

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E ECOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

LUCAS BATISTA DA COSTA XAVIER

A ATIVIDADE DE LIMPEZA DA ESPÉCIE *Elacatinus pridisi*  
(TELEOSTEI: GOBIIDAE), NA ILHA DA TRINDADE, ES

VITÓRIA  
2013

**LUCAS BATISTA DA COSTA XAVIER**

**A ATIVIDADE DE LIMPEZA DA ESPÉCIE *Elacatinus pridisii*  
(TELEOSTEI: GOBIIDAE), NA ILHA DA TRINDADE, ES**

Trabalho de monografia apresentado ao Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em oceanografia.

Orientador: Dr. Raphael Mariano Macieira

**VITÓRIA  
2013**

**LUCAS BATISTA DA COSTA XAVIER**

**A ATIVIDADE DE LIMPEZA DA ESPÉCIE *Elacatinus pridisi*  
(TELEOSTEI: GOBIIDAE), NA ILHA DA TRINDADE, ES**

Trabalho de monografia apresentado ao Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do grau de bacharel em oceanografia.  
Orientador: Dr. Raphael Mariano Macieira.

Entregue em 14 de março de 2013

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Dr. Raphael Mariano Macieira (orientador)**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Prof. Dr. Jean-Christophe Joyeux (Titular)**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Prof. Dr. Ângelo Fraga Bernardino (Titular)**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes (Suplente)**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais pela oportunidade de realizar esse sonho.

Aos meus irmãos pela força e bons momentos nesses anos.

Ao paciente Prof. Dr. Jean-Christophe por toda a ajuda e conhecimento compartilhado nos longos anos de convivência.

Ao meus orientadores e amigos Raphael M. Macieira e Thiony E. Simon pelas incontáveis correções, revisões e sugestões.

Aos colegas Hudson T. Pinheiro e Robson Santos pelos dados coletados em 2009 e pelo incentivo na realização desse trabalho.

Ao Prof. Ângelo F. Bernardino, pelas considerações.

Aos colegas de laboratório , Eric Mazzei, Maik da Hora, Luana Stocco, Helder, Camila.

Aos amigos Caio Pimentel e Leandro Bonesi pelas considerações e discussões sobre o trabalho, nas várias noites de trabalho.

A minha companheira Fernanda, que esteve sempre presente nos momentos decisivos nesse último ano.

E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho, meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 OBJETIVOS .....	8
2.1 Objetivo geral.....	8
2.2 Objetivos específicos .....	8
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3.1 Área de estudo .....	9
3.2 Levantamento da ictiofauna.....	9
3.3 Atividade de limpeza.....	10
3.4 Análises estatísticas .....	10
4 RESULTADOS .....	12
4.1 Atividade de limpeza de <i>Elacatinus pridisi</i> .....	12
4.2 Eletividade na atividade de limpeza de <i>Elacatinus pridisi</i> .....	14
5 DISCUSSÃO .....	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo das relações ecológicas avançou bastante nas últimas décadas (e.g., Grutter, 1999; Krajewski, 2009; Madin & Madin, 2011; Zintzen *et al.*, 2011; Tomida *et al.*, 2012), desde as relações fundamentais citadas por Boucher *et al.* (1982), resumidas em competição (prejudicial a ambos os participantes), predação (benéfico a um e prejudicial ao outro) e mutualismo (benéfico a ambos), até os trabalhos de Januchowski-Hartley *et al.* (2013) e Sale (2013) sobre a diferença no comportamento dos peixes de áreas protegidas e não protegidas, ou a reavaliação das questões relacionadas ao mimetismo (Robertson, 2013) muito avanço foi feito nesse campo, ainda que muitas questões também foram levantadas e permanecem sem resposta. A atividade mutualística de limpeza, em que pequenos organismos retiram materiais (*i.e.* ectoparasitas, escamas, muco, tecido doente) de animais maiores conhecidos como hospedeiros ou clientes (Côté, 2000), é amplamente distribuída nos ambientes terrestres [e.g. tartarugas e tentilhões de Galápagos (MacFarland & Reeder, 1974), falcões e jacamins na Amazônia (Peres, 1996), garças e bovinos no Brasil (Della Bella & Azevedo-Junior, 2004), corvos e bovinos na Austrália (Bradshaw & White, 2006)], e marinho [e.g. entre peixes (Able, 1976; Côté, 2000; Arnal & Morand, 2001), crustáceos (Becker *et al.*, 2005), tartarugas e peixes (Sazima *et al.*, 2010a)]. Por retirarem ectoparasitas e tecido doente de seus clientes, os limpadores tem grande importância na manutenção da saúde dos clientes (Grutter, 2010), e um exemplo de relação ainda bastante discutida. A maioria dos autores ainda a considerada como uma interação de mutualismo (Cushman & Beattie, 1991; Bshary & Grutter, 2002; Bshary & Cote, 2008; Barbu *et al.*, 2011), muito embora, alguns trabalhos ainda discutam a reciprocidade do benefício dessa interação, sugerindo que o nível de infestação de parasitas nos clientes seja o fator decisivo para classificá-la, podendo ser definida como uma interação de mutualismo, somente quando o nível de infestação de parasitas é elevado (Poulin, 1993; Grutter & Poulin, 1998; Bronstein, 2001; Cheney & Cote, 2005).

Entre peixes marinhos, a atividade de limpeza é conhecida desde os primórdios da exploração dos oceanos, quando o naturalista Charles Willian Beebe, ainda em 1928, já relatava a associação de um pequeno peixe que apanhava restos na

boca de um peixe papagaio (Côté & Soares, 2011). E desde então tem sido bastante investigada em todo mundo (Hobson, 1969; Losey & Margules, 1974; Poulin & Grutter, 1996; Côté, 2000; Floeter *et al.*, 2007b; Sazima *et al.*, 2010b; Soares *et al.*, 2011; Silvano *et al.*, 2012). Em revisão feita por Côté (2000), 107 espécies de peixes teleósteos e 24 espécies de crustáceos são apontadas como espécies que realizam a simbiose de limpeza. Entre os peixes, 19 famílias possuem representantes entre os limpadores, sendo as famílias Gobiidae (gobídeos) e Labridae (bodiões) as maiores representantes. Quanto à especialização, os limpadores são classificados em dois tipos principais, facultativos e obrigatórios. Os primeiros, além de obterem alimento da interação com seus clientes também se alimentam de outros organismos de vida livre e partículas em suspensão, normalmente se valendo dessa forma de obtenção de alimento somente na fase juvenil (Francini-Filho & Sazima, 2008). Já os limpadores obrigatórios tem sua dieta baseada quase que exclusivamente de material obtido através da simbiose de limpeza e a realizam por toda a vida (Côté, 2000; Grutter, 2000). Algumas espécies de limpadores utilizam locais específicos para a realização da atividade de limpeza, conhecidos como estações de limpeza, que podem ser localizadas em fendas na rocha, topo de colônias de corais ou esponjas (Côté, 2000; Côté & Soares, 2011). Nessas estações, os clientes interessados em serem limpos adotam posições específicas (variáveis entre os *taxa*) para indicar ao limpador que estão solicitando o serviço. Além desse sinal, a mudança na coloração natural do cliente também é utilizada com frequência para demonstrar a intenção de ser atendido (Côté *et al.*, 1998).

Apesar dos gobídeos e bodiões serem conhecidos por realizem a atividade de limpeza, existem diferenças importantes na maneira como as espécies de cada grupo interagem com seus clientes. Os bodiões iniciam a atividade executando uma “dança” em zigue-zague para atrair os clientes, além de “massagearem” o corpo dos destes durante a limpeza, comportamento conhecido como estimulação táctil (Bshary & Würth, 2001). Essa estimulação está relacionada com o fato dos bodiões “trapacearem” mais frequentemente durante a limpeza e, ao invés de retirarem somente os ectoparasitas, retiram escamas, tecido sadio ou muco de seus clientes, o que pode causar incômodo e algum tipo de retaliação por parte

do cliente (Grutter & Bshary, 2003). O mesmo comportamento compensatório não é descrito para os gobídeos, pois estes preferem os ectoparasitas à partes do corpo dos seus clientes, que aparentemente não tem motivos para retaliações (Soares *et al.*, 2008b; Soares *et al.*, 2008c; Soares *et al.*, 2010).

