



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ASPECTOS ECOMORFOLÓGICOS E ALIMENTARES ENTRE QUATRO
ESPÉCIES DE CICHLIDAE DE RIACHOS DO LESTE MARANHENSE

CHAPADINHA, MA

2016

FERNANDA VIANA DOS SANTOS

**ASPECTOS ECOMORFOLÓGICOS E ALIMENTARES ENTRE QUATRO
ESPÉCIES DE CICHLIDAE DE RIACHOS DO LESTE MARANHENSE**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do título de Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes

Chapadinha, MA

2016

FERNANDA VIANA DOS SANTOS

**ASPECTOS ECOMORFOLÓGICOS E ALIMENTARES ENTRE QUATRO
ESPÉCIES DE CICHLIDAE DE RIACHOS DO LESTE MARANHENSE**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do título de Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes (orientador) - UFMA

Prof. Dr. Nivaldo Magalhães Piorski – UFMA

Prof. Dr. Luís Fernando Carvalho Costa - UFMA

Aprovado em ____/____/____

*Aos meus pais Francisco e Maria pelo
amor, carinho, apoio e incentivo em
todos os momentos.*

“ Feliz o homem que encontrou a sabedoria e alcançou o entendimento, porque a sabedoria vale mais do que a prata, e dá mais lucro que o ouro ”.

Provérbios 2, 13-15

“ [...] se pensamos pequeno, coisas pequenas teremos, já se desejarmos fortemente o melhor e principalmente lutarmos pelo melhor, o melhor vai se instalar na nossa vida. ”

Paulo Roberto Gaefke

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
INTRODUÇÃO	12
METODOLOGIA	13
Área de estudo	13
Análise dos dados	16
Ecomorfologia	16
Alimentação	21
RESULTADOS	22
Ecomorfologia	22
Alimentação	24
DISCUSSÃO	27
REFERÊNCIAS	31

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pelo seu amor e sua infinita misericórdia, e por ter me concedido a oportunidade de chegar até aqui e concluir mais essa etapa da minha vida.

Á toda minha família, pelo apoio, carinho, confiança e respeito, e por sempre acreditarem em meu potencial até mesmo quando eu já não acreditava. Agradeço de um modo todo especial aos meus pais Francisco e Maria, meus irmãos Caio e Cassio, meus avós Antonio (*in memoriam*) e Beatriz, meus tios Aldinete, Elson, Pedro e Sam, e aos meus padrinhos Domingos e Francisca. Afinal eu não cheguei até aqui sozinha, e sim devido á confiança de cada um de vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes, pela oportunidade de trabalhar no Laboratório de Organismos Aquáticos, pelo seu exemplo de profissional, pelos conselhos e por suas críticas sempre construtivas, e pelo seu incentivo para com cada um de seus orientandos a buscar sempre o melhor. Muito obrigada professor!

A todos os colegas de laboratório em especial a Jakeline Carneiro e Maria Francisca, pela assistência e contribuição que foram de suma importância na realização deste trabalho. Não poderia deixar de agradecer ao auxílio de Maura Costa e também aos preciosos conselhos e ensinamentos de Diego Campos durante todo o desenvolvimento de atividades no laboratório.

Ao Prof. Dr. Regis Catarino da Hora, por me aceitar no Laboratório de Ecologia Vegetal no meu primeiro ano de graduação, pelas suas sugestões sempre enriquecedoras. Enfim, a todos os professores do curso a minha eterna gratidão, agradeço de um modo especial aos professores Dra. Andrea Cantanhede, Dr. Luís Fernando Costa e Dsc. Solange Melo, durante todos esses anos aprendi muito com cada um de vocês e guardarei seus ensinamentos pelo resto da minha vida.

Ao amigo de universidade Adenias Teixeira, pelas conversas que sempre faziam-me rir até mesmo nos momentos mais difíceis. Ao queridíssimo Carlos Eduardo, por seu carinho e amizade durante todos esses anos. Agradeço também às minhas amigas (irmãs de coração) Núbia de Sousa, Karolyne Vieira e Lourrane Vasconcelos.

E por fim, mas não menos importantes agradeço às minhas queridas amigas de curso, Ana Paula Amurim, Laícia Leite, Fran Viana e Luciane Gomes, pelo carinho, respeito e amizade. Passamos por vários momentos, choramos, sorrimos, brigamos, enfim vivemos, mas sempre com a certeza que teríamos o apoio uma da outra em qualquer situação. E também não poderia esquecer-me de Liliane Santos que chegou depois para completar esse grupo que com sua alegria conquistou a cada uma de nós. Sentirei saudades e lembrarei com muito carinho os momentos que passamos juntas, desejo tudo de bom para vocês e embora não nos vejamos mais com a mesma frequência, a minha amizade e o meu carinho por cada uma de vocês será eterno, afinal o que é verdadeiro permanece pra sempre no coração. Amo vocês!

Enfim só tenho a agradecer a todos!

