

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME SERENESKI DE OLIVEIRA

ÁGUAS-VIVAS (CNIDARIA, MEDUSOZOA) ENCALHADAS NA PRAIA DE  
GUARATUBA, PR

CURITIBA

2016

GUILHERME SERENESKI DE OLIVEIRA

ÁGUAS-VIVAS (CNIDARIA, MEDUSOZOA) ENCALHADAS NA PRAIA DE  
GUARATUBA, PR

Monografia apresentado à Coordenação  
do Curso de Ciências Biológicas da  
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra Maria Angélica  
Haddad

CURITIBA

2016

*Dedico este estudo à minha família, em especial à meu Pai, pelos seus esforços sem medidas!*

## AGRADECIMENTOS

Trilhar o caminho que nos leva ao diploma e à uma formação profissional não é tarefa fácil. Sem dúvida, não se pode realizar tal feito sem a participação e auxílio de pessoas extraordinárias que nos acompanham.

Sem a família não se pode ir a lugar algum. Agradeço ao meu pai, Senhor Edder Luiz de Oliveira, à minha mãe, Senhora Dorotéia Sereneski de Oliveira e minha irmã Senhorita Nicole Sereneski de Oliveira, por todo o carinho, amor e suporte que continuam a me dar, tornando este trabalho realidade.

À excelentíssima Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria Ângélica Haddad, uma grande professora e mulher, que gentil e prontamente aceitou orientar-me e guiar-me neste momento decisivo de minha graduação, concedendo-me não somente conhecimento, mas a honra de sua amizade também. A ela, sou muito grato.

Ao prof. Dr André Andrian Padial, por seu companheirismo e pré-disposição em prontamente auxiliar nas análises estatísticas.

Aos Profs. Dr. Miodeli Nogueira Júnior e MSc. Fernando de Pol Mayer, que gentilmente aceitaram o convite de avaliar este trabalho, investindo tempo e conhecimento.

Aos mestres do curso de Ciências Biológicas, que cederam, todos, um pouco de si, do melhor de si, para construir quem sou; meu muito obrigado.

À senhorita Camilla Felipe, minha amada confidente, que tem me amado e encorajado em todos os momentos.

Aos amigos, fiéis companheiros, em especial Felipe, Jacqueline, Amanda, Bárbara, Camile, Tiago e Matheus, que me auxiliam e me acompanham nas adversidades, tanto da universidade, quanto da vida.

Às companheiras de laboratório, Ariane, Geisy, Ely, Érica, Susel Luana e Carol, pelo auxílio e agradabilíssimo ambiente de trabalho.

A todos os meus familiares, pelo suporte e carinho.

À equipe do SIMEPAR, por disponibilizar os dados meteorológicos.

Que todos tenham vidas abençoadas e de sucesso.

*“Coisas que nos parecem impossíveis, só podem ser conseguidas com uma teimosia pacífica!” - Mahatma Gandhi*

## RESUMO

Conhecidos como os eumetazoários mais primitivos, os cnidários apresentam grande importância ecológica e econômica para os ambientes costeiros e oceânicos. Das duas formas de vida que os cnidários possuem, pólipos e medusas, as medusas ou águas-vivas são as que mais afetam a exploração recreativa das praias, uma vez que o contato da pele com seus tentáculos pode gerar lesões e, em casos extremos, até a morte. A aproximação desses animais das praias e, por consequência, seus encalhes, ainda não são bem compreendidos e não foram explorados no Paraná. Por isso, se teve como objetivo caracterizar a fauna de águas-vivas encalhadas e identificar possíveis relações entre variáveis ambientais com o número e o diâmetro dos espécimes encontrados. Foram adotados modelos de mínimos quadrados generalizados (GLS – *Generalized Least Squared*) considerando a autocorrelação temporal das amostras, para avaliar as relações da nebulosidade, pluviosidade, tamanho das ondas, velocidade e direção dos ventos com as amostras de águas-vivas encalhadas. Monitoramentos semanais, de setembro de 2015 a abril de 2016, foram realizados entre os balneários Brejatuba e Coroados, em um percurso de 7 km de praias arenosas. Ao todo, 24 monitoramentos resultaram no registro de 127 indivíduos de seis diferentes espécies de águas-vivas, em que *Chrysaora lactea* e *Lychnorhiza lucerna* foram as espécies mais abundantes. Dos animais registrados, 67% ainda estavam vivos. Os melhores modelos GLS apontaram que a direção do vento pode ter relevância para o número de medusas encalhadas, ao passo que parece não haver relação entre variáveis ambientais e o diâmetro das águas-vivas.

Palavras-Chave: Águas-vivas. Encalhes. Variáveis Ambientais.

## ABSTRACT

Known as the most primitive eumetazoan, cnidarians have great ecological and economic importance to the coastal and ocean environments. Of the two forms of life that cnidarians have, polyps and jellyfish, jellyfish are the ones that most affect the recreational activities at the beaches, since the contact of their tentacles with the skin can cause injury and in extreme cases, even death. The approach of these animals to the beaches and consequently their beaching aren't well understood at Paraná state. So, the objective of this study was characterize the beached jellyfish fauna and identify possible relationships between environmental variables with the number and diameter of the specimens found. Generalized least squares models (*GLS*) were used to evaluate the relationship that cloud cover, precipitation, wave size, speed and direction of winds with the beached jellyfish samples, considering the temporal autocorrelation of the samples. Weekly monitoring, from September 2015 to April 2016, were conducted between Brejatuba and Coroados sandy beaches, on a course of 7 km. The 24 monitoring resulted in the registration of 127 individuals from six different species of jellyfish, which *Chrysaora lactea* and *Lychnorhiza lucerna* were the most abundant. From the recorded animals, 67% were alive. Best *GLS* models showed that wind direction may have relevance for the number of jellyfish beached, while there seems to be no relation between environmental variables and the diameter of jellyfish beached.

Keywords: Jellyfish. Beaching. Environmental variables.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 GERAL.....	5
2.2 ESPECÍFICOS.....	5
3. HIPÓTESE.....	5
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	6
4.2 COLETA DE DADOS BIOLÓGICOS .....	7
4.3 COLETA DE DADOS AMBIENTAIS .....	9
4.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
5.1 COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE ÁGUAS VIVAS ENCALHADAS .....	11
5.2 ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES COLETADAS.....	13
5.3 DIÂMETRO E A SOBREVIVÊNCIA DAS MEDUSAS ENCALHADAS .....	15
5.4 COMO AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS AFETAM A ABUNDÂNCIA E O DIÂMETRO DAS MEDUSAS ENCALHADAS.....	17
6. CONCLUSÃO .....	19
REFERÊNCIAS .....	20
APÊNDICES .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

O termo cnidário provém do grego *knide*, que significa urticante; aquele que queima. Essa capacidade provém de células especializadas, os cnidócitos, especialmente abundantes nos tentáculos (RUPPERT & BARNES, 1996; HADDAD, 2006). Os cnidócitos produzem as maiores e mais elaboradas organelas intracelulares conhecidas, as cnidas. Estas organelas podem desempenhar funções de adesão, como os espirocistos, ou produção e inoculação de toxinas, os nematocistos. Nematocistos das mais variadas formas estão presentes em todos os cnidários, constituindo a principal característica apomórfica do grupo (HADDAD, 2006).

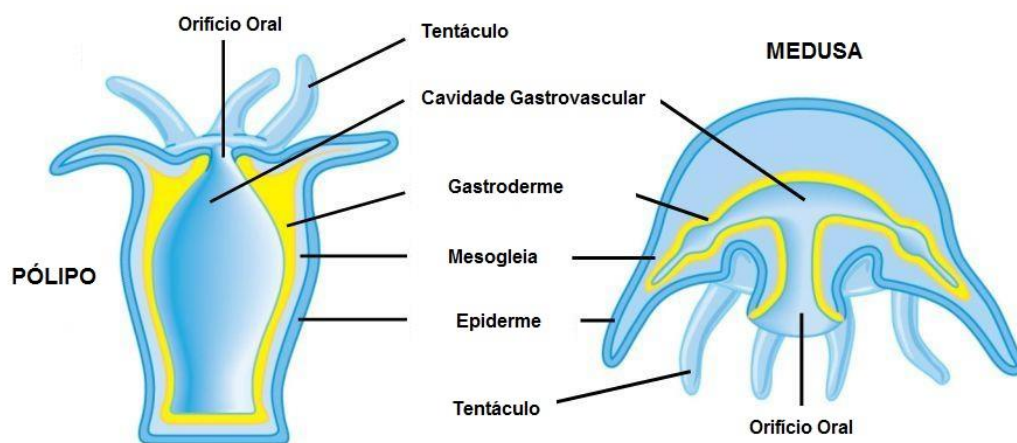
Cnidários são considerados os eumetazoários mais simples e primitivos do mundo animal (FERNANDES, 2001). Os fósseis mais antigos datam da era Paleozoica. Há uma grande dificuldade em se estimar a origem do grupo com exatidão, pois seu registro fóssil é incompleto, uma vez que diversos representantes têm o corpo gelatinoso, sem partes mineralizantes, tornando seus fósseis extremamente raros.

