

## **Colonização e atração de peixes recifais em plataformas de perfuração no litoral baiano**

Áthila Andrade Bertoncini<sup>1</sup>, Cláudio L Sampaio<sup>2</sup>, Cleiton Foster Jardwesi<sup>3</sup>,  
Felippe Daros<sup>4</sup>, Hugo Ricardo L. Diogo<sup>5</sup> & Adriana P. C. Fraga<sup>5</sup>  
CACHALOT<sup>1</sup>, UFAL<sup>2</sup>, EKTA<sup>3</sup>, UFPR<sup>4</sup>, SOMA<sup>5</sup>, athilapeixe@gmail.com

### **Introdução**

A exploração de petróleo e gás em águas rasas da plataforma continental é há décadas uma realidade no Brasil, implementada nos estados da Bahia, Sergipe e Rio Grande do Norte. Considerando ainda que a indústria petrolífera no litoral do Brasil apresenta claros sinais de expansão, especialmente a partir das recentes prospecções sísmicas que indicaram novas e promissoras áreas de óleo e gás em águas relativamente rasas, crescem as apreensões relacionadas às questões ambientais, especialmente sobre as plataformas localizadas em águas rasas, próximas a tradicionais áreas de pesca e ecossistemas sensíveis, uma vez que essas estruturas desempenham funções ecológicas pouco conhecidas no Brasil.

No litoral baiano, entre as baías de Todos os Santos e Camamu, localiza-se a Bacia Camamu – Almada, onde estão inseridos vários blocos de concessão da ANP para exploração por empresas operadoras. No Bloco BM-CAL-4, a concessionária operadora El Paso Óleo e Gás do Brasil realizou em 2007 sua segunda campanha de perfuração, quando durante nove meses a plataforma THE 156 atuou numa coluna d'água de 25 m, afastada 13 km da costa.

Embora apresente grande importância econômica na região do bloco BM-CAL-4, informações a respeito dos peixes são, ainda, escassas (Fraga et al., 2001; Lopes et al., 2001).

A bibliografia especializada demonstra que as plataformas agem como recifes artificiais, agregando as mais diversas espécies de peixes. Entretanto o potencial destes recifes artificiais em aumentar a produtividade local ainda é um tópico em constante debate (Rilov & Benayahu, 2000).

A controvérsia sobre os benefícios gerados pelos recifes artificiais tem dominado grande parte da literatura desde a década de 80. Dentre os principais tópicos abordados estão a colonização, a questão atração versus produção e a verificação do potencial de incremento nas capturas (e.g. Randall, 1963; Bohnsack & Sutherland, 1985; Potts & Hulbert, 1994; Rilov & Benayahu, 2000; Simon et al., 2011).

A proposta de monitoramento do efeito atrator daquela plataforma sobre o recurso pesqueiro, localizada em águas rasas e próxima a recifes de coral, surgiu de uma demanda da Colônia de Pesca Z-62 de Maraú. Desta forma, optou-se pelo uso de metodologias não destrutivas e pelo envolvimento de integrantes da comunidade pesqueira local neste estudo inédito no Brasil. Dentro deste contexto, torna-se importante ressaltar que a presente proposta enquadrou-se em uma avaliação da atração dos peixes, tendo em conta o curto período de perfuração, no qual a plataforma esteve presente na área.

## **Material e Métodos**

### *Desenho amostral*

O principal objetivo foi avaliar o efeito atrator da plataforma de perfuração THE 156 levando-se em conta o monitoramento da sucessão de peixes na estrutura da plataforma (Colonização), e avaliar as modificações nos recifes naturais adjacentes à perfuração (Impacto). O contraste destes resultados responderia nossas perguntas. Assim, a aquisição dos dados e informações foi realizada visando-se a qualidade na quantidade, ou seja, seguiram-se requisitos de Replicação Temporal e Replicação Espacial.

A Replicação Temporal respeitou os seguintes requisitos: a. O conjunto de etapas do processo de perfuração (Antes, Durante (*quatro etapas*) e Depois); b. A concomitância na aquisição dos dados, ou seja, a realização da coleta de dados em todos os pontos amostrais no mesmo dia; c. A replicação temporal propriamente dita, ou seja, a realização de no mínimo quatro dias de coleta de transecções em faixa e vídeo transectos em cada etapa de campo.

A Replicação Espacial respeitou os seguintes requisitos: a. Amostragem na locação da plataforma versus a amostragem nos recifes naturais (efeito vs. controle); b. Arranjo

espacial (representatividade espacial), ou seja, a replicação espacial propriamente dita com diversas amostragens em um mesmo ponto; c. Escala da replicação temporal, ou seja, “se” o efeito atrator da plataforma estiver agindo sobre os recifes naturais, os recifes mais próximos sofrerão primeiro este efeito.

Portanto, este efeito tenderá a diminuir com a distância da estrutura e os pontos amostrais dos recifes mais distantes sofrerão menos, ou ainda, não sofrerão com o efeito.

Dessa forma, o desenho amostral procurou considerar as limitações logísticas e as implicações científicas e metodológicas a fim de se obter resultados concisos. Para isto foram selecionadas duas abordagens que responderiam os questionamentos levantados, avaliando-se assim: a colonização das estruturas de perfuração e, os efeitos decorrentes do empreendimento na locação da plataforma e nos recifes adjacentes.

#### *Área de estudo*

A campanha piloto possibilitou a investigação das áreas recifais e suas estruturas, culminando no desenho amostral na forma de estratos para analisar o efeito atrator. Além da plataforma, outros cinco locais de amostragem ficaram estabelecidos (Figura 1): Um ponto próximo (0,5 km) a plataforma de perfuração (RC); dois recifes ao norte, distando aproximadamente 2 km (RN2) e 4 km (RN4) da plataforma; dois recifes ao sul, distando aproximadamente 2 km (RS2) e 4 km (RS4) da plataforma.