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.** Local de amostragem dos peixes da família Cichlidae coletados nos oito riachos do leste maranhense.....17
- Fig. 2.** Esquema das medidas morfométricas mensuradas nas espécies estudadas (AMC- altura máxima do corpo, AB- Altura da boca, LB- largura da boca, ALM- Altura da linha média, CPC- comprimento do pendúculo caudal, APC- altura do pendúculo caudal, AC- altura da cabeça, FO- focinho/ opérculo, LMC- largura máxima do corpo, CMNP- comprimento máximo da nadadeira peitoral, LMNP- largura máxima da nadadeira peitoral, CP- comprimento padrão, LPC- largura do pendúculo caudal, ANC- altura da nadadeira caudal).....20
- Fig. 3.** Projeção dos escores individuais no primeiro e segundo componente principal com os atributos que obtiveram a maior parte da variação para as espécies estudadas: *Cichlasoma* sp. (Cich), *Apistogramma piauiensis* (Apiiau), *Crenicichla menezesi* (Cmen) e *Aequidens tetramerus* (Atre).....24
- Fig. 4.** Projeção dos escores individuais no primeiro e terceiro componente principal com os atributos que obtiveram a maior parte da variação para as espécies estudadas: *Cichlasoma* sp. (Cich), *Apistogramma piauiensis* (Apiiau), *Crenicichla menezesi* (Cmen) e *Aequidens tetramerus* (Atre).....25
- Fig.5.** Estratégia alimentar das espécies. A: *A. tetramerus*; B: *A. piauiensis*; C: *C. menezesi*; D: *Cichlasoma* sp.....26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Medidas morfométricas utilizadas para o cálculo dos atributos para a análise ecomorfológica de ciclídeos em riachos.....18
- Tabela 2.** Índices ecomorfológicos e seus respectivos significados biológicos adaptados de Balon *et al.*,1986.....21
- Tabela 3.** Autovalores da análise de componentes principais nos dois eixos de maior variância calculados para as quatro espécies de ciclídeos. Os atributos com os valores mais significativos estão destacados em negrito.....23

Aspectos ecomorfológicos e alimentares entre quatro espécies de Cichlidae de riachos do Leste Maranhense

Fernanda Viana dos Santos & Jorge Luiz Silva Nunes

A ecomorfologia fundamenta-se na relação entre aspectos morfológicos e ecológicos. Partindo desta premissa, foram utilizadas quatro espécies de peixes da família Cichlidae coletadas em oito riachos da região do Leste Maranhense, sendo elas: *Aequidens tetramerus*, *Apistogramma piauiensis*, *Crenicichla menezesi* e *Cichlasoma* sp. O principal objetivo deste trabalho foi investigar as divergências entre as espécies de ciclídeos através de uma abordagem ecomorfológica e alimentar. Foram mensuradas dezoito medidas morfométricas que posteriormente foram convertidos em atributos ecomorfológicos, e submetidos a uma análise de componentes principais. Os três primeiros eixos explicaram 99,99% da variação, sendo a maior parte explicada pelo primeiro componente principal com uma porcentagem de 62,19%. Os resultados apontaram que as espécies analisadas não possuem habilidade natatória e habitam preferencialmente em locais onde a correnteza é muito baixa. Com isso, pode-se supor que essas são características comuns entre os peixes desta família. A análise do conteúdo estomacal demonstrou que os ciclídeos são bem versáteis em relação à alimentação, uma vez que no estômago destas espécies foram encontrados itens como: peixes, vegetais, escama, crustáceos e insetos.

The ecomorphology is based on the relationship between morphological and ecological aspects. On this assumption, we used four species of Cichlid family of fish collected in eight streams of Maranhense Eastern region, being them: *Aequidens tetramerus*, *Apistogramma piauiensis*, *Crenicichla menezesi* and *Cichlasoma* sp. The main objective of this study was to investigate the differences between the species of cichlids through a ecomorphological and food approach. Eighteen morphometric measurements which were later converted into ecomorphological attributes, and subjected to a principal component analysis were measured. The first three axes explain 99.99% of the variation, and most explained by the first principal component with a percentage of 62.19%. The results showed that the species analyzed have no swimming ability and preferably live in places where the current is very low. Thus, it can be assumed that these are characteristics common among fish of this family. The analysis of stomach contents showed that cichlid are very versatile in relation to feeding, once in the stomach of these species were found as fish, plants, insects and crustaceans.

Key words: ecomorphology, divergences, habitat use, feeding.

INTRODUÇÃO

A maior parte da fauna de riachos é composta de peixes de pequeno porte com baixa mobilidade, e que não realizam migrações extensas ao longo de suas vidas (Abilhoa *et al.*, 2008). Estes autores consideram que todos estes fatores tornam os riachos ambientes mais propícios à especiação, ao endemismo e às ameaças de extinção.

A maior diversidade de peixes de água doce do planeta está localizada na Região Neotropical, algo próximo de 8000 espécies, compreendendo cerca de 25% de todas as espécies de peixes do mundo. Essa diversidade é decorrente dos processos evolutivos de especiação e pode ser observada na variação morfológica e ecológica das espécies. Contudo, o conhecimento sobre esta ictiofauna ainda é bastante limitado (Dala-Corte *et al.*, 2009). Um grupo de peixes amplamente distribuído nesta região pertence à família Cichlidae, podendo ser encontrados na América do Sul, América do Norte, América Central, África, Israel, Síria, Irã e Índia (Sampaio & Goulart, 2011). Os ciclídeos neotropicais estão entre os grupos mais diversos de peixes de água doce (Cochran-Biederman & Winemiller, 2010).

Estes peixes constituem-se na segunda maior família dentre as 160 existentes na ordem Perciformes, apresentando ao menos 1300 espécies no mundo, sendo que aproximadamente 450 espécies presentes somente na América do Sul (Sampaio & Goulart, 2011). Estes autores destacaram a ocorrência dos ciclídeos em diversos habitats de água doce, e a presença deste grupo em riachos de todas as regiões do Brasil. Para Sampaio & Goulart (2011), um dos fatores relacionados com esta diversidade é o seu avançado cuidado parental e especializações tróficas que os permitem habitar em diversos ambientes.