Os fósseis mais representativos do grupo são dos cnidários coralinos, capazes de sintetizar esqueletos calcários, como os das ordens Tabulata e Rugosa (Paleozóico) (FERNANDES, 2001)

Os cnidários tem dois padrões corporais característicos, de pólipos e medusa. Pólipos são organismos tubulares, sésseis, aderidos por um disco basal ao substrato; na outra extremidade possuem um orifício oral rodeado por tentáculos. Este orifício oral conduz o alimento para a região gastrovascular (FIGURA 1), onde o alimento será primeiramente digerido extracelularmente, até reduzir-se à partículas menores que possam ser processadas intracelularmente (RUPPERT & BARNES, 1996; HADDAD, 2006).

As medusas têm o corpo em forma de disco ou sino, sendo de aparência gelatinosa e comportamento livre-natante. Igualmente aos pólipos, têm um orifício oral rodeado por tentáculos, que conduz a uma cavidade gastrovascular (FIGURA 1). Comumente a região oral fica voltada para baixo (RUPPERT & BARNES, 1996; HADDAD, 2006).

Estes organismos possuem dois tecidos embrionários, a endoderme e a ectoderme, que após o desenvolvimento do embrião se tornam a epiderme e a gastroderme respectivamente. Entre estes dois tecidos existe uma matriz gelatinosa, a mesogleia, constituída principalmente por colágeno. No caso das medusas, a mesogleia é mais espessa, com grande quantidade de fibras de colágeno, auxiliando na sustentação e conferindo forma ao corpo do animal. (RUPPERT & BARNES, 1996; HADDAD, 2006).



**FIGURA 1** – Esquema das formas corporais características dos cnidários, com suas principais estruturas. (Fonte: [https://s3.amazonaws.com/classconnection/435/flashcards/6553435/jpg/bio\\_jelly-14A1CC0A0834069419A.jpg](https://s3.amazonaws.com/classconnection/435/flashcards/6553435/jpg/bio_jelly-14A1CC0A0834069419A.jpg))

Atualmente, os cnidários são divididos em dois subfilos: Anthozoa e Medusozoa. Anthozoa inclui principalmente as anêmonas e corais, todos pertencentes a uma única classe, Anthozoa, sendo que esta contém unicamente indivíduos polipóides. (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

Já em Medusozoa, as espécies são distribuídas em 4 classes: Hydrozoa, Staurozoa, Scyphozoa e Cubozoa, com as duas formas no ciclo de vida, podendo tanto o pólipô quanto a medusa estar ausente em diversas espécies. Em Hydrozoa, a fase polipóide usualmente é predominante, entretanto, podem ser encontrados casos de hidrozoários exclusivamente polipóides. (HADDAD, 2006; NOGUEIRA JUNIOR, 2006; RUPPERT & BARNES, 1996).

Em Scyphozoa e Cubozoa as medusas são a forma dominante, uma vez que em diversos casos as fases polipóides são diminutas, ou até mesmo suprimidas e muitas ainda são desconhecidas. Representando a maioria das macromedusas, estes animais têm hábitos de vida planctônico e podem

atingir diâmetros que variam de 2 cm a 2 m (HADDAD, 2006; NOGUEIRA JUNIOR, 2006; RUPPERT & BARNES, 1996).

A classe Staurozoa foi proposta recentemente por Marques & Collins (2004). Estes animais têm forma de cálice, sendo dotados de um pedúnculo pelo qual se fixam ao substrato, assumindo a forma de vida bentônica. São conhecidas em torno de 50 espécies e seu estudo é difícil, pois são normalmente animais pequenos, de hábitos crípticos e raros (MIRANDA, 2014).

DALY *et al.*(2007) registraram que há, aproximadamente, 11.000 espécies de cnidários no mundo, dos quais cerca de 200 são cifozoários e apenas 36 são cubozoários. Até o momento, foram registradas 22 espécies de Scyphozoa e 4 de Cubozoa no litoral brasileiro (MARQUES *et al.*, 2003; MORANDINI *et al.*, 2005).

Diversos estudos constataam a grande importância e o impacto dos “blooms” de medusas no ambiente marinho, que afetam não somente as relações tróficas, causando grande pressão sobre as populações de suas presas, mas às atividades humanas também, como a pesca, turismo, aquicultura e a captação de água de indústrias portuárias. (MIAZAN & GUERRERO, 2000; MILLIS, 2001; MORANDINI, 2005; PURCELL & ANGEL, 2015).

As constantes modificações dos ambientes costeiros causada por seres humanos podem contribuir tanto para o aumento excessivo, como para a diminuição da população de cnidários (MILLS, 2001). Há registros no decréscimo de populações de medusas que ocorrem em regiões impactadas, usualmente, em decorrência da industrialização, desenvolvimento urbano e consequente aumento da poluição local (MILLS, 2001).

Por outro lado, com modificações nas dinâmicas costeiras causadas por portos ou outras construções (como barreiras quebra-mar e píeres), o despejo de dejetos orgânicos no mar e a introdução de novas espécies, podem desencadear os chamados “blooms”. Neste fenômeno ocorre um rápido aumento na população de medusas, usualmente de uma ou poucas espécies da região, originando verdadeiros “enxames” de águas-vivas (MILLS, 2001). Há casos em que estes “blooms” podem comprometer a captação de água de indústrias, suspender a atividade pesqueira local e até

mesmo causar o fechamento de praias para se evitar acidentes com banhistas (RIFKIN, 1996, *apud* CRISTIANO, 2011).

Casos de envenenamento de banhistas na costa brasileira têm sido acompanhados e registrados por pesquisadores há mais de 20 anos, sendo os sintomas, na maioria das vezes, manifestações locais (dor, eritema e edema). Porém, não são incomuns casos mais graves, ocorrendo fenômenos sistêmicos como mal-estar, vômitos, dispneia e taquicardia (NEVES & AMARAL, 2007; HADDAD JUNIOR *et. al.*, 2002; HADDAD JUNIOR & SILVEIRA, 2010). Em países como Indonésia, Malásia e Austrália se verifica a ocorrência de envenenamentos fatais (LIPPMANN *et. al.*, 2011).

Um fenômeno natural e ainda pouco compreendido é o aparecimento de medusas encalhadas na região entre-marés das praias. Raros são os trabalhos que relacionam as possíveis causas destes encalhes. Segundo Cristiano (2011), é nítida a relação da intensidade e direção dos ventos e ondas com o número de encalhes de medusas nas praias do município de Imbé, litoral norte do Rio Grande do Sul. A autora ressalta que em coletas realizadas em situações de ventos do terceiro quadrante (sul-oeste) foram observados poucos ou nenhum cnidário pelágico encalhado.

No litoral paranaense, Nogueira Jr (2006) desenvolveu um amplo estudo de caracterização do macrozooplâncton gelatinoso, realizando coletas mensais com arrastos de redes de pesca de camarão onde foram amostradas 12 espécies de medusas (6 Hydrozoa, 2 Cubozoa e 5 Scyphozoa), 3 de ctenóforos (2 Tentaculata e 1 Nuda) e uma de salpa (*Salpida*)” (NOGUEIRA JR, 2006).

É possível identificar padrões de encalhe de diferentes espécies de macromedusas nas praias, tomando por base fatores abióticos como ondulação e vento? Estas perguntas ainda não foram levantadas por estudos anteriores na região e podem ser importantes na identificação e prevenção de possíveis acidentes entre medusas e banhistas, considerando que o encalhe implica na ocorrência prévia destas medusas nas áreas utilizadas para banho.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Identificar padrões de encalhe de diferentes espécies de macromedusas nas praias do município de Guaratuba, verificando se fatores ambientais relacionam-se com estes eventos.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- Avaliar a variação temporal da riqueza, abundância e tamanho das macromedusas encalhadas na areia das praias de Guaratuba.
- Avaliar a condição (vivo ou morto) dos espécimes encalhados.
- Avaliar se fatores ambientais locais, como: nebulosidade, velocidade e direção do vento e altura das ondas estão relacionados com o encalhe de medusas.