Entre dezembro de 2006 e janeiro de 2008 foram realizados 111 mergulhos com equipamento SCUBA, onde foram utilizadas técnicas de censos visuais de transecção em faixa ( $40 \text{ m}^2 = 20 \times 2 \text{ m}$ ) e vídeo-censos de busca intensiva (15 min.), obtendo-se informações sobre as espécies, número de indivíduos e suas estimativas de comprimento nas seis áreas amostrais (cinco recifes foram amostrados, além da área de locação), além de registros fotográficos para compor um banco de imagens.

Eixo Temático 6 – Estudos ambientais na zona costeira: interações com o meio físico e/ou biológico

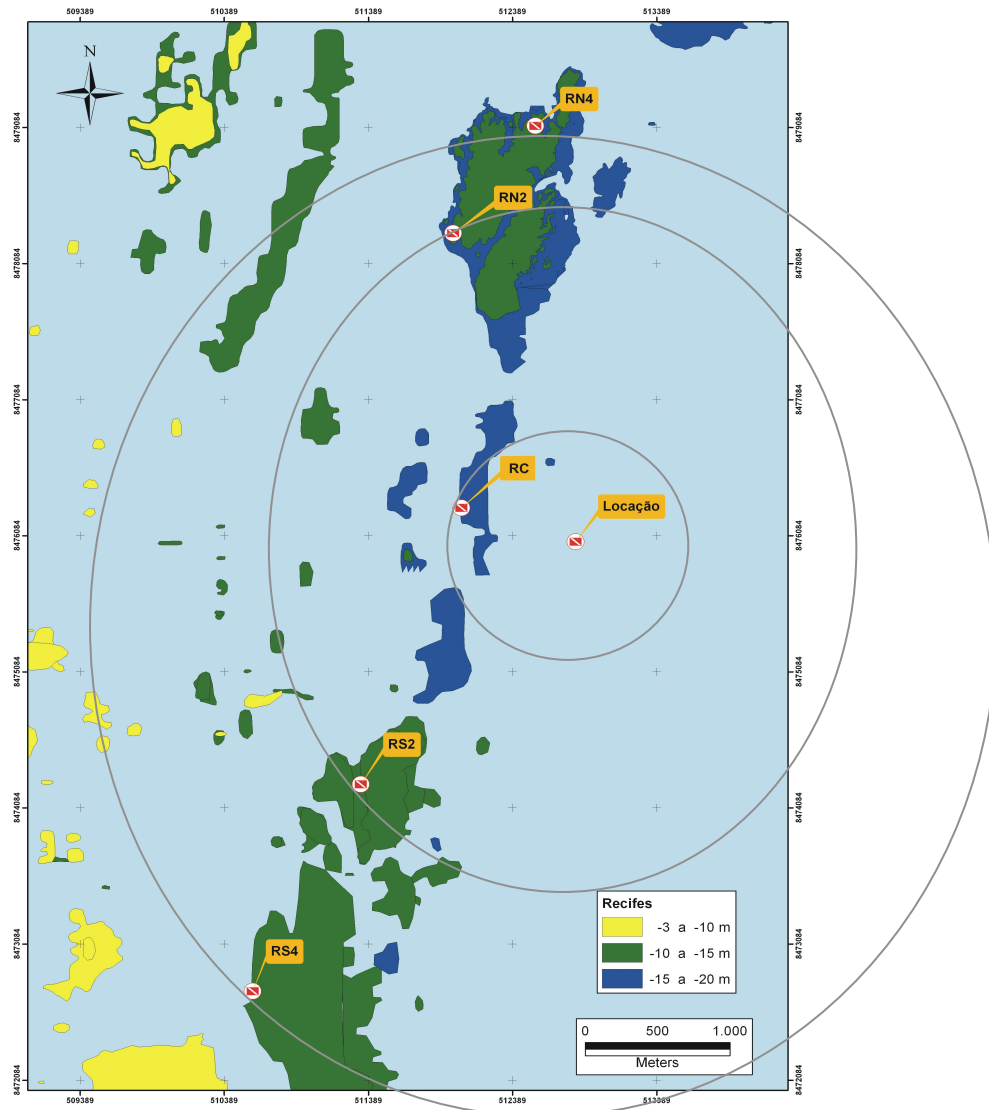


Figura 1: Mapa da área com a localização dos pontos amostrais selecionados para o monitoramento durante a etapa piloto. Região em frente a praia do Pratigi – Baixo-Sul baiano.

### *Análises*

A colonização foi avaliada através do número de espécies ao longo do período de estudo. A análise dos possíveis impactos utilizou-se de análises estatísticas univariadas e multivariadas. A estrutura da comunidade foi comparada entre os períodos e locais de amostragem a fim de se identificar diferenças nos índices de Densidade (n/área do censo), Riqueza (número de espécies), Diversidade (Shannon-Weaver) e Equitabilidade (Pielou). As análises multivariadas foram realizadas através das similaridades (índice de Bray-Curtis) entre as amostras, onde análises de Agrupamento (Cluster) e Proximidade

(MDS) foram obtidas obedecendo-se as escalas temporais e espaciais no desenho amostral proposto.

## Resultados e Discussão

Considerando as etapas *Antes*, *Durante 1*, *Durante 2*, *Durante 3*, *Durante 4* e *Depois*, um total de 31.582 espécimes de peixes foram contabilizados através de 713 transecções em faixa (28.520 m<sup>2</sup>) e 166 vídeo-censos que totalizaram 2.490 minutos (41 horas e 30 minutos). Ao todo foram identificadas 142 espécies divididas em 51 famílias. Dentro deste total, 110 espécies foram contabilizadas nas transecções em faixa, onde as famílias mais especiosas foram: Serranidae (10 espécies), Labridae (9 spp.), Haemulidae (8 spp.), Scaridae (7 spp.) e Lutjanidae e Pomacentridae ambas com 6 espécies. As espécies mais frequentes nas transecções em faixa foram respectivamente: *Halichoeres poeyi* (82%), *Acanthurus bahianus* (71%), *Cephalopholis fulva* (70%), *Pseudopeneus maculatus* (53%) e *Bodianus rufus* (49%).