A ecomorfologia é uma técnica de grande potencial para ser abordada na Região Neotropical, já que nesta região possui uma fauna muito diversificada (Silva-Camacho *et al.*, 2014). Pois, estudos em ecomorfologia fundamentam-se na ideia de que a morfologia dos organismos pode ser preditora dos hábitos de vida dos mesmos e através do seu uso obter informações de como estes utilizam os recursos disponíveis no meio (Gibran, 2010; Oliveira *et al.*, 2010; Leal *et al.* 2013; Sampaio *et al.*,2013;Silva-Camacho *et al.*, 2014; Pessanha *et al.*, 2015).

Desta forma, as diferenças morfológicas entre as espécies podem sugerir padrões ecológicos diferentes (Breda *et al.*,2005; Teixeira & Bennemann, 2007; Nunes, 2008; Mise *et al.*, 2013). Geralmente as inferências ecológicas são realizadas por meio das análises das estruturas morfológicas relacionadas à alimentação, como posição da boca, sendo possível estimar acerca da forma como o animal se alimenta, o tipo de alimento, e como pode ingerir (Hahn & Cunha, 2005; Sampaio & Goulart, 2011). Uma vez que os dados sobre a alimentação dos peixes podem fornecer informações sobre o hábitat e a exploração dos recursos pelos mesmos (Gurgel *et al.*, 2005).

Levando em consideração, que as estruturas morfológicas podem fornecer informações sobre o comportamento alimentar dos peixes, e que os padrões morfológicos e ecológicos estão relacionados. Este trabalho teve como objetivo investigar as divergências entre as espécies de ciclídeos através de uma abordagem ecomorfológica e alimentar.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado em oito riachos localizados na região Leste Maranhense, estando estes distribuídos em três bacias hidrográficas, sendo elas: bacia do Munim, do Parnaíba e do rio Preguiças (Figura 1). O estado do Maranhão é considerado um ecótono por está localizado entre os biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, resultando em uma grande diversidade biológica e ambiental (Sema, 2011).

A bacia do Rio Munim drena uma área de aproximadamente 15.350 km², abrangendo 27 municípios com o total de 320.001 habitantes, representando 4,9% da população do estado (Santos & Leal 2013). O rio Munim percorre cerca de 275 km, nascendo no município de Aldeias Altas e desaguando na Baía de São José, entre as cidades de Axixá e Icatú, na região do Golfão Maranhense (Silva- Júnior *et al.*, 2008). Nesta bacia foram realizadas coletas nos riachos Itamacaca (S 3° 44' 30.94" e W 43° 19' 36. 76"), Riacho Canto Escuro (S 4°0'9.65" e W 43°34'48.87), Riacho do Repouso (S 3°46'15.62" e W 43° 20' 23.71") Riacho da Prata (S. 03° 47' 53.3" e W 43°12' 26.3") e Riacho Feio (S 3° 50' 54.82" e W 43°17'35.32"), todos localizados no município de Chapadinha. Estes riachos são caracterizados por apresentarem uma vegetação marginal bem diversificada, composta de árvores de pequeno e grande porte, arbustos, gramíneas e ervas. Os peixes encontram diversos abrigos nas raízes, banco de folhas, pedaços de madeiras, raízes penduradas e plantas aquáticas.

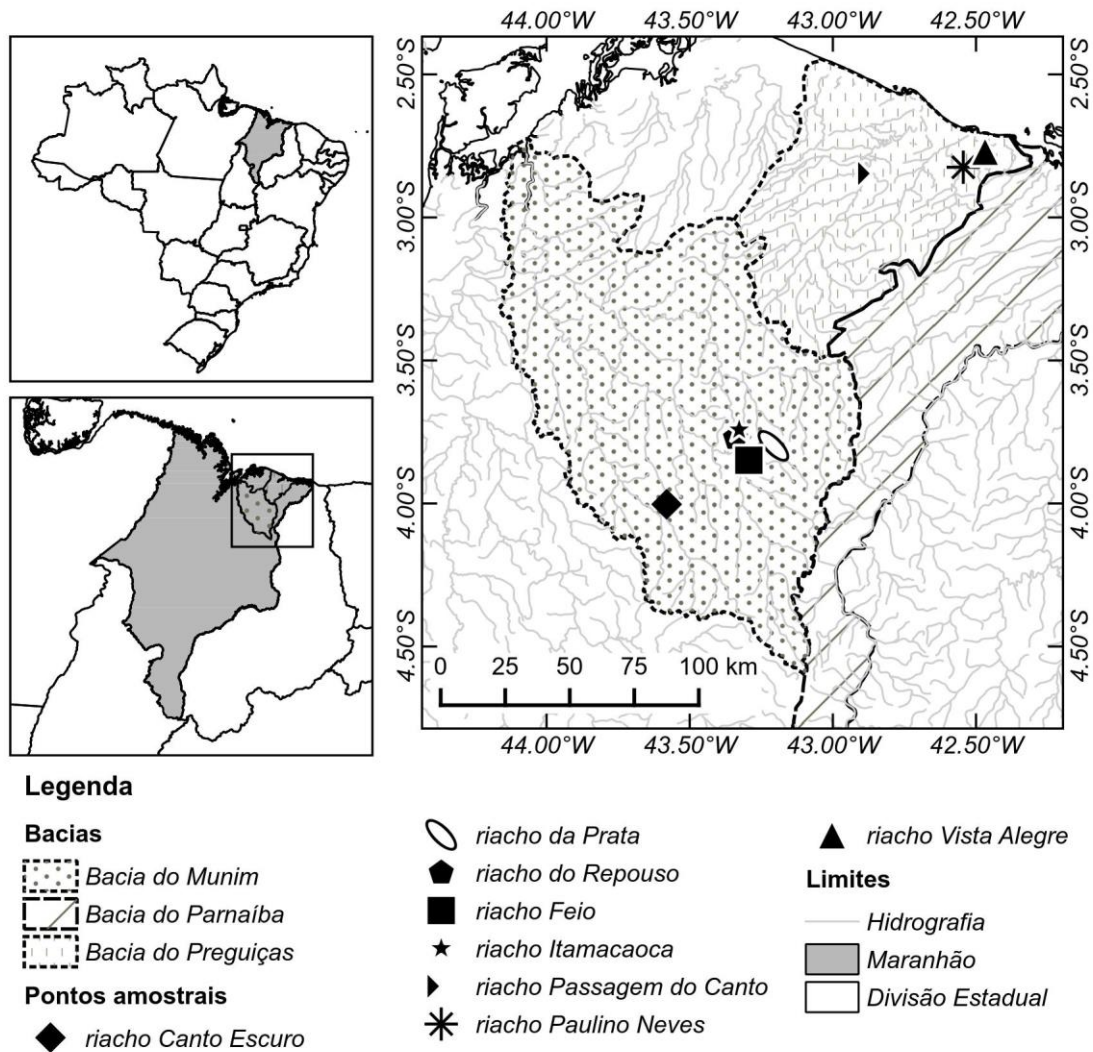
A bacia hidrográfica do Parnaíba é de domínio federal, abrangendo os municípios dos estados do Maranhão, Ceará e Piauí, ocupando uma área de 331.441,5 km² e 1.400 km de extensão, sendo que 19,5% desta área estar localizada no Maranhão (Santos & Leal 2013). Seu principal rio, o Parnaíba, nasce na Chapada das Mangabeiras e desagua no Oceano Atlântico. Desta bacia foram utilizados peixes coletados no riacho Vista Alegre (S 02° 46' 09.3" e W 042° 28' 04.0"), localizado no município de Tutóia.