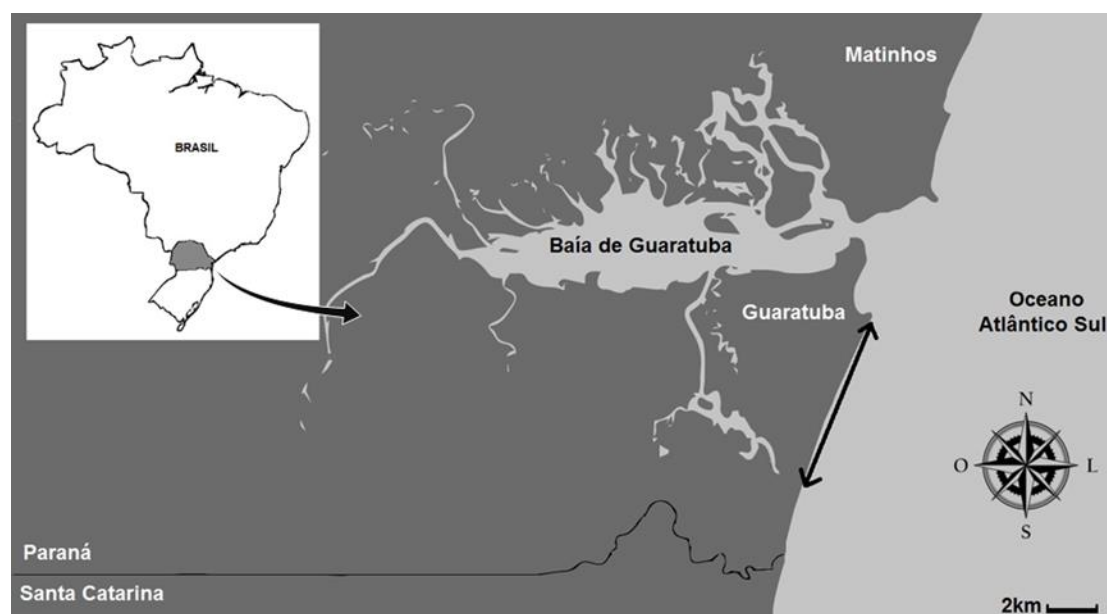
## **3. HIPÓTESE**

- Por serem organismos planctônicos, fatores como a velocidade e direção do vento e o tamanho das ondas podem estar relacionados com a abundância e tamanho de medusas encalhadas na praia.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O litoral do Paraná abrange a região das bacias hidrográficas de Paranaguá e Guaratuba. As principais cidades da região litorânea do Paraná são Guaratuba, Matinhos, Pontal do Sul, Paranaguá, Morretes e Antonina. Tem uma extensão de aproximadamente 98 km, representando apenas 1,3% da extensão do litoral brasileiro, sendo um dos estados de menor faixa litorânea do país, a frente apenas do Estado do Piauí (66 km). O estudo foi realizado no município de Guaratuba (FIGURA 2).



**FIGURA 2** - Mapa da área de estudo, sendo que a linha com dupla seta representa distância percorrida durante as coletas.

Guaratuba é o município mais ao sul do litoral do Paraná, fazendo divisa com o estado de Santa Catarina. Possui aproximadamente 20 km de faixa litorânea, sendo possível identificar regiões de costa estuarina, marinha e com influência de desembocaduras (ÂNGULO & ARAUJO, 1996).

Na região são encontrados, no sentido norte-sul, os balneários de Caieiras, Praia Central, Brejatuba, Eliane, Nereidas, Coroados e Barra do Saí. Entre os balneários da Praia Central e Brejatuba, há um dos pontos turísticos da região, o morro do Cristo, uma região de afloramento rochoso

que forma costões rochosos. Além deste, o balneário de Caieiras conta com afloramentos rochosos, principalmente de basalto e granito.

O estudo foi realizado ao longo de aproximadamente 7 km de praias arenosas, compreendendo o trecho entre os balneários Brejatuba, na região central de Guaratuba, e de Coroados conforme a FIGURA 2.

#### 4.2 COLETA DE DADOS BIOLÓGICOS

O trecho foi percorrido a pé em intervalos de aproximadamente 7 dias, no período de setembro de 2015 até abril de 2016, exceto entre 12/12/15 e 13/01/2016, quando não foi possível realizar os acompanhamentos. Os dados foram coletados no período da manhã, durante a maré baixa, iniciando aproximadamente 2 horas antes do horário da maré baixa prevista pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, para que a maior parte do percurso fosse concluída com a maré descendo, o que manteria os animais encalhados.

No decorrer do percurso, foi vistoriada a zona de varrido, com uma largura média de 10 metros entre o ponto máximo e mínimo de avanço das ondas. Essa região é de fácil distinção, uma vez que a areia superficial se encontra molhada ou úmida (FIGURA 3). O percurso total era realizado num intervalo de 2 a 3 horas de caminhada.

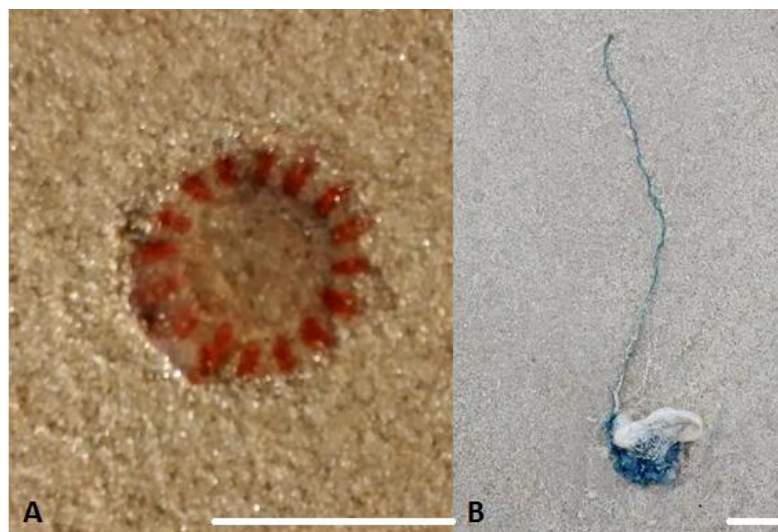


**FIGURA 3** – Praia do estudo onde a linha amarela identifica a zona do varrido.

As medusas encontradas foram identificadas, medidas, examinadas quanto seus sinais de vida e fotografadas. A forma escolhida para verificar sinais vitais foram as respostas natatórias (contrações da umbrela). Os animais eram colocados durante 1 minuto em um recipiente com água do mar. Aqueles que respondiam ao estímulo, com mais ou menos vigor, foram classificados como “vivos”, de modo contrário, eram classificados como “mortos”. Houve indivíduos que se mostraram extremamente desidratados e foram encontrados como impressões na areia (FIGURA 4), os quais foram classificados como “mortos” imediatamente.

Quando necessário, os animais não identificados no local foram medidos, recolhidos e anestesiados com cristais de mentol; posteriormente foram fixados em formol 4% e água do mar, acondicionados em caixa térmica e transportados para o laboratório para identificação mais precisa.

Para a identificação foi tomado como guia o trabalho de Nogueira Jr. (2006) que caracteriza o macrozooplâncton gelatinoso do litoral paranaense de maneira detalhada, através de descrições e fotografias de animais capturados em redes de arrasto. Consultou-se também o trabalho de MORANDINI *et. al.* (2005) que apresenta chaves, descrições e fotografias das principais espécies de cubomedusas e cifomedusas de águas costeiras brasileiras.



**FIGURA 4** – A: espécime de *C. lactea* encontrada desidratada. B: espécime de *P. physalis* encontrada encaçada e desidratada. Escala: 4cm.

### 4.3 COLETA DE DADOS AMBIENTAIS

A coleta de dados foi realizada de duas maneiras: i) através de dados categóricos, por meio de impressões pessoais do pesquisador na hora da coleta, classificando: a nebulosidade, como forma de luminosidade, em três categorias: “Ensolarado”, “Encoberto” e “Chuvoso”; a força do vento como: “Forte”, “Moderado” ou “Fraco”; e a altura média das ondas como: “0,25m”, “0,5m”, “0,75m” e “1m ou mais”; ii) uso dos dados meteorológicos do sistema meteorológico do Paraná (SIMEPAR), que forneceu dados contínuos de pluviosidade (mm), direção (em graus) e força(m/s) do vento. As categorias, códigos e variações de cada categoria podem ser visualizados na TABELA 1. Outras instituições contatadas responderam que não possuíam banco de dados oceanográficos da região do estudo

Os dados categóricos e contínuos foram consideradas no início dos monitoramentos, exceto a pluviosidade, que foi considerada nos últimos um, três e sete dias.

