

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

**IDENTIFICAÇÃO, MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGREGAÇÕES  
REPRODUTIVAS DE EPINEPHELÍDEOS E LUTJANÍDEOS NA COSTA DO  
ESPIRITO SANTO, BRASIL.**

**Orientador/e-mail: Alexandre Schiavetti / aleschi@uesc.br**

**Nome do Candidato/e-mail: Inajara Marques Bezerra Oliveira /  
ina.jara@hotmail.com**

**Nível: Doutorado**

**Linha de pesquisa do curso na qual o projeto se encaixa: Ecologia e Conservação de  
Populações**

**Ilhéus 01/11/2016**

## RESUMO

Os recifes de corais estão, atualmente, entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta. Associado aos impactos antrópicos, observa-se que alguns aspectos sobre a biologia e história de vida de peixes que vivem associados aos sistemas recifais (como é o caso dos epinephelídeos e lutjanídeos) os tornam extremamente suscetíveis à pesca. Um dos motivos se deve a que estas espécies se reproduzem formando grandes agregações, que são previsíveis no tempo e no espaço, o que as torna extremamente vulneráveis a captura. Neste aspecto, determinar a ocorrência e o uso de hábitat, assim como prever os locais das agregações reprodutivas é fundamental para planejar as medidas de gestão espacial da zona costeira. Para tal, os locais de agregações reprodutivas serão identificados primeiramente através da elaboração de mapas mentais em entrevistas com os pescadores da região. Em segundo a presença das agregações reprodutivas assim como as características do hábitat serão avaliadas através de mergulhos e vídeos transectos realizados remotamente. Estes dados que, apoiados por dados biológicos e de esforço pesqueiro, embasarão a criação de modelos preditivos para determinação da probabilidade de ocorrência das agregações nos habitats mais adequados na costa do estado do Espírito Santo. Finalmente, baseados nos dados levantados e modelos construídos, além de já existir dados pretéritos de esforço pesqueiro na região, será possível construir mapas georeferenciados dos diversos setores da costa do Espírito Santo, evidenciando áreas prioritárias para sua conservação, contribuindo desta forma para uma gestão espacial adequada dos recursos vivos marinhos utilizando uma abordagem de manejo baseado no ecossistema.

Palavras-chave: agregação reprodutiva, pesca, epinefelídeo, lutjanídeo, gestão costeira, recife de coral

## INTRODUÇÃO

Situado ao longo da costa central do Brasil, e considerado um dos maiores centros pesqueiros, o estado do Espírito Santo desponta como um grande centro de biodiversidade marinha. Esta grande diversidade se dá em função de ser considerado uma área de transição entre comunidades tropicais (limite sul do Banco dos Abrolhos) e sub-tropicais (Floeter & Gomes, 1999; Lavrado & Ignacio, 2006; Floeter et al., 2007). Apesar desta grande representatividade de habitats e interesses econômicos, observa-se uma ausência da caracterização, distribuição e mapeamentos de habitats críticos para a ocorrência de peixes, muitos deles, com grande relevância para a pesca e que realizam agregações reprodutivas nessa região.

Muitas espécies de peixes recifais agregam para se reproduzir em locais e em épocas específicas (Johannes, 1978; Sadovy, 1994; Hostim-Silva et al., 2005), mas atualmente as mais estudadas são as agregações de espécies com alto valor ou interesse comercial e/ou que já apresentam declínio populacional aparente. Os mecanismos que regulam a seleção dos sítios de agregação reprodutiva, pelas diferentes espécies de peixes recifais, são muitas vezes desconhecidos (Colin et al., 2003). Entretanto, sabe-se que essas agregações estão geralmente associadas a feições topográficas específicas do assoalho marinho tais como áreas de plataforma continental externa, quebra de talude e paleo-canais, além da relação com condições ambientais específicas, o que confere ao fenômeno um

caráter de previsibilidade. Tal previsibilidade pode favorecer a definição de estratégias de conservação focadas em épocas e locais específicos, desde que a ocorrência do fenômeno seja previamente conhecida, estudada e caracterizada.

Dentre as espécies de peixes marinhos do oceano Atlântico e que ocorrem na costa do Espírito Santo, aquelas da família Epinephelidae (garoupas, badejos, chernes, meros) e Lutjanidae (caranhas, ciobas, pargos e vermelhos) recebem destacada atenção no que concerne à característica de reprodução em agregações. A diminuição dos estoques das espécies que se agregam para reproduzir é devida predominantemente à pressão pesqueira e dos impactos advindos do uso crescente da zona marinha para empreendimentos que causam alterações ambientais significativas. Hoje, já se sabe que os locais mais pescados, não possuem mais eventos de agregações reprodutivas (Sadovy et al., 2008).