A vegetação marginal deste riacho é composta de uma pequena quantidade de arbustos, árvores, serapilheira, ervas e gramíneas. Além disso, os pedaços de madeira, raízes e as plantas aquáticas são os principais abrigos para peixes.

Santos & Leal (2013), afirmam que a bacia do rio Preguiças possui uma área de 6.750 km² e uma extensão de 125 km, onde seu principal rio nasce no município de Santana do Maranhão e deságua na localidade de Atins no município de Barrerinhas-MA. Os riachos utilizados desta bacia foi o de Paulino Neves (S 02° 49' 26. 2" e W 42° 32' 38,3"), e o riacho Passagem do Canto (S 02°50'45.2" e W 42°51'48.8"), localizado no município de Barreirinhas. A vegetação da margem destes riachos consiste de uma pequena quantidade de árvores, arbustos, ervas e gramíneas. O substrato é composto de matéria orgânica, lama e raízes, além de uma grande quantidade de abrigos para peixes fornecidos pelas raízes, banco de folhas e vegetação pendurada.

Para este trabalho foram utilizadas quatro espécies: *Aequidens tetramerus* (Heckel, 1840), *Apistogramma piauiensis* (Kullander, 1980), *Crenicichla menezesi* Ploeg, 1971 e *Cichlasoma* sp. coletados em riachos com auxílio de apetrechos como rede, peneira e covo.

Figura 1. Local de amostragem dos peixes da família Cichlidae coletados nos oito riachos do leste maranhense.