TABELA 1 – Códigos adotado para variáveis resposta e predictoras e seus valores máximos e mínimos. Para a intensidade do vento e nebulosidade foi adotado sistema binário (0,1), logo, as categorias Vmod e Ens não aparecem nas análises por redundância (ex: Vfra=0, Vfor=0, portanto: Vmod=1).

Código	Variável	Varição
Ab	Abundância	0 - 46 ind.
Ta	Tamanho médio	0 - 89 mm
N	Intervalo entre coletas	1 - 217 dias
pl	Pluviosidade (mm)	pl1 - 1 dia antes pl3 - 3 dias antes pl7 - 7 dias antes
Dv	Direção do Vento	0 - 359 graus
Fv	Força do Vento (Velocidade)	0,2 - 2,8 m/s
Vfra/Vfor	Intensidade do Vento (fraco, moderado ou forte)	Vfra (0,1) Vfor (0,1) Vmod (redundante)
Chu/Enc/Ens	Nebulosidade (Chuvoso, Encoberto, Ensolarado)	Chu (0,1) Enc (0,1) Ens (redundante)
Aon	Altura das ondas	0,3/0,5/0,8/ 1 m

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Como as amostras são dependentes do tempo, foi necessário considerar a auto correlação temporal entre elas, buscando se a velocidade e direção do vento, altura média das ondas, nebulosidade do dia e pluviosidade podem ser preditoras da abundância (em número total de indivíduos em cada dia de monitoramento) ou do tamanho (média do diâmetro, em mm, de todos os indivíduos amostrados no dia) das medusas encalhadas.

Para isso, foi utilizado o método de mínimos quadrados generalizados (*Generalized least squares – GLS*), considerando correlações autoregressivas AR(1) entre observações, de acordo com Pinheiro & Bates (2000), os comandos utilizados para as análises estão apresentados nos APÊNDICES.

Formando diferentes arranjos das variáveis ambientais (ex: modelos similares considerando a pluviosidade i) nas últimas 24h, ii) nos últimos 3 dias e iii) nos últimos 7 dias), foi possível gerar 18 modelos que buscaram explicar a abundância total de medusas encalhadas e outros 18 para tamanho médio.

Em diferentes modelos as variáveis “Aon”, “Dv” e “Fv” foram consideradas independentes (Aon + Dv + Fv) ou inter-relacionadas, de maneira dupla (Aon \* Dv + Fv / Aon + Dv \* Fv / Aon \* Fv + Dv) ou tripla (Aon\*Dv\*Fv).

Para ranquear os modelos, foi adotado o critério de informação de Akaike (AIC). Este critério estima a quantidade de informação perdida quando determinado modelo é utilizado, avaliando um balanço entre a complexidade do modelo e seu ajuste. Modelos com variações de AIC iguais a 2 ( $\Delta AIC=2$ ) foram considerados igualmente informativos (BURNHAM & ANDERSON, 2002).

As análises foram realizadas no ambiente R (R CORE TEAM, 2014), utilizando o pacote “nlme” (PINHEIRO *et al.*, 2015).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE ÁGUAS VIVAS ENCALHADAS

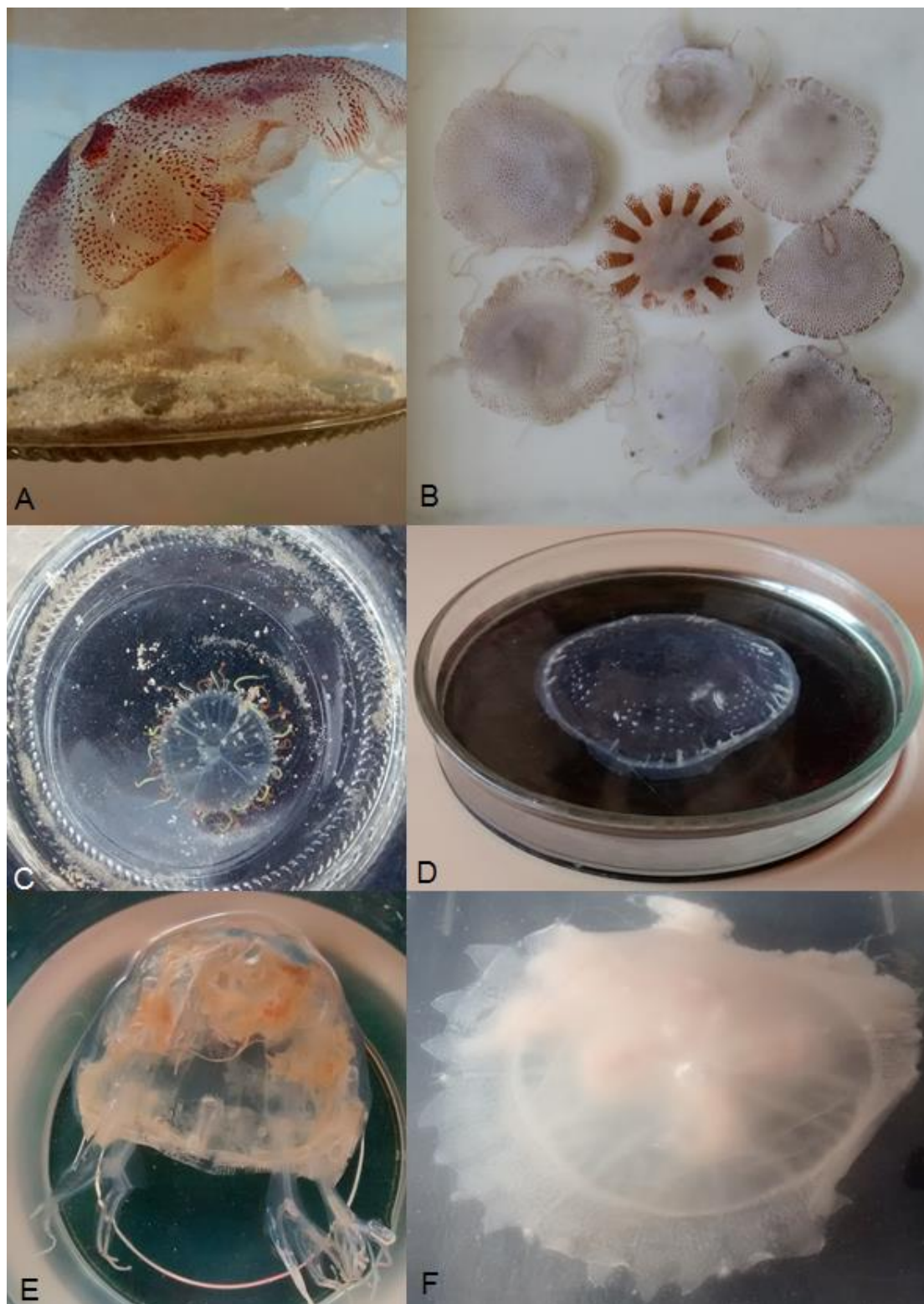
Após 24 incursões de monitoramento, foram encontradas 127 organismos, distribuídos em 6 espécies, ilustrados na FIGURA 5. Dentre os organismos coletados, apenas um mostrou-se danificado, dificultando a identificação. Com base nas espécies registradas para a região e a opinião de especialistas foi reconhecido como pertencente à espécie *Rhacostoma atlanticum*.

Também foram encontrados outros organismos do plâncton gelatinoso, como salpas e ctenóforos, que não fizeram parte efetiva do estudo. As espécies de cnidários encontradas estão na TABELA 2:

TABELA 2 – Espécies coletadas e suas respectivas abundâncias, diâmetros máximos e mínimos, tamanho médio e desvio padrão.