Entre os grupos tróficos mais representativos (Figura 2), os carnívoros totalizam 39% das espécies encontradas, seguidos dos herbívoros errantes e posteriormente os herbívoros territorialistas.

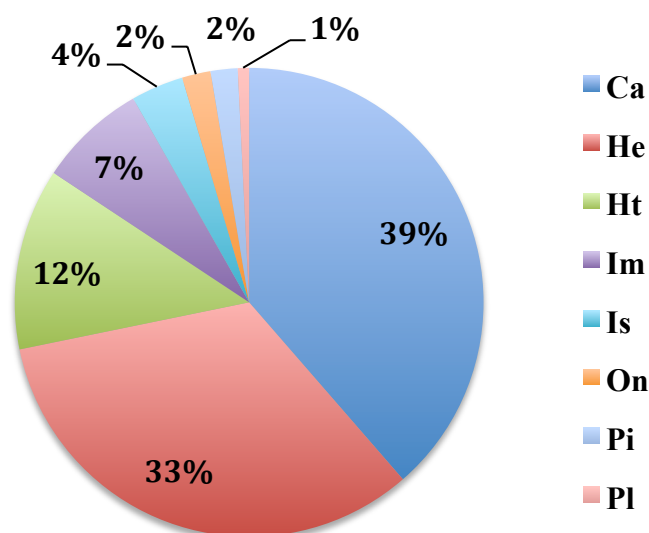


Figura 2: Porcentagem das categorias tróficas encontradas no estudo. Ca=carnívoro; He=herbívoros errantes; Ht=herbívoros territorialistas; Im=invertívoro móvel; Is=invertívoro sésstil; On=onívoro; Pi=piscívoro; Pl=planctívoro.

A idéia de que a predação de peixes pode afetar significativamente a distribuição e abundância das presas dentro de uma comunidade é uma das questões centrais da ecologia moderna (Hixon & Beets, 1993). Desta forma é comum elaborar a hipótese de que a predação pode afetar os peixes jovens atraídos para um recife artificial em busca de refúgio e alimentação, e isto poderia levar a uma redução da biomassa total (Hixon, 1991; Stewart & Jones, 2001; Connell, 2002). Portanto, evidências de predação e seus efeitos diretos, apesar de serem de difícil obtenção em muitos sistemas, podem ser incorporados em estudos futuros na região.

Como forma de simples visualização da colonização dos peixes na plataforma, foi plotada a ascensão da riqueza específica a cada amostragem nas distintas fases, até o momento de saída da plataforma (Figura 3). A curva de colonização das espécies apresenta uma nítida subida nos valores, assim que a plataforma chega na área, na fase *Durante 1*, quando comparada com a fase *Antes*, saltando de 11 espécies, no início daquela, para 27 espécies no início desta. Ao final, até a sua saída, 66 espécies diferentes foram observadas nas estruturas da plataforma.

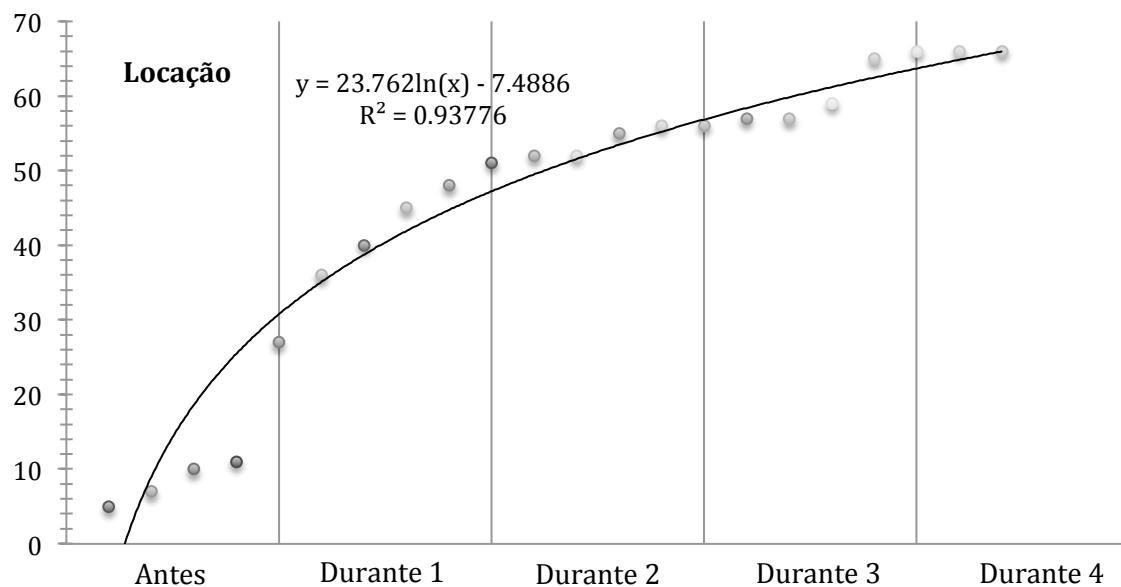


Figura 3: Colonização avaliada através da riqueza acumulada ao longo das etapas do estudo.

A análise de Variância (ANOVA) realizada na área da locação, entre as etapas antes e depois, apresentaram diferenças significativas (Tabela I) na estrutura da comunidade. A abundância, a riqueza e a diversidade aumentaram e a equitabilidade diminuiu. Estes resultados indicaram alterações no local da perfuração, em virtude da presença do *template*, o qual confere um aumento na complexidade local em comparação com o



substrato arenoso circundante, ofertando novos nichos a ictiofauna. Além da estrutura metálica, as operações de instalação da plataforma e utilização do cimento também acarretaram em alterações no sedimento, criando placas e buracos, o que também aumentou a complexidade local e a consequente oferta de novos nichos (Figura 4).