Análise dos dados

Ecomorfologia

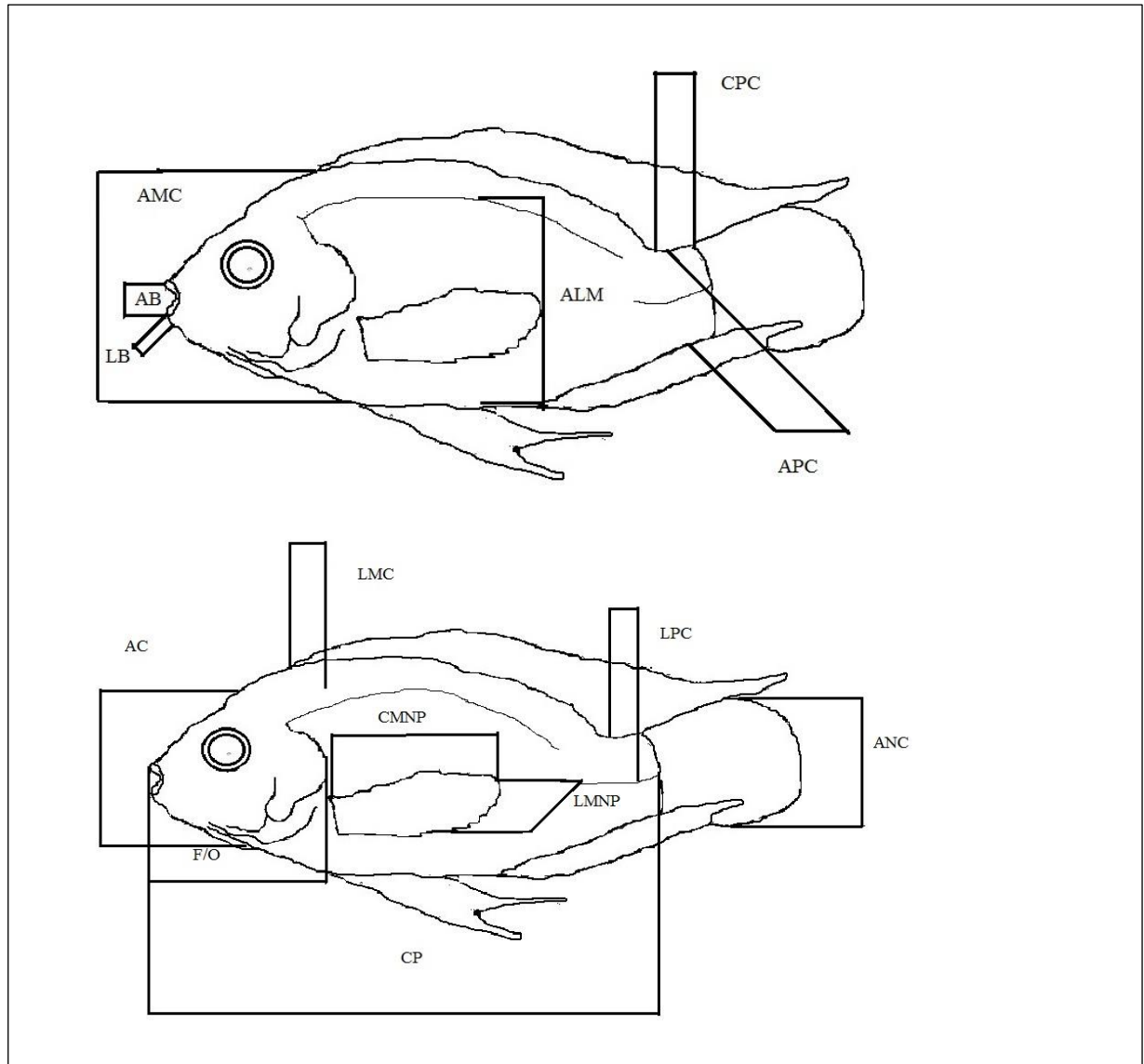
Para a abordagem ecomorfológica foram utilizadas em média de 10 indivíduos de cada espécie. Foram mensuradas dezoito medidas morfométricas (Tabela 1) com auxílio de um paquímetro de precisão 0,05 mm (Figura 2) e a partir dos contornos de estruturas como: nadadeira peitoral, nadadeira caudal, nadadeira dorsal e área do corpo que foram digitalizadas e calculadas através do software Image J (Rasband, 2011).

Tabela 1. Medidas morfométricas utilizadas para o cálculo dos atributos para a análise ecomorfológica de ciclídeos em riachos.

Medida	Sigla	Descrição
Comprimento padrão	CP	Distância entre a ponta do focinho e a extremidade ao final da coluna vertebral.
Altura máxima do corpo	AMC	Máxima distância entre a borda ventral e dorsal de maior altura do corpo
Largura máxima do corpo	LMC	Máxima distância transversal do corpo
Área do corpo		Comprimento do corpo x altura máxima do corpo
Comprimento do pedúnculo	CPe	Distância entre a borda posterior da base da nadadeira anal à borda posterior da última vértebra
Altura do pedúnculo	APe	Altura do pedúnculo tomada na região de menor altura
Largura do pedúnculo	LPe	Distância transversal tomada na mesma região da altura do pedúnculo
Comprimento da nadadeira peitoral	CNP	Distância da base ao ponto extremo da nadadeira
Largura da nadadeira peitoral	LND	Máxima distância vertical entre os raios, quando totalmente estendidos.

Altura da nadadeira caudal	ANC	Medida da extremidade do lobo superior ao inferior da nadadeira caudal.
Altura máxima da cabeça	AMC	Medida da porção mais alta da parte dorsal do crânio ao maxilar
Focinho/opérculo	F/O	Distância da ponta do focinho até a margem posterior do opérculo.
Largura máxima da boca	LMB	Medida da boca totalmente aberta
Altura máxima da boca	AMB	Medida da extremidade do lábio superior ao inferior, com a boca totalmente aberta.
Altura da linha média	ALM	Distância da linha média ao ventre.
Área da nadadeira dorsal	AND	O contorno da estrutura escaneado e medido através de software
Área da nadadeira peitoral	ANP	O contorno da estrutura escaneado e medido através de software
Área da nadadeira caudal	ANC	O contorno da estrutura escaneado e medido através de software

Figura 2. Esquema das medidas morfométricas mensuradas nas espécies estudadas (AMC- altura máxima do corpo, AB- Altura da boca, LB- largura da boca, ALM- Altura da linha média, CPC- comprimento do pendúculo caudal, APC- altura do pendúculo caudal, AC- altura da cabeça, FO- focinho/ opérculo, LMC- largura máxima do corpo, CMNP- comprimento máximo da nadadeira peitoral, LMNP- largura máxima da nadadeira peitoral, CP- comprimento padrão, LPC- largura do pendúculo caudal, ANC- altura da nadadeira caudal). Ilustração: Ana Paula Amurim.



Posteriormente ocorreu a transferência das medidas morfométricas para uma planilha onde foram convertidas em atributos ecomorfológicos (Nunes, 2008). A interpretação dos atributos se deu a partir da descrição utilizada por Balon *et al.*, (1986). Em seguida, os atributos foram submetidos a uma Análise de Componentes

principais por meio do programa *Palaeontological Statistics Software Package (PAST)*, versão 2.0 (Hammer *et al.*, 2001).. Por meio da Análise de Componentes Principais é possível analisar os caracteres morfométricos de maneira condensada, onde é possível realizar a redução dimensional dos dados e analisar os principais padrões de variabilidade, através de novas correlações lineares (Gomes *et al.*,2003; Teixeira & Bennemann, 2007). Através da análise dos atributos ecomorfológicos aplicados à esta análise é possível realizar inferências sobre a ecologia das espécies estudadas (Freitas *et al.*,2005; Casatti & Castro 2006; Piorski *et al.*, 2007; Sousa & Barrela, 2009; Soares *et al.*,2013).