Por fim, a presente proposta visa identificar a existência das agregações reprodutivas ao longo da costa capixaba visando sua caracterização em termos de abundância, tamanho dos indivíduos, habitat utilizado, padrões comportamentais e variáveis ambientais, através do cruzamento de dados oriundos do conhecimento ecológico local, de bases de dados de projetos pretéritos e de novas informações a serem obtidas através de censo visual e monitoramento remoto desde embarcação. Esta proposta tem como objetivo a construção de mapas georeferenciados indicando as áreas prioritárias a conservação da biodiversidade e ao manejo sustentável da pesca, gerando assim subsídios ao estabelecimento de políticas públicas no estado.

## **OBJETIVOS**

### **GERAL:**

Modelar os padrões de ocorrência das espécies das famílias Epinephelidae e Lutjanidae, ao longo de um gradiente latitudinal na costa capixaba, indicando os locais de ocorrência de agregações reprodutivas, caracterizando e mapeando os locais prioritários para a conservação e gestão pesqueira.

### **ESPECÍFICOS:**

1- Detectar padrões temporais e espaciais de variação das capturas por unidade de esforço (CPUE) das espécies de peixes recifais alvo (Epinephelidae e Lutjanidae) por meio do refinamento e análise de dados pretéritos e secundários;

2- Confeccionar mapas mentais dos sítios de agregação reprodutiva destas espécies através do conhecimento ecológico local dos pescadores da região;

3- Caracterizar a topografia do substrato e do habitat, registrar as variáveis ambientais, a abundância e estrutura dos peixes nas áreas consideradas propícias ou com indicações de ocorrência de agregações identificadas durante o projeto;

4- Documentar a ocorrência de agregações reprodutivas *in situ* através de filmagens e fotografias;

5- Elaborar um modelo explicativo que defina as características de habitat das agregações reprodutivas estudadas

6- Gerar um mapa georeferenciado que indique as áreas de provável ocorrência das agregações reprodutivas para ambas famílias, em todo o estado.

## **JUSTIFICATIVA**

Agregações reprodutivas são fenômenos bioecológicos fundamentais para a renovação dos estoques pesqueiros e vêm recebendo crescente atenção da comunidade científica nacional e internacional, devido ao desaparecimento e diminuição de muitas dessas agregações (Nemeth, 2009). Este fato vem sendo observado durante as últimas décadas onde tem se detectado uma redução das agregações reprodutivas de peixes recifais, em escala global (Sadovy & Colin, 2012).

Muitas espécies de peixes recifais agregam para se reproduzir em locais e em épocas específicas (Johannes, 1978; Sadovy, 1994; Hostim-Silva et al., 2005). Contudo, as agregações mais estudadas são as pertencentes as espécies com alto valor ou interesse comercial e/ou que já apresentam declínio populacional aparente. Grande parte do atual interesse dos governos e pesquisadores em agregações reprodutivas pode ser atribuído aos efeitos deletérios que a pesca tem causado nos estoques das principais espécies de peixes marinhos (Sala et al., 2001), obrigando dessa forma, que órgãos responsáveis compreendam melhor esse fenômeno para poderem criar planos de manejo sustentável.

Sabe-se que o sul do Banco dos Abrolhos tem sido intensamente explorado por frotas pesqueiras comerciais nacionais e internacionais (Martins et al., 2009, Pinheiro et al., 2010b), muitas delas situadas nos portos de Itaipava, Piúma e Vitória no ES. Um agravante para o manejo destas pescarias é que muitas delas já se encontram sobre-explotadas (Martins et al., 2009). Neste sentido, este projeto objetiva o mapeamento e caracterização dos locais de agregação reprodutivas de peixes de interesse comercial, principalmente os representantes das famílias Epinephelidae e Lutjanidae, utilizando indicadores indiretos (Variações de CPUE, mapas mentais, registros pretéritos) e diretos (censos visuais, vídeos, amostragem biológica, detecção de desova).

As informações geradas como fruto desta proposta de pesquisa resultarão em informações cruciais para as medidas de ordenamento e gestão dos ecossistemas marinhos e comunidade de peixes alvo da pesca.