Tabela I: Resumo dos cálculos da análise de variância, com hierarquia no fator tempo.

Índice	<i>gl</i>	F	<i>p</i>
Densidade	2	1,149,196	0,000000
Riqueza ( $\log_{10}$ )	2	4,429,764	0,00
Diversidade	2	2,952,319	0,00
Equitabilidade	2	1,219,762	0,00

Estes tipos de alterações já eram esperados uma vez que este empreendimento demanda equipamentos e infra-estrutura tecnológica que possibilitem a reutilização do poço no futuro e evitando possíveis vazamentos de fluídos.

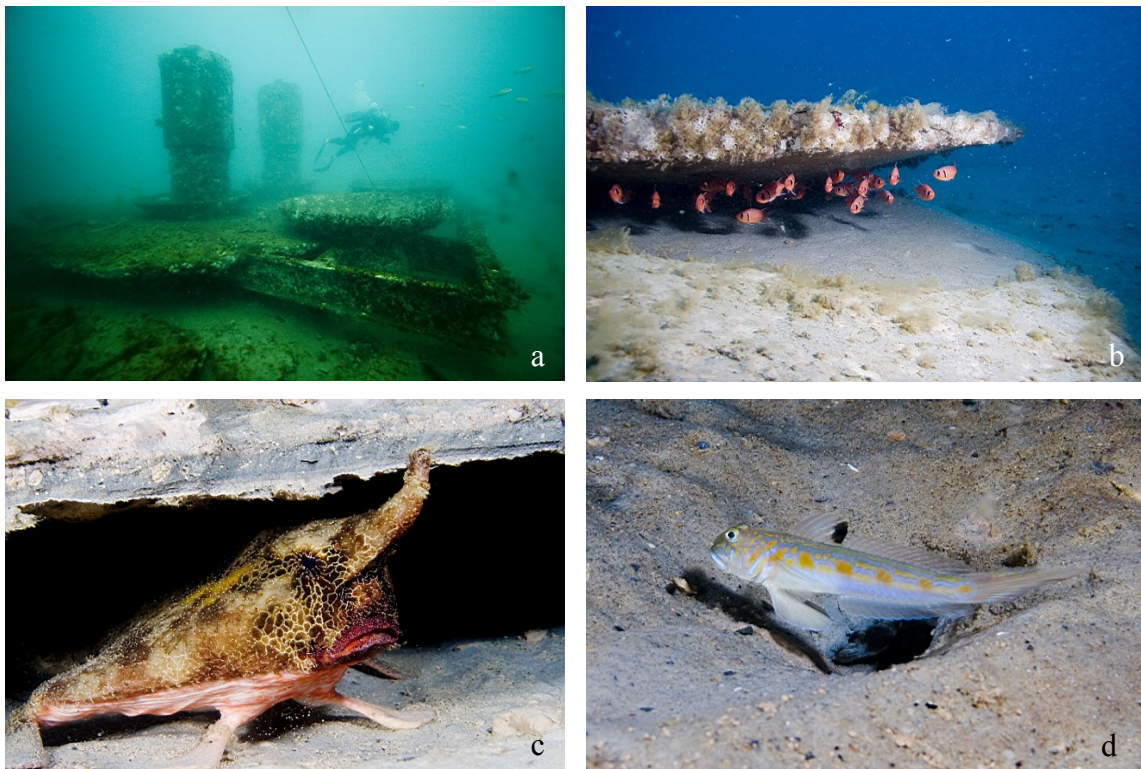


Figura 4: Imagem subaquática do *template* na locação na etapa *Depois* (a), estrutura que confere grande complexidade ao substrato inconsolidado circundante, ofertando novos nichos, como para *Myripristis jacobus* (b), *Ogocephalus vespertilio* (c) *Oxiurichthys stigmalocephus* (d), próximo de sua toca, construída nas imediações do *template*. (Imagens AAB).

Avaliando-se somente os recifes naturais pela ANOVA, verificou-se diferença significativa apenas no recife do extremo sul, para os índices de diversidade e equitabilidade. Já a Riqueza e Densidade não apresentaram diferenças significativas.

A análise de variância com hierarquia espacial no tempo, aplicada sobre os índices da estrutura da comunidade (riqueza, densidade, diversidade e equitabilidade) dos recifes naturais apresentou diferença significativa entre os locais, indicando maiores riquezas e abundâncias nos recifes do norte, e na interação dos fatores somente em RS4 e nos índices de diversidade e equitabilidade, diminuindo e aumentando respectivamente. A riqueza e a abundância não apresentaram diferenças significativas na interação hierárquica espaço-tempo. O resumo dos resultados são apresentados na Tabela II.

Tabela II: Resumo dos resultados da análise de variância com hierarquia espacial no tempo.

<b>Índices</b>	<b>Fator</b>	<b>gl</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Densidade (log10)	Local	5	1,318,087	0,000000
	Etapa (Local)	5	0,586	0,710943
Riqueza ( $\sqrt{\quad}$ )	Local	5	1,345,564	0,000000
	Etapa (Local)	5	1,369	0,236667
Diversidade	Local	5	9,632,743	0,000000
	Etapa (Local)	5	31,229	0,009520
Equitabilidade	Local	5	1,079	0,367835
	Etapa (Local)	5	3,567	0,003987

#### *Contraste dos Resultados da Colonização e do Impacto*

A análise de Cluster mostrou uma grande similaridade entre os recifes do norte, e em menor grau, o recife central e do sul, sendo o do extremo sul diferente, dotado de grande variabilidade na sua composição ictiofaunística. A análise de proximidade sobre os censos visuais em todas as etapas e locais caracterizou três grupos distintos (Figura 5). Um grande grupo formado pelos recifes naturais e os outros dois grupos formados pela locação nos momentos *Antes* e *Depois* da perfuração. A permanência do *template* na fase *Depois* foi o fator responsável pela caracterização desta última comunidade. Esta estrutura conferiu aumento da riqueza e abundância das espécies, formando uma comunidade singular, a qual habitou as estruturas da plataforma durante o período de perfuração.