Tabela 2 Índices ecomorfológicos e seus respectivos significados biológicos adaptado de Balon *et al.*, 1986.

Medida	Descrição
Índice de Compressão (IC)	Altos indicam peixes comprimidos lateralmente, habitantes de águas lentas ou superficiais.
Altura Relativa do Corpo (ARC)	Valor baixo geralmente é característico de peixes bentônicos e/ou habitantes onde a correnteza é muito forte; diretamente relacionados com a capacidade de realizar deslocamentos verticais.
Índice de Achatamento Ventral (IAV)	Baixos valores apontam peixes bentônicos associados a ambientes muito hidrodinâmicos, possibilitando o seu posicionamento estacionário.
Comprimento Relativo do Pedúnculo Caudal (CRPC)	Peixes com grande habilidade natatória exibem valores altos, incluindo peixes bentônicos habitantes de ambientes com hidrodinamismo elevado.
Índice de Compressão do Pedúnculo Caudal (ICPC)	Valores altos correspondem a peixes bentônicos lentos e de pouca habilidade natatória
Configuração da Nadadeira Peitoral (CNP)	Valores altos indicam uma nadadeira estreita e longa, encontrada em peixes que nadam muito.
Posição Relativa dos Olhos (PRO)	Valores altos indicam animais bentônicos, com cabeças deprimidas.
Largura Relativa da Boca (LRB)	Valores maiores ocorrem em espécies predadoras que consomem presas grandes.

Altura Relativa da Boca (ARB)	Valores maiores ocorrem em espécies predadoras que consomem presas grandes.
Altura Relativa da Nadadeira Caudal (AtRNC)	Valores altos indicam cauda adaptada para a natação veloz.
Área Relativa da Nadadeira Peitoral (ARNP)	Valores altos são encontrados em nadadores lentos, que usam a nadadeira para manobras e frenagens, ou habitantes de águas correntes que as utilizam como defletores de corrente, possibilitando dessa maneira manterem-se em contato com o substrato.
Área Relativa da Nadadeira Dorsal (ARND)	Valores baixos são encontrados em nadadores de águas com alta velocidade de corrente ou são peixes rápidos.
Área Relativa da Nadadeira Caudal (ArRNC)	Grandes nadadeiras caudais indicam movimentos em arrancadas rápidas, modo típico de natação de vários peixes bentônicos.
Comprimento Relativo da Cabeça (CRC)	Valores altos indicam peixes que capturam as presas relativamente grandes, espécies predadoras.

Alimentação

Para classificar a guilda trófica foi analisado o conteúdo estomacal de cinco indivíduos de cada espécie. Portanto, inicialmente foi realizado uma incisão ventral em cada um dos indivíduos para a retirada dos estômagos. Posteriormente foram retirados os conteúdos estomacais e colocados sobre placa de Petri, e a identificação destes itens ocorreu visualmente com o auxílio de estereomicroscópio. Para definir a categoria trófica de cada espécie, foi realizada uma análise de frequência de ocorrência (%Fi) e abundância (%Pi) calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$\%Pi = (SSi/SSti) \times 100 ; \text{ onde:}$$

Si = número de estômagos contendo apenas o item i.

Sti = total de estômagos em que o item i ocorreu.

$\%Fi = (Ni/N) \times 100$; onde:

Ni = número de predadores com o item i no estômago.

N = número total de predadores com estômagos analisados

RESULTADOS

Ecomorfologia

Os três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais explicaram 99,99% da variação, sendo a maior parte explicada pelo primeiro componente principal (CP 1) com uma porcentagem de 62,19%, destacando os atributos ARC, PRO e IC com valores positivos e IAV e CRPC com valores negativos (Tabela 3).