A atividade de limpeza dos gobídeos ainda possui muitos aspectos a serem elucidados, Whiteman & Cote (2002a) encontraram diferenças marcantes na atividade, dieta e comportamento social entre indivíduos da mesma espécie, *Elacatinus prochilos* (Böhlke & Robins, 1968), que viviam em diferentes habitats. Em um segundo trabalho é descrita a diferença no comportamento e dieta entre machos e fêmeas de *Elacatinus evelynae* (Böhlke & Robins, 1968) (Whiteman & Cote, 2002b), o que indica a atividade de limpeza definitivamente não pode ser generalizada e necessita ser mais detalhada para que possamos entender o sua verdadeira influencia na estruturação da comunidade de peixes recifais. O presente trabalho buscou levantar informações sobre a atividade de limpeza de *Elacatinus pridisii* Guimarães, Gasparini & Rocha, 2004 em relação a ictiofauna da Ilha da Trindade visando contribuir com o entendimento dessa interação. Para tanto testamos a frequência das interações de limpeza com a abundância das espécies de clientes além de possível preferência por espécies que não oferecem risco ao limpador



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Descrever a atividade de limpeza de *E. pridisi* na Ilha da Trindade e comparar a frequência de interação com a abundância e categoria trófica dos clientes.

### 2.2 Objetivos específicos

- Testar se a frequência das interações de limpeza de *E. pridisi* depende da abundância de cada espécie de cliente no ambiente.

H<sub>0</sub>: A frequência das interações de limpeza é independente da abundância das espécies de clientes no ambiente.

H<sub>1</sub>: A frequência das interações de limpeza é dependente da abundância das espécies de clientes no ambiente.

- Testar se a frequência das interações de limpeza de *E. pridisi* é maior com espécies que não oferecem risco de predação.

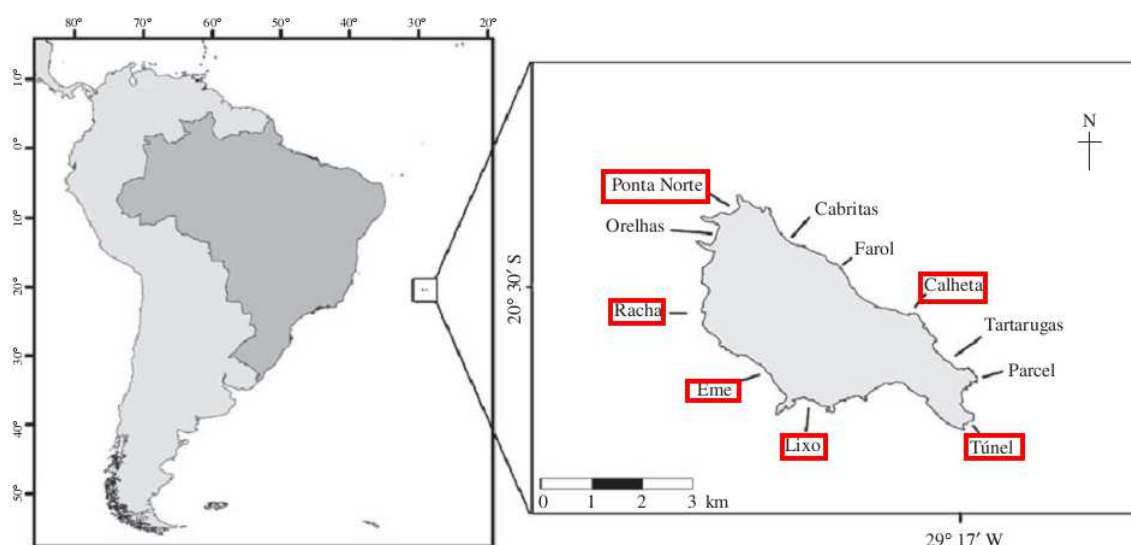
H<sub>0</sub>: *E. pridisi* não interage preferencialmente com espécies não potenciais predadoras.

H<sub>1</sub>: *E. pridisi* interage preferencialmente com espécies potenciais predadoras.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A Ilha da Trindade (Figura 1), distante 1.160 km da costa brasileira (20°30'S, 29°20'W), está localizada na extremidade leste da Cadeia Vitória-Trindade, a qual é constituída por uma série linear de montes submarinos, sendo Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz os únicos pontos emersos. A Ilha da Trindade possui uma área emersa de 9,28 km<sup>2</sup> e uma plataforma rasa (0-50 m de profundidade) estimada em 32 km<sup>2</sup>, composta de um mosaico de ambientes recifais (Floeter *et al.*, 2008). Há onipresença de algas calcárias ao redor da ilha, e estas são os principais bioconstrutores de recifes. Com menor contribuição na formação de recifes e na cobertura bentônica, destacam-se os corais escleractíneos *Favia grvida* Verrill, 1868, *Montastraea cavernosa* (Linnaeus, 1766), *Mussismilia hispida* (Verrill, 1902) e *Siderastrea stellata* Verrill, 1868.



**Figura 1:** Posição da Ilha da Trindade na costa da América do Sul. Em vermelho estão destacados os locais onde foram realizadas as observações. Modificado de Pinheiro *et al.* (2011).

#### 3.2 Composição da ictiofauna

O levantamento da ictiofauna foi realizado através da técnica de censo visual, utilizando transectes de 20 m x 2 m (Floeter *et al.*, 2007a). A amostragem consiste em selecionar um ponto aleatório, onde a ponta da trena é fixada, e inicia-se a

contagem dos peixes presentes no espaço de 1 m de cada lado do observador, em natação com velocidade constante, até o final dos 20 m. Nessa primeira parte (ida), contam-se os indivíduos das espécies de maior mobilidade e, no retorno ao ponto de origem, os indivíduos das espécies de comportamento críptico. Os censos foram realizados pelos pesquisadores Hudson Pinheiro (nos anos de 2007 e 2009) e Thiony Simon em 2011.

### 3.3 Atividade de limpeza

A metodologia de Animal-Focal (Altmann, 1974) foi utilizada na obtenção dos dados da atividade de limpeza, adotando as adaptações feitas por Sazima *et al.* (2000). As observações foram realizadas em mergulhos com equipamento SCUBA, em profundidades entre 5 e 30 metros. Ao detectar a estação de limpeza, o mergulhador aproximava-se a 2 m desta e aguardava 3 min para que os limpadores e clientes se habituassem a sua presença. Posteriormente, iniciava-se a observação da atividade por um período de 10 min em cada estação. As seguintes informações foram adquiridas em cada observação: profundidade da estação, espécie e tamanho dos clientes atendidos (agrupados em classes de tamanho com variação de 5 cm entre elas), tempo gasto em cada interação (por cada limpador). As observações da atividade de limpeza foram realizadas pelo pesquisador Robson (em junho de 2009), e pelo próprio autor em agosto de 2011 e fevereiro de 2012.

Ao todo, 75 estações de limpeza foram amostradas, totalizando 12,5 horas de observação e 252 interações. As observações foram realizadas em seis pontos ao redor da ilha (Figura 1): Calheta (n = 48), Eme (n = 10), Lixo (n = 7), Racha (n = 5), Túnel (n = 3) e Ponta Norte (n = 2). As estações de limpeza foram encontradas em colônias do coral *M. cavernosa*, em fendas nas rochas e em esponjas, em profundidades entre 6 e 25 m (75 % entre 10 e 20 metros).