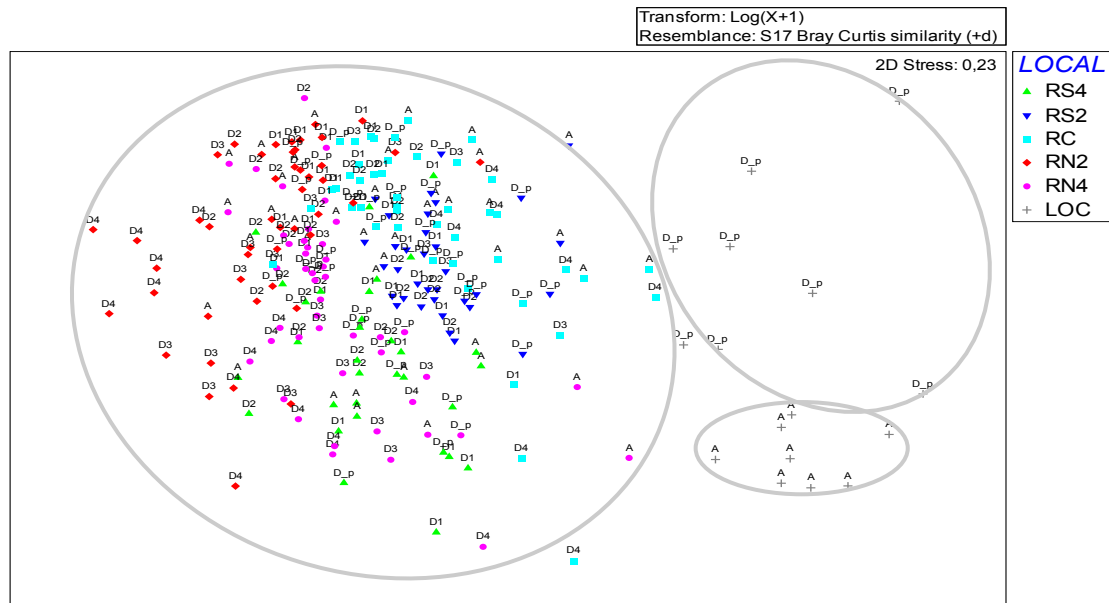


Figura 5: A análise de proximidade (MDS) realizada sobre as transecções em faixa em todas as etapas e locais – os círculos cinza ressaltam os principais grupamentos.

O contraste dos resultados com os vídeo-transectos contemplaram todas as etapas em todos os locais (Figura 6), apresentando resultados muito similares com o contraste realizado nas transecções em faixa. Através dos vídeo-transectos conclui-se que uma comunidade totalmente diferente dos recifes e do fundo de areia (Localização *Antes e Depois*), formou-se nas estruturas da plataforma, como podemos visualizar no grupamento formado a esquerda (THE156F – fundo e THE156M – meia-água).

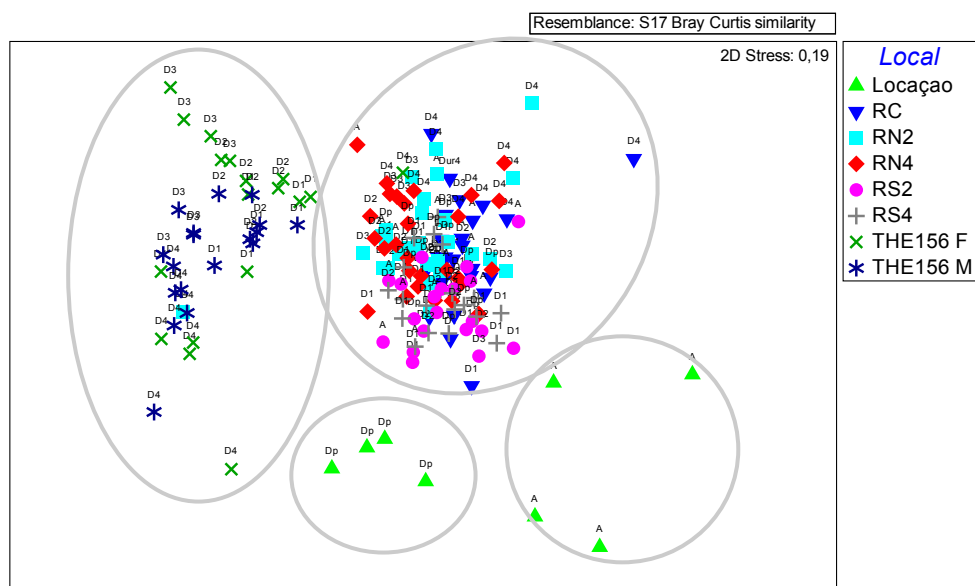


Figura 6: A análise de proximidade (MDS) realizada sobre os vídeo-transectos em todas as etapas e locais – os círculos cinzas ressaltam os distintos agrupamentos.

### *Dinâmica da comunidade e espécies de interesse comercial*

Utilizando-se do mesmo tipo de análise estatística, apenas sobre os dados da locação, verificamos agrupamentos relativos a cada etapa (*Antes*, *Durante*, *Depois*), indicando uma grande dinâmica na comunidade de peixes durante o período do estudo, devido a inserção das estruturas artificiais no local, com três comunidades distintas sendo identificadas no estudo, uma para cada etapa correspondente (Figura 8).

A etapa *Antes* (Figura 8, círculo verde) apresentou uma comunidade com poucos indivíduos distribuídos aleatoriamente no substrato arenoso, com a presença de muitas espécies raras na locação, ou com baixa frequência de ocorrência (*Acanthurus bahianus*, *Bothus ocellatus*, *Malacanthus plumieri*, *Pseudupeneus maculatus*, *Apogon aurolineatus*, *Apogon quadrisquamatus* e *Microgobius carri*).