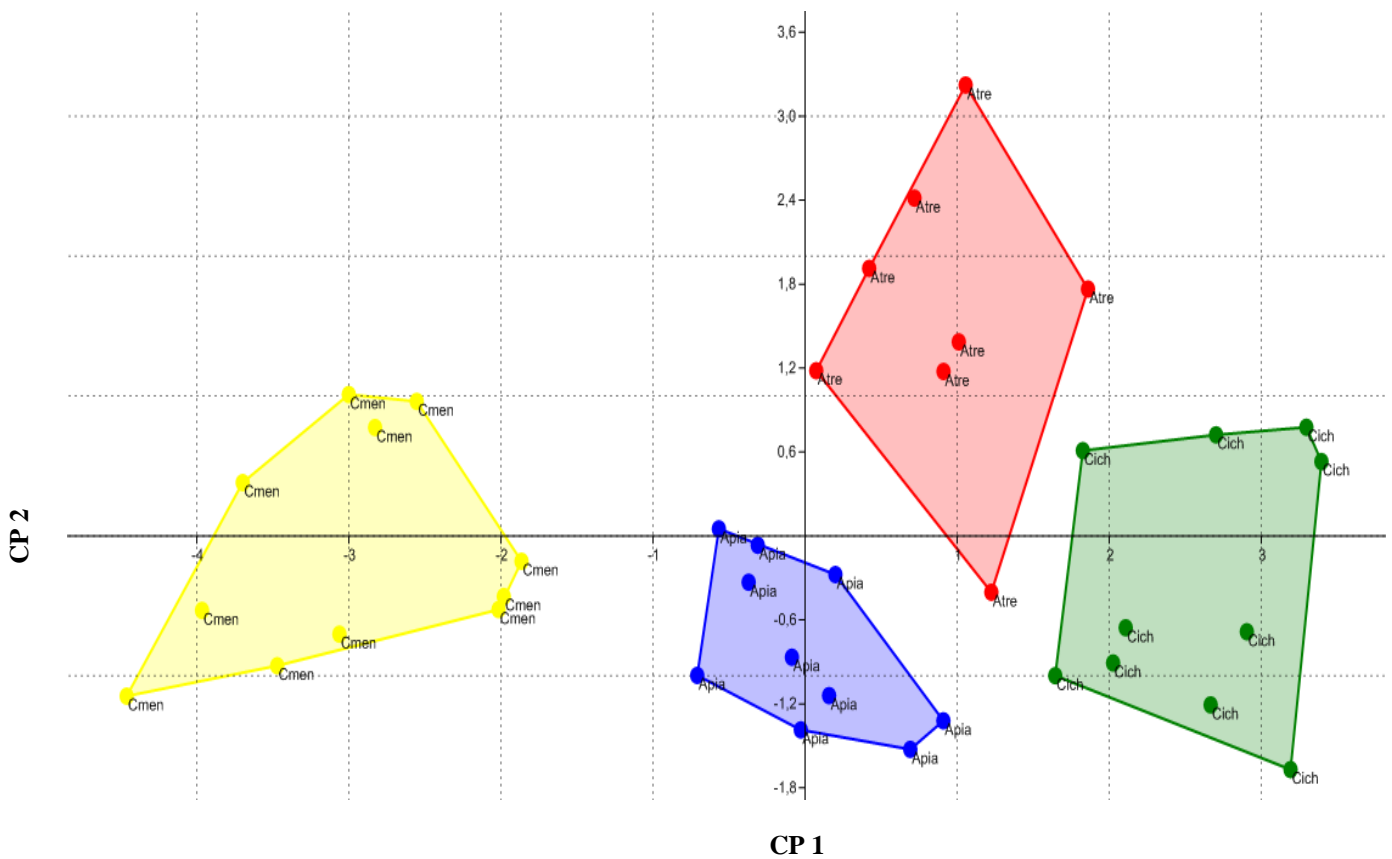
Tabela 3. Autovalores da análise de componentes principais nos três eixos de maior variância calculados para as quatro espécies de ciclídeos. Os atributos com os valores mais significativos estão destacados em negrito.

Atributos	CP 1	CP 2	CP 3
IC	0,564	-0,123	0,365
ARC	0,701	-0,009	0,505
IAV	-0,689	0,518	0,156
CRPC	-0,479	0,036	-0,085
ICPC	0,041	-0,138	0,525
ArRNC	0,553	0,785	-0,252
CNP	-0,063	-0,243	-0,256
ARNP	0,559	0,725	0,647
ARND	0,544	0,519	0,595
PRO	0,751	-0,209	0,407
CRC	-0,424	0,766	0,453
LRB	0,531	-0,563	-0,468
ARB	-0,244	0,314	-0,165
AtRNC	0,013	-0,061	-0,292
Variância	62,19%	24,29%	13,51%
Variância total			99,99%

Cichlasoma sp. foi caracterizada como uma espécie de corpo comprimido lateralmente, habitante de águas calmas ou onde a correnteza é baixa, devido aos altos

valores obtidos nos atributos IC e ARC, e olhos localizados mais dorsalmente. Já *C. menezesi* por possuir um pendúculo caudal relativamente curto, foi classificada como uma espécie de natação lenta e com possibilidade de permanecer parada na água, devido aos baixos valores para o atributo IAV. *A. piauiensis* e *A. tetramerus* apresentaram valores intermediários neste componente (Figura 3).