### 3.4 Análises estatísticas

Para testar a relação entre a abundância dos clientes no ambiente e a frequência das interações de limpeza de *E. pridisi* foi utilizada a correlação não paramétrica

de Spearman (Rho) e o índice de eletividade de Ivlev, descrito abaixo. O mesmo índice foi utilizado para outras espécies de limpadores em (Francini-Filho *et al.*, 2000; Francini-Filho & Sazima, 2008).

$$E_i = (r_i - n_i)(r_i + n_i)^{-1}$$

Onde  $E_i$  é a medida eletividade para a espécie de cliente  $i$ ;  $r_i$  é a porcentagem de interações de limpeza com a espécie  $i$  e  $n_i$  é a abundância relativa da espécie  $i$  no ambiente. O índice de eletividade varia entre  $\pm 1,0$ , onde os valores mais próximos de  $+1,0$  indicam elevada preferência e os valores mais próximos de  $-1,0$  indicam baixa preferência. O índice foi calculado de acordo com três situações: um com as espécies agrupadas em potenciais predadores (carnívoros e invertívoros) e não potenciais predadores (herbívoros, planctívoros e onívoros), um com as espécies agrupadas em grupos tróficos (carnívoros, invertívoros, herbívoros, planctívoros e onívoros) e outro por espécie de cliente.

Devido à variação na abundância da comunidade de peixes (clientes) entre os anos (Kuskal-Wallis,  $p = 0,05$ ), para os testes supracitados foram utilizados apenas os dados de 2009, pois possuíam o maior número de censos e as observações das atividades de limpeza foram feitas simultaneamente.

As espécies de clientes foram classificadas em grupos tróficos (carnívoros, herbívoros, invertívoros, onívoros e planctívoros) baseado em trabalhos publicados sobre estrutura trófica de comunidades e de dieta (Randall, 1967; Gasparini & Floeter, 2001; Ferreira *et al.*, 2004; Krajewski & Floeter, 2011). A diferença no tempo total de limpeza entre os diferentes grupos tróficos foi testada através de análise de variância (ANOVA,  $\alpha = 0,05$ ). Para satisfazer as premissas de normalidade e homocedasticidade de variância, os dados foram previamente transformados para  $\log(x + 1)$ . Para o cálculo do tempo total das interações por grupo trófico foram utilizados os dados dos 3 anos de observações de limpeza.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Atividade de limpeza de *Elacatinus pridisi*

A atividade de limpeza de *E. pridisi* registrada na Ilha da Trindade incluiu um total de 26 espécies pertencentes a 13 famílias. As espécies que mais interagiram com *E. pridisi* em eventos de limpeza foram *Cephalopholis fulva* (Linnaeus 1758) (45%), *Myripristis jacobus* Cuvier, 1829 (15%), *Holocentrus adscensionis* (Osbeck, 1765 ) (6%), *Paranthias furcifer* (Valenciennes, 1828) (5%), *Melichthys niger* (Bloch, 1786) (3%), *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793) (3%) e *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) (3%), responsáveis por aproximadamente 80% das interações observadas (Tabela 1). Das 13 famílias cujos representantes buscaram o serviço de limpeza oferecido por *E. pridisi*, apenas três, Epinephelidae, Holocentridae e Pomacentridae, representaram mais de 80% das interações observadas.

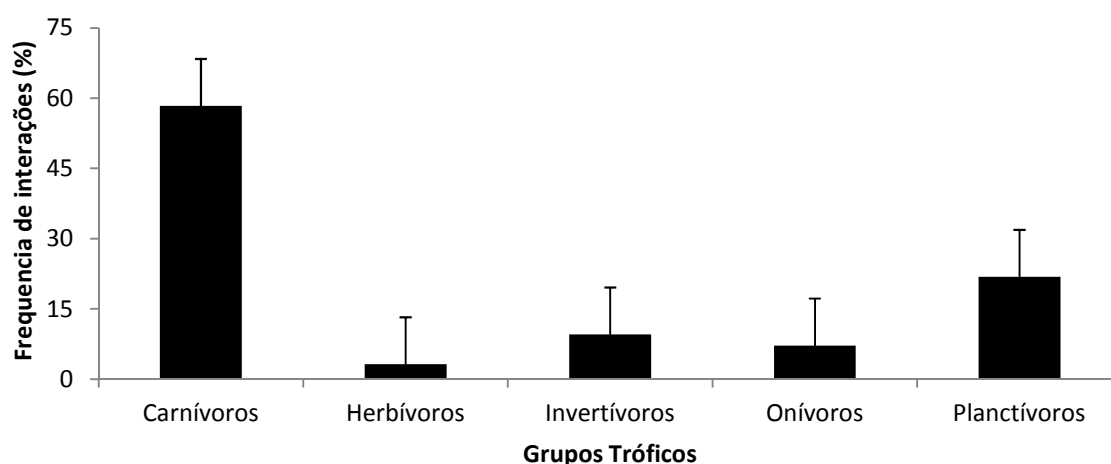
O comprimento total (CT) das espécies de clientes de *E. pridisi* variou entre 10 cm e 130 cm ( $27,7 \pm 14,4$  cm, 252; média  $\pm$  desvio-padrão, n). *Abudefduf saxatilis*, *Chaetodon striatus* Linnaeus, 1758, *Chromis multilineata* (Guichenot, 1830) e *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) foram as espécies com menor CT ( $13,4 \pm 2,3$  cm; n = 16), enquanto *C. fulva*, *Gymnothorax moringa* (Cuvier, 1829), *Sargocentron bullisi* (Woods, 1955) e *Sparisoma amplum* (Ranzani, 1841) foram as espécies com maior CT ( $31,3 \pm 18,8$ ).

**Tabela 1:** Espécies de peixes recifais limpos por *Elacatinus pridisii*, registradas em 252 eventos de limpeza em 6 pontos ao redor da Ilha da Trindade. As famílias estão dispostas em ordem filogenética segundo Nelson (2006), e em acordo com as modificações de Westneat & Alfaro (2005) e Smith & Craig (2007).

Espécies de Clientes	Grupo Trófico	Abundância Relativa	Frequência de Limpeza
<b>Holocentridae</b>			
<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	Carnívoro	3,43%	6,75%
<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	Planctívoro	1,26%	15,48%
<i>Sargocentron bullisi</i> (Woods, 1955)	Invertívoro	0,05%	0,79%
<b>Epinephelidae</b>			
<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus 1758)	Carnívoro	11,68%	45,24%
<i>Paranthias furcifer</i> (Valenciennes, 1828)	Planctívoro	0,97%	5,56%
<i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Carnívoro	0,18%	1,59%
Híbrido <i>C. fulva</i> x <i>P. furcifer</i>	Carnívoro	0,00%	0,40%
<b>Muraenidae</b>			
<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	Carnívoro	0,05%	2,38%
<b>Priacanthidae</b>			
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i> (Lacépède, 1802)	Carnívoro	0,08%	1,98%
<b>Mullidae</b>			
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	Invertívoro	0,70%	3,17%
<b>Chaetodontidae</b>			
<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	Invertívoro	0,31%	1,98%
<b>Pomacanthidae</b>			
<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	Invertívoro	0,28%	0,40%
<b>Pomacentridae</b>			
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	Onívoro	1,35%	3,17%
<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1830)	Planctívoro	8,38%	0,79%
<i>Microsphaetodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	Herbívoro	0,36%	1,59%
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	Herbívoro	2,75%	0,40%
<b>Labridae</b>			
<i>Bodianus pulchellus</i> (Poey, 1860)	Invertívoro	0,02%	0,79%
<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	Invertívoro	0,21%	1,19%
<i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1841)	Herbívoro	0,35%	0,40%
<b>Acanthuridae</b>			
<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	Herbívoro	1,83%	0,40%
<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	Herbívoro	0,32%	0,40%
<b>Balistidae</b>			
<i>Baliste vetula</i> (Linnaeus, 1758)	Invertívoro	0,14%	0,40%
<i>Melichthys niger</i> (Bloch, 1786)	Onívoro	15,48%	3,17%
<b>Monacanthidae</b>			
<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	Onívoro	0,02%	0,40%
<i>Cantherines macrocerus</i> (Hollard, 1854)	Onívoro	0,19%	0,40%
<b>Diodontidae</b>			
<i>Diodon holacanthus</i> (Linnaeus, 1758)	Invertívoro	0,08%	0,79%

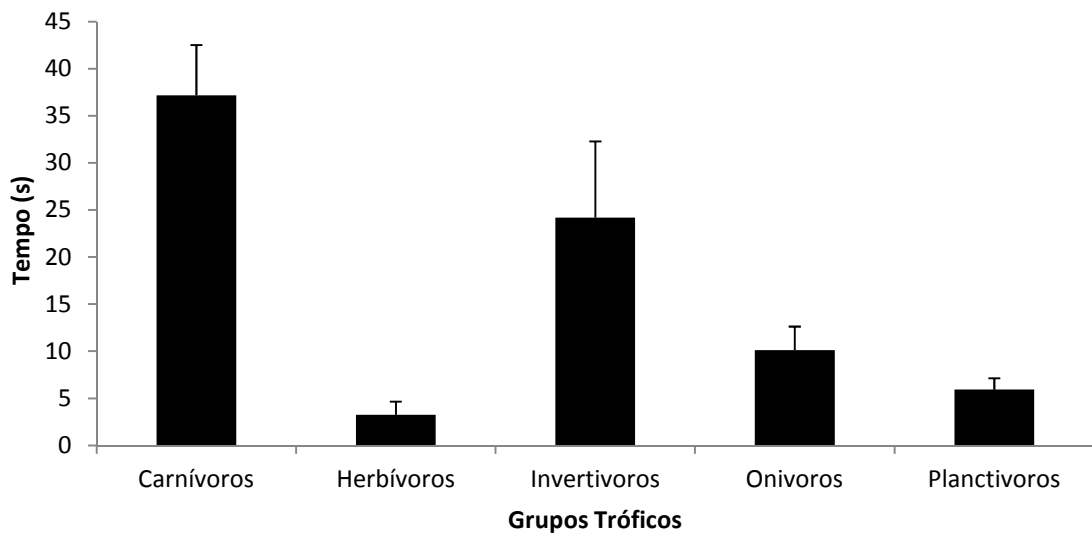
## 4.2 Eletividade na atividade de limpeza de *Elacatinus pridisi*

A frequência das interações de limpeza apresentou correlação positiva com a abundância relativa dos clientes no ambiente ( $Rho = 0,420$ ,  $p = 0,05$ ). A classe dos carnívoros representou 58% dos eventos de limpeza registrados, seguida pela classe dos planctívoros, com 21%. Os grupos herbívoros, invertívoros e onívoros somaram 20% das interações (Figura 2).



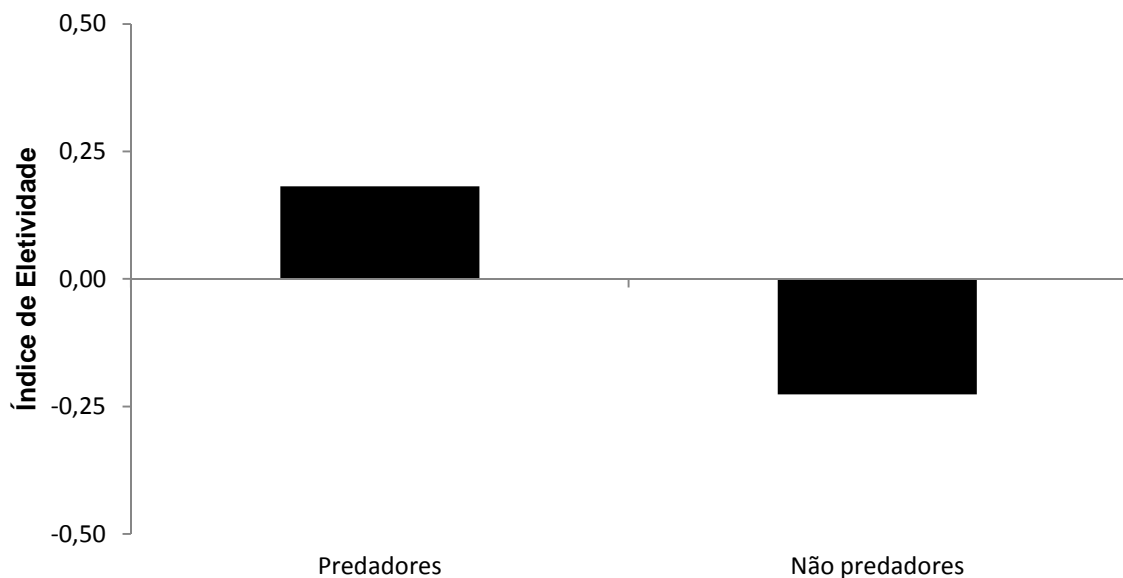
**Figura 2:** Frequência de interações de limpeza de *E. pridisi* por grupo trófico na Ilha da Trindade.

A duração média das interações de limpeza foi significativamente diferente entre os grupos tróficos (ANOVA,  $F = 16,59$ ,  $p < 0,001$ ). As médias e erro padrão da duração das interações de limpeza por grupo trófico foram: Carnívoros ( $37,18 \pm 5,32$  s); Herbívoros ( $3,25 \pm 1,41$  s); Invertívoros ( $24,20 \pm 8,09$  s); Onívoros ( $10,12 \pm 2,50$  s); e Planctívoros ( $5,93 \pm 1,2$  s) (Figura 3).



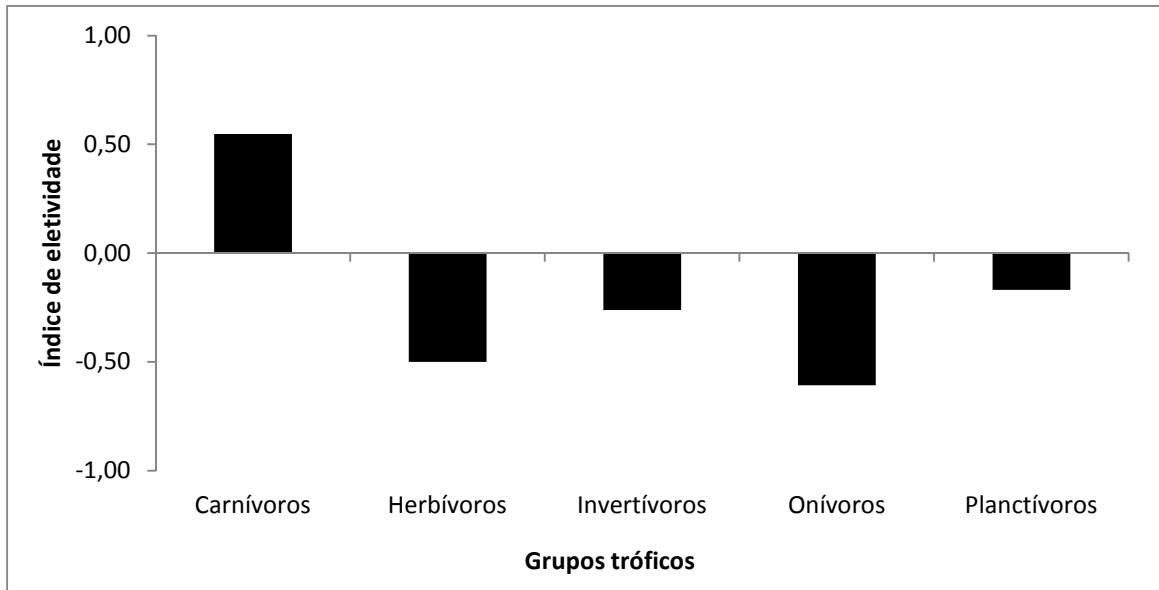
**Figura 3:** Média + erro padrão do tempo total das interações de limpeza por grupo trófico de *E. pridis* na Ilha da Trindade.

Quando as espécies de clientes foram agrupadas em potenciais e não potenciais predadores, o índice de eletividade mostrou que as interações ocorrem preferencialmente com potenciais predadores (0,18) do que com não potenciais predadores (-0,23) (Figura 4). Divididas por grupo trófico, o padrão se manteve, sendo que o único grupo a apresentar valores positivos para o índice (indicando preferência) foi o grupo dos carnívoros (0,55) (Figura 5).



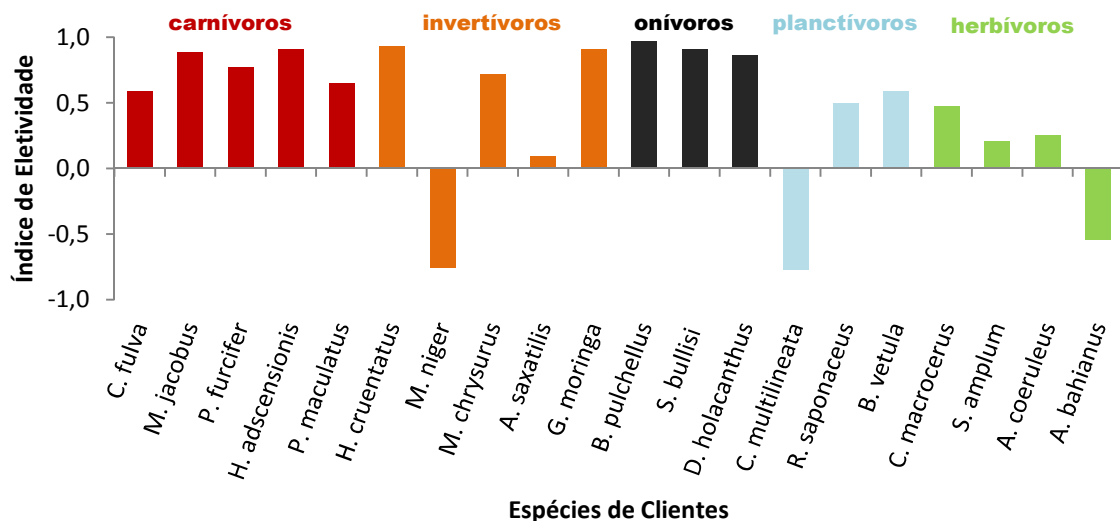
**Figura 4:** Índice de eletividade, indicando a preferência de *E. pridis* por predadores e não predadores em relação a abundância. Valores próximos de +1 indicam elevada preferência e valores próximos de -1 indicam baixa preferência





**Figura 5:** Índice de Eletividade indicando a preferência de *E. pridisi* por grupos tróficos em relação a abundância. Valores próximos de +1 indicam alta preferência e valores próximos de -1 indicam baixa preferência.

Quando analisada por espécie (Figura 6), o resultado indicou que *E. pridisi* interage preferencialmente com *H. adscensionis*, *M. jacobus*, *P. furcifer*, *P. maculatus*, e *C. fulva*. E apresentou baixa preferência, principalmente pelas espécies *Acanthurus bahianus* Castelnau, 1855, *C. multilineata* e *Melichthys niger* (Bloch, 1786).



**Figura 6:** Índice de Eletividade indicando a preferência de *E. pridisi* por espécies de cliente em relação a abundância. Valores próximos de +1 indicam alta preferência e valores próximos de -1, evitação.

## 5 DISCUSSÃO

O número de espécies registradas como clientes de *E. pridisi* no presente trabalho (n = 26) aproxima-se do maior registro observado até o momento para uma espécie do gênero *Elacatinus* em um mesmo local [*i.e.*, 27 espécies de clientes para *E. figaro* no litoral de São Paulo (Sazima *et al.*, 2000)], e supera o número de clientes registrados também para *E. figaro* no nordeste do Brasil (21 espécies; Campos & Sa-Oliveira, 2011), para *Elacatinus phthirophagus* Sazima, Carvalho-Filho & Sazima, 2008 no Arquipélago de Fernando de Noronha (22 espécies; Francini-Filho & Sazima, 2008) e para *Elacatinus evelynae* em St. Croix no Caribe (24 espécies; Johnson & Ruben, 1988), indicando que *E. pridisi* possui um elevado grau de especialização como limpador (Darcy *et al.*, 1974; Johnson & Ruben, 1988; Wicksten, 1995). No entanto, se comparado com *E. phthirophagus*, espécie de limpador que ocorre no Arquipélago de Fernando de Noronha, *E. pridisi* mostrou-se menos ativo que seu congênere tanto em número de interações quanto em número de espécies atendidas por período de tempo (Tabela 2), apesar da riqueza de peixes recifais encontrados na Ilha da Trindade durante as observações (77 espécies) ter sido maior que a encontrada por Krajewski & Floeter (2011) em Fernando de Noronha (60 espécies). A maior atividade de *E. phthirophagus* pode estar relacionada a um menor grau de infestação na comunidade de peixes Fernando de Noronha, uma vez que o limpador precisaria atender um maior número de clientes para suprir suas necessidade nutricionais. Embora, ainda não existam trabalhos sobre parasitismo em peixes para nossa área de estudo para comprovarem essa hipótese.

**Tabela 2:** Atividades de limpeza de *E. pridisi* e *E. phthirophagus*. Os valores apresentados são relativos a média e erro padrão por período de 10 min de observação.

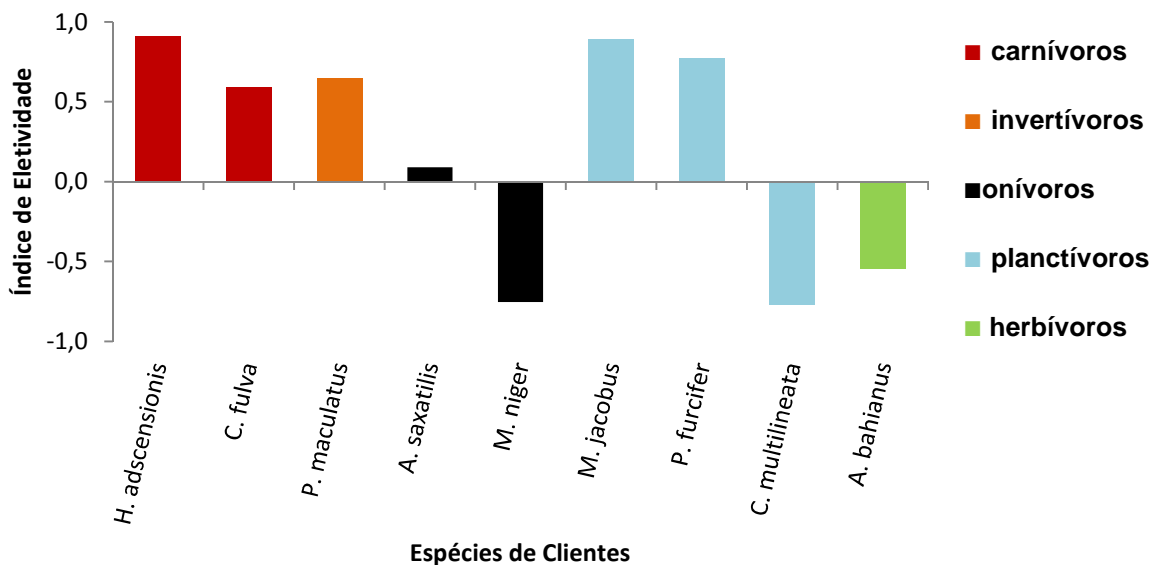
Atividade de Limpeza	Espécie de Limpador	
	<i>E. pridisi</i>	<i>E. phthirophagus</i>
Número de Interações de Limpeza	3,4 ± 0,3	17,3 ± 1,7
Tempo Gasto em Interações de Limpeza	1,4 ± 0,2	3,0 ± 0,3
Número de Espécies de Clientes Atendidas	1,8 ± 0,1	2,9 ± 0,2

A maioria dos estudos da atividade de limpeza em peixes recifais tinha como padrão o comportamento dos bodiões, principalmente do gênero *Labroides* (Losey, 1972; Potts, 1973; Losey & Margules, 1974; Grutter & Poulin, 1998; Grutter & Lester, 2002; Grutter & Bshary, 2003; 2004). Embora o sistema de limpeza dos *Labroides* possua algumas características semelhantes ao dos gobídeos, como o pequeno território (estação de limpeza) e a presença de escamas e muco no conteúdo estomacal dos limpadores (Arnal & Cote, 2000; Cheney & Cote, 2005), estudos recentes mostram que o sistema “*Labroides*” não pode ser generalizado para a atividade de limpeza de outros peixes recifais (Soares *et al.*, 2007; Francini-Filho & Sazima, 2008; Soares *et al.*, 2008a; Soares *et al.*, 2008c; Oates *et al.*, 2010; Sazima *et al.*, 2010c; Soares *et al.*, 2010; Soares *et al.*, 2012).

O sistema de limpeza dos gobídeos possui algumas diferenças importantes em relação ao dos bodiões. Soares *et al.* (2010) mostraram que apesar de possuírem escamas e mucos em seu conteúdo estomacal, os limpadores do gênero *Elacatinus* preferem os ectoparasitas de seus clientes. Outra diferença marcante é em relação ao comportamento compensatório pela retirada de material do corpo do cliente. Os bodiões utilizam a estimulação tátil como uma forma de manter o cliente por mais tempo imóvel enquanto “trapaceiam”, retirando material sadio dos mesmos (Bshary & Würth, 2001; Grutter, 2004; Cheney *et al.*, 2008; Soares *et al.*, 2011), já os gobídeos não utilizam tal comportamento (Soares *et al.*, 2008c). Por fim, existe a diferença na relação de limpeza com potenciais predadores e não predadores. Os bodiões tendem a limpar mais frequentemente clientes que não oferecem risco de predação (Côté, 2000; Francini-Filho *et al.*, 2000), fato não observado nos gobídeos, que apesar de nenhuma vantagem de forrageamento aparente, não evitam interações com potenciais predadores (Soares *et al.*, 2007; Francini-Filho & Sazima, 2008; Soares *et al.*, 2012).

Apesar da correlação positiva encontrada entre a abundância relativa dos clientes no ambiente e a frequência de limpeza, Floeter *et al.* (2007b) sugerem que a intensidade dessa relação depende das características ecológicas (*e.g.*, hábitos de forrageamento, categoria trófica e comportamento social) dos clientes. Por exemplo, *Thalassoma noronhanum* (Boulenger, 1890), a espécie mais abundante

na Ilha da Trindade durante o período de observação (30% da abundância total), não foi registrada como cliente de *E. pridisi*. Além disso, as espécies *C. multilineata* e *M. niger*, apesar de também terem sido abundantes no levantamento da ictiofauna da Ilha da Trindade (8% e 15%, respectivamente), apresentaram valor negativo para o índice de eletividade, -0,77 e -0,75 respectivamente (Figura 7), sugerindo pouco interesse do limpador pelas mesmas ou baixa procura dessas espécies pelo serviço de limpeza.



**Figura 7:** Índice de eletividade das espécie mais representativas da frequência de limpeza. As 9 espécies totalizaram aproximadamente 90% das interações de limpeza de *E.pridisi*.

O risco de predação pode ser uma forte pressão seletiva, capaz de modificar o comportamento animal e, frequentemente, levar a adaptação das espécies à hábitos de forrageamento mais seguros, mesmo que menos eficazes (Lima & Bednekoff, 1999; Soares *et al.*, 2007). Como ambas as espécies supracitadas, durante o dia, passam a maior parte do tempo forrageando no ambiente pelágico (Sancho *et al.*, 2000; Sazima *et al.*, 2003), e as estações de limpeza de *E. pridisi*, são estabelecidas no ambiente bentônico (Wicksten, 1995; 1998; Francini-Filho *et al.*, 2000; Sazima *et al.*, 2000; Francini-Filho & Sazima, 2008), o deslocamento de indivíduos adaptados ao ambiente pelágico para o ambiente bentônico em busca do serviço de limpeza, pode aumentar o risco de predação. Sendo assim, o resultado negativo do índice de eletividade (menor preferência) para estas

espécies pode estar mais associado à opção do cliente de não utilizar o serviço de limpeza, ao invés de se arriscar indo até o fundo a procura das estações de limpeza. No entanto, esse padrão pode ser específico de cada local, uma vez que no Arquipélago de Fernando de Noronha *C. multilineata* foi a espécie mais frequente nas estações de limpeza de *E. phthirophagus* (Francini-Filho & Sazima, 2008).

A preferência de interação com os potenciais predadores encontrado para *E. pridisi* já havia sido relatada no trabalho de história natural dos peixes recifais da Ilha da Trindade por Gasparini & Floeter (2001), por Francini-Filho & Sazima (2008) para *E. phthirophagus*, assim como para *E. prochilos* e para *E. evelynae* no Caribe Soares *et al.* (2007) e Johnson & Ruben (1988). Segundo Potts (1973) e Soares *et al.* (2007) uma das hipóteses para a preferência na interação com os carnívoros está ligada ao efeito indireto desse grupo na atividade de limpeza, uma vez que a quantidade de clientes diminui quando os carnívoros estão na estação. Esses autores sugerem que os limpadores atendem mais prontamente os potenciais predadores na tentativa de impedir que estes afugentem as demais espécies de clientes. Apenas a espécie *E. figaro*, em trabalho realizado por Sazima *et al.* (2000) na costa da São Paulo, apresentou um padrão diferente na atividade de limpeza, sendo o grupo de planctívoros o mais frequente nas interações. Os autores justificaram esse padrão com base no período de atividade diurna, o comportamento gregário, e da alta abundância dos Pomacentridae (principais planctívoros em sua área de estudo). Entretanto, essa justificativa não se aplica aos resultados observados no presente trabalho, onde os planctívoros, apesar de abundantes, somaram apenas 21% das interações.

Quando a eletividade foi analisada por espécie, das 20 que foram registradas como clientes de *E. pridisi* no ano de 2009, *H. adscensionis*, *M. jacobus*, *P. furcifer*, *P. maculatus* e *C. fulva* obtiveram valores positivos para o índice de eletividade e juntas totalizaram mais de 80% das interações registradas. Entretanto, *M. jacobus* e *P. furcifer*, a princípio não são potenciais predadores, mas também obtiveram alto índice de preferência por *E. pridisi*. Uma possível explicação para a alta preferência por essas duas espécies apesar de não pertencerem ao grupo de potenciais predadores, pode estar ligada ao hábito de

vida (próximo ao fundo) dessas espécies, o que favorece a chance de encontro com os limpadores nas estações de limpeza (Francini-Filho *et al.*, 2000; Floeter *et al.*, 2007b) ou pela dificuldade de serem avistados nos censos visuais por passarem a maior parte do dia em tocas. Isso levaria a uma baixa abundância relativa, o que aumentaria o valor do índice de eletividade.

Já a elevada frequência de interações com *C. fulva* (45%), pode estar relacionada não somente aos hábitos de vida e/ou abundância dessa espécie, mas também com uma resposta ativa do limpador frente a um predador. Em um trabalho recente, Soares *et al.* (2012) apresentam argumentos para uma resposta incomum dos gobídeos quando na presença de potenciais predadores. Segundo esses autores, o comportamento dos *Elacatinus* não se enquadra no padrão dicotômico de resposta dos vertebrados, que em resumo pode ser descrito em uma resposta ativa de “lutar-fugir”, ou de inibição “paralisar”. Através da avaliação do estresse fisiológico, medido pela variação na concentração de cortisol, detectaram que os *Elacatinus* identificam os predadores como risco potencial e se estressam na presença destes. Contudo, ao invés da resposta esperada ao estresse (*i.e.*, lutar-fugir ou paralisar), a hipótese sugerida é que eles interrompem a reação fisiológica que poderia identificá-los como presa, interagindo mais prontamente com o predador, fato que pode ocorrer entre *E. pridisii* e *C. fulva* em nossa área de estudo. Com base em nossos resultados e nas observações realizadas durante os quatro meses de mergulho na Ilha da Trindade, acreditamos que apesar da abundância dos clientes influenciar a frequência das interações de limpeza, as características do hábito de vida (e.g., forrageamento junto ao fundo) e a categoria trófica (principalmente ser identificado como predador pelo limpador) mostraram ser determinantes na preferência de *E. pridisii* por determinadas espécies de clientes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Able, K. W. (1976). Cleaning Behavior in the Cyprinodontid Fishes: *Fundulus majalis*, *Cyprinodon variegatus*, and *Lucania parva*. *Chesapeake Science* **17**, 35-39.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour* **49**, 227-267.
- Arnal, C. & Cote, I. M. (2000). Diet of broadstripe cleaning gobies on a Barbadian reef. *Journal of Fish Biology* **57**, 1075-1082.
- Arnal, C. & Morand, S. (2001). Cleaning behaviour in the teleost, *Symphodus melanocercus*: females are more specialized than males. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **81**, 317-323.
- Barbu, L., Guinand, C., Bergmueller, R., Alvarez, N. & Bshary, R. (2011). Cleaning wrasse species vary with respect to dependency on the mutualism and behavioural adaptations in interactions. *Animal Behaviour* **82**, 1067-1074.
- Becker, J. H. A., Curtis, L. M. & Grutter, A. S. (2005). Cleaner shrimp use a rocking dance to advertise cleaning rocking dance service to clients. *Current Biology* **15**, 760-764.
- Boucher, D. H., James, S. & Keeler, K. H. (1982). The Ecology of Mutualism. *Annual Review of Ecology and Systematics* **13**, 315-347.
- Bradshaw, C. J. A. & White, W. W. (2006). Rapid Development of Cleaning Behaviour by Torresian Crows *Corvus orru* on Non-Native Banteng *Bos javanicus* in Northern Australia. *Journal of Avian Biology* **37**, 409-411.
- Bronstein, J. L. (2001). The Costs of Mutualism. *American Zoologist* **41**, 825-839.
- Bshary, R. & Cote, I. M. (2008). *New perspectives on marine cleaning mutualism*.
- Bshary, R. & Grutter, A. S. (2002). Asymmetric cheating opportunities and partner control in a cleaner fish mutualism. *Animal Behaviour* **63**, 547-555.
- Bshary, R. & Würth, M. (2001). Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Manipulate Client Reef Fish by Providing Tactile Stimulation. *Proceedings: Biological Sciences* **268**, 1495-1501.
- Campos, C. E. C. & Sa-Oliveira, J. C. (2011). Cleaning activity and fish clients of *Elacatinus figaro* (Pisces: Gobiidae) on coral reefs of Parrachos de Muriu, northeastern Brazil. *Biota Neotropica* **11**, 1-5.
- Cheney, K. L., Bshary, R. & Grutter, A. S. (2008). Cleaner fish cause predators to reduce aggression toward bystanders at cleaning stations. *Behavioral Ecology* **19**, 1063-1067.

Cheney, K. L. & Cote, I. M. (2005). Mutualism or parasitism? The variable outcome of cleaning symbioses. *Biology Letters* **1**, 162-165.

Côté, I. M. (2000). Evolution and ecology of cleaning symbioses in the sea. *Oceanography and Marine Biology, Vol 38* **38**, 311-355.

Côté, I. M., Arnal, C. & Reynolds, J. D. (1998). Variation in posing behaviour among fish species visiting cleaning stations. *Journal of Fish Biology* **53**, 256-266.

Côté, I. M. & Soares, M. C. (2011). Gobies as Cleaners. In *The Biology of Gobies*, pp. 532-557: Science Publishers.

Cushman, J. H. & Beattie, A. J. (1991). Mutualisms: Assessing the benefits to hosts and visitors. *Trends in Ecology & Evolution* **6**, 193-195.

Darcy, G. H., Maisel, E. & Ogden, J. C. (1974). Cleaning Preferences of the Gobies *Gobiosoma evelynae* and *G. prochilos* and the Juvenile Wrasse *Thalassoma bifasciatum*. *Copeia* **1974**, 375-379.

Della Bella, S. & Azevedo-Junior, S. M. d. (2004). Considerações sobre a ocorrência da garça-vaqueira, *Bubulcus ibis* (Linnaeus) (Aves, Ardeidae), em Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **21**, 57-63.

Ferreira, C. E. L., Floeter, S. R., Gasparini, J. L., Ferreira, B. P. & Joyeux, J. C. (2004). Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *Journal of Biogeography* **31**, 1093-1106.

Floeter, S. R., Krohling, W., Gasparini, J. L., Ferreira, C. E. L. & Zalmon, I. R. (2007a). Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes* **78**, 147-160.

Floeter, S. R., Rocha, L. A., Robertson, D. R., Joyeux, J. C., Smith-Vaniz, W. F., Wirtz, P., Edwards, A. J., Barreiros, J. P., Ferreira, C. E. L., Gasparini, J. L., Brito, A., Falcon, J. M., Bowen, B. W. & Bernardi, G. (2008). Atlantic reef fish biogeography and evolution. *Journal of Biogeography* **35**, 22-47.

Floeter, S. R., Vázquez, D. P. & Grutter, A. S. (2007b). The Macroecology of Marine Cleaning Mutualisms. *Journal of Animal Ecology* **76**, 105-111.

Francini-Filho, R. B., Moura, R. L. & Sazima, I. (2000). Cleaning by the wrasse *Thalassoma noronhanum*, with two records of predation by its grouper client *Cephalopholis fulva*. *Journal of Fish Biology* **56**, 802-809.

Francini-Filho, R. B. & Sazima, I. (2008). A comparative study of cleaning activity of two reef fishes at Fernando de Noronha Archipelago, tropical West Atlantic. *Environmental Biology of Fishes* **83**, 213-220.

Gasparini, J. L. & Floeter, S. R. (2001). The shore fishes of Trindade Island, western south Atlantic. *Journal of Natural History* **35**, 1639-1656.



- Grutter, A. S. (1999). Cleaner fish really do clean. *Nature* **398**, 672-673.
- Grutter, A. S. (2000). Ontogenetic variation in the diet of the cleaner fish *Labroides dimidiatus* and its ecological consequences. *Marine Ecology Progress Series* **197**, 241-246.
- Grutter, A. S. (2004). Cleaner Fish Use Tactile Dancing Behavior as a Preconflict Management Strategy. *Current Biology* **14**, 1080-1083.
- Grutter, A. S. (2010). Cleaner fish. *Current Biology* **20**, R547-R549.
- Grutter, A. S. & Bshary, R. (2003). Cleaner wrasse prefer client mucus: support for partner control mechanisms in cleaning interactions. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **270**, S242-S244.
- Grutter, A. S. & Bshary, R. (2004). Cleaner fish, *Labroides dimidiatus*, diet preferences for different types of mucus and parasitic gnathiid isopods. *Animal Behaviour* **68**, 583-588.
- Grutter, A. S. & Lester, R. J. G. (2002). Cleaner fish *Labroides dimidiatus* reduce "temporary" parasitic corallanid isopods on the coral reef fish *Hemigymnus melapterus*. *Marine Ecology Progress Series* **234**, 247-255.
- Grutter, A. S. & Poulin, R. (1998). Cleaning of coral reef fishes by the wrasse *Labroides dimidiatus*: Influence of client body size and phylogeny. *Copeia*, 120-127.
- Hobson, E. S. (1969). Comments on certain recent generalization regarding cleaning symbiosis in fishes. *Pacific Science* **23**, 35-&.
- Januchowski-Hartley, F. A., Graham, N. A. J., Cinner, J. E. & Russ, G. R. (2013). Spillover of fish native from marine reserves. *Ecology Letters* **16**, 191-197.
- Johnson, W. S. & Ruben, P. (1988). Cleaning behavior of *Bodianus rufus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Gobiosoma evelynae*, and *Periclimenes pedersoni* along a depth gradient at Salt River Submarine Canyon, St. Croix. *Environmental Biology of Fishes* **23**, 225-232.
- Krajewski, J. P. (2009). How do follower reef fishes find nuclear fishes? *Environmental Biology of Fishes* **86**, 379-387.
- Krajewski, J. P. & Floeter, S. R. (2011). Reef fish community structure of the Fernando de Noronha Archipelago (Equatorial Western Atlantic): the influence of exposure and benthic composition. *Environmental Biology of Fishes* **92**, 25-40.
- Lima, S. L. & Bednekoff, P. A. (1999). Temporal variation in danger drives antipredator behavior: The predation risk allocation hypothesis. *American Naturalist* **153**, 649-659.