As etapas *Durante* a perfuração apresentaram grande riqueza e abundância de indivíduos (Figura 8, círculo cinza) devido a grande oferta de habitats e nichos na estrutura da plataforma para espécies fortemente associadas a estruturas consolidadas (e.g. *Holocentrus adscensionis*, *Stegastis variabilis*, *Thalassoma noronhanum*, *Acanthurus coeruleus*, *Lutjanus jocu*, *Amblycirrhitus pinos* e *Parablennius marmoratus*), além do reforço vertical da plataforma (Figura 7) que ampliou a possibilidade de atração também de espécies exclusivamente pelágicas (e.g. *Carangoides chrysos*, *Carangoides bartholomaei* e *Caranx ruber*).

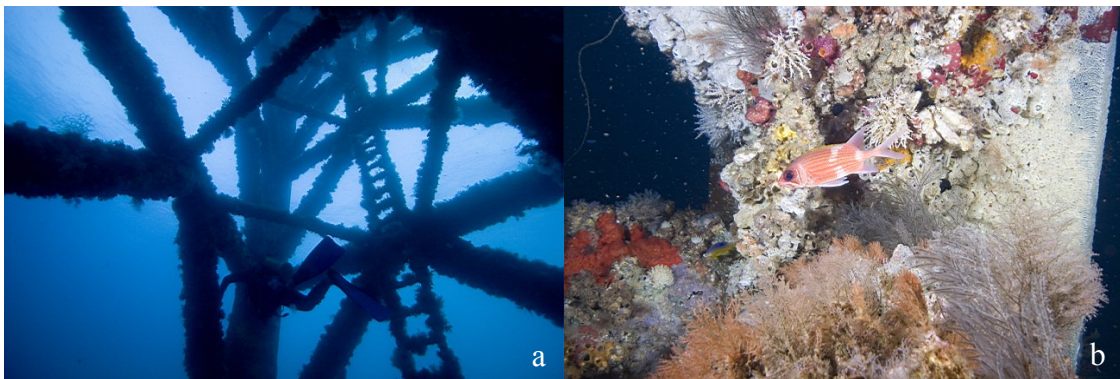


Figura 7: Vista ampla das estruturas da plataforma na coluna d'água (a). Um atrator visual para as espécies pelágicas. Detalhe das estruturas da plataforma densamente colonizadas (b) e sua oferta de nichos um *Holocentrus adscensionis* busca abrigo. (Imagens AAB).

A etapa *Depois* identificou as mudanças perenes na comunidade (Figura 8, círculo azul), com a permanência do *template* no local da perfuração e a conseqüente oferta de

novos nichos e habitats para as espécies e indivíduos atraídos, em especial *Haemulon steindachneri*, *Lutjanus cyanopterus*, *Haemulon aurolineatum* e *Lutjanus synagris*.

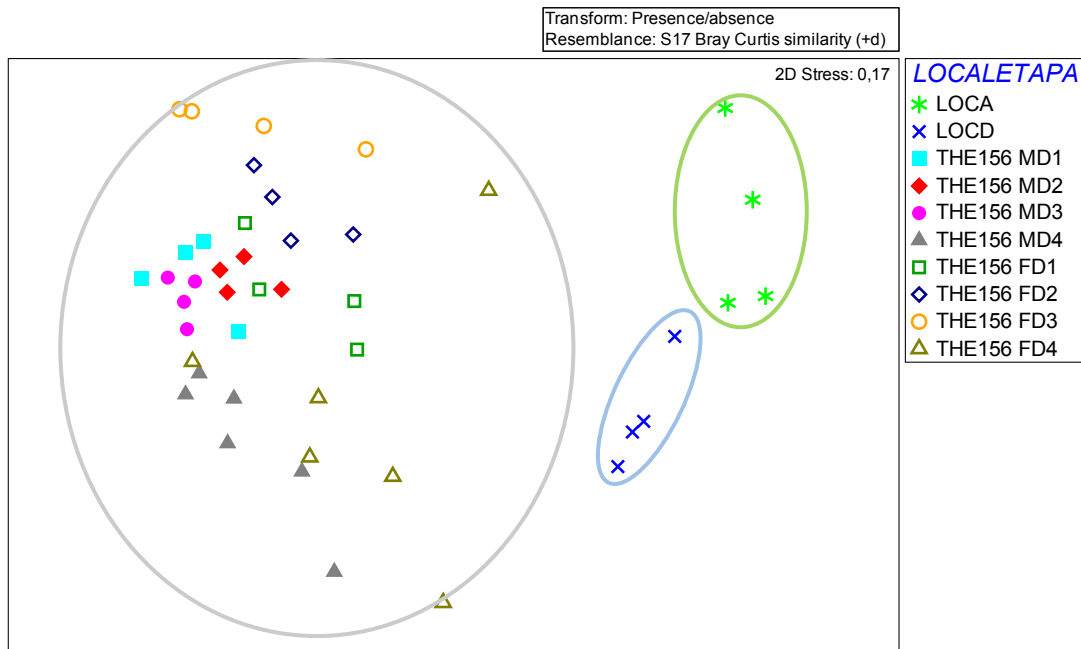


Figura 8: Análise de Proximidade Vídeo-censos na Locação – os círculos identificam as comunidades formadas. LOCA – Locação etapa Antes; LOCD – Locação etapa Depois; THE 156 MD – Amostragens na Plataforma a Meia-Água etapas 1 a 4; THE 156 FD – Amostragens na Plataforma Fundo etapas 1 a 4.

As Figuras 9 e 10 são representações dos mesmos pontos plotados na Figura 8, mas com a projeção das frequências de ocorrências de duas espécies *Stegastes variabilis* (Figura 9) e *Lutjanus jocu* (Figura 10).