Além do mapeamento e caracterização de novas áreas do litoral capixaba ainda pouco estudadas, a potencialidade de geração de informações precisas sobre as épocas, locais e características dos fenômenos de agregação reprodutiva, podem gerar importantes impactos científicos (publicações em revistas de alto impacto), econômicos (gerenciamento espacial marinho) e sociais (importância das agregações e de seu manejo para a o setor da pesca). Além disso, estes resultados poderão ser utilizados como base comparativa para estudos posteriores.

Os produtos e publicações serão disponibilizados aos órgãos gestores como prefeituras, o IEMA e o ICMBio, a fim de serem utilizados como subsídio base dos processos de licenciamento de futuros empreendimentos. Estes produtos também serão disponibilizados para ONGs, fóruns e grupos ambientalistas, afim de serem utilizados para a elaboração de projetos e propostas de conservação.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo inclui todo o litoral capixaba, desde Conceição da Barra, ao norte do Espírito Santo, até o município de Marataízes, sul do ES. O substrato desta região é dominado por grandes recifes de algas calcárias, com extensa e abundante cobertura de

corais, além da presença de extensos bancos de rodolitos. A plataforma continental dos Abrolhos é uma formação de origem vulcânica e conspícua do Atlântico Sul, originada pela intrusão de magma no momento de separação dos continentes e formação do assoalho oceânico. A complexa e descontínua feição do Banco dos Abrolhos, juntamente com a Cadeia de edifícios vulcânicos Vitória-Trindade, confere uma barreira física topográfica à passagem da Corrente do Brasil e induzem a formação de um elevado número de vórtices e meandros que incidem sobre a região, o que confere uma complexa e variável circulação ao longo da região. Esta complexidade oceanográfica adicionada à principal descarga fluvial da costa leste Brasileira, a Foz do Rio Doce (19° 40'S – 39° 47'W), determinam um importante *input* de nutrientes na região determinando, assim, uma elevada produtividade marinha sobre a região Sul do banco dos Abrolhos.

A costa do Espírito Santo será dividida em 3 setores: norte (de Conceição da Barra até a foz do Rio Doce), intermediário (da foz do Rio Doce até Vila Velha) e sul (de Vila Velha até a divisa com o RJ), no qual serão realizadas campanhas para avaliação dos locais de agregação durante 2 anos consecutivos. Em cada setor serão visitados 6 pontos amostrais em cada ano, totalizando 36 pontos amostrais nos 2 anos de amostragens.

### **Identificação, mapeamento e caracterização de agregações reprodutivas.**

#### *Levantamento de dados secundários (Indicativos Indiretos)*

Com base no extenso esforço realizado no âmbito do Programa de Estatística Pesqueira do Espírito Santo (cooperação entre o antigo MPA e a UFES), informações acerca da produção, esforço, distribuição dos recursos e a ocupação do espaço marinho pelo setor pesqueiro serão utilizados para a determinação da dinâmica de atuação das frotas pesqueiras por épocas do ano. As variações das capturas por unidade de esforço serão agrupadas por sazonalidade e plotadas por área. Estas informações serão confrontadas com os dados de reprodução, e como os de variabilidade espaço-temporal, afim de verificar os locais potenciais para a ocorrência de agregações reprodutivas, gerando modelos preditivos que embasarão os mapas temáticos confeccionados.

#### *Conhecimento ecológico local*

Serão realizadas entrevistas projetivas a fim de obter mapas mentais representando os habitats usados pelas espécies para reprodução, bem como os principais locais onde aconteciam as capturas. Durante aplicação das entrevistas os pescadores demarcarão sobre o mapa os pontos onde eles costumam efetuar as capturas além das principais épocas do ano onde concentram-se as maiores pescas das espécies. Os mapas mentais resultantes serão transferidos para um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Com isso, as informações referentes aos pontos de capturas pretéritas e às áreas de ocorrência da espécie poderão ser distribuídas no espaço.

#### *Censos visuais e videotranssectos*

O levantamento dos locais de ocorrência de agregações reprodutivas na costa do Espírito Santo foi realizado no âmbito do projeto PRO-ARRIBADA. Os locais potenciais identificados durante o Pró-Arribada serão comparados com os locais indicados pelos levantamentos de dados da pesca (CPUE) e com os obtidos através das entrevistas com os pescadores e serão filtrados e identificados.

Nos locais selecionados serão realizados censos visuais subaquáticos (6 transectos), para a caracterização da ictiofauna, e fotoquadrados (10 por transecto), para a caracterização a cobertura bentônica local, cuja localização e posição destes em relação ao transecto serão determinadas através de sorteio.