- Losey, G. S., Jr. (1972). The Ecological Importance of Cleaning Symbiosis. *Copeia* **1972**, 820-833.
- Losey, G. S., Jr. & Margules, L. (1974). Cleaning Symbiosis Provides a Positive Reinforcer for Fish. *Science* **184**, 179-180.
- MacFarland, C. G. & Reeder, W. G. (1974). Cleaning Symbiosis Involving Galápagos Tortoises and Two Species of Darwin's Finches<sup>1</sup>. *Zeitschrift für Tierpsychologie* **34**, 464-483.
- Madin, E. M. P. & Madin, J. S. (2011). Predators, facilitators, or both? Re-evaluating an apparent predator-prey relationship. *Marine Ecology Progress Series* **431**, 299-302.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World*: Wiley.
- Oates, J., Manica, A. & Bshary, R. (2010). Roving and Service Quality in the Cleaner Wrasse *Labroides bicolor*. *Ethology* **116**, 309-315.
- Peres, C. A. (1996). Ungulate Ectoparasite Removal by Black Caracaras and Pale-Winged Trumpeters in Amazonian Forests. *The Wilson Bulletin* **108**, 170-175.
- Pinheiro, H. T., Ferreira, C. E. L., Joyeux, J. C., Santos, R. G. & Horta, P. A. (2011). Reef fish structure and distribution in a south-western Atlantic Ocean tropical island. *Journal of Fish Biology* **79**, 1984-2006.
- Potts, G. W. (1973). The ethology of *Labroides dimidiatus* (cuv. & val.) (Labridae, Pisces) on Aldabra. *Animal Behaviour* **21**, 250-291.
- Poulin, R. (1993). A cleaner perspective on cleaning symbiosis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **3**, 75-79.
- Poulin, R. & Grutter, A. S. (1996). Cleaning Symbioses: Proximate and Adaptive Explanations. *Bioscience* **46**, 512-517.
- Randall, J. E. (1967). Food habits of reef fishes of west Indies. *Studies in Tropical Oceanography* **5**, 665-847.
- Robertson, D. R. (2013). Who Resembles Whom? Mimetic and Coincidental Look-Alikes among Tropical Reef Fishes. *Plos One* **8**, e54939.
- Sale, P. F. (2013). Older but less wise. *Nature* **493**, 167-168.
- Sancho, G., Petersen, C. W. & Lobel, P. S. (2000). Predator-prey relations at a spawning aggregation site of coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **203**, 275-288.

- Sazima, C., Grossman, A. & Sazima, I. (2010a). Turtle cleaners: reef fishes foraging on epibionts of sea turtles in the tropical Southwestern Atlantic, with a summary of this association type. *Neotropical Ichthyology* **8**, 187-192.
- Sazima, C., Guimarães, P. R., Jr., Reis, S. F. & Sazima, I. (2010b). What makes a species central in a cleaning mutualism network? *Oikos* **119**, 1319-1325.
- Sazima, I., Grossman, A. & Sazima, C. (2010c). Deep cleaning: a wrasse and a goby clean reef fish below 60 m depth in the tropical south-western Atlantic. *Marine Biodiversity Records* **3**, Unpaginated-Unpaginated.
- Sazima, I., Sazima, C., Francini, R. B. & Moura, R. L. (2000). Daily cleaning activity and diversity of clients of the barber goby, *Elacatinus figaro*, on rocky reefs in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* **59**, 69-77.
- Sazima, I., Sazima, C. & Silva, J. M. (2003). The cetacean offal connection: Feces and vomits of spinner dolphins as a food source for reef fishes. *Bulletin of Marine Science* **72**, 151-160.
- Silvano, R. A. M., Tibbetts, I. R. & Grutter, A. S. (2012). Potential effects of fishing on cleaning interactions in a tropical reef. *Coral Reefs* **31**, 1193-1198.
- Smith, W. L. & Craig, M. T. (2007). Casting the Percomorph Net Widely: The Importance of Broad Taxonomic Sampling in the Search for the Placement of Serranid and Percid Fishes. *Copeia* **2007**, 35-55.
- Soares, M. C., Bshary, R., Cardoso, S. C. & Cote, I. M. (2008a). Does competition for clients increase service quality in cleaning gobies? *Ethology* **114**, 625-632.
- Soares, M. C., Bshary, R., Cardoso, S. C. & Cote, I. M. (2008b). The meaning of jolts by fish clients of cleaning gobies. *Ethology* **114**, 209-214.
- Soares, M. C., Bshary, R., Cardoso, S. C., Cote, I. M. & Oliveira, R. F. (2012). Face Your Fears: Cleaning Gobies Inspect Predators despite Being Stressed by Them. *Plos One* **7**.
- Soares, M. C., Cardoso, S. C. & Côté, I. M. (2007). Client preferences by Caribbean cleaning gobies: food, safety or something else? *Behavioral Ecology and Sociobiology* **61**, 1015-1022.
- Soares, M. C., Cote, I. M., Cardoso, S. C. & Bshary, R. (2008c). The cleaning goby mutualism: a system without punishment, partner switching or tactile stimulation. *Journal of Zoology* **276**, 306-312.
- Soares, M. C., Cote, I. M., Cardoso, S. C., Oliveira, R. F. & Bshary, R. (2010). Caribbean Cleaning Gobies Prefer Client Ectoparasites Over Mucus. *Ethology* **116**, 1244-1248.

- Soares, M. C., Oliveira, R. F., Ros, A. F. H., Grutter, A. S. & Bshary, R. (2011). Tactile stimulation lowers stress in fish. *Nature Communications* **2**, Unpaginated-Unpaginated.
- Tomida, L., Lee, J. T. & Barreto, R. E. (2012). Stomach fullness modulates prey size choice in the frillfin goby, *Bathygobius soporator*. *Zoology* **115**, 283-288.
- Westneat, M. W. & Alfaro, M. E. (2005). Phylogenetic relationships and evolutionary history of the reef fish family Labridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **36**, 370-390.
- Whiteman, E. A. & Cote, I. M. (2002a). Cleaning activity of two Caribbean cleaning gobies: intra- and interspecific comparisons. *Journal of Fish Biology* **60**, 1443-1458.
- Whiteman, E. A. & Cote, I. M. (2002b). Sex differences in cleaning behaviour and diet of a Caribbean cleaning goby. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **82**, 655-664.
- Wicksten, M. K. (1995). Associations of Fishes and Their Cleaners on Coral Reefs of Bonaire, Netherlands Antilles. *Copeia* **1995**, 477-481.
- Wicksten, M. K. (1998). Behaviour of cleaners and their client fishes at Bonaire, Netherlands Antilles. *Journal of Natural History* **32**, 13-30.
- Zintzen, V., Roberts, C. D., Anderson, M. J., Stewart, A. L., Struthers, C. D. & Harvey, E. S. (2011). Hagfish predatory behaviour and slime defence mechanism. *Scientific Reports* **1**.