

PLANO DE TRABALHO - BOLSISTA DE PÓS-DOCTORADO SÊNIOR CNPq-
SEGUNDO ANO

DIVERSIDADE, ENDEMISMO E ANÁLISE BIOGEOGRÁFICA DE
SILURIFORMES EM SISTEMAS HÍDRICOS POUCO EXPLORADOS NO
EXTREMO SUL DA BAHIA (OSTEICHTHYES: OSTARIOPHYSI)

PROJETO BIOBAHIA

PLANO DE TRABALHO PARA O SEGUNDO ANO

Bolsista: Luisa Maria Soares Porto
Coordenadora de Pós-doutorado: Rosana Mazzoni

Agosto/Setembro 2007

Introdução

Este Plano de Trabalho destina-se a apresentar a proposta de atividades para o segundo ano de execução do projeto “Diversidade, endemismo e análise biogeográfica de Siluriformes em sistemas hídricos pouco explorados no Extremo Sul da Bahia (Osteichthyes: Ostariophysa)”. Trata-se de bolsa concedida pelo CNPq para Projeto Pós-Doutorado Sênior – PDS, com número 154.358/2006-1 e vigência de 01/10/2006 a 30/09/2007, realizado com apoio da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sob a supervisão da Dra. Rosana Mazzoni. O projeto (BioBahia) busca investigar os sistemas hídricos, de pequeno e grande porte, que desembocam no extremo sul baiano e verificar a possibilidade de métodos de avaliação de endemidade como indicadores de áreas de conservação da biodiversidade.

Proposta para o Segundo Ano

As bases da proposta para o segundo ano do projeto são as já foram apresentadas no projeto original aprovado pelo CNPq. Assim sendo, este plano limita-se a detalhar e discutir melhor as atividades inicialmente previstas para o segundo ano. Ao definir-se uma metodologia para uma avaliação biogeográfica é fundamental tornar explícito seu objeto e objetivo (Araújo, 1998). A inconsistência das múltiplas definições de biodiversidade (Noss, 1990) e a indefinição sobre as medidas necessárias para a sua conservação (De Long, 1996), tornam estas definições prévias imprescindíveis. Por esta razão é aqui detalhado, com base na experiência adquirida no primeiro ano (ver Relatório Técnico), como serão atingidos os objetivos propostos no projeto original e quais os enfoques metodológicos para cada um deles. Os objetivos apresentados originalmente podem ser subdivididos em quatro metas que serão a base para o cronograma deste segundo ano da pesquisa:

- (1) Estabelecer padrões de distribuição geográfica das espécies de Siluriformes nas bacias do Extremo Sul da Bahia utilizando o método PAE
- (2) Avaliação das possibilidades deste método como indicador de áreas de conservação da biodiversidade.
- (3) Estabelecer proposições de conexões pretéritas entre as bacias e possíveis origens da ictiofauna regional.
- (4) Investigar o papel dos divisores de água no possível isolamento da ictiofauna para as drenagens litorâneas na área de estudo.

Padrões de distribuição geográfica

Sabemos que as espécies não se distribuem aleatoriamente, diversos fatores históricos e ambientais determinam estes limites de distribuições. A busca dos fatores determinantes da distribuição é de grande importância, pois permitem a construção de modelos preditivos. Dispomos atualmente de uma ampla gama de métodos para estabelecimento dos padrões de distribuição. Nenhum destes métodos por si só poderá nos dar todas as respostas que a complexidade multidimensional da construção da biodiversidade demanda. As áreas geográficas são sistemas abertos e têm histórias múltiplas e complicadas, de modo que não há como explicar de uma maneira simples os padrões biogeográficos (Funk, 2004). Os métodos históricos são os que permitem elucidar as conexões pretéritas entre as áreas e desta forma nos dar uma explicação da existência dos padrões de distribuição de uma determinada área. Mas muitas vezes o que nos interessa são estes padrões em si e não suas explicações. Os métodos históricos não levam em conta a ecologia das espécies (Cerqueira, 1995) que tem grande importância na identificação dos padrões de distribuição regionais. No caso específico das espécies de água doce, elas estão sujeitas as variações muito significativas por fenômenos recentes que não podem ser determinados por padrões históricos. Na região de estudo, por exemplo, o forte desmatamento ocorrido e a destruição quase completa da mata ciliar nos últimos 30 a 50 anos têm uma influência na distribuição da fauna de água doce, com possibilidades inclusive ter provocado extinções locais. Tal influência só poderá ser detectada por métodos que considerem os diversos valores ecológicos envolvidos.

O objetivo inicial estabelecido no projeto de determinar a distribuição geográfica na área de estudo para Siluriformes poderá ser ampliado em vista dos dados obtidos na sua primeira fase. A ictiofauna da área de estudo está dividida em dois conjuntos principais, caracterizadas por similaridade de características ecológicas e da história evolutiva: a ictiofauna marinha e a ictiofauna de água doce. Assim propomos ampliar o objetivo inicial para o estabelecimento da distribuição geográfica da ictiofauna de água doce. Já em 1938, George Myers, propôs uma classificação ecológica para os peixes de água doce baseados em sua tolerância intrínseca à água salgada. Esta classificação se revela bastante oportuna para o estabelecimento de padrões geográficos em regiões costeiras. O grupo primário são aqueles intolerantes à água salgada, os secundários são os tolerantes a

água salgada, mas que preferem água doce e finalmente os periféricos são aqueles capazes de realizar osmoregulação e de mudar de um ambiente para outro. A restrição à água doce assume ancestralidade de determinados grupos, como os Ostariophysi, a distribuições continentais. Peixes com origem presumível em águas continentais vêm a ser bons indicadores de conexões pretéritas entre bacias hidrográficas.