Espécie	Nº de indivíduos	Diâmetro (Máx. e Mín.)	Média	Desvio Padrão
<i>Olindias sambaquiensis</i> Müller, 1861	1	25 mm	-	-
<i>Physalia physalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	60 mm	-	-
<i>Rhacostoma atlanticum</i> Agassiz, 1851	1	50 mm	-	-
<i>Chiropsalmus quadrumanus</i> (Müller, 1859)	2	50 - 75 mm	62,5 mm	-
<i>Lychnorhiza lucerna</i> Haeckel, 1880	21	30 - 160 mm	65,2 mm	30,5 mm
<i>Chrysaora lactea</i> Eschscholtz, 1829	101	9 - 140 mm	51 mm	29,9 mm

Em um estudo similar realizado no litoral do Rio Grande do Sul (CRISTIANO, 2011), a pesquisadora lista outras três espécies que não foram encontradas neste trabalho: *Porpita porpita* (Linnaeus, 1758), *Velella velella* (Linnaeus, 1758), *Tamoya haplonema* F. Müller, 1859, embora as três espécies já terem sido encontradas encalhadas nas praias do Paraná (NOGUEIRA JR, por relato).



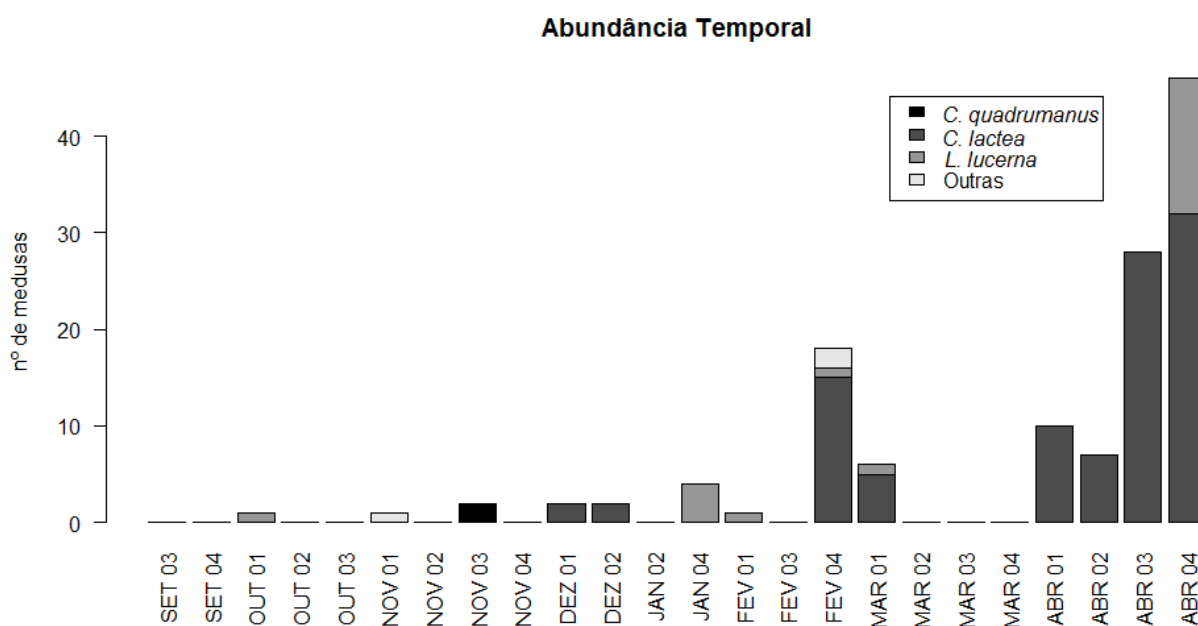
**FIGURA 5** – **A:** *Chrysaora lactea*, 140 mm de diâmetro . **B:** diversidade de morfotipos de *C. lactea*, diâmetros de aproximadamente 100mm. **C:** *Olindias sambaquiensis*, 25 mm de diâmetro. **D:** *Rhacostoma atlanticum*, 50 mm de diâmetro. **E:** *Chiropsalmus quadrumanus*, 75 mm de diâmetro. **F:** *Lychnorhiza lucerna*, 160 mm de diâmetro.

## 5.2 ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES COLETADAS

Na FIGURA 6 visualiza-se a abundância temporal dos indivíduos encontrados neste estudo.

Em 11 dos 24 monitoramentos, não foram encontrados águas-vivas encalhados. Este resultado contrastou com o de Cristiano (2011), que ao percorrer aproximadamente 13 km de praia, observou que em apenas 2 de 53 monitoramentos não haviam encalhes e mais de 5000 indivíduos foram amostrados durante todo o estudo, que teve duração de 2 anos.

Estas diferenças podem ser causadas pelas distintas dinâmicas costeiras de cada região, como a agitação marítima, que é caracterizada por ondas de média a elevada energia, com altura média de 1,5 m no litoral norte do Rio Grande do Sul (CRISTIANO, 2011), enquanto que no Paraná, o Laboratório de Física Marinha (CEM-UFPR) registrou que as ondas que atingem a região de praia têm, frequentemente, alturas menores que 0,5m.



**FIGURA 6** – Distribuição da abundância temporal de águas-vivas encalhadas ao longo do estudo. Na categoria “Outras” são incluídas as espécies *R. atlanticum*, *O. sambaquienses* e *P. physalis*. As datas das coletas estão representadas pelo mês/semana do mês em que a coleta foi realizada.

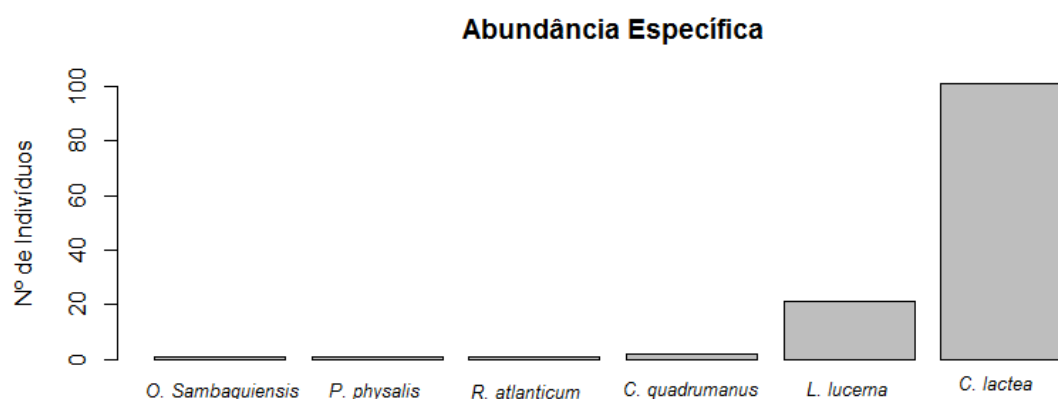
Em relação à abundância das espécies, quatro delas foram muito raras, com somente um ou dois indivíduos encontrados durante o estudo.

Estas foram: *Chiropsalmus quadrumanus*, com dois indivíduos e *Olindias sambaquiensis*, *Physalia physalis* e *Rhacostoma atlanticum*, com apenas um indivíduo cada (FIGURA 7).

As medusas mais frequentes foram *Lychnorhiza lucerna*, representando 16% dos indivíduos coletados e *Chrysaora lactea*, a mais abundante, atingindo 80% de todas as águas-vivas encontradas (FIGURA 7).

Grandes agregados de *C. lactea* foram registrados no litoral paranaense durante os meses mais quentes de 2011-2012 (Dezembro a Fevereiro), contribuindo para o aumento do número de acidentes entre banhistas e medusas registrados pelo corpo de bombeiros, que durante aquela temporada atendeu cerca de 20.000 incidentes (MARQUES *et. al.*, 2014).

Estudos realizados na baía norte da Ilha de Santa Catarina também apontam *C. lactea* como a espécie dominante. Em coletas com redes de arrasto a espécie representou ~78% das macromedusas e foi responsável por ~60% da biomassa coletada (NOGUEIRA JR *et. al.*, 2010).



**FIGURA 7** – Distribuição da abundância de cada uma das espécies amostradas.

De modo contrário, o trabalho que avaliou a plataforma de água rasa do Paraná (NOGUEIRA JR., 2006), concluiu através do índice de importância relativa que *L. lucerna* e *O. sambaquiensis* foram as espécies de cnidários dominantes, sendo que a primeira obteve mais do que o dobro do índice de importância relativa sobre outras espécies, inclusive sobre *C. lactea*.

Resultados similares foram observados em monitoramentos do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, onde *L. lucerna*, foi a espécie mais

numerosa e constante, com episódios de grande densidade de encalhe (possíveis *blooms*). Os indivíduos de *C. lactea* foram considerados raros, possivelmente pela menor incidência da espécie na região (CRISTIANO, 2011).

Grande número de indivíduos de *L. lucerna* já foi observado encalhado na área do estudo em anos anteriores (AUTOR, *obs. pessoal*). Não é possível afirmar a ocorrência de *blooms* verdadeiros, uma vez que causas naturais, como ventos e correntes, podem ser responsáveis por redistribuir e concentrar uma população de tamanho normal (MARQUES *et. al*, 2014).

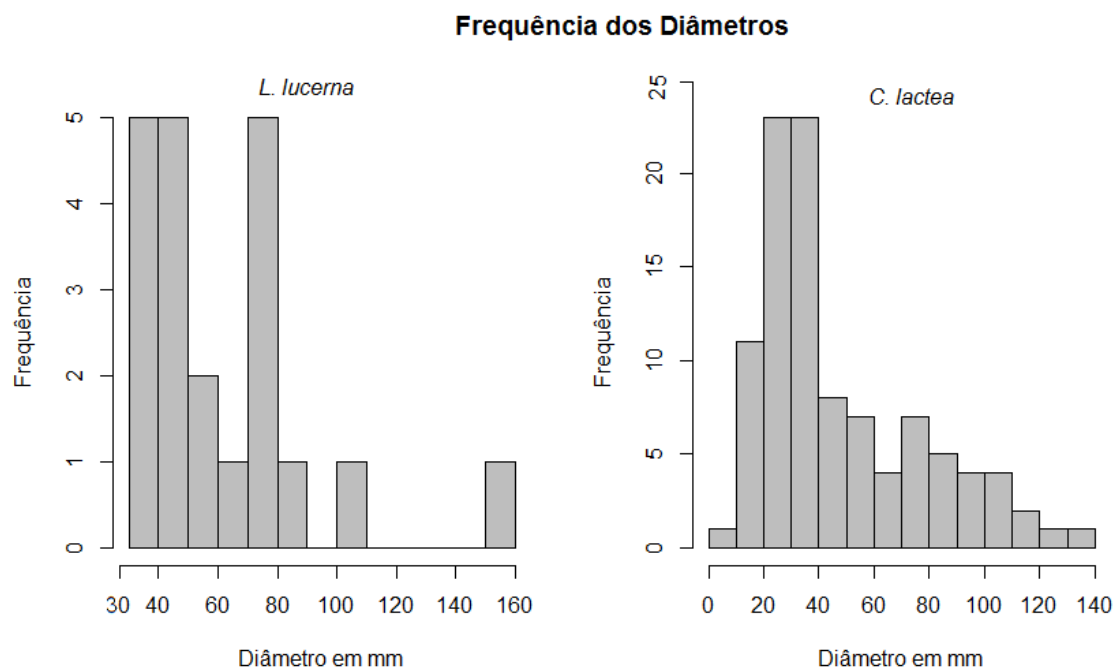
### 5.3 DIÂMETRO E A SOBREVIVÊNCIA DAS MEDUSAS ENCALHADAS

Para a espécie *L. lucerna*, os indivíduos encontrados variaram entre 30-160 mm (FIGURA 8), com diâmetro umbrelar médio de 65,2 mm. Já o encontrado por Nogueira Jr. (2006) foram variações de 9-285 mm e média de 69,1 mm.

NOGUEIRA JR (2006) caracterizou o diâmetro umbrelar de *C. lactea* com média de aproximadamente 50 mm e variações entre 10 e 250 mm, corroborando estes dados, os animais amostrados nas praias tinham diâmetro médio de 51 mm, sendo que o menor diâmetro encontrado foi de 9 mm e o maior 140 mm.

Na FIGURA 8 encontra-se a distribuição do diâmetro umbrelar das duas espécies, por classes de tamanho. A maior parte dos espécimes de *L. lucerna* mediram entre 30 a 80 mm e *C. lactea* entre 10 e 40 mm.

Como as espécies *C. quadrumanus*, *O. sambaquiensis*, *P. physalis*, e *R. atlanticum* tiveram baixa amostragem, não ultrapassando mais do que dois indivíduos cada, não foram feitas considerações quanto a seus diâmetros umbrelares, uma vez que não seriam representativos das populações.



**FIGURA 8** – Frequências dos diâmetros, em milímetros, das medusas *Chrysaora lactea* e *Lychnirhiza lucerna*.

Em relação aos sinais de vida, foi possível observar que 33% das medusas (42 indivíduos) não tiveram resposta natatória após um minuto imersas em água do mar, os demais 67% (85 indivíduos) foram classificados como “vivos” (TABELA 3). Não foram encontrados estudos ou dados similares na literatura para possíveis comparações.

TABELA 3 – Condição dos indivíduos, tabelados por espécie.

	Condição	
	Vivos	Mortos
<i>O.sambaquiensis</i>	1	0
<i>P.physalis</i>	0	1
<i>R. atlanticum</i>	0	1
<i>C.quadrumanus</i>	1	1
<i>L.lucerna</i>	16	5
<i>C.latea</i>	67	34

Das espécies *C. quadrumanus*, *O. sambaquiensis*, *C. lactea* e *L.lucerna* foram encontradas medusas encalhadas ainda vivas. Por vezes era possível observar que os indivíduos se mostravam a distâncias consideráveis da linha de alcance máximo das ondas, sugerindo que o animal foi capaz de sobreviver mesmo após exposto por um período de tempo mais longo.

Apesar de não ser possível precisar o tempo de exposição das medusas na areia, com base na distância do animal até a linha da água e nos horários de pico das marés, indivíduos que já estariam fora da água há mais de 45 minutos aproximadamente, foram encontrados ainda com vida.

Esses dados reforçam as orientações de autoridades de saúde e do corpo de bombeiros para que banhistas não toquem ou mexam em medusas encalhadas nas praias, uma vez que além da possibilidade dos animais ainda estarem vivos, até mesmo animais mortos podem ter nematocistos ainda viáveis, podendo ocasionar queimaduras. Atenção e orientação especial devem ser dadas às crianças, uma vez que, por curiosidade ou inocência, podem ser atraídas por animais de cores chamativas e acabarem tomando-os nas mãos.

#### 5.4 COMO AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS AFETAM A ABUNDÂNCIA E O DIÂMETRO DAS MEDUSAS ENCALHADAS

Águas-vivas são classificadas como organismos planctônicos, ou seja, não possuem a capacidade de nadar contra as correntes. Com isso, suas populações ocorreriam passivamente em qualquer lugar para onde fossem carregadas pelas condições ambientais (GRAHAM *et. al.*, 2001).

Apesar de não terem controle de seu movimento horizontal, estudos demonstram que medusas e outros integrantes do plâncton gelatinoso podem regular sua posição verticalmente na coluna da água, respondendo a gradientes e fatores ambientais, como luminosidade, pressão, turbulência, correntes, temperatura e salinidade (GRAHAM *et. al.*, 2001).

Considerando  $\Delta AIC=2$  para modelos igualmente informativos, foram obtidos dois modelos de melhor ranque considerando a abundância como variável resposta e outros dois modelos considerando o tamanho das medusas como variável resposta (TABELA 4). Todos os modelos gerados e os valores de nível de significância, erro padrão e detalhes estatísticos dos melhores modelos foram apresentados em forma de tabelas suplementares nos APÊNDICES.

TABELA 4: Melhores modelos GLS ( $\Delta AIC=2$ ) utilizados para explicar as variações de abundância e diâmetro de águas-vivas que encalham. N= correlação temporal em dias; pl1= pluviosidade das últimas 24h; Dv=direção do vento; Enc= medida de nebulosidade encoberto (sistema binário); Chu= medida de nebulosidade chuvoso (sistema binário); Aon= altura das ondas; Fv= força do vento (m/s); Vfra= categoria de velocidade do vento fraco (sistema binário) e Vfor= categoria de velocidade do vento forte (sistema binário). Preditores significativos (probabilidade de erro tipo 1  $\leq$  10%) indicados em negrito.

	Rank do Modelo	Preditores	AIC
Abundância	1	N + pl1 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	176,8387
	2	N + pl1 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	177,6540
Diâmetro	1	N + pl1 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	146,1076
	2	N + pl1 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	146,6772

Os modelos com menor AIC foram os que consideraram a pluviosidade nas últimas 24h, que tiveram melhor ranque do que aqueles que consideraram a pluviosidade nos últimos 3 e 7 dias. A pluviosidade poderia ser um indicador de alterações na salinidade da superfície marinha, porém, esta variável parece não ter nenhum efeito sobre a suscetibilidade de medusas ao encalhe.

Dos modelos de abundância, o melhor ranqueado foi o que considerou a interação entre a altura das ondas e a força do vento, ou seja, o efeito das duas juntas. Entretanto, obter um bom ranque não significa que o modelo é explicativo, como foi o caso do 1º modelo de abundância, onde nenhum dos preditores parece se relacionar com a abundância de medusas na praia.

Já o segundo melhor modelo de abundância, apontou a direção do vento como possivelmente significativa para o encalhe de medusas. O valor de significância foi de 11% (p-value=0,1169); por rigor matemático (superior a 10% de chance de erro tipo I) essa variável não poderia ser considerada.

A possibilidade de a direção do vento ter influência para o encalhe de medusas na praia de Guaratuba não poderia ser descartada, caso o esforço amostral fosse maior.

Estudos de SHENKER (1984) e OLAGÜE *et.al.* (1990) mostram que “densos agregados de águas-vivas parecem ser fortemente influenciados pela direção e força dos ventos e correntes superficiais” (*apud* GRAHAM *et. al.*, 2001, pg. 206), sendo possível que estes fatores empurrem estes animais para a costa.

Entretanto, o vento por si só não explica a formação e manutenção de agregados de gelatinosos nas faixas litorâneas, ou sua movimentação. Características topográficas e hidrológicas de determinadas regiões colaboram com formação e movimentação destes agregados (GRAHAM *et. al.*, 2001).

Ao se considerar o diâmetro das medusas trazidas para as faixas de areia, nenhum dos modelos considerados informativos sugere haver relação desta variável com os fatores ambientais analisadas.

## **6. CONCLUSÃO**

Das 6 espécies de águas-vivas encontradas encalhadas, *C. lactea* foi a que ocorreu em maior abundância, principalmente no mês de abril de 2016.

Grande parte dos animais encontrados na areia ainda tinham sinais de vida, dado sem precedentes na literatura e que ressalta a importância da orientação aos banhistas de manterem distância destes animais, com o intuito de evitar acidentes.

Dos fatores ambientais avaliados, o único que teve indícios de relevância para o encalhe de medusas na região de estudo foi a direção do vento, fator relevante em outros estudos.

## REFERÊNCIAS

- ANGULO R. J. & ARAÚJO A. D.. **Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea**. Bol. Par. Geoc. Curitiba. 44:7-17. 1996
- BRUSCA, C. R. E BRUSCA, J. G. **Invertebrados**. Tradução Fábio Lang da Silveira. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 2007. 968 p.
- BURNHAM, K.P; ANDERSON D,R; **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. Springer, New York. 2002.
- CRISTIANO, S. C. **Levantamento de ocorrência e acidentes causados por cnidários pelágicos no município de Imbé, litoral norte do Rio Grande do Sul – Brasil**. Monografia. Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande, 86 pg. 2011.
- DALY .M, *et al*. **The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus**. Zootaxa. 127-182p. 2007.  
Disponível em: <http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/zt01668p182.pdf>. Acesso em: 10/08/2015
- FERNANDES, A. C. S. **Os fósseis da bacia de Sergipe-Alagoas/Corais e demais cnidários**. Phoenix. 3. 25. 2001. Disponível em: [http://www.phoenix.org.br/Phoenix25\\_Jan01.html](http://www.phoenix.org.br/Phoenix25_Jan01.html)). Acesso: 10/08/2015
- GRAHAM, W.M., F. PAGÈS & W.M. HAMNER. **A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review**. Hydrobiologia, 451: 199-212. 2001.
- HADDAD JR, V; SILVEIRA, F.L; MIGOTTO, A.E. **Skin lesions in envenoming by cnidarians (Portuguese man-of-war and jellyfish): etiology and severity of accidents on the Brazilian coast**. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo, vol. 52 Jan/Feb. 2010
- HADDAD JR. V, SILVEIRA FL, CARDOSO JLC, MORANDINI AC. **A report of 49 cases of cnidarian envenoming from southeastern Brazilian coastal waters**. Toxicon 2002; 40:1445-1450.
- HADDAD, M.A. Cnidaria. In RIBEIRO-COSTA, C.S. & ROCHA, R.M. (Eds) **Invertebrados: Manual de aulas práticas**, 2ª ed. Ribeirão Preto: Holos, 2006 p. 26–53.
- LIPPMANN, J. M; FENNER, P. J; WINKEL, K; GERSHWIN, L. Fatal and severe box jellyfish stings, including Irukandji stings, in Malaysia, 2000-2010. **Journal of Travel Medicine**; vol. 18, n.4, p. 275-281, 2011.
- MARQUES, A.C; COLLINS, A.G. Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. **Invertebrate Biology**. Vol. 123, n. 1, p. 23-42. 2004
- MARQUES, A. C.; MORANDINI, A. C.; MIGOTTO, A. E. Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil. **Biota Neotropica**, v.3, n.2, p.1-18, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bn/v3n2/a07v3n2> Acesso em: 03/08/2015
- MARQUES, A.C; HADDAD JR, V.; RODRIGO, L.; MARQUES-DA-SILVA, E.; MORANDINI, A.C.; Jellyfish (*Chrysaora lactea*, Cnidaria, Semaestomeae) aggregations in Southern Brazil and consequences of stings in humans. **Latin American Journal of Aquatic Research**, vol.42, 2014 .Disponível em: <http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/46760/2655990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso: 04/06/2016

MIAZAN, H. W.; GUERRERO, R.A. Environmental patterns and biomass distribution of gelatinous macrozooplankton: Three study cases in the South-Western Atlantic Ocean. **Scientia Marina**, v.64, n.1, p. 215-224. 2000.

MIGOTTO, A. E *et al.* Checklist of the Cnidaria medusozoa of Brazil. **Biota Neotropica**, v.2, n. 1, p. 1-31, 2002. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/fullpaper?BN01102012002+en>  
Acesso em: 03/08/2015

MILLS, C.E. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? **Hydrobiologia**, 451: 55-65. 2001

MIRANDA, L. S. **Evolução de Staurozoa (Cnidaria): inferências moleculares, morfológicas e de cnidoma.** Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia. 348 p. 2014

MORANDINI, A.C. et al. **Cubozoa e Scyphozoa (Cnidaria: Medusozoa) de águas costeiras do Brasil.** Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, v.95, n.3, p.281-294, 30 set. 2005.

NEVES, R. F; AMARAL, F. D; STEINER, A. Q. **Levantamento de registros dos acidentes com cnidários em algumas praias do litoral de Pernambuco (Brasil).** Ciência e Saúde coletiva. Vol. 12. Rio de Janeiro, Jan/Mar. 2007

NOGUEIRA JR, M.; NAGATA, R. M.; HADDAD, M. A. **Seasonal variation of macromedusae (Cnidaria) at North Bay, Florianópolis, southern Brazil.** Zoologia, vol. 27 (3): 377-386, June; 2010.

NOGUEIRA JUNIOR, M. **Macrozooplankton gelatinoso do litoral do Paraná: Composição, Abundância e Aspectos Ecológicos.** 164 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, UFPR, 2006.

OLAGÜE, G., G. FAILLA, H.W. MIANZAN & J. SALDAÑA. **Relación entre la distribución de vientos y la aparición de Scyphomedusae en el Puerto de Punta del Este (R.O. del Uruguay).** Rev. Geofis., 33: 69-73. 1990.

PINHEIRO J.C; BATES, D.M; DEBROY, S; SARKAR D; R CORE TEAM. **Nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models.** R package version 3.1-119. <Http://CRAN.Rproject.org/package=nlme>. 2015.

PINHEIRO, J.C.; BATES D.M. **Mixed-Effects Models in S and S-PLUS.** Statistics and Computing Series. Springer- New York. 2000.

PURCELL, J. E.; ANGEL, D. **Jellyfish Blooms: New Problems and Solutions.** Developments in Hydrobiology. 2010.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. **R Foundatiog for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2014

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados.** 6ed. São Paulo: Ed. Roca. 1996. 1028p.

SHENKER, J. M. **Scyphomedusae in surface waters near the Oregon coast, May-August, 1981.** Estuar. coast. Shelf Sci. 19: 619–632. 1984.