Para localidades profundas (>30m), um veículo remotamente operado (ROV) será utilizado no lugar dos mergulhadores devido à segurança. O ROV realizará videotransectos a velocidade e distância do fundo constantes, a fim de permitir áreas amostrais similares e comparáveis a obtidas através dos fotoquadrados. Todas as localidades estudadas serão georeferenciadas para permitir a utilização de ferramentas geoestatísticas, visando a produção de mapas. Adicionalmente dados sobre a profundidade, temperatura, rugosidade, inclinação e tipo de substrato serão registrados a fim de caracterizar os habitats das agregações.

Os dados oriundos dos transectos e dos videotransectos serão estandarizados a número de indivíduos por m<sup>2</sup> para permitir comparações. Uma análise de variância (ANOVA) será utilizada para avaliar as diferenças na abundância e tamanho das espécies-alvo nas localidades amostradas. Adicionalmente, modelos lineares generalizados serão utilizados para verificar a importância da topografia do substrato, das variáveis de habitat e ambientais para a ocorrência das agregações reprodutivas de cada espécie.

#### *Caracterização das agregações*

Os dados obtidos nas amostragens subaquáticas serão transformados em avistamentos por unidade de esforço (APUE), levando em consideração os diferentes tempos de amostragem de mergulho (em minutos) para cada pesquisa. Será utilizado como tempo de esforço padrão 30 minutos, determinado como tempo médio condizente em estudos anteriores. Equação 1:  $APUE = N * (T/t)$ , onde: APUE= Avistamentos por unidade de esforço, N= número de peixes observados, T= duração em minutos de cada pesquisa e t é são os 30 min para os esforços de normalização.

Será utilizado PERMANOVA multifatorial (site X estação X fase lunar) para avaliar as diferenças de sítios amostrais por temporada. Uma PERMANOVA unifatorial será aplicada para avaliar diferenças de avistamentos por unidade de esforço entre os meses. Um modelo de regressão linear será utilizado para avaliar o relacionamento entre a temperatura da água e APUE, assim como a relação entre a visibilidade da água e APUE. Será considerado um aumento aproximado de 4 vezes da abundância média mensal como uma forte evidência para a formação de agregações reprodutivas. As distribuições de classes de comprimento total serão estabelecidas de acordo com o postulado de Sturges.

#### *Relações com o habitat*

Modelos ENFA (*Ecological Niche Factor Analysis*) serão utilizados para estimar a distância de cada pixel das variáveis ecográficas ao habitat ótimo de ocorrência das espécies estudadas, assim como estimar os melhores locais para a presença de agregamentos reprodutivos. Isso resultará em um Índice de Adequabilidade de habitat (*HSI, Habitat suitability Index*) ou seja, a probabilidade de encontrar um ponto menos adequado (longe do habitat ótimo) na área de estudo. Como variáveis ecográficas será utilizado profundidade, temperatura, inclinação do substrato, tipo de fundo, rugosidade, cobertura bentônica, entre outras. Todos os cálculos serão realizados com o pacote adehabitat.

#### *Mapas temáticos*

Mapas de calor, a uma escala de 1:50000 serão utilizados para visualizar os dados coletados. A partir da sobreposição das diferentes camadas de informações geoespacializadas sobre os tipos de fundo, cobertura dos habitats, abundância e ocorrência das espécies de peixes, esforço pesqueiro e agregações reprodutivas, se produzirá um mapa convergente indicando as áreas prioritárias para a conservação. As análises compiladas irão propiciar a identificação dos locais mais relevantes para a conservação de cada habitat marinho estudado no plano amostral, apontando o grau de vulnerabilidade em que se encontram.

#### *Mapeamento geoespacial*

Ferramentas geoespaciais serão utilizadas para descrever e explicar a distribuição do i) esforço de captura das espécies comercializadas pela frota pesqueira capixaba e ii) caracterização das agregações reprodutivas. Variáveis ecogeográficas como tipo de fundo, batimetria, temperatura superficial da água, concentração de clorofila, etc., serão utilizadas como variáveis explicativas na ocorrência das espécies estudadas seja sobre os dados oriundos da pesca, do censo visual ou das agregações reprodutivas. Os dados de tipo de fundo e batimetria serão disponibilizados pelo laboratório de Oceanografia geológica da UFES a partir de uma cartografia existente para a costa do ES. Médias mensais de temperatura e concentração de clorofila a serão obtidas através da análise temporal de imagens de satélite com 1km de resolução, e interpoladas as demais variáveis.

