chuvoso, *G. birdiae* apresentou um melhor desenvolvimento, que refletiu numa maior cobertura, chegando até 50% dentro da comunidade de macroalgas.

As investigações do padrão reprodutivo mostraram que, os bancos de *G. birdiae*, devem se manter tanto por reprodução a partir de esporos como por regeneração do talo, já que 52% da população foram de indivíduos tetrasporofíticos e 41,5%, de indivíduos inférteis. Durante o período chuvoso foi observado um maior número de algas tetrasporofíticas na população de *G. birdiae* estudada e uma menor quantidade de algas inférteis. Entre agosto e outubro/2004, final da estação chuvosa, esta proporcionalidade se inverteu, e a maior parte da população era de indivíduos inférteis. Neste mesmo período, também foi observado os menores valores de biomassa dos indivíduos de *G. birdiae*, sugerindo que estas algas representem indivíduos juvenis, inférteis e de baixa biomassa. O período chuvoso é a época mais propícia de reprodução e desenvolvimento por meio de esporos para a população de *G. birdiae* da Barra do Rio Mamanguape, isto favorece a recuperação das áreas exploradas, já que existe uma maior quantidade de esporos sendo liberados na região.

Durante o período de estudo, observou-se que estes bancos são fonte de alimento de vários animais da região, e que existem algumas áreas mais preferenciais de “pastagem” que outras. Além disso, é real a necessidade deste recurso para o Projeto Peixe-Boi Marinho na alimentação dos animais em cativeiro, mas estas coletas estão sendo feitas sem nenhum conhecimento da dinâmica dos bancos ou forma apropriada de manejo da população. Por isso,

a partir das informações obtidas nesta pesquisas são propostas algumas medidas que irão subsidiar um plano de manejo destes bancos de algas, auxiliando na conservação da fauna e flora local e uso sustentável dos recursos naturais.

## 2 PROPOSTAS

Tendo em vista a importância dos bancos de macroalgas na alimentação dos animais nativos e a coleta de *G. birdiae* pelo Projeto Peixe-Boi sugere-se que:

- As coletas sejam realizadas num sistema de rodízio de áreas, com 6 meses de intervalo entre as coletas, período necessário para a recuperação do banco de algas;
- Que o método de coleta utilizado seja o de arranque manual ou corte, garantindo a permanência do apressório no substrato;
- Coletar, preferencialmente, os talos adultos, possibilitando que os talos jovens atinjam sua maturidade sexual, garantindo desta maneira a manutenção da variabilidade genética dentro da população;
- Mapear a comunidade de macroalgas e distribuir em áreas reservadas para alimentação dos animais nativos (considerando os bancos de algas preferenciais de alimentação dos grandes herbívoros que freqüentam a região) e áreas de coleta para alimentação dos animais em cativeiro pelo Projeto Peixe-Boi Marinho;
- Oferecer treinamento aos funcionários do Projeto Peixe-Boi Marinho para uma melhor eficiência do programa de manejo das populações de algas.