De forma geral os passos que serão realizados neste segundo ano de projeto para atingir o objetivo aqui determinado serão:

- Confirmação dos dados históricos no que se referem à existência de espécies não coletadas pelo Projeto BioBahia com visitas a museus para examinar estes exemplares (ver Relatório Técnico).
- Comparação mais detalhada de todas as espécies não identificadas, para sua descrição quando possível ou pelo menos para o estabelecimento de diferenças morfológicas entre elas.
- Construção de um quadro o mais completo possível com as espécies da área de estudo, classificando-as pelos grupos reconhecidos regionalmente.
- Discussão crítica dos diversos índices e métodos a serem utilizados para definição da distribuição geográfica.
- Construção dos mapas de distribuição geográfica para cada um dos grupos de peixes de água doce.

Métodos indicadores de áreas de conservação

A definição de áreas para conservação da biodiversidade é hoje uma preocupação global como forma de minimizar os grandes impactos ambientais produzidos pela economia moderna. Estas definições acontecem em vários níveis de escala. Pretende-se investigar a possibilidade do uso de algum destes métodos na investigação de áreas recomendáveis para preservação dentro da área de estudo do projeto. Dispomos de um arsenal metodológico bastante rico para estas avaliações. Será conveniente o uso de outras metodologias em conjunto com o método PAE, proposto inicialmente, até mesmo como recurso para uma avaliação das possibilidades entre estes métodos. Por outro lado, deve ficar claro que os objetos destas avaliações serão os peixes de água doce.

De forma geral os passos a serem realizados neste segundo ano de projeto para atingir o objetivo aqui determinado são:

- Identificação, avaliação crítica e comparação entre os métodos passíveis de utilização.
- Definição de pelo menos um método mais para ser aplicado em conjunto com o PAE, sobre diversas configurações de dados da área.
- Aplicação dos métodos definidos e análise críticas de seus resultados.

Origens da ictiofauna regional

O estabelecimento das conexões pretéritas entre as bacias e sua ligação com as origens da ictiofauna regional é basicamente influenciada por características históricas. Avaliações de cunho biogeográfico histórico são profundamente dependentes de informações de sistemática em associação com dados de geologia, geografia, paleontologia. Zunino (2005) propõe a “filogenia de áreas de distribuição” para reconstrução de hipóteses de cunho geográfico e/ou filogenético através de três critérios: (1) Análise comparada de homologias geográficas entre áreas (relações espaciais, estratigráficas, litológicas, etc.), conduzindo à hipótese de história geográfica; (2) A análise comparada das supostas homologias biológicas (sinapomorfias) conduzindo à hipótese de história filogenética dos organismos; e (3) A análise comparada das supostas homologias biogeográficas (proximidade no espaço físico e, se for o caso, ecológico) conduzindo à hipótese de história filogenética das áreas de distribuição. Zunino (op. cit.) afirma que as três hipóteses se referem a um sistema único e são totalmente independentes. O nível de confiabilidade entre elas é o mesmo, dependendo unicamente da qualidade dos dados e da metodologia como são processadas. As diferentes hipóteses podem ser comparadas e contrastadas entre si, produzindo por fim um conjunto correspondente a um sistema em termos de espaço, tempo e forma.

Santos & Amorim (2007) defendem a sistemática como o fundamento necessário para a biogeografia histórica e afirmam que a ausência de informação biogeográfica primária confiável – táxons históricos – cria sérios obstáculos para a biogeografia histórica. Isto é verdadeiro, apenas no que concerne ao critério (2) de Zunino (op. cit.). A grande carência de filogenia das espécies torna-se um fator limitante para este tipo de análise. Em áreas menores, como a presente área de estudo, estas carências tornam-se ainda mais críticas, pois seria necessária uma quantidade razoável de filogenias a nível específico para permitir a formação de padrões confiáveis que explicassem a origem das espécies na região. No entanto é possível uma série de inferências e hipóteses a partir de um levantamento das informações disponíveis (Cerqueira, 1995). Este processo poderá envolver regiões vizinhas da área de estudo para um adequado estabelecimento das hipóteses. Caso este

envolvimento se mostre necessário, ele será baseado em informações históricas, reforçadas por visita às coleções depositárias de tais materiais.

De forma geral os passos a serem realizados neste segundo ano de projeto para atingir o objetivo aqui determinado são:

- Identificação dos trabalhos de filogenia e biogeografia das diversas espécies presentes na área de estudo.
- Identificação dos trabalhos de geomorfologia da área de estudo.
- Elaboração de hipótese de conexões pretéritas entre as bacias a partir dos dados levantados.

Divisores de água

O estudo do papel dos divisores de água no isolamento da ictiofauna regional, um dos objetivos do projeto, tem como principal finalidade estabelecer definições adequadas de regiões eco-geográficas. Estas áreas em conjunto com a divisão de áreas em quadriculas são duas bases de organização dos dados obtidos para aplicação dos diversos métodos de análise biogeográfica. Um entendimento adequado do papel dos divisores de água entre as bacias pode permitir um melhor entendimento da distribuição das espécies em cada uma delas.

De forma geral os passos que serão realizados neste segundo ano de projeto para atingir o objetivo aqui determinado são:

- Identificação dos divisores de água entre as bacias, com a delimitação das áreas de maior importância de cada um deles.
- Exame dos dados da ictiofauna nos contrafortes de cada uma destas regiões para investigar o seu efeito como barreira de separação entre as bacias.

Breves anotações

Métodos biogeográficos - Cronologia sobre a evolução das idéias e métodos em biogeografia é apresentada em Crisci et al. (2000, 2003), introduzindo conceitos básicos acerca de trinta diferentes premissas sobre o tema. Posadas et al. (2006) apresentam nove aproximações históricas biogeográficas, que resumem a evolução das idéias trabalhadas em Crisci et al. (op.cit), a saber: (1) Centros de origem e dispersão (Matthew, 1915); (2) Biogeografia filogenética (Brundin, 1966); (3) Áreas ancestrais (Bremer, 1992); (4) Pan-biogeografia (Craw et al., 1999); (5) Biogeografia cladística (Rosen, 1978; Nelson & Platnick, 1981); (6) Análise parcimoniosa de endemicidade (PAE) (Rosen, 1988; Craw, 1988; Morrone, 1994); (7) Método baseado em evento (Ronquist, 1997; Siddall & Kluge, 1997 e Grant & Kluge, 2003); (8) Filogeografia (Avice et al. 1987; Avice, 2000); e (9) Biogeografia Experimental (Haydon et al., 1994).

Posadas et al. (op. cit.) discutem ainda a necessidade de se organizar nova estrutura conceitual para solução de algumas questões críticas da atual biogeografia histórica através dos seguintes temas: (a) A oposição entre biogeografia histórica e biogeografia ecológica; (b) a inclusão do tempo na análise histórica da biogeografia; (c) o papel do biogeógrafo na conservação da biodiversidade e (d) a definição dos métodos biogeográficos.

Posteriormente à contribuição de Posadas et al. (op. cit.) diversos novos métodos foram sendo desenvolvidos tais como o Método fenético de agrupamento usando índices da similaridade combinados com o UPGMA (Murguía e Viliaseñor, 2003); o Método SIGCOT “significant co-occurrence of taxa” (Mast e Nyffeler, 2003); o Método NDM (eNDeMism) (Szumik et al., 2002; Szumik e Goloboff, 2004); o Método Prabclus (PResence–ABsence CLUstering) (Hausdorf & Hennig, 2003; Hennig, 2006); e ainda o Método PACT “Phylogenetic Analysis for Comparing Trees” (Wojcicki & Brooks, 2004).

Método PAE (Parsimony Analysis of Endemism) – Este método proposto por Rosen (1988) é utilizado na delimitação de áreas de endemismo baseando-se no compartilhamento de taxa, de acordo com a solução mais parcimoniosa. As espécies de ampla distribuição não podem contribuir para o reconhecimento de áreas de endemismo (Platnick & Nelson, 1978; Rosen, 1988), sendo desejável reduzir sua influência. Isto pode ser feito pela exclusão dos taxa presentes em todas as áreas (Rosen, 1988) ou pela pesagem da distribuição dos dados com o intuito de reduzir o impacto dos taxa de ampla distribuição dentro da análise (Linder, 2001). As áreas com distribuição compartilhada das espécies são assumidas como indicativas de história biológica unicamente compartilhada.

Crisci et al. (2003) distinguem três variantes que ela chamou de PAE baseado em localidades (Rosen, 1988); PAE baseado em área de endemismo (Craw, 1988), e PAE baseado em quadrículas (Morrone, 1994). É importante observar que o método proposto por Morrone (1994) tem um objetivo diferente dos outros dois. As variações de Rosen e Craw têm a finalidade de elucidar a história das áreas, enquanto a de Morrone identifica as áreas de endemismo com base na presença de taxas. Assim sendo mesmo que a metodologia do PAE seja análoga à sistemática cladística ela não está relacionada com esta, pois assume que suas bases e objetivos são distintos. As críticas direcionadas ao PAE de que ele ignora as relações filogenéticas entre as espécies, considerando somente sua distribuição aplicam-se unicamente as variantes de Rosen e Craw que pretendem com o PAE elucidar a história das áreas. Críticas ao PAE também questionam a maneira como são construídas as premissas: A parcimônia é realmente um critério apropriado para reconstrução filogenética, mas ele pode não ser adequado para um campo com princípios e metas completamente diferente do originalmente proposto (Morrone, 1994; Linder, 2001).

Método de otimização (eNDeMismo) – Hausdorf (2002) propôs restringir o termo “área do endemismo” para as áreas não sobrepostas causadas por vicariância, usando o termo “elementos bióticos” para os casos onde há uma sobreposição. Para o NDM, método proposto por Szumik et al (2002) e aperfeiçoado por Szumik e Goloboff (2004), as áreas de endemismo não são baseadas na noção tradicional de vicariância. O fator causal que produz um dado padrão de distribuição pode, mas não necessita ser, histórico ou vicariante; mais importante, o fator causal não precisa ter afetado a totalidade da biota, tanto que grupos diferentes (com exigências ecológicas diferentes, por exemplo) podem ter diferentes padrões de sobreposição-distribucional. Um taxon endêmico é restrito a uma região e não é encontrado em nenhuma outra parte. A distribuição de um taxon é determinada por fatores históricos e atuais. Qualquer que sejam os fatores, se eles afetarem (ou tiverem afetado) os diferentes grupos taxonômicos de modo similar, existirá congruência nos padrões de endemidade nos grupos diferentes. Assim, áreas que têm muitos grupos diferentes que são encontrados lá e em nenhuma outra parte podem ser definidas como áreas de endemismo. Tal situação iria claro, indicar que os processos de especiação nos grupos diferentes foram causados por fatores comuns, mas o conhecimento dos fatores não é uma condição prévia para identificar a existência da área de endemismo propriamente dita. Esta noção de área de endemismo tem várias implicações sobre os fatores a serem considerados quando da proposição de um método de identificação formal, particularmente com respeito aos limites da área, a distribuição ampla ou restrita das espécies e o uso de grades. Idealmente, os limites da área de endemismo seriam invioláveis; nenhuma de suas espécies seria encontrada fora da área. Adicionalmente, sob condições ideais, todas as espécies deveriam ser encontradas em todas as partes da área de endemismo.

O NDM localiza as áreas de endemismo baseando-se em grupos de taxa com área de distribuição congruente. Utiliza a presença e ausência de taxa (em quadrículas ou regiões eco-geográficas) no estudo de uma área como uma maneira de representar a amplitude da distribuição dos respectivos taxa em estudo. Grupos de quadrículas (ou regiões eco-geográficas) são selecionados para maximizar o número de taxa cuja amplitude de distribuição é limitada dentro da área mapeada. A metodologia NDM permite sobreposição das áreas, em situações onde a composição das espécies em duas áreas comparativas excede certo grau de diferença (Moline & Linder, 2006).

Método Prabclus (PResence–ABsence CLUstering) – Geralmente a vicariância não pode ser observada diretamente, porque este processo se realiza em longos períodos geológicos. Conseqüentemente, é importante derivar predições sobre os padrões observados para o modelo de vicariância. De acordo com o padrão de vicariância (Croizat et al., 1974; Rosen, 1976, 1978; Platnick & Nelson, 1978; Nelson & Platnick, 1981; Wiley, 1988; Humphries & Parenti, 1999), uma biota ancestral é fragmentada pelo aparecimento de uma barreira. A barreira interrompe o fluxo gênico entre as populações separadas por ela, este evento de vicariância resulta em uma especiação alopátrica de muitas das espécies formalmente constituídas na antiga biota. Neste sentido, duas novas biotas se originam separadas pela barreira. Por repetição do processo descrito, aparecem áreas de endemismo com distintas biotas, isto é com várias espécies restritas a uma área individual. Na média, o conjunto de espécies, originadas na mesma área de endemismo será mais similar entre si do que o conjunto das espécies, que se originaram em outras áreas de endemismo. Assim sendo, o modelo vicariante predetermina uma congruência não aleatória entre as espécies do grupo (Morrone, 1994; Hausdorf, 2002). Foi desenvolvido um teste sobre esta predição (Hausdorf & Hennig, 2003; Hennig & Hausdorf, 2004). As espécies originadas em uma área de endemismo formam um elemento biótico, um grupo de espécies que são mais similares entre si do que os de outros grupos (Hausdorf, 2002). Se a especiação resulta de eventos de vicariância, as espécies proximamente relacionadas se originam em diferentes áreas de endemismo e, então, pertencem a elementos bióticos diferentes. O Método Prabclus, formulado por Hausdorf e Hennig (2003) procura os grupos de taxa mais similares entre si do que com outros grupos de taxa. Está baseado no cálculo das distâncias multidimensionais de Jaccard ou Kulczynski. As áreas encontradas são chamadas de elementos bióticos (“biotic elements”) e são definidas pelo conjunto de espécies em cada grupo. A sobreposição de áreas é permitida (Hausdorf & Hennig, 2003; Hennig, 2006).

Conexões entre as bacias - O Leste do Brasil é uma região com reconhecido endemismo para peixes de água doce na América do Sul (Menezes, 1972; Weitzman et al., 1988; Bizerril, 1994; Costa, 1996; Buckup, 1996; Menezes, 1996; Rosa et al., 2003; Sarmento-Soares & Martins-Pinheiro, 2007). Na área de estudo foram reconhecidas espécies habitantes de rios costeiros de Mata Atlântica, como *Mimagoniates microlepis* e *Scleromystax prionotos*. Menezes (1996), baseando-se nos padrões de distribuição de espécies de Characiformes, reconheceu acentuado endemismo para a região das drenagens costeiras do Rio de Janeiro ao sul da Bahia, denominando a área geográfica de região costeira norte. Três espécies capturadas no Extremo Sul da Bahia ocorrem em bacias costeiras entre o rio Paraíba do Sul e o sul da Bahia: *Otothyris travassosi*, *Parauchenipterus striatulus* e *Crenicichla lacustris*, e se encaixam na definição proposta por Menezes (op. cit.).

Filogenias ou hipóteses de monofiletismo devem ser a base para o estudo de padrões de distribuição histórica (Santos & Amorim, 2007). Contudo, para a grande maioria dos peixes da região Neotropical são desconhecidas as relações filogenéticas a nível genérico e específico (Weitzman & Weitzman, 1982; Vari & Weitzman, 1990; Vari & Malabarba, 1998).

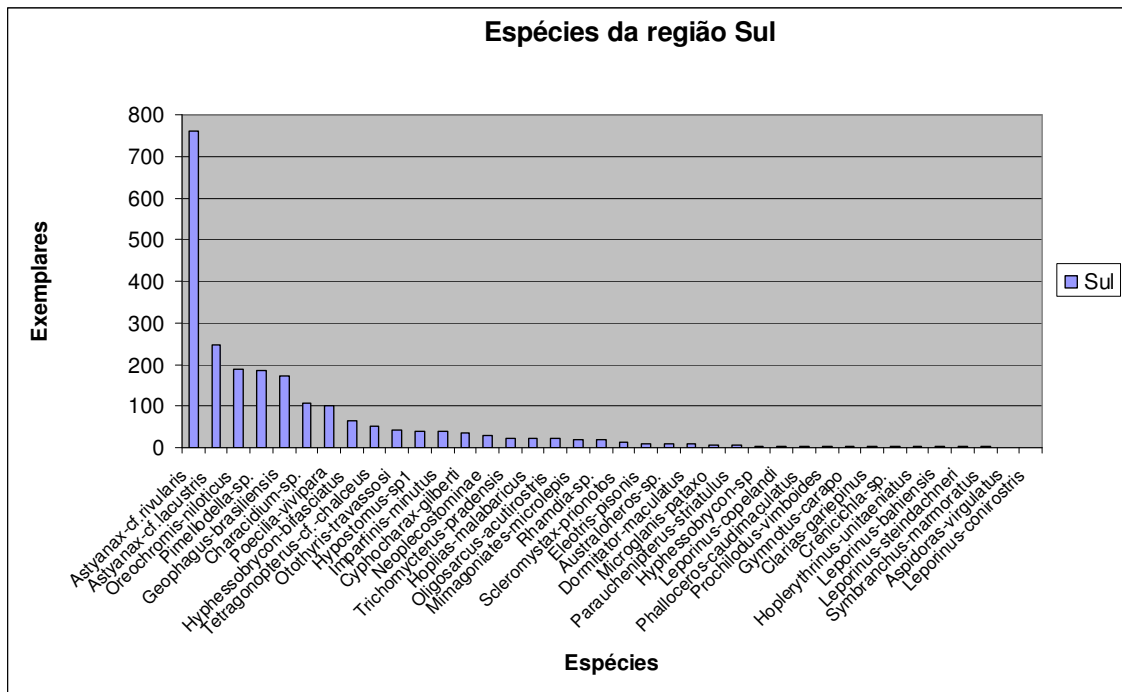


Figura 10 – Curva de abundância de espécies na região sul da área de estudo. Coletas no Mucuri, Peruípe e Itanhém.

Os sistemas de drenagem no Extremo Sul da Bahia compartilham um grande número de espécies, sugerindo que o tempo de isolamento das respectivas bacias hidrográficas é um fenômeno relativamente recente. Foi feita análise preliminar das Bacias do Extremo Sul em três regiões. Sul - coletas no Mucuri, Peruípe e Itanhém (Figura 10). Central - coletas no Jucuruçu, Cumuruxatiba, Cahy e Corumbau (Figura 11). Norte - coletas no Caraíva, Frades, Buranhém, João de Tiba, Santo Antônio e Mucuri (Figura 12). Apesar de ter sido observada uma grande homogeneidade entre os diversos índices calculados para estas áreas (como foi visto anteriormente) pode-se observar pela curva de abundancia das sub-regiões que existe uma variação entre as espécies predominantes. Esta aparente contradição precisa ser mais bem investigada do ponto de vista biogeográfico.

Preliminarmente observa-se uma relação de endemismo entre a região do norte do Espírito Santo e o Extremo Sul da Bahia. É possível supor que esta região apresente uma evolução conjunta, o que poderia ser sustentado pela presença de espécies com distribuição comum a estas áreas. Espécies com distribuição restrita às drenagens costeiras entre o norte do Espírito Santo e o Extremo Sul da Bahia incluem: *Oligosarcus acutirostris* reportado em Menezes (1987); *Rachoviscus graciliceps* em Sarmento-Soares & Martins-Pinheiro (2006a); *Mimagoniates sylvicola* em Menezes & Weitzman (1990) e Sarmento-Soares & Martins-Pinheiro (2006b); *Aspidoras virgulatus* em Britto (2007); *Pseudoauchenipterus affinis* em Sarmento-Soares & Martins-Pinheiro (2007); *Simpsonichthys myersi* em Costa (2003); e ainda *Phalloceros* sp. B reportado em Lucinda & Reis (2005).

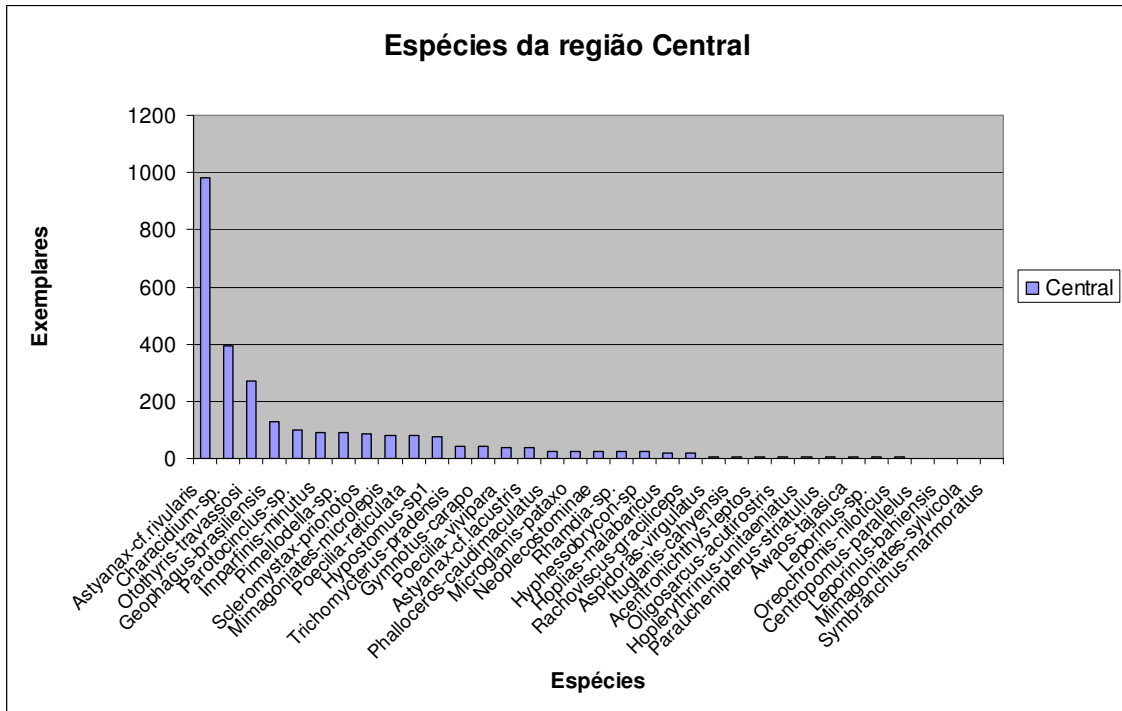


Figura 11 – Curva de abundância de espécies na região central da área de estudo. Coletas no Jucuruçu, Cumuruxatiba, Cahy e Corumbau.

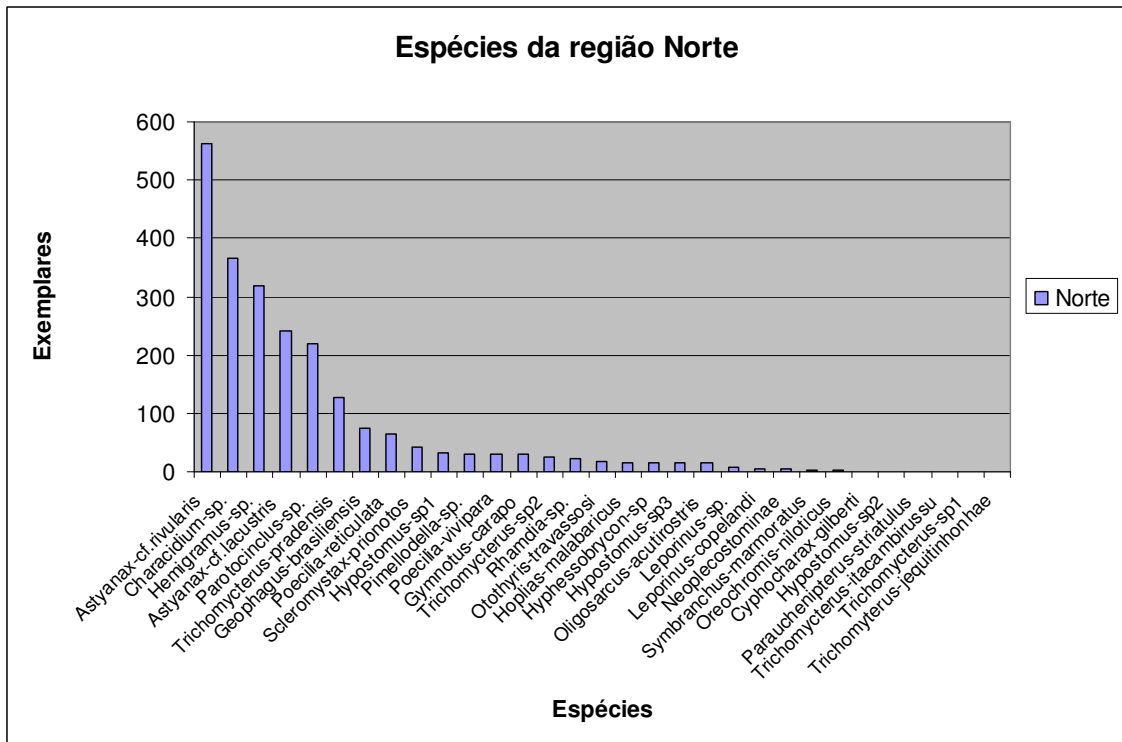


Figura 12 – Curva de abundância de espécies na região norte da área de estudo. Coletas no Caraíva, Frades, Buranhém, João de Tiba, Santo Antônio e Jequitinhonha.

Durante o segundo ano de trabalho, pretende-se aprofundar os estudos acerca dos padrões de endemismo em diferentes escalas para a diversidade da ictiofauna no Extremo Sul da Bahia, e associar a diversidade da ictiofauna a aspectos hidrológicos e fisiográficos regionais. Após o exame de material histórico referente à área de estudo e as áreas vizinhas, pretende-se delinear um panorama da ictiofauna na região costeira norte para inferir possíveis associações ictiofaunísticas da área de estudo (o Extremo Sul da Bahia) com as áreas vizinhas. Estas podem ser reconhecidas preliminarmente do ponto de vista do endemismo regional observado. Identificam-se regiões de endemismo entre (a) o Sul e o Extremo Sul da Bahia; (b) o alto Rio São Francisco e o Extremo Sul da Bahia; e (c) o Rio Paraíba do Sul e Extremo Sul da Bahia.

Referências bibliográficas

- Araújo, M.B. 1998. Avaliação da biodiversidade em conservação. *Silva Lusitana* 6: 19-40
- Avise, J.C. 2000. *Phylogeography: The History and Formation of Species*. Harvard University Press, Boston 447pp.
- _____; J. Arnold; R.M. Ball; E. Bermingham; T. Lamb; J.E. Neigel; C.A. Reeb & N.C. Saunders. 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18, 489–522.
- Bizerril, C.R.S.F. 1994. Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro. *Acta Leopoldensia*, 16, 51-80.
- Bremer, K. 1992. Ancestral areas: a cladistic reinterpretation of the center of origin concept. *Systematic Biology* 41, 436–445.
- Britto, M.R. 2003. Phylogeny of the subfamily Corydoradinae Hoedeman, 1952 (Siluriformes: Callichthyidae), with a definition of its genera. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 153: 119-154.
- _____. 2007. Família Callichthyidae. In: Buckup, P.A., N.A. Menezes & M. S. Ghazzi (eds.), 2007. *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Série livros 23*. Museu Nacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro. pp. 75-81.
- Brundin, L. 1966. Transantarctic relationships and their significance. *Kunliga Svenska VetenskAkademiens Handlinga* 11, 1–472.
- Buckup, P.A. 1996. Biodiversidade dos Peixes da Mata Atlântica. In: *Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas, Fundação S.O.S Mata Atlântica & Fundação André Tosello, Workshop sobre padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste e Sul do Brasil*. 1996. Campinas- SP.
- Carqueira, R. 1995. Determinação de distribuições potenciais de espécies, p. 141-161. In: P. Peres-Neto; J.L. Valentin & F.A.S. Fernandes. (Eds). *Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, vol. 2, 161p.
- Costa, W.J.E.M. 1996. Phylogenetic and biogeographic analysis of the neotropical annual fish genus *Simpsonichthys*. *Journal of Comparative Biology*, Ribeirão Preto, 1(3/4): 129-140
- _____. 2003. The *Simpsonichthys flavicaudatus* species group (Cyprinodontiformes: Rivulidae: Cynolebiatinae): phylogenetic relationships, taxonomic revision and biogeography. *Ichthyological Explorations of Freshwaters* 14 (1): 31- 60.
- Crisci, J.V.; L.Katinas & P.Posadas. 2000. *Introducción a la Teoría y Práctica de la Biogeografía Histórica*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires 170pp.
- _____. 2003. *Historical Biogeography: An Introduction*. Harvard University Press, Cambridge, MA 250pp.
- _____; O.E.Sala; L. Katinas & P.Posadas. 2006. Bridging historical and ecological approaches in biogeography. *Australian Systematic Botany* 19, 1–10.
- Craw, R.C. 1988. Continuing the synthesis between panbiogeography, phylogenetic systematics and geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and the Chatham Islands. *Systematic Zoology* 37, 291–310.
- _____; J.R.Grehan; M.J. Heads. 1999. *Panbiogeography: Tracking the History of Life*. Oxford University Press, New York 229pp.
- DeLong, D.C. (1996) - Defining biodiversity. *Wildlife Society Bulletin* 24(4): 738-49.

- Escalante, T.; V. S. Cordero; J. J. Morrone & M. Linaje. 2007. Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: a case study using species' ecological niche modeling, parsimony analysis of endemism and Goloboff fit. *Interciencia* 32(3): 151-159
- Funk, V.A. 2004. Revolutions in historical biogeography. In: Lomolino, M.V.; Sax, D.F. & Brown, J.H. (Eds.), *Foundations of biogeography: classic papers with commentaries*. University of Chicago Press, Chicago and London, p.647-657.
- Gauger, M.F.W. & P.A. Buckup. 2005. Two new species of Hypoptopomatinae from the rio Paraíba do Sul basin, with comments on the monophyly of Parotocinclus and the Otothyriini (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology* 3 (4): 509- 518.
- Grant, T. & Kluge, A., 2003. Data exploration in phylogenetic inference: scientific, heuristic, or neither. *Cladistics* 19, 379–418.
- Croizat, L.; G. Nelson & D.E. Rosen. 1974. Centers of origin and related concepts. *Systematic Zoology*, 23, 265–287.
- Hausdorf, B. 2002. Units in biogeography. *Systematic Biology*, 51: 648–651.
- _____ & Hennig, C. 2003. Biotic element analysis in biogeography. *Systematic Biology*, 52, 717–723.
- Haydon, D.T.; R.R. Radtkey & E.R. Pianka. 1994. Experimental biogeography: interactions between stochastic, and ecological processes in a model archipelago. In: Ricklefs, E., Schuller, D. (Eds.), *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 117–130.
- Hennig, C. (2006) Package 'prabclus', test for clustering of presence-absence data. <http://cran.r-project.org/doc/packages/prabclus.pdf>. Acessado em 20 de agosto de 2007.
- _____ & Hausdorf, B. 2004. Distance-based parametric bootstrap tests for clustering of species ranges. *Computational Statistics and Data Analysis* (45): 875-896.
- Humphries, C.J. & L.R. Parenti. 1999. *Cladistic biogeography*, 2nd edn. Oxford University Press, Oxford.
- Linder, H.P. 2001. On areas of endemism, with an example from the African Restionaceae. *Systematic Biology*, 50, 892–912.
- Lucinda, P.H.F. & R.E. Reis. 2005. Systematics of the subfamily Poeciliinae Bonaparte (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), with an emphasis on the tribe Cnesterodontini Hubbs. *Neotropical Ichthyology* 3(1): 1-60.
- Mast, A.R. & R. Nyffeler. 2003. Using a Null Model to Recognize Significant Co-Occurrence Prior to Identifying Candidate Areas of Endemism. *Syst. Biol.* 52: 271-280.
- Matthew, W.D., 1915. Climate and evolution. *Annals of New York Academy of Sciences* 24, 171–318.
- Menezes, N. A. 1987. Três espécies novas de *Oligosarcus* Günther, 1864 e redefinição taxonômica das demais espécies do gênero (Osteichthyes, Teleostei, Characidae). *Bol. Zool.* 1-39
- _____. 1972. Distribuição e origem da fauna de peixes de água doce das grandes bacias de fluviais do Brasil p. 73- 78, In: *Poluição e Piscicultura*. Fac. Saúde Pública da USP e Inst. de Pesca, São Paulo, 216 pp.
- _____. 1996. Padrões de distribuição da biodiversidade da Mata Atlântica do Sul e Sudeste brasileiro: peixes de água doce. In: *Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas, Fundação S.O.S Mata Atlântica & Fundação André Tosello, Workshop sobre padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste e Sul do Brasil*. 1996. Campinas- SP.
- _____ & S. H. Weitzman. 1990. Two new species of *Mimagoniates* (Teleostei: Characidae: Glandulocaudinae), their phylogeny and biogeography and a key to the glandulocaudin fishes of Brazil and Paraguay. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 380-426

- Myers G. S. 1938. Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution 92 (1938, for the year 1937): 339-364.
- Moline, P. M. & H. P. Linder. 2006. Input data, analytical methods and biogeography of *Elegia* (Restionaceae) *Journal of Biogeography* 33 (1), 47–62.
- Morrone, J.J., 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology* 43, 438–441.
- Murguía, M. & I.L. Villaseñor. 2003. Estimating the effect of the similarity coefficient and the cluster algorithm on biogeographic classifications. *Ann. Bot. Fenn.* 40: 415- 421.
- Nelson, G. & N.I. Platnick. 1981. *Systematics and Biogeography: Cladistics and Vicariance*. Columbia University Press, New York 567pp.
- Noss, F.R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4):355-64.
- Platnick, N.I. & G. Nelson. 1978. A method of Analysis for historical biogeography. *Systematic Zoology*, 27, 1–16.
- Posadas, P.; J.V. Crisci & L. Katinas. 2006 Historical biogeography: A review of its basic concepts and critical issues. *Journal of Arid Environments* 66(3): 389-403
- Ronquist, F., 1997. Dispersal-vicariance analysis: a new approach to the quantification of historical biogeography. *Systematic Biology* 46, 195–203.
- Rosa, R.S., N.A. Menezes, H.A. Britski, W.J.E.M. Costa & F. Groth. 2003. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga. In I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. da Silva (Eds.) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife
- Rosen, B.R., 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. In: Myers, A.A., Giller, P.S. (Eds.), *Analytical Biogeography: An Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*. Chapman & Hall, New York, pp. 437–481.
- Rosen, D.E. (1976) A vicariance model of Caribbean biogeography. *Systematic Zoology*, 24, 431–464.
- _____. 1978. Vicariant patterns and historical explanation in biogeography. *Systematic Zoology* 27, 159–188.
- Santos, C. M. D. & D.S. Amorim. 2007. Why biogeographical hypotheses need a well supported phylogenetic framework: a conceptual evaluation. *Pap. Avulsos Zool.* 47(4): 63-73.
- Sarmiento-Soares, L.M. & R. F. Martins-Pinheiro. 2006a. *Rachoviscus graciliceps* (Characidae: Incertae Sedis) sobrevivente nos pequenos riachos do Extremo Sul da Bahia, Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia* (85): 4-5. Disponível em <http://www.sbi.bio.br/boletins/BOLETIM85.pdf>, acessado em 21 de agosto de 2007; e em http://www.nossacasa.net/biobahia/doc/Rachoviscus_graciliceps_sbi.pdf, acessado em 21 agosto de 2007.
- _____. 2006b. *Mimagoniates sylvicola* (Characidae: Glandulocaudinae): espécie ameaçada de extinção em riachos litorâneos do Extremo Sul da Bahia, Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia* (83): 3-4. Disponível em <http://www.sbi.bio.br/boletins/BOLETIM83.pdf>, acessado em 21 de agosto de 2007; e em http://www.nossacasa.net/biobahia/doc/Mimagoniates_sylvicola_sbi.pdf, acessado em 21 agosto de 2007.
- _____. 2007. Os Auchenipteridae do Leste do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia* (87): 7-8. Disponível em <http://www.sbi.bio.br/boletins/BOLETIM87.pdf>, acessado em 21 de agosto de 2007; e em http://www.nossacasa.net/biobahia/doc/Auchenipteridae_do_Leste_sbi.pdf, acessado em 21 agosto de 2007.
- Siddall, M.E., Kluge, A.G., 1997. Probabilism and phylogenetic inference. *Cladistics* 13, 313–336.

Szumik, C.A.; F. Cuezco.; P.A.Goloboff & A.E.Chalup. 2002. An optimality criterion to determine areas of endemism. *Systematic Biology*, 51, 806–816.

Vari, R. P. 1992. Systematics of the neotropical Characiform genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces, Ostariophysi). *Smithson. Contrib. Zool.* i-iv + 1-137

_____ & Goloboff, P.A. (2004) Areas of endemism: an improved optimality criterion. *Systematic Biology*, 53, 968–977.

_____. & S.H. Weitzman. 1990. A review of the phylogenetic biogeography of the freshwater fishes of the South America. p. 381-393. In: G. Peters & R. Hutterer, *Vertebrates in the Tropics*. In: *Proceedings of the International Symposium on Vertebrate Biogeography and Systematics in the Tropics*, Bonn, June 1989. Alexander Koenig Zoological Research Institute and Zoological Museum.

_____. & L. R. Malabarba. 1998. Neotropical Ichthyology: an Overview. p. 1-12, in L. R. Malabarba, R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: EDIPUCRS.

Weitzman, S.H. & M. Weitzman, 1982. Biogeography and evolutionary diversification in Neotropical freshwater fishes with comments on the refuge theory. p. 403-422 in G.T. Prance (editor), *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press. i-xvi:714

_____.; N.A.Menezes & M.J. Weitzman. 1988. Phylogenetic biogeography of glandulocaudini (Teleostei: Characiformes, Characidae) with comments on the distribution of other freshwater fishes in eastern and southeastern Brazil. In *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns* (W.R. Heyer & P.E. Vanzolini, eds). *Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, p.379-427.

Wiley, E.O. (1988) Vicariance biogeography. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19, 513–542.

Wiley, E.O. & Mayden, R.L. (1985) Species and speciation in phylogenetic systematics, with examples from the North American fish fauna. *Annals of the Missouri botanical Garden*, 72, 596–635.

Wojcicki, M.; D.R.Brooks. 2004. Escaping the matrix: a new algorithm for phylogenetic comparative studies of co-evolution. *Cladistics* 20, 341–361.

Zunino, M. 2005. Filogenia de áreas de distribución: algunas reflexiones teóricas. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 21(1): 115-118 (2005)