Estas duas espécies servem como modelo para exemplificarem o que ocorreu na comunidade de peixes durante o empreendimento. Desta maneira, a Figura 9 projeta a frequência de ocorrência de *S. variabilis* e traduz as espécies atraídas para a plataforma, por conta exclusiva de sua presença, ou seja, aquelas que ocorreram somente *Durante* a perfuração. No entanto, com a retirada da plataforma da locação, as espécies que habitavam principalmente as pernas da plataforma, não conseguiram manter-se no local. A competição pelos novos habitats, a predação, ou ainda a permanência de algumas espécies na perna da plataforma, foram as principais possibilidades de seu desaparecimento do local.

Já a Figura 10, mostra a projeção da frequência de ocorrência de *L. jocu*, traduzindo as espécies que conseguiram se estabelecer no local, principalmente devido a permanência

Eixo Temático 6 – Estudos ambientais na zona costeira: interações com o meio físico e/ou biológico

do *template* no local da perfuração, colonizando os novos nichos ofertados e compondo uma nova comunidade de peixes, formada pelas espécies que já ocorriam na área, no substrato inconsolidado, e pelas novas espécies agregadas pelo *template*.

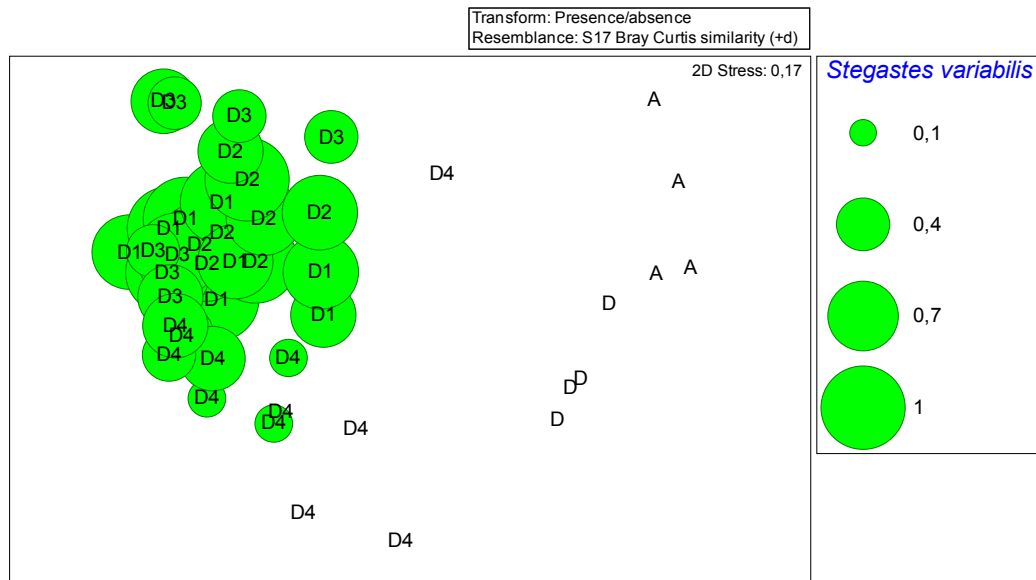


Figura 9: Análise de Proximidade Vídeo-censos na Locação, com frequências de ocorrência de *Stegastes variabilis*.

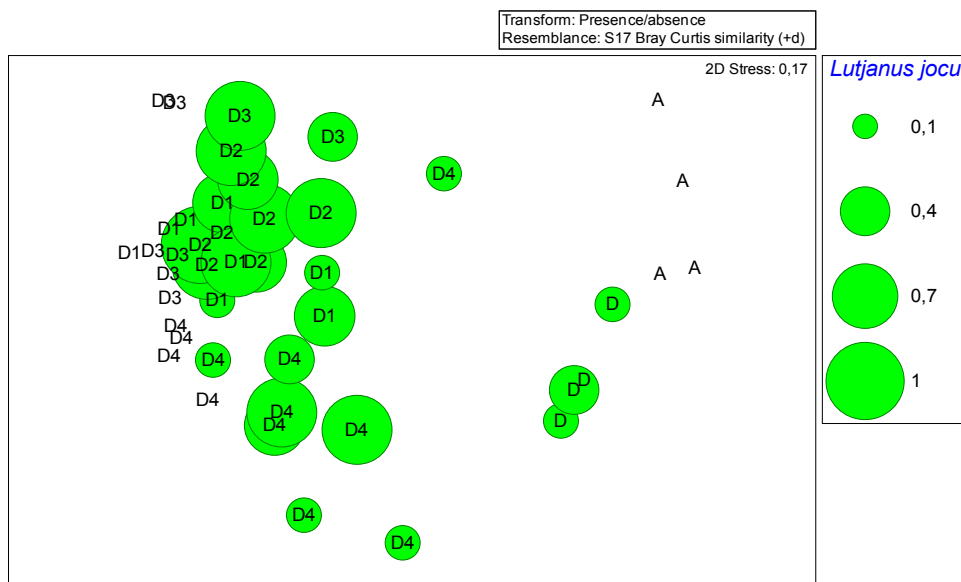


Figura 10: Análise de Proximidade Vídeo-censos na Locação, com frequências de ocorrência de *Lutjanus jocu*.

A pesca, especialmente a submarina, praticada comercialmente na área estudada pode exercer forte influência na estrutura da comunidade avaliada no presente estudo (ver Godoy et al., 2010; Simon et al., 2011). As famílias Lutjanidae, Serranidae, Scaridae,

Carangidae e Scombridae são alguns dos principais alvos dessa pescaria. A baixa densidade e o pequeno porte desses peixes nas áreas amostradas podem servir como um indicativo de declínio, como já observado em locais mais populosos, como a Baía de Todos os Santos.

Os peixes explorados pela frota artesanal local são tipicamente habitantes de fundos rochosos e coralinos, sendo relativamente mais abundantes, quando comparados com aquelas espécies pelágicas, geralmente de hábitos migratórios, em contraste com aquelas demersais de hábitos mais sedentários. Contudo ressalvas sobre as flutuações sazonais dos recursos pesqueiros devem ser consideradas, pois no verão evidencia-se aumento nos desembarques de cavalas, sororocas, olhos de boi, dourados e albacoras; e no inverno, quando a pesca tende a ser mais costeira devido a instabilidades climáticas, sendo realizada principalmente dentro das baías e nas zonas recifais, ocorre um aumento nos desembarques de espécies recifais tais como ariacós e dentões. Os dados coletados no presente estudo corroboram essa informação.

Dentre os pelágicos ocorrentes na área da locação nenhum, foi novamente observado na área, após a saída da plataforma, apesar da presença do *template*. Por outro lado, espécies demersais e territoriais permaneceram na área de perfuração, junto às estruturas do *template* - com destaque para *Lutjanus synagris*, *L. jocu*, *L. cyanopterus* e *Cephalopholis fulva* - espécies altamente vulneráveis a pressões pesqueiras intensas, que levam a declínios populacionais locais em períodos curtos de tempo. Isto se deve ao fato de possuírem em geral crescimento lento e alta longevidade, além de ter todo ou parte de seu ciclo de vida associado a substratos consolidados e ambientes costeiros (Ferreira & Hazin, 2004).

Estudos bioecológicos (alimentação, reprodução, crescimento, etc.), apesar de não terem sido o foco dos trabalhos, podem gerar importantes informações uma vez que são viáveis de ser abordados paralelamente ao monitoramento das comunidades recifais, e podem, a médio-longo prazo, ampliar o conhecimento das relações quanto ao uso das estruturas artificiais como refúgio de predação. De forma complementar, o conhecimento prévio da comunidade e dos padrões de distribuição das espécies de peixes comerciais são condições básicas para o planejamento de programas de monitoramento e estratégias de manejo que visem ordenar as pescarias locais, evitando conflitos na região por conta da exploração de petróleo e gás.

No caso de estruturas artificiais que permanecerão por longos períodos na área, estudos de monitoramento através de telemetria podem elucidar de forma mais aprofundada questões sobre a migração de recursos entre a estrutura artificial e os recifes adjacentes, bem como identificar graus de residência destes recursos. Dessa forma a ampliação do conhecimento dos processos que conduzem a dinâmica das populações de peixes recifais torna-se peça importante para a administração das pescarias, fomentando modelos que possibilitam um melhor entendimento da ecologia das espécies demersais em geral.

A colonização da plataforma por parte das espécies de peixes apresentou um crescimento acentuado iniciando com 11 espécies na área de perfuração, atingindo logo antes de sua saída a contabilização de 66 espécies observadas nas estruturas da plataforma, o que confirma seu alto poder atrator. Os dados sugerem que pela sua dimensão e complexidade a plataforma foi mais eficiente na atração de espécies pelágicas adultas e recrutas com hábitos demersais, que quando adultas apresentam comportamento territorial.

Por fim, o desenho amostral proposto para o estudo teve como hipótese a escala do impacto, ou seja, se a plataforma causasse algum impacto sobre a ictiofauna, os recifes mais próximos seriam os primeiros a serem afetados. Tendo como base esta estratégia, as diferenças encontradas apenas no ponto do extremo sul não configuram impacto direto da plataforma sobre os recifes naturais.

### **Referências:**

Bohnsack, J.A. & D. L. Sutherland, 1985. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. **Bull. Mar. Sci.** 37:11-39.

Connell, S.D. 2002. Effects of a predator and prey on a foraging reef fish: implications for understanding density-dependent growth. **J. Fish. Biol.** 60:1551–1561.

Ferreira, B.P. & Hazin, F.H.V. 2004. Recursos Vivos Marinhos do Nordeste do Brasil. 703-748 p. In **Oceanografia um cenário tropical**. (Orgs. Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S. & Costa, M.F.) 761p. Recife. Edições Bagaço.

Fraga, A.P.C.; Silva, A.P.; Bertoncini, A.A.; Machado, L.F. & Dias, T.L.P. 2001. **EIA-RIMA Integrado para a Atividade Produção nos Blocos BMCAL-4 e BAS-97** - Diagnóstico da Ictiofauna. 50pp.

Godoy, N., Gelcich, S., Vásquez, J.A., & J.C. Castilla, 2010. Spearfishing to depletion: evidence from temperate reef fishes in Chile. *Ecological Applications*, 20(6), pp. 1504–1511.

Hixon, M.A. 1991. Predation as a process structuring coral-reef fish communities. *In*: Sale PF (eds) **The ecology of fishes on coral reefs**. Academic Press, San Diego, pp. 475–508.

Hixon, M.A. & J.P. Beets, 1993. Predation, prey-refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. **Ecol. Monogr.** 63:77–101

Lopes, P.R.D.; Oliveira-Silva, J.T. & Souza, C.P. 2001. Ictiofauna desembarcada na cidade de Valença (Estado da Bahia, Litoral Nordeste do Brasil). **Sitientibus série Ciências Biológicas** 1(2): 137-140.

Potts, T.A. & A.W. Hulbert, 1994. Structural influences of artificial and natural habitats on fish aggregations in Onslow Bay, North Carolina. **Bull. Mar. Sci.** 55(2):609-622.

Randall, J.E. 1963. An analysis of the fish population of artificial and natural reefs in the Virgin Islands. **Carib. J. Sci.** 3(1):31-47

Rilov, G. & Y. Benayahu, 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: The rehabilitation perspective. **Mar. Biol.** 136: 931–942.

Simon, T., Pinheiro, H.T. & J-C. Joyeux, 2011. Target fishes on artificial reefs: Evidences of impacts over nearby natural environments, **Sci Total Environ**, doi:10.1016/j.scitotenv.2011.07.057

Stewart, B.D & G.P. Jones, 2001. Associations between the abundance of piscivorous fishes and their prey on coral reefs: implications for prey-fish mortality. **Mar. Biol.** 138:383–397