**APÊNDICES**

COMANDOS DE ANÁLISE DE MÍNIMOS QUADRADOS GENERALIZADOS .....	23
TABELA COMPLEMENTAR 1 .....	23
TABELA COMPLEMENTAR 2 .....	24
TABELA COMPLEMENTAR 3 .....	25
TABELA COMPLEMENTAR 4 .....	26

## COMANDOS DE ANÁLISE DE MÍNIMOS QUADRADOS GENERALIZADOS

```
library(nlme)
```

```
MA1.1<-gls(Ab ~ N+pl1+Vfra+Vfor+Dv+Enc+Chu+Aon, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

```
MA1.2<-gls(Ab ~ N+pl1+Fv+Dv+Enc+Chu+Aon, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

```
MA1.3<-gls(Ab ~ N+pl1+Fv*Dv+Enc+Chu+Aon, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

```
MA1.4<-gls(Ab ~ N+pl1+Fv+Enc+Chu+Aon*Dv, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

```
MA1.5<-gls(Ab ~ N+pl1+Dv+Enc+Chu+Aon*Fv, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

```
MA1.6<-gls(Ab ~ N+pl1+Fv*Dv*Aon+Enc+Chu, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

```
MA1.7<-gls(Ab ~ N+pl1+Fmv+Dprev+Enc+Chu+Aon, correlation = corAR1(form = ~ 1))
```

TABELA COMPLEMENTAR 1: Todos os modelos GLS utilizados no estudo para explicar as variações de abundância de águas-vivas encalhadas. Ab =abundância; N = correlação temporal, pl= pluviosidade nos últimos 1, 3 ou 7 dias; Dv = direção do vento; Enc e Chu = nebulosidade (encoberto ou chuvoso, sistema binário); Fv = força do vento; Vfra e Vfor = força do vento (vento fraco ou forte, sistema binário). Preditores significativos ( $p \leq 10\%$ ) em negrito e próximos do valor corte sublinhados.

Modelos de Abunância	AIC	$\Delta$ AIC
Ab ~ N + pl1 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	176,8387	-
Ab ~ N + pl1 + Vfra + Vfor + <u>Dv</u> + Enc + Chu + Aon	177,6540	0,8153
Ab ~ N + pl7 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	180,4179	3,5792
Ab ~ N + pl3 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	181,0540	4,2153
Ab ~ N + pl7 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	181,5595	4,7208
Ab ~ N + pl3 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	181,9781	5,1394
Ab ~ N + pl1 + Fv + Dv + Enc + Chu + Aon	183,6770	6,8383
Ab ~ N + pl3 + Fv + Dv + Enc + Chu + Aon	187,2456	10,4069
Ab ~ N + pl7 + Fv + Dv + Enc + Chu + Aon	187,3838	10,5451
Ab ~ N + pl1 + Fv + Enc + Chu + Aon * Dv	189,4740	12,6353
Ab ~ N + pl1 + Fv * Dv + Enc + Chu + Aon	191,3367	14,4980
Ab ~ N + pl3 + Fv + Enc + Chu + Aon * Dv	193,0407	16,2020
Ab ~ N + pl7 + Fv + Enc + Chu + Aon * Dv	193,1581	16,3194
Ab ~ N + pl1 + Fv * Dv * Aon + Enc + Chu	193,3324	16,4937
Ab ~ N + pl3 + Fv * Dv + Enc + Chu + Aon	195,0844	18,2457
Ab ~ N + pl7 + Fv * Dv + Enc + Chu + Aon	195,2555	18,4168
Ab ~ N + pl7 + Fv * Dv * Aon + Enc + Chu	197,0497	20,2110
Ab ~ N + pl3 + Fv * Dv * Aon + Enc + Chu	197,2669	20,4282

TABELA COMPLEMENTAR 2: Todos os modelos GLS utilizados no estudo para explicar as variações do tamanho médio de águas-vivas encalhadas. Ab =abundância; N = correlação temporal, pl= pluviosidade nos últimos 1, 3 ou 7 dias; Dv = direção do vento; Enc e Chu = nebulosidade (encoberto ou chuvoso, sistema binário); Fv = força do vento; Vfra e Vfor = força do vento (vento fraco ou forte, sistema binário). Preditores significativos ( $p \leq 10\%$ ) em negrito e próximos do valor corte sublinhados.

Ranque	Modelos de Tamanho	AIC	$\Delta$ AIC
1	Ta ~ N + pl1 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	146,1076	-
2	Ta ~ N + pl1 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	146,6772	0,5696
3	Ta ~ N + pl3 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	149,2444	3,1368
4	Ta ~ N + pl7 + Dv + Enc + Chu + Aon * Fv	149,7048	3,5972
5	Ta ~ N + pl3 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	150,1795	4,0719
6	Ta ~ N + pl1 + Fv + Dv + Enc + Chu + Aon	150,1922	4,0846
7	Ta ~ N + pl7 + Vfra + Vfor + Dv + Enc + Chu + Aon	151,0175	4,9099
8	Ta ~ N + pl3 + Fv + Dv + Enc + Chu + Aon	153,2665	7,1589
9	Ta ~ N + pl7 + Fv + Dv + Enc + Chu + Aon	154,3310	8,2234
10	Ta ~ N + pl1 + Fv + Enc + Chu + Aon * Dv	157,7783	11,6707
11	Ta ~ N + pl1 + Fv * Dv + Enc + Chu + Aon	158,4128	12,3052
12	Ta ~ N + pl1 + Fv * Dv * Aon + Enc + Chu	160,7852	14,6776
13	Ta ~ N + pl3 + Fv + Enc + Chu + Aon * Dv	160,8227	14,7151
14	Ta ~ N + pl3 + Fv * Dv + Enc + Chu + Aon	161,2202	15,1126
15	Ta ~ N + pl7 + Fv + Enc + Chu + Aon * Dv	161,8974	15,7898
16	Ta ~ N + pl7 + Fv * Dv + Enc + Chu + Aon	162,5569	16,4493
17	Ta ~ N + pl3 + Fv * Dv * Aon + Enc + Chu	162,7756	16,6680
18	Ta ~ N + pl7 + Fv * Dv * Aon + Enc + Chu	164,6442	18,5366

TABELA COMPLEMENTAR 3: discriminações estatísticas de cada preditor para os melhores modelos de abundância.

	Modelo I	Value	Std.Error	t-value	p-value
Tamanho Médio	(Intercept)	8,504023	4,015	2,118065	0,0513
	N	0,012476	0,00915	1,363243	0,1929
	pl1	-2,9E-05	9,7E-05	-0,29817	0,7697
	Dv	-0,01139	0,00562	-2,02839	0,0607
	Enc	-0,86112	1,5068	-0,57149	0,5761
	Chu	0,924547	2,06692	0,447308	0,661
	Aon	-10,1558	6,17206	-1,64545	0,1207
	Fv	-2,61232	2,10307	-1,24215	0,2333
	Aon:Fv	5,652001	4,96217	1,139019	0,2726
	Modelo II	Value	Std.Error	t-value	p-value
Tamanho Médio	(Intercept)	4,718872	2,376462	1,985671	0,0657
	N	0,013950	0,008555	1,630691	0,1238
	pl1	0,000043	0,000119	0,359839	0,7240
	Vfra	-0,06246	1,302023	-0,04797	0,9624
	Vfor	1,562824	3,827144	0,408352	0,6888
	Dv	-0,00763	0,005394	-1,41551	0,1773
	Enc	-0,31880	1,444174	-0,22075	0,8283
	Chu	-0,72381	3,119489	-0,23202	0,8197
	Aon	-4,64099	3,188579	-1,45550	0,1661

TABELA COMPLEMENTAR 4: discriminações estatísticas de cada preditor para os melhores modelos de tamanho médio.

	Modelo I	Value	Std.Error	t-value	p-value
Abundância	(Intercept)	20,385934	47,68011	0,427556	0,6750
	N	0,151311	0,15016	1,007668	0,3296
	pl1	-0,000200	0,00020	-1,008573	0,3292
	Dv	-0,020100	0,01207	-1,665350	0,1166
	Enc	-3,145470	3,84674	-0,817697	0,4263
	Chu	-0,490476	5,15119	-0,095216	0,9254
	Aon	-26,47824	14,59789	-1,813841	0,0898
	Fv	-8,145376	4,63718	-1,756535	0,0994
	Aon:Fv	16,708443	11,20810	1,490747	0,1568

	Modelo II	Value	Std.Error	t-value	p-value
Abundância	(Intercept)	14,251675	18613,69900	0,000766	0,9994
	N	0,096420	0,16900	0,572038	0,5758
	pl1	-0,000251	0,00000	-0,984576	0,3404
	Vfra	4,334357	3,64200	1,190265	0,2524
	Vfor	-3,390878	6,74800	-0,502496	0,6226
	Dv	-0,024423	0,01500	-1,663957	<b>0,1169</b>
	Enc	-5,993433	4,34600	-1,379076	0,1881
	Chu	-3,137789	6,17100	-0,508460	0,6185
	Aon	-2,542293	5,75300	-0,441909	0,6649