#### **FINANCIAMENTOS OBTIDOS OU FONTES QUE PRETENDE PEDIR FINANCIAMENTO:**

Fundação de Apoio à Pesquisa do Espírito Santo.

#### **REFERÊNCIAS**

COLIN, P. L., SADOVY, Y. J. & DOMEIER, M. L. **Manual for the Study and Conservation of Reef Fish Spawning Aggregations**. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations Special Publication, 2003. v. 1, 198 p.

FLOETER SR, KROHLING W, GASPARINI JL, FERREIRA CEL & ZALMON IR. **Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover**. Environmental Biology of Fishes, 2007. v. 78, p. 147–160.

FLOETER, S.R. & GOMES, A.S. **Biogeography and species richness patterns of gastropoda on the southwestern Atlantic**. Revista Brasileira de Biologia, 1999. v. 59, supl. 4, p. 567-575.

HOSTIM-SILVA, M., BERTONCINI, A. A., GERHARDINGER, L. C. & MACHADO, L. F. **The “Lord of the rock’s” conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes**. Coral Reefs: Reef Sites, 2005. v. 24, 74 p.

JOHANNES, R. E. **Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics**. Environmental Biology Fishes, 1978. v. 3, p. 65-84.

LAVRADO, H.P. & IGNACIO, B.L. **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira.** Documentos REVIZEE / Score-central (18) Série livros do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. 389 p.

MARTINS, A. S., dos SANTOS, L. B., PIZETTA, G. T., MONJARDIM, C., DOXSEY, J. R. **Interdisciplinary assessment of the status quo of the marine fishery systems in the state of Espírito Santo, Brazil, using Rapfish.** Journal of Applied Ichthyology, 2009. v. 25, p. 269-276.

NEMETH, R. S. **Dynamics of Reef Fish and Decapod Crustacean Spawning Aggregations: Underlying Mechanisms, Habitat Linkages, and Trophic Interactions.** in Nagelkerken, I. Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems, 2009. ISBN 978 90-481- 2405-3 e-ISBN 978-90-481-2406-0 DOI 10.1007/978-90-481-2406-0 Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

PINHEIRO, H. T., MARTINS, A S., GASPARINI, J. L. **Impact of Commercial Fishing on Trindade Island and Martin Vaz Archipelago, Brazil: Characteristics, Conservation Status of the species involved and prospects for preservation.** Brazilian Archives of Biology and Technology (Impresso), 2010. v. 53, p. 1417-1423.

SADOVY de MITCHESON, Y, CORNISH, A, DOMEIER, M, COLIN, P, RUSSELL, M & LINDEMAN, K. **A global baseline for Spawning Aggregations of reef fish.** Conservation Biology, 2008. v. 22, supl. 5, p. 1233-1244.

SADOVY, Y. **Aggregation and spawning in the tiger grouper, *Mycteroperca tigris* (Pisces:Serranidae).** Copeia, 1994. p. 511-516.

SADOVY, Y.M. & COLIN, P.L. **Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management.** Series Editor: David L.G. Noakes, Fisheries & Wildlife Department, Oregon State University, Corvallis, USA For further, 2012. v. 35.

SALA, E., BALLESTEROS. E., STARR, R.M. **Rapid decline of Nassau Grouper Spawning Aggregations in Belize.** Fishery Management and Conservation Needs, 2001. v. 26, supl. 10, p. 23-30.



## CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

<b>CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO</b>		<b>2017</b>											
<b>Atividade (*)</b>			<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Realização das Disciplinas			X	X	X	X		X	X	X	X		
Levantamento bibliográfico			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Coleta de amostras						X	X	X	X	X	X	X	
Análises laboratoriais						X	X	X	X	X	X	X	
		<b>2018</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Coleta de amostras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Análise laboratorial	X	X	X										
Análise de dados	X	X	X	X	X	X	X	X					
Qualificação						X	X						
		<b>2019</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Análise de dados	X	X	X	X	X	X	X	X					
Estágio de docência			X	X	X	X	X						
Redação da Tese	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		<b>2020</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Análise de dados	X	X	X	X	X	X	X	X					
Redação da Tese	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		<b>2021</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
Redação da Tese	X	X											
Defesa da Tese		X											

Local e data:

Nome do Orientador:

Assinatura do Orientador: