



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO MORFOLÓGICO DA ICTIOFAUNA DE PEIXES DE RIACHOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

PAULO VITOR PANTOJA DIAS

Orientador (a): Prof^ª. Cristiane de Paula Ferreira/IG/UFPA

Belém

Outubro/2016



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO MORFOLÓGICO DA ICTIOFAUNA DE PEIXES DE RIACHOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

PAULO VITOR PANTOJA DIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador (a): Prof^ª. Cristiane de Paula Ferreira - IG/UFPA

Belém

Outubro /2016



Universidade Federal do Pará Faculdade de Oceanografia Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO MORFOLÓGICO DA ICTIOFAUNA DE PEIXES DE RIACHOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

PAULO VITOR PANTOJA DIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará/UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador (a): Prof^ª. Cristiane de Paula Ferreira - IG/UFPA

Data da defesa: ____/____/____

Conceito: _____

Membros examinadores

Prof. Dr. James Tony Lee
Instituto de Geociências/UFPA

Msc. Híngara Leão Sousa
PPG Zoologia UFPA/MPEG

Prof. Dra. Cristiane de Paula Ferreira
Instituto de Geociências/UFPA

Belém
Outubro/2016

À minha família, é claro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por proteger àqueles de meu afeto.

Aos meus pais, Osmarina e Benedito, por todo afeto, paciência e apoio sempre ofertados.

Aos meus irmãos Pedro Henrique, Roberta Isabelle, Diego Augusto e Lianker Lopes pelo incentivo e confiança.

À Izabela Couto por todas as palavras de amor, compreensão e memórias, fundamentais para que eu continue a perseverar no ser.

À Lisbela por todo amor e companheirismo compartilhado.

Aos amigos, Abdul, André, Rodrigo, Sandro, Ronaldo, David, Edilena, Thiago pela ajuda e momentos de descontração.

À turma e amigos de oceanografia 2010, Rogério, Rodolpho, Fabio, Guilherme, Francisco, Thuareag, Johnata, Leonardo, Arthur e aos demais.

A todos os navegantes de oceanografia 2012.

À minha orientadora, Dr^a Cristiane de Paula Ferreira, pelo conhecimento ofertado e pelas palavras de compreensão estendidas.

E por fim, a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente no desenvolvimento e conclusão desta pesquisa. Os meus sinceros agradecimentos.

“O que ouço, eu esqueço. O que vejo, eu lembro. O que faço, eu entendo”.

(Confúcio)

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a estrutura ecomorfológica da assembleia de peixes de 10 igarapés situados no interior e exterior da Floresta Nacional de Caxiuanã (FLONA). As amostragens foram feitas no período seco (outubro e novembro/2012) em cinco igarapés no interior da FLONA e em cinco no seu entorno. As coletas foram realizadas em trechos de 150 metros por igarapé. Os peixes foram amostrados com redes de mão (peneiras) confeccionadas com malha metálica de cinco milímetros, com esforço amostral total de seis horas. Nos igarapés escolhidos para a análises somaram-se 13 espécies dentro da FLONA e 11 no entorno. Foram retiradas 10 medidas absolutas de 10 exemplares de cada espécie. Essas medidas foram relacionadas em nove atributos morfológicos. Os resultados indicam que a assembleia no interior na Flona é caracterizada com uma morfologia compatível com peixes que se alimentam e nadam ativamente na coluna d'água próximo da superfície, provavelmente pela maior oferta de itens alimentares. Já a assembleia no exterior da Flona exhibe morfologia variável, com exemplos de nadadores ativos, outros menos ativos e com maior capacidade para deslocamento vertical, possivelmente pela menor oferta de alimentos disponíveis alguns indivíduos necessitam busca-lo de forma mais ativa, enquanto outros permanecem onde está disponível sua fonte de alimento, não se afastando muito dessa fonte, com predominância de espécies associadas a bancos de macrófitas, não foram avaliados os impactos da região sobre a ecomorfologia da espécies.

Palavras-chave: unidades de conservação, ecomorfologia, igarapés, desmatamento, peixes.

ABSTRACT

This study was conducted in order to characterize the ecomorphological structure of the fishes assemblage located in 10 streams inside and outside the Caxiuanã National Forest (CNF), and observe the morphology of living species in these locations. Samples were collected in the dry season (October and November / 2012) in five streams within the Flona and five in the surrounding area, totaling 10 streams. Samples were collected in stretches of 150 meters per stream. Fish were sampled with hand nets (sieves) made with metal mesh of five millimeters, with a total sampling effort of six hours. The streams chosen for analysis were added up 13 species within the National Forest and 11 in the surroundings. Absolute measures of ten specimens of each species were taken. These measures were related in nine morphological attributes. The results indicate that the assemblage residing inside the Flona shows morphology compatible with more active fish, indicating individuals that feed by actively swimming in the water column near the surface. However, the assemblage outside the Flona displays variable morphology, with examples of active swimmers, others slow and greater capacity for vertical displacement, with predominant species associated to macrophyte banks.

Keywords: conservation units, ecomorphology, streams, deforestation, fishes.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização da FLONA de Caxiuanã, os pontos indicam os igarapés onde ocorreram as coletas 3
- Figura 2. Projeção dos dois primeiros eixos da PCA para as espécies de peixes dos igarapés localizados dentro da Flona de Caxiuanã, PA 9
- Figura 3. Projeção dos dois primeiros eixos da PCA para as espécies de peixes dos igarapés localizados fora da Flona de Caxiuanã, PA 10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Lista das medidas absolutas mensuradas	4
Tabela 2.	Lista de atributos morfológicos avaliados das assembleias de peixes dos igarapés da região de Caxiuanã, PA	5
Tabela 3.	Lista das espécies analisadas nos igarapés situados no interior e exterior da Flona de Caxiuanã	6
Tabela 4.	Contribuição aos dois primeiros eixos da PCA dos 9 atributos ecomorfológicos das espécies de peixes residentes nos Igarapés situados no interior e exterior da Flona, em Caxiuanã, PA	7

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aa -	<i>Apistogramma</i> gr. <i>agassizii</i>
AC -	Altura da cabeça
ACP -	Análise de Componentes Principais
ALO -	Altura da Linha do Olho
AMC -	Altura Máxima do Corpo
AP -	Altura do Pedúnculo
Ar -	<i>Apistogramma</i> gr. <i>regani</i>
ARBo -	Abertura Relativa da Boca
ARC -	Altura Relativa do Corpo
ARO -	Altura Relativa do Olho
ArRNC -	Área Relativa da Nadadeira Caudal
ArRNPet -	Área Relativa da Nadadeira Peitoral
Ca -	<i>Copella</i> <i>arnoldi</i>
CC -	Comprimento da Cabeça
CD -	Comprimento do Dentário
Cn -	<i>Copella</i> <i>nigrofasciata</i>
CP -	Comprimento do Pedúnculo
CP -	Comprimento Padrão
CP -	Componente Principal
CRC -	Comprimento Relativo da Cabeça
CRPe -	Comprimento Relativo do Pedúnculo
Csa -	<i>Crenicichla</i> gr. <i>sataxilis</i>
Csp -	<i>Crenuchus</i> <i>spilurus</i>
Cst -	<i>Carnegiella</i> <i>strigata</i>
FLONA -	Floresta Nacional
Gsp -	<i>Gladioglanis</i> <i>sp</i>
Hb -	<i>Hemigrammus</i> <i>bellottii</i>
Hh -	<i>Hyphessobrycon</i> <i>heterorhabdus</i>
Ho -	<i>Hemigrammus</i> cf. <i>ocellifer</i>
ICC -	Índice de Compressão do Corpo
ICPe -	Índice de Compressão do Pedúnculo
LP -	Largura do Pedúnculo

MPEG -	Museu Paraense Emílio Goeldi
Mw -	<i>Microcharacidium weitzmani</i>
Ne -	<i>Nannostomus eques</i>
Nt -	<i>Nannacara taenia</i>
Ntr -	<i>Nannostomus trifasciatus</i>
PA -	Pará
Pa -	<i>Physopyxis ananas</i>
Pm -	<i>Pristella maxillaris</i>
UC -	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIACÕES	xi
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	2
MATERIAIS E MÉTODOS	3
ÁREA DE ESTUDO	3
COLETA DE DADOS	3
ANÁLISE DE DADOS	5
RESULTADOS	7
DISCUSSÃO	10
CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

INTRODUÇÃO

Na ecologia a disciplina que estuda as relações entre a morfologia funcional e a performance ecológica das espécies é chamada de ecomorfologia (Motta et al., 1995; Norton et al., 1995; Peres-Neto, 1999), a qual tenta explicar, através de padrões, o sucesso do indivíduo em explorar um ou mais ambientes. Desta forma, as condições ambientais estão direta ou indiretamente ligadas ao comportamento ecológico e a morfologia do mesmo (Motta et al., 1995; Norton et al., 1995; Peres-Neto, 1999), influenciando no seu padrão de distribuição (Roa-Fuentes *et al.* 2015).

A morfologia das espécies tem estreita relação com sua ecologia e as implicações dessa relação na distribuição das assembleias de peixes tem sido investigadas em populações de diversos sistemas fluviais (Watson e Balon 1984, Wikramanayake 1990, Winemiller *et al.* 1995, Peres-Neto 2004, Teixeira e Bennemann 2007, Blasina *et al.* 2016).

Em ecossistemas de riachos íntegros, o aumento das dimensões do curso d'água à jusante favorece o incremento de espécies (Matthews 1986), sendo que as diferenças morfológicas entre elas indicam diferenças ecológicas associadas a diferentes estratégias de vida (Norton *et al.* 1995).

Estudos em regiões com intenso uso da terra e riachos com floresta ripária desmatada, tem mostrado baixa diversidade com dominância de poucas espécies generalistas, sugerindo que a simplificação de habitats pode ocasionar a simplificação da ictiofauna (Casatti *et al.* 2009), assim como a diminuição de grupos funcionais especializados e favorecimento de grupos funcionais generalistas e oportunistas (Teresa *et al.* 2015, Casatti *et al.* 2015).

A grande diversidade morfológica e ecológica dos peixes pode ser observada através da ampla gama de modos reprodutivos, diferentes nichos e na ampla diversidade de tipos de recursos consumidos (Motta *et al.* 1995). Essa complexidade de características ecológicas pode ser utilizada como uma medida de impacto nos ecossistemas, pois reflete os efeitos de fatores estressantes (Karr *et al.* 1986, Barbour *et al.* 1999), e demonstra que os organismos se adaptam e possuem alto grau de integração nas suas características morfológicas, ecológicas e comportamentais (Karr e James 1975, Norton *et al.* 1995).

Apesar dos parâmetros tradicionais de diversidade serem muito utilizados para estudos de diversidade de peixes de riachos (Bojsen e Barriga 2002, Casatti *et al.* 2009, Cetra *et al.* 2009, Teresa e Casatti 2010, Carmassi *et al.* 2012), atualmente outros tem surgido e demonstrado sua eficiência em identificar padrões ecológicos e suas alterações frente aos impactos, como os estudos de diversidade funcional (Teresa *et al.* 2015, Casatti *et al.* 2015). Nesse sentido é possível que outros atributos da comunidade, como, por exemplo, a estrutura

morfológica da ictiofauna seja distinta entre riachos com diferentes condições estruturais do habitat.

Atualmente, grande parte dos ambientes aquáticos continentais brasileiros sofrem modificações por atividades humanas (Tundisi e Barbosa 1995), que direta ou indiretamente estão vinculadas a processos de urbanização, atividades agrícolas ou pastoris, que levam a sua contaminação e eutrofização, sedimentação, canalização e introdução de espécies exóticas (Agostinho *et al.* 2005).

Com base na premissa de que corpos d'água mais preservados são mais heterogêneos, permitindo uma maior variabilidade de tipos morfológicos e que ambientes com maior atividade humana são mais simplificados e homogêneos devido à retirada da vegetação ripária e demais processos de uso da terra já citados, nossa hipótese é que, a despeito de estarem inseridos na mesma bacia hidrográfica do Rio Anapu, as assembleias de peixes dos igarapés dentro da FLONA de Caxiuanã apresentam maior variabilidade morfológica, com indicações de maior especialização a micro habitats mais específicos que os igarapés nas áreas de entorno, sob pressão das atividades humanas.

OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi analisar as características morfológicas das espécies de peixes de igarapés no interior da FLONA de Caxiuanã e em igarapés do seu entorno, fora da área da unidade de conservação, buscando avaliar a ocupação do espaço morfológico pelas assembleias de peixes nessas duas áreas distintas e identificar variações na diversidade morfológica e possíveis indicativos de simplificação da estrutura morfológica das assembleias.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 3) corresponde aos igarapés localizados no interior da Floresta Nacional de Caxiuanã (FLONA de Caxiuanã) e no seu entorno, englobando os municípios de Portel e Melgaço, ambos situados no Estado do Pará. A FLONA está situada na porção inferior do rio Anapu, entre os rios Tocantins e Xingu, constituindo uma unidade de conservação federal onde ainda existem extensas áreas de “floresta preservada” (Moraes 2006).

A FLONA de Caxiuanã é uma unidade de conservação bem preservada que está inserida na região do principal polo madeireiro da zona do estuário no estado do Pará, onde as atividades se concentram no extrativismo vegetal, o que tem resultado em uma produção de madeira em tora de 26% da produção total do estado (Veríssimo *et al.* 2006). Na área do entorno da FLONA, o processo de urbanização encontra-se em expansão, alcançando áreas de florestas e corpos hídricos que ainda permanecem preservados (Híngara L. Sousa, com. pessoal).

VEGETAÇÃO

Um plano de manejo (PM) foi realizado pelo instituto Chico Mendes em 2012 e através deste foram identificados quatro tipos de vegetação, separando as duas principais regiões de relevo da FLONA em baixios e platôs. Essa separação é fundamental uma vez que os dois tipos de relevo têm estruturas de vegetação diferentes, em termos de riqueza e composição de espécies (ICMBio, 2012). Os resultados encontrados pela metodologia aplicada a toda área da FLONA é exibida na tabela 1 e a Figura 1 delinea a disposição espacial dos tipos de vegetação identificados.

Tipos de vegetação	% de área
Floresta ombrófila densa de terras baixas – Db1 (região de baixios)	30,1
Floresta ombrófila densa de terras baixas – Db2 (região de platôs)	60,1
Floresta ombrófila densa aluvial (Da)	8,7
Campinarana (La)	1,1

Tabela 1 – Tipos de vegetação encontradas em Caxiuanã. Fonte: PM da Flona de Caxiuanã (ICMBio, 2012).

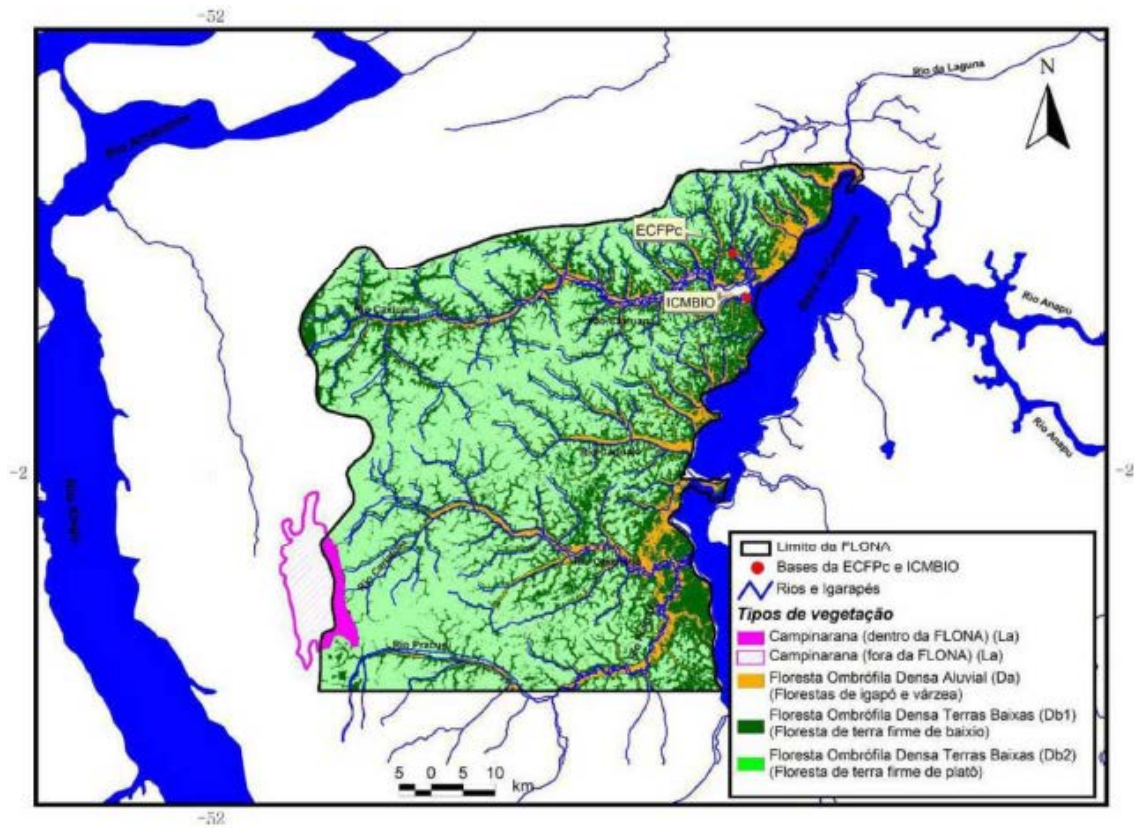


Figura 1 – Mapa de vegetação da Flona de Caxiuanã proposto pelo Plano de Manejo da UC. Fonte: PM da Flona de Caxiuanã (ICMBio, 2012).

CLIMA

As condições meteorológicas e o clima da região da FLONA de Caxiuanã são intensamente dependentes da localização geográfica junto aos grandes sistemas atmosféricos que controlam a distribuição pluviométrica, evaporação, temperatura do ar, umidade do ar e regime de ventos (ICMBio, 2012).

A Floresta Amazônica exibe altas temperaturas e precipitações anuais, apesar de ocorrerem amplas variações. Existem duas estações características ao longo do ano, a estação chuvosa, que abrange os meses de dezembro a maio, e a estação menos chuvosa, que compreende os meses de junho a novembro (COSTA et al. 2008).

Estas condições estão diretamente associadas à intensa radiação solar incidente na região tropical brasileira e a influência direta da zona de convergência intertropical (ZCIT), o principal sistema meteorológico responsável pelo regime de chuvas na região amazônica (COSTA et al. 2008).

PLUVIOSIDADE

A precipitação é entendida como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre (solo). Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são as diferentes formas de precipitação, sendo a chuva o tipo mais importante devido à sua capacidade para produzir escoamento (IBAMA, 2004).

As principais características da precipitação são o seu total, duração, distribuição temporal e espacial. (ICMBio, 2012).

Há uma sazonalidade bem caracterizada da precipitação na Floresta Nacional de Caxiuanã, estando o período chuvoso compreendido entre janeiro e junho, com 76,3% do total anual. Durante o período menos chuvoso, que se estende entre julho a dezembro, o total precipitado foi de 23,7% do total anual (Figura 1). (ICMBio, 2012).

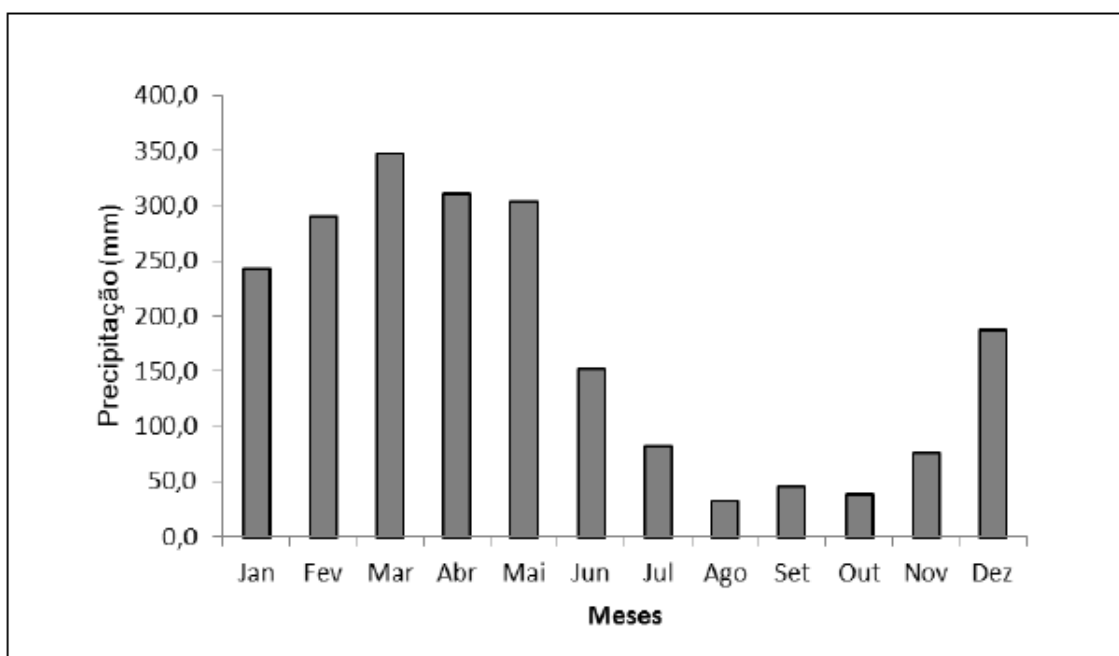


Figura 2. Variação anual da precipitação na Floresta Nacional de Caxiuanã. Fonte: PM da Flona de Caxiuanã (ICMBio, 2012).

OLIVEIRA, et. al., 2008, também evidenciaram esta sazonalidade. Na média climatológica da região os períodos chuvosos e menos chuvosos representam 72,5% e 27,5%, respectivamente.

As precipitações mais escassas estão ligadas, principalmente, a sistemas convectivos, no entanto os períodos com maior precipitação são fortemente associados aos sistemas de grande escala atuantes na região, como a zona de convergência inter-tropical - ZCIT (MOLION, 1987).

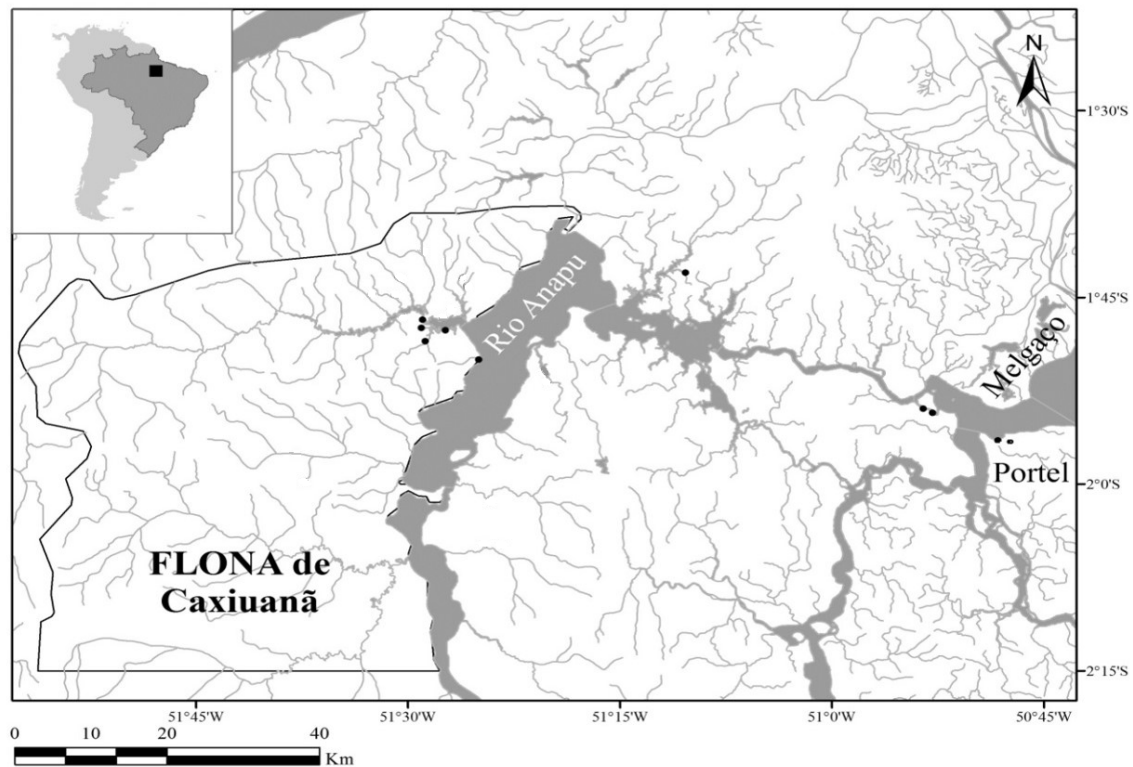


Figura 3 - Localização da floresta nacional de Caxiuanã, PA. Os pontos indicam os igarapés onde ocorreram as coletas.

COLETA DE DADOS

Uma campanha foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2012 (período de seca), onde foram amostrados cinco igarapés dentro da FLONA e cinco no entorno. As coletas foram realizadas em um trecho de 150 metros por igarapé subdivididos em dez segmentos de quinze metros. Os peixes foram amostrados com redes de mão (peneiras) confeccionadas com malha metálica de cinco milímetros de espessura, com esforço amostral total de seis horas por trecho.

Os exemplares coletados em cada seção foram etiquetados e mantidos separadamente. Posteriormente foram fixados em solução de formalina 10% e após 48h transferidos para álcool 70% para futura identificação no Laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, *campus* Guamá. A identificação dos indivíduos será realizada ao menor nível taxonômico possível usando chaves de identificação (Gery 1977, Kullander 1986, Britski *et al.* 2007) e profissionais especialistas.

Todo o material será depositado na Coleção Ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, Pará.

Para a obtenção dos dados morfométricos foram aferidas 10 medidas lineares de cada indivíduo adulto das espécies, tendo sido mensurados de oito a 10 exemplares de cada espécie, as medidas foram escolhidas com base no uso do habitat (Gatz 1979, Watson e Balon 1984, Winemiller 1991). Estas foram tomadas do lado esquerdo dos espécimes, com o auxílio de paquímetro digital com 0,01 mm de precisão para posterior cálculo de nove atributos morfológicos, atentando para aquelas que refletem aspectos relacionados ao uso do hábitat (Teixeira e Bennemann 2007) e a área da nadadeira e total foi estimada através do contorno de cada espécie delineado em papel milimetrado (Beaumord e Petrere 1994) (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Lista das medidas absolutas mensuradas, utilizadas nas análises morfométricas (adaptadas de Teixeira e Bennemann 2007).

MEDIDA	SIGLA	DESCRIÇÃO
Comprimento padrão	CP	Distância entre a ponta do focinho e a extremidade da última vértebra caudal.
Comprimento da cabeça	CC	Distância entre a ponta do focinho e a extremidade posterior do opérculo.
Altura da linha do olho	ALO	Altura tomada da borda ventral da cabeça ao meio do olho, na mesma linha da altura da cabeça.
Altura da cabeça	AC	Distância entre a borda ventral à dorsal da cabeça na mesma linha da altura do olho.
Comprimento do dentário	CD	Distância entre a extremidade anterior do dentário à articulação com o suspensório.
Altura máxima do corpo	AMC	Máxima distância entre a borda ventral e dorsal do corpo (exceto nadadeiras).
Largura máxima do corpo	LMC	Máxima distância transversal do corpo.
Comprimento do pedúnculo	C _{Pe}	Distância entre a borda posterior da base da nadadeira anal à borda posterior da última vértebra.
Altura do pedúnculo	AP	Altura do pedúnculo tomada na região de menor altura.
Largura do pedúnculo	LP	Distância transversal tomada na mesma região da altura do pedúnculo.

Tabela 3. Lista de atributos morfológicos avaliados das assembleias de peixes dos igarapés da região de Caxiuanã, PA.

ATRIBUTO	FÓRMULA	INTERPRETAÇÃO
-----------------	----------------	----------------------

Comprimento relativo da cabeça (CRC)	CC/CP	Atributo diretamente relacionado ao tamanho relativo do alimento consumido (Gatz 1979b).
Altura relativa do olho (ARO)	ALO/AC	Altos valores indicam olhos dorsalmente posicionados, característico de peixes bentônicos (Watson & Balon 1984).
Índice de compressão do corpo (ICC)	AMC/LMC	Valores elevados indicam peixe lateralmente comprimido, relacionando-se a peixes que ocupam habitats de águas lentas (Watson & Balon, 1984), podendo indicar também preferência por águas superficiais (Pouilly et al. 2003).
Altura relativa do corpo (ARC)	AMC/CP	Atributo inversamente relacionado com ambientes de hidrodinamismo elevado e diretamente relacionado com a capacidade de desenvolver deslocamentos verticais (Gatz 1979b).
Comprimento relativo do pedúnculo (CRPe)	CPe/CP	Pedúnculos longos indicam bons nadadores, inclusive peixes bentônicos habitantes em ambientes de hidrodinamismo elevado (Watson & Balon 1984).
Índice de compressão do pedúnculo (ICPe)	APe/LP	Pedúnculos comprimidos indicam indivíduos de natação lenta e pouca manobrabilidade, podendo afetar o desempenho em arrancadas rápidas à medida que aumenta a altura dos corpos entre as diferentes espécies (Gatz 1979b).
Área relativa da nadadeira caudal (ArRNC)	Área da nadadeira caudal/área do corpo	Grandes nadadeiras caudais indicam movimentos em arrancadas rápidas, modo típico de natação de vários peixes bentônicos (Balon et al. 1986).
Área relativa da nadadeira peitoral (ArRNPet)	Área da nadadeira peitoral/área do corpo	Valores altos são encontrados em nadadores lentos, que usam a nadadeira para manobras e frenagens, ou habitantes de águas correntes que as usam como defletores de corrente, possibilitando dessa maneira manterem-se em contato com o substrato (Gatz 1979b).
Abertura relativa da boca (ARBo)	CD/SL	Altos valores indicam grande abertura da boca, sugerindo alimentação baseada em itens de porte relativamente grandes.

ANÁLISE DE DADOS

Os atributos morfológicos foram organizados em uma matriz de correlação para a obtenção dos componentes principais (CP) e submetidos a uma análise de componentes principais (ACP). Posteriormente o gráfico de dispersão de espécies foi gerado, com o objetivo de ordenar as espécies no espaço ecomorfológico. Legendre & Legendre (1998) destacam esta análise como um método de ordenação para compelir e expor em poucas dimensões a maior quantidade de variabilidade de uma matriz com grande número de descritores, apresentando após o teste uma medida da quantidade da variância explicada por esses poucos eixos principais independentes.

A escolha dos CP a serem interpretados foi obtida através da aleatoriedade gerada pelo modelo de Broken-stick (Legendre e Legendre 1998). Desta forma, para decidir quais componentes (eixos) foram escolhidos para interpretação, os autovalores do *Broken-Stick*

foram comparados com valores gerados para cada eixo, todos os eixos com autovalores maiores que os autovalores do *Broken-Stick* foram selecionados para interpretação (Mccune e Mefford 1999). Além disso, para verificar a existência de diferença no espaço morfológico entre as áreas a existência de diferença no espaço morfológico entre as áreas, foi feito um teste T.

Foi analisado o total de 17 espécies, sendo 13 amostradas nos igarapés dentro da Flona e 11 espécies na região do entorno (Tabela 4). As espécies que somaram menos de oito exemplares em cada grupo de igarapés (preservado e alterado) foram retiradas das análises pela necessidade de um número mínimo de réplicas, considerado nesse estudo como um mínimo de oito e máximo de 10 exemplares.

Tabela 4. Lista das espécies analisadas nos igarapés situados no interior e exterior da Flona de Caxiuanã, PA, que tiveram suas medidas mensuradas para cálculos do espaço morfológico.

Espécies	Abreviação	Interior Flona	Exterior Flona
<i>Apistogramma gr. agassizii</i>	Aa	x	x
<i>Apistogramma gr. regani</i>	Ar	x	x
<i>Carnegiella strigata</i>	Cst	x	-
<i>Copella arnoldi</i>	Car	x	x
<i>Copella nigrofasciata</i>	Cn	-	x
<i>Crenicichla gr. saxatilis</i>	Csa	-	x
<i>Crenuchus spilurus</i>	Csp	x	x
<i>Gladioglanis sp.</i>	Gsp	x	-
<i>Hemigrammus bellottii</i>	Hb	x	x
<i>Hemigrammus cf. ocellifer</i>	Ho	x	x
<i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i>	He	x	-
<i>Microcharacidium weitzmani</i>	Mw	x	-
<i>Nannacara taenia</i>	Nt	x	x
<i>Nannostomus eques</i>	Ne	-	x
<i>Nannostomus trifasciatus</i>	Nnt	x	-
<i>Physopyxis ananas</i>	Pa	x	-
<i>Pristella maxillaris</i>	Pm	-	x

RESULTADOS

De acordo com o modelo *broken-stick* (Tabela 5), a ACP (Análise de componentes principais) da estrutura ecomorfológica das assembleias de peixes, o eixo 1 foi responsável por 26% da variação e o eixo 2 exibiu 23% da variação, a análise foi feita considerando tanto o interior quanto o exterior da FLONA.

Atributos	Interior e Exterior	
	CP1	CP2
Comprimento Relativo da Cabeça	0,694	-0,031
Altura Relativa do Olho	0,168	0,796
Índice de compressão do Corpo	0,323	-0,846
Altura Relativa do Corpo	0,824	-0,307
Comprimento Relativo do Pedúnculo	0,253	0,374
Índice de compressão do Pedúnculo	0,694	0,421
Área Relativa da Nadadeira Caudal	-0,378	-0,327
Área Relativa da Nadadeira Peitoral	-0,451	0,389
Abertura Relativa da Boca	0,378	0,207
Autovalor	2,327	2,064
<i>Broken-Stick</i>	2,829	1,829
Proporção da variação (%)	25,86	22,93
Variação acumulada (%)	25,86	48,80

Tabela 5. Contribuição aos dois primeiros eixos da ACP dos nove atributos ecomorfológicos das espécies de peixes dos igarapés situados dentro e fora da FLONA, em Caxiuanã, PA. Os destaques em negrito são auto vetores relevantes para a interpretação dos eixos significativos.

Nos igarapés dentro e fora da FLONA foram mais influenciados pelos atributos comprimento relativo da cabeça (CRC), altura relativa do olho (ARO), índice de compressão do corpo (ICC), altura relativa do corpo (ARC) e índice de compressão do pedúnculo (ICPe) com maiores valores negativos representados pelas espécies *Apistogramma gr. agassizii* e *Apistogramma gr. regani* (Figura 4).

O eixo PC1, que explicou 40,7% da variação, foi influenciado principalmente pelos atributos altura relativa da cabeça, índice de compressão do pedúnculo e área relativa da nadadeira peitoral, principalmente pelos atributos Altura Relativa Do Corpo (+) e Área

Relativa Da Nadadeira Peitoral (-), representados pelas espécies: *Nannacara taenia* e *Apistogramma* gr. *regani*; O eixo PC2 explicou 27,9% da variação, influenciado pelos atributos índice de compressão do corpo e altura relativa do olho, respectivamente, ICC (-) e ARO (+), representados pelas espécies *Copella nigrofasciata* e *Nannostomus eques* (Figura 4).

Teste T : $P = 0,98$; $\alpha = 0,5$

O teste T não mostrou um valor significativo, revelando não haver diferenças significativas no espaço morfológico das espécies

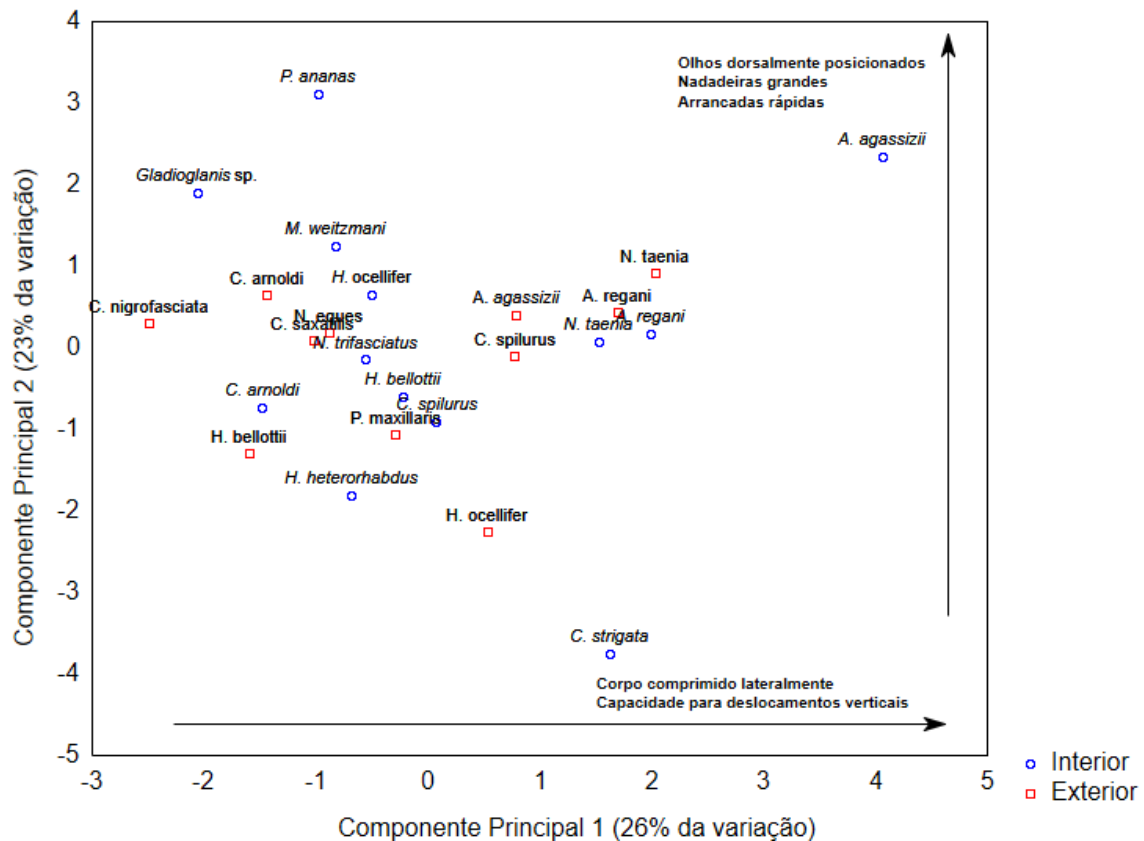


Figura 4. Projeção dos dois primeiros eixos da PCA para as espécies de peixes dos igarapés localizados dentro e fora da Flona de Caxiuanã, PA. Abreviações das espécies: Aa - *Apistogramma* gr. *agassizii*, Ar - *Apistogramma* gr. *regani*, Cst - *Carnegiella strigata*, Ca - *Copella arnoldi*, Cn - *Copella nigrofasciata*, Csa - *Crenicichla* gr. *sataxilis*, Csp - *Crenuchus spilurus*, Gsp - *Gladioglanis* sp., Hb - *Hemigrammus bellottii*, Ho - *Hemigrammus* cf. *ocellifer*, Hh - *Hyphessobrycon heterorhabdus*, Mw - *Microcharacidium weitzmani*, Ne - *Nannostomus eques*, Nt - *Nannacara taenia*, Ntr - *Nannostomus trifasciatus*, Pa - *Physopyxis ananas* e Pm - *Pristella maxillaris*.

DISCUSSÃO

As inúmeras variações ecomorfológicas em peixes de água doce são associadas diretamente com a grande diversidade de espécies das regiões tropicais (Winemiller 1991). O uso de recursos espaciais e tróficos, pelos peixes, são apontados pelas diferenças no tamanho do corpo ou de caracteres morfológicos (Keast e Webb 1966, Werner 1984), de forma que esses padrões morfológicos podem ser utilizados para avaliar as diferenças no uso de recurso entre elas (Shoener 1974). As espécies comuns na água livre apresentaram a dieta relativamente variada, podendo ingerir itens alóctones e autóctones. Isto pode estar ligado à grande mobilidade dessas espécies, o que permite que elas procurem alimento em toda coluna d'água (Gorman e Karr 1978, Gatz 1979, Lowe-McConnell 1987).

No nosso estudo, embora o arranjo de espécies entre as duas bacias seja distinto, as características que as definiram foram relativamente análogas. Cinco atributos ecomorfológicos comuns (comprimento relativo da cabeça, altura relativa do olho, índice de compressão do corpo, altura relativa do corpo e índice compressão do pedúnculo) foram os mais acentuados para a explanação da ordenação e no arranjo dos grupos ecomorfológicos, implicando que nos locais de estudo as espécies compartilham um padrão ecomorfológico que estaria determinado essencialmente por feições funcionais relacionados com a porção da coluna da água que as espécies utilizam e com os recursos dos quais se alimentam. Este arranjo ecomorfológico tem sido notado em diversas assembleias de peixes de ambientes continentais (Watson e Balon 1984, Wikramanayake 1990, Casatti e Castro 2006, Oliveira *et al.* 2010, Leal *et al.* 2011).

Apesar dos atributos ecomorfológicos mais significativos para a interpretação dos padrões ecomorfológicos serem os mesmos, a importância de cada um deles diferiu entre as duas áreas. Isto estaria relacionado com a presença de morfotipos especializados na assembleia no interior da FLONA, como *Physopyxis ananas* e *Gladioglanis* sp, estando presente em áreas mais próximas ao fundo, diferindo de espécies no exterior da FLONA que apresentam um padrão de meio de coluna e superfície, salve espécies que apresentam um comportamento bento-pelágico como *Crenicichla gr. sataxilis* (Kullander e Nijssen 1989).

Estudos em região com alta taxa de desmatamento mostraram que córregos associados a áreas desmatadas, sem a presença da vegetação ripária diferem quanto à composição e representação de seus grupos ictiológicos de área conservadas. (Teresa *et al.* 2015). A preferência dos peixes pelo seu alimento é determinada por um conjunto de fatores evolutivos de cada espécie, destacando-se aqui a morfologia (Ridley 2006). A gama de caracteres

morfológicos, internos e externos, exibem de maneira direta aspectos inerentes à vida dos peixes, como tipo de recursos alimentares, estratégias de exploração, resultando na variabilidade de seu regime alimentar (Sampaio & Goulart 2011).

A espécie que melhor exemplifica a tendência do posicionamento das demais espécies na ACP no interior da FLONA é *Carnegiella strigata*, conhecida como peixe borboleta. Sua boca está situada na parte superior de seu corpo, alimentam-se de invertebrados terrestres e aquáticos, estritamente na superfície, visto que a posição dos olhos e forma do corpo dificultam outros hábitos, (Santos, 2005). Encontrada em habitats chamados de igapó e igarapé, caracterizados pela espessa e saliente vegetação ciliar e substratos cobertos de ramos caídos, raízes de árvores e serapilheira. Tais habitats podem significar uma importante fonte de recursos para alimentação de espécies na superfície, *Carnegiella strigata* está presente somente no interior da FLONA, onde o ambiente apresenta maior integridade e consequentemente mais itens alimentares disponíveis para um indivíduo com uso restrito da coluna d'água (Teresa, 2015).

Nestas áreas florestadas, insetos de origem terrestre costumam ser bastante abundantes, não sendo difícil a sua captura, pois quando estes caem na água, sua locomoção torna-se bastante limitada e são predados facilmente predados (Melo *et al.* 2003). Outros itens alimentares como sementes e frutos estão associados à mata ciliar e disseminam-se na água através desta, a mata também disponibiliza itens que servem de substrato para o estabelecimento de perifíton por meio de galhos e troncos submersos (Carmo 2013). Larvas de insetos terrestres podem representar um tipo de recursos a ser explorado próximos a locais marginais circundados pela vegetação ciliar, com significativas quantidades de troncos submersos e galhos, onde as larvas podem se estabelecer durante parte do seu desenvolvimento (Nakano *et al.* 2006). Um estudo mostra que insetos podem ser considerados um item alimentar significativamente nutritivo em termos de valor de nutrientes em massa (Nico e Morales 1994). Assim, no interior da FLONA este tipo de hábito é altamente vantajoso, pois insetos terrestres têm um valor nutritivo considerável, especialmente em proteína (60%), gordura (25%) e carboidratos (15%) (Nakano *et al.* 2006), desta forma a relação custo/benefício é vantajosa considerando a qualidade do alimento e a facilidade de captura. O que poderia explicar, de maneira geral, o agrupamento das espécies na ACP no interior da FLONA, visto que 8 espécies: *Apistogramma gr. regani*, *Carnegiella strigata*, *Copella arnoldi*, *Crenuchus spilurus*, *Hemigrammus bellottii*, *Hemigrammus cf. ocellifer*, *Microcharacidium weitzmani* e *Nannacara taenia*, estão agregadas, exibindo características morfológicas similares como olhos lateralmente posicionados, corpos lateralmente comprimidos, pedúnculo caudal

arredondado e comprimento reduzido da cabeça, hábitos ligados a espécies que utilizam mais a porção superior da coluna d'água, pois apesar de que espécies podem apresentar diferentes abrangências de nichos seus padrões de distribuição estão combinados às condições ambientais (Ricklefs 2009).

O desmatamento da vegetação ripária causa sensibilidade as comunidades instaladas ao seu redor, visto que existe uma importância em seu uso para reprodução, abrigo e alimentação dos peixes em seus micro-habitats, induzindo a estrutura e composição destas comunidades (Casatti *et al.* 2009). A diminuição ou falta desta vegetação acarreta na potenciação de processos erosivos, assoreamento do leito dos rios e aumento da turbidez da água. Pesquisas com substrato apontam que sua alteração influencia diretamente a disponibilidade de microhabitats, modificando a biota e a comunidade de macroinvertebrados, limitando a oferta de recursos alimentares para peixes de riacho (Russo *et al.* 2002, Yoshimura 2012), que aliada a ausência de material alóctone modifica as relações tróficas entre as comunidades, lesar a composição e estrutura de toda assembleia aquática residente (Pusey e Arthington 2003).

Os fatores citados acima podem explicar, de forma geral, a maior dispersão das espécies na ACP no entorno da FLONA, visto que hábitos alimentares ligados à itens alóctones provavelmente serão prejudicados, logo, outras formas de exploração de recursos em diferentes partes da coluna d'água deverão estar presentes e as características morfológicas apresentadas pelos indivíduos no entorno: corpos comprimidos e arredondados, maior e menor abertura da boca, pedúnculo caudal comprimido e com maior capacidade para deslocamento vertical é compatível com hábitos ambientais mais variáveis, mesmo com a presença de espécies que também foram observadas no interior da FLONA em pontos mais distantes da ACP, já que características morfológicas similares não indicam necessariamente o uso de um mesmo grupo de alimento (Carmo 2013).

A espécie que melhor exemplifica o a tendência da dispersão de espécies no entorno da FLONA é *Crenicichla gr. sataxilis*, pois este gênero é classificado na literatura como generalista (Kullander 1986, Wootton 1992, Montaña e Winemiller 2009, Gibran *et al.* 2001, Casatti 2002, Hyatt 1979). A ideia de que sistemas alterados podem se recuperar, demandando somente um suporte externo mínimo foi apresentada por Karr (1981), possivelmente pela proximidade desta área com uma floresta preservada este suporte seja possível e neste panorama de recursos espécies generalistas como a citada são favorecidas, apresentando ocorrência elevada e aumento populacional (Teresa & Casatti 2010). Os representantes de *Crenicichla*, conhecidos comumente como joaninhas e jacundás, exibem maxilas alongadas e projetáveis, o

que evidencia que indivíduos deste gênero possuem capacidades para capturar suas presas na coluna d'água, já que a boca, junto aos atributos citados anteriormente, é do tipo terminal e ligeiramente voltada para cima (Kullander 1986). Como exposto por Wootton (1992), indivíduos que capturam seus itens alimentares na superfície ou no meio da coluna d'água, frequentemente, têm a boca dorso-terminal ou terminal, tal como ocorre em *Crenicichla*.

Um estudo na Venezuela sobre a ecologia alimentar de *Crenicichla lugubris*, mostrou que essa se alimenta de peixes e insetos aquáticos e *Crenicichla aff. wallacii*, ingere insetos aquáticos e crustáceos, acompanhados de detritos orgânicos, provavelmente ingeridos acidentalmente (Montaña & Winemiller, 2009). A congênera *Crenicichla britskii* foi classificada como insetívora generalista (Gibran *et al.* 2001). Espécies do gênero *Crenicichla* geralmente são predadoras, com dentes retráteis, cônicos e recurvados, com lábios desenvolvidos e mandíbula projetada (Goldstein 1988, Kullander & Nijssen, 1989). Estes dentes cônicos são apropriados para a carnivoría, permitindo a dilaceração de alimentos como peixes, insetos e crustáceos. Casatti (2002), descreve *Crenicichla britskii* como uma espécie predadora, assim os representantes deste táxon se enquadram na caracterização de Hyatt (1979), alegando que predadores mais ativos têm maxilas fortes com dentes agudos que utiliza para morder e capturar a presa, enquanto aqueles na faringe evitam o escape ou auxiliam com o processamento do alimento. A espécie *Crenicichla britskii* exibe boca na posição terminal (Agostinho *et al.* 2004, Graça e Pavanelli 2007) e é classificada como insetívora generalista, alimentando-se especialmente insetos em estágios juvenis que compõe parte do material autóctone do ambiente (Gibran *et al.* 2001). Esta espécie está ligada à habitats à meia-água e entre raízes submersas da vegetação marginal (Casatti 2002), assim a alta ocorrência de uma espécie generalista nesse ambiente é um prenúncio de redução da integridade física do habitat (Sousa 2014), indicando que mesmo regiões alteradas, mesmo próximas de ambientes preservados podem ser insuficientes para manter comunidades semelhantes às de ambientes conservados (Harding *et al.* 2006). Pelo exposto acima, esta espécie, por ser generalista recebeu um efeito positivo em relação à perturbação gerada no ambiente no entorno da FLONA, é possível que espécies que sejam capazes de explorar o ambiente de forma mais eficaz, como *Crenuchus spilurus* (Sabino e Zuanon 1998), apresentarem maior ocorrência em relação as demais espécies não generalistas.

CONCLUSÃO

A ecomorfologia mostrou ser uma ferramenta efetiva para determinar o padrão das formas e algumas características no comportamento das espécies no interior e no exterior da FLONA. No entanto, mais testes deverão ser conduzidos junto à análise ecomorfológica para explicar mais precisamente essa correlação, distribuição e arranjo dos indivíduos em seus habitats e a importância da preservação de áreas que podem ou estão expostas ao desmatamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A.A.; Bini, L.M.; Gomes, L.C.; Júlio Jr, H.F.; Pavanelli, C.S. & Agostinho, C.S. 2004. Fish Assemblages. Pp. 223-246. In: S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & N.S. Hahn (eds.). The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Backhuys Publishers, Leiden. 393p.
- Agostinho, A.A., Thomaz S.M. & Gomes L.C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, 19(3): 646-652.
- Allan, J.D & Castillo, M.M. 2007. Stream ecology: structure and function of running waters. Springer, Netherlands, 436p.
- Angermeier, P.L., And Karr, J.R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environ. Biol. Fish.* 9, 117–135.
- Barbour, Michael T. et al. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. USEPA, Washington.
- Beaumord, A. C. & Petreire-Jr, M. 1994. Fish communities of Manso river, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. *Acta Biologica Venezuelana* 15(2):21-35.
- Blasina G., Molina J., Cazorla A. L., Astarloa J. D. 2016. Relationship between ecomorphology and trophic segregation in four closely related sympatric fish species (Teleostei, Sciaenidae), *Comptes Rendus Biologie*.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2016.07.003>
- Bojsen, B.H. & Barriga, R. 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*, 47(11): 2246-2260.
- Britski, H. A., Silimon, K. Z. S. & Lopes, B. S. 2007. Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Brasília: EMBRAPA-SPI. 230 p.
- Carmassi, A.L., Rondineli, G., Ferreira, F.C & Braga, F.M.S. 2012. Composition and structure of fish assemblage from Passa Cinco stream, Corumbataí river sub-basin, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72(1): 87-96.
- Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do parque estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 2: 1-14.
- Casatti, L., Ferreira, C.P. & Carvalho, F.R. 2009. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 632: 273-283.

- Cetra, M., Ferreira, F.C. & Carmassi, A.L. 2009. Characterization of the fish assemblages in headwaters streams in the rainy season in the Cachoeira river basin (SE of the Bahia, NE of the Brazil). *Biota Neotropica*, 9 (2): 107-115.
- Do Carmo, C. M. 2013. Ecomorfologia e alimentação de peixes na bacia do rio das mortes/mt e introdução à fisiologia de peixes para o ensino fundamental e médio Tese de Doutorado. Universidade do Estado de Mato Grosso.
- Douglas, M. E. & Matthews, W. J. 1992. Does morphology predicts ecology? Hypothesis testing within a fish assemblage. *Oikos* 65:213-224.
- Felley, J. D. 1984. Multivariate identification of morphological - environmental relationships within the Cyprinidae (Pisces). *Copeia* 1984(2):442-455.
- Foley J., Asner G. P., Costa M. H., Coe M. T., DeFries R., Gibbs H. K., Howard E. A., Olson S, Patz J., Ramankutty N. & Snyder P. 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5: 25–32. doi:10.1890/1540-9295(2007)5[25: ARFDAL]2.0.CO;2
- Gatz Jr., A.J. 1979. Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology* 60(4):711-718.
- Gery, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. publications, Neptune City.
- Gibran, F.Z.; Ferreira, K.M. & Castro, R.M.C. 2001. Diet of *Crenicichla britskii* (Perciformes: Cichlidae) in a stream of rio Aguapeí Basin, upper rio Paraná system, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 1: 1-5.
- Goldstein, R.J. 1988. Cichlids of the world. T.F.H. Publications. Neptune City, NJ. 382p.
- Gorman, O. T. & Karr, J. R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, 59: 507-515.
- Graça, W.J. & Pavanelli, C.S. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. EDUEM, Maringá, PR. 241p.
- Harding, J. S., K Claasen & N. Evers, 2006. Can forest reset physical land water quality conditions in agricultural catchments and act as refugia for forest stream invertebrates? *Hydrobiologia* 568: 391-402.
- Hyatt, K.D. 1979. Feeding strategy. Pp. 71-119. In: W.S. Hoar; D.J. Randall & J.R. Brett (eds.). *Fish Physiology*. Volume VIII- Bioenergetics and Growth. Academic Press, San Diego, CA. 786p.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 2004. Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Brasília, DF, Brasil.

- ICMBio - Instituto Chico Mendes De Biodiversidade. 2012. Plano de Manejo Floresta Nacional de Caxiuanã. Brasília, DF, Brasil.
- Jaramillo-Villa, U. & Caramaschi, E. P. 2008. Índices de integridade biótica usando peixes de água doce: uso nas regiões tropical e subtropical. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3): 442-462.
- Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant P. R. & Schlosser I. J. 1986. Assessing biological integrity in running waters. A method and its rationale. Illinois Natural History Survey, Champaign, Special Publication, v. 5.
- Karr, J. R.; James, F. C. 1975. Eco-morphological configurations and convergent evolution in species and communities. *Ecology and evolution of communities*, p. 258-291.
- Keast, A. & Webb, D. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Openicon, Ontario. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23(12): 1845-1874.
- Kullander, S.O. 1986. Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru. Swedish Museum of Natural History, Stockholm, 431 pp.
- Kullander, S.O. & Nijssen, H. 1989. The cichlids of Surinam: Teleostei, Labroidei. E.J. Brill, Leiden, The Netherlands. 256 p.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. & Passino, D. R., 1977, *Ichthyology*. John Wiley & Sons, New Jersey, 506p.
- Leal, C., Junqueira, N. & Pompeu, P. 2011. Morphology and habitat use by fishes of the Rio das Velhas basin in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 90: 143-157.
- Legendre, P.; Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*, Volume 24, (Developments in Environmental Modelling).
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. 382pp.
- Mahon, R. 1984. Divergent structure in fish taxocenes of north temperate streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41:330-350.
- Matthews W.J. 1986. Fish faunal “breaks” and stream order in the eastern and central United States. *Environmental Biology of Fishes* 17: 81–92.
- Mccune, B.; Mefford, M. J. 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data: version 4 for Windows. MjM software design.
- Ministério Do Meio Ambiente - MMA 2002. *Biodiversidade brasileira*. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 404 p.

- Molion, L.C.B. 1987. On the dynamic climatology of the Amazon basin and associated rain-producing mechanisms. In: *The Geophysiology of Amazonia Vegetation and Climate Interactions*. New York, John Wiley and Sons.
- Montaña, C.G. & Winemiller, K.O. 2009. Comparative feeding ecology and habitats use of *Crenicichla* species (Perciformes: Cichlidae) in a Venezuelan floodplain river. *Neotropical Ichthyology*, 7: 267-274.
- Moraes, E. N. R. 2006. 163 f. Diversidade, aspectos florísticos e ecológicos dos musgos (Bryophyta) da estação científica Ferreira Penna, FLONA de Caxiuanã, Pará, Brasil. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Botânica) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- Motta P.J., Norton S.F. & Luczkovich J.J. 1995. Perspectives on the ecomorphology of bony fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 11-20.
- Nakano, S.; Miyasaka, H.; Kuhara, N. 2006. Terrestrial-Aquatic Linkages: Riparian Arthropod Inputs Alter Trophic Cascades in a Stream Food Web. *Ecology*, v. 80, n. 7, p. 2435-2441.
- Nico, L. G. & M. Morales. 1994. Nutrient content of piranha (Characidae, Serrasalminae) prey items. *Copeia* 2: 524-528.
- Norton S. F., Luczkovich J. J., Motta P. J. 1995. The role of ecomorphological studies in the comparative biology of fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 287–304.
- Oliveira, L. L.; Costa, R. F.; Sousa, F. A. S., Costa, A. C. L., Braga, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. *Acta Amazônica*, v.38(4), p.723 - 732, 2008.
- Oliveira, E.F., Goulart, E., Breda, L., Minte-Vera, C.V., Paiva, L.R.S. & Vismara, M.R. 2010. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical Ichthyology*, 8(3): 569-586.
- Paine, M. D.; Dodson, J. J. & Power, G. 1982. Habitat and food resource partitioning among four species of darters (Percidae: Etheostoma) in a southern Ontario stream. *Can. J. Zool.* 60: 1335-1341.
- Peres-Neto P.R. 2004. Patterns in the occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia* 140: 352-360.
- Pusey B.J. e Arthington A.H. 2003. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Marine and Freshwater Research* 54:1-16.

- Ricklefs, R. E. 2009. *A Economia da Natureza*. 6ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 602 p.
- Sampaio, A. L. A.; Goulart, E. 2011. Ciclídeos Neotropicais: Ecomorfologia trófica. *Oecologia. Australis.*, v. 15, n. 4, p. 775-798.
- Santos, S. M. 2005. Relações tróficas entre *Carnegiella marthae* Myers, 1927, *C. strigata* (Günther, 1864) e *Gnathocharax steindachneri* Fowler, 1913 (Osteichthyes: Characiformes) em igarapés próximo ao Lago Amanã - Amazonas - Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecofisiologia, Ictiologia, Mamíferos aquáticos, Recursos pesqueiros, Aquacultura, Sistemática e Biol) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 52 p.
- Shoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27-39.
- Silva, C.P.D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 23: 271-285.
- Santos, S. M. 2005. Relações tróficas entre *Carnegiella marthae* Myers, 1927, *C. strigata* (Günther, 1864) e *Gnathocharax steindachneri* Fowler, 1913 (Osteichthyes: Characiformes) em igarapés próximo ao Lago Amanã - Amazonas - Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecofisiologia, Ictiologia, Mamíferos aquáticos, Recursos pesqueiros, Aquacultura, Sistemática e Biol) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 52 p.
- Sousa, H. L. Efeito da alteração do hábitat sobre assembleias de peixes em igarapés afogados da Amazônia oriental. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2014. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca. 74 p.
- Shoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27-39.
- Silva, C.P.D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 23: 271-285.
- Teixeira, I. & Bennemann, S. T. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropica* 7(2):67-77.
- Teresa, F.B. & Casatti, L. 2010. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(3): 444-453.
- Teresa F. B., Casatti L. e Cianciaruso M. V. 2015. Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. *Neotropical Ichthyology*, 13(2): 361-370.

- Tundisi, J.G. & Barbosa F.A.R. 1995. Conservation of aquatic ecosystems: Present status and perspectives. In: Tundisi, T.M., J.G. Tundisi & C.E.M. Bicudo (eds.), *Limnology in Brazil*. Academia Brasileira de Ciências / Sociedade Brasileira de Limnologia, Rio de Janeiro. Pp. 365-371
- Veríssimo A., Celentano D., Souza-Jr C. & Salomão R. 2006. Zoneamento de Áreas para Manejo Florestal no Pará. *Imazon*, n ° 8, setembro.
- Watson, D.J. & Balon, E.K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *J. Fish Biol.* 25:371-384.
- Werner, E. E. 1984. The mechanisms of species interactions and community organization in fish: In: STRONG, JR. D. R.; SIMBERLOFF, D.; ABELE, L. G. & THISTLE, A. B. (eds.). *Ecological Communities: conceptual issue and evidence*. Princeton University Press, New Jersey, U.S.A. 360-382.
- Wiest, F. C. 1995. The specialized locomotory apparatus of the freshwater hatchetfish family Gasteropelecidae. *J. Zool. Lond.*, 236: 571 –592.
- Wikramanayake, E. D. 1990. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. *Ecology* 71(5):1756-1764.
- Winemiller, K.O. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, 61(4): 343-365.
- Winemiller K. O., Agostinho A. A., Caramaschi E. P. 2008. Fish Ecology in Tropical Streams. In: Dudgeon D. (Ed.) *Tropical Stream Ecology*. San Diego: Academic Press, p. 107-145.
- Wootton, R.J. 1992. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London, UK. 404p.
- Zaret, T. M. & Rand, A. S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52(2): 336-342.