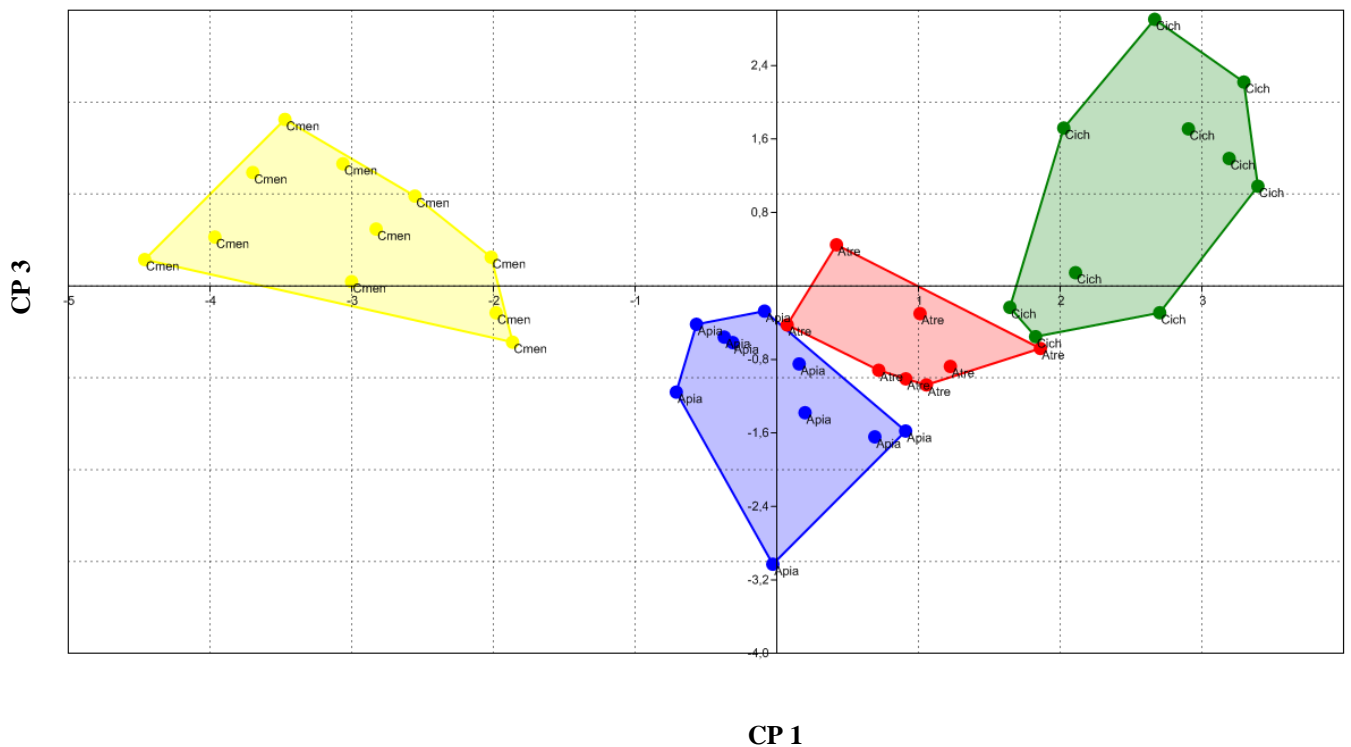
Figura 3. Projeção dos escores individuais no primeiro e segundo componente principal com os atributos que obtiveram a maior parte da variação para as espécies estudadas: *Aequidens tetramerus* (Atre), *Cichlasoma* sp. (Cich), *Apistogramma piauiensis* (Apliau), *Crenicichla menezesi* (Cmen).



O segundo componente principal (CP 2) obteve 24,29% da variação, enfatizando os índices ArRNC e CRC com valores positivos para *A. tetramerus* o que remete à esta espécie a capacidade de realizar arrancadas rápidas. Os atributos LRB e CNP apresentaram valores negativos neste eixo, destacando as espécies *C. menezesi*, *A. piauiensis* e *Cichlasoma* sp. (Figura 3).

No terceiro componente principal (CP 3) a variação foi de 13,51% com valores positivos para ARNP, ARND e ICPC. Desta forma, as características de baixa habilidade natatória, habitantes de ambientes de baixa correnteza e que utilizam suas nadadeiras peitorais para manobras e frenagens foram atribuídas às espécies *Cichlasoma* sp. e *C. menezesi*. O atributo LRB, com valor negativo neste componente agrupou *A. tetramerus* e *A. piauiensis* como organismos que não se alimentam de presas grandes (Figura 4).

Figura 4. Projeção dos escores individuais no primeiro e terceiro componente principal com os atributos que obtiveram a maior parte da variação para as espécies estudadas: *Cichlasoma* sp. (Cich), *Apistogramma piauiensis* (Apliau), *Crenicichla menezesi* (Cme)



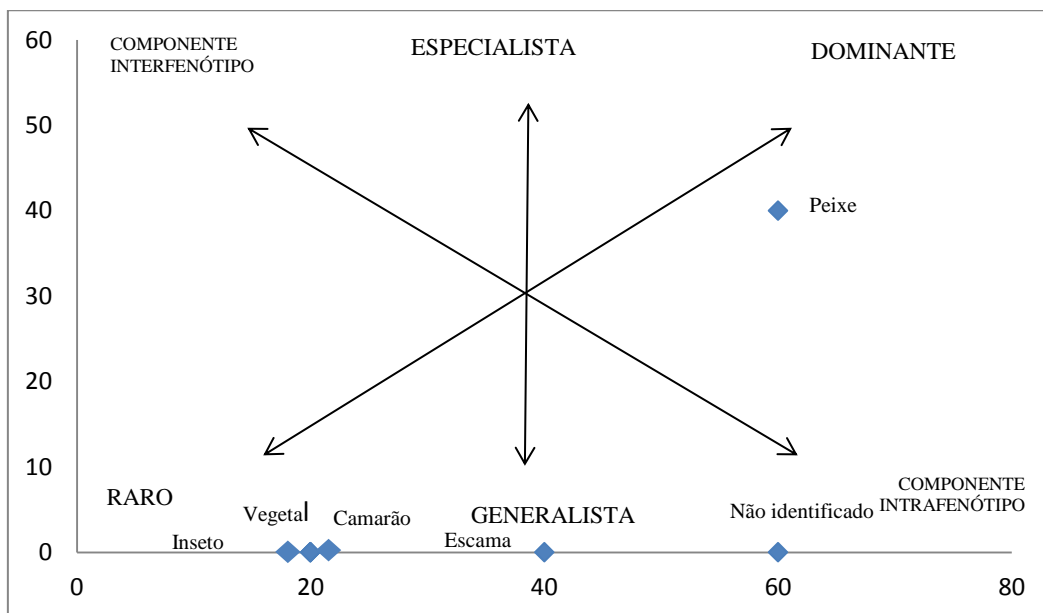
Alimentação

Foram analisados um total de vinte e cinco estômagos distribuídos para as quatro espécies, onde foi identificado os seguintes itens alimentares: peixe, camarão, vegetal, inseto, escama e itens não identificados (correspondendo a massa muito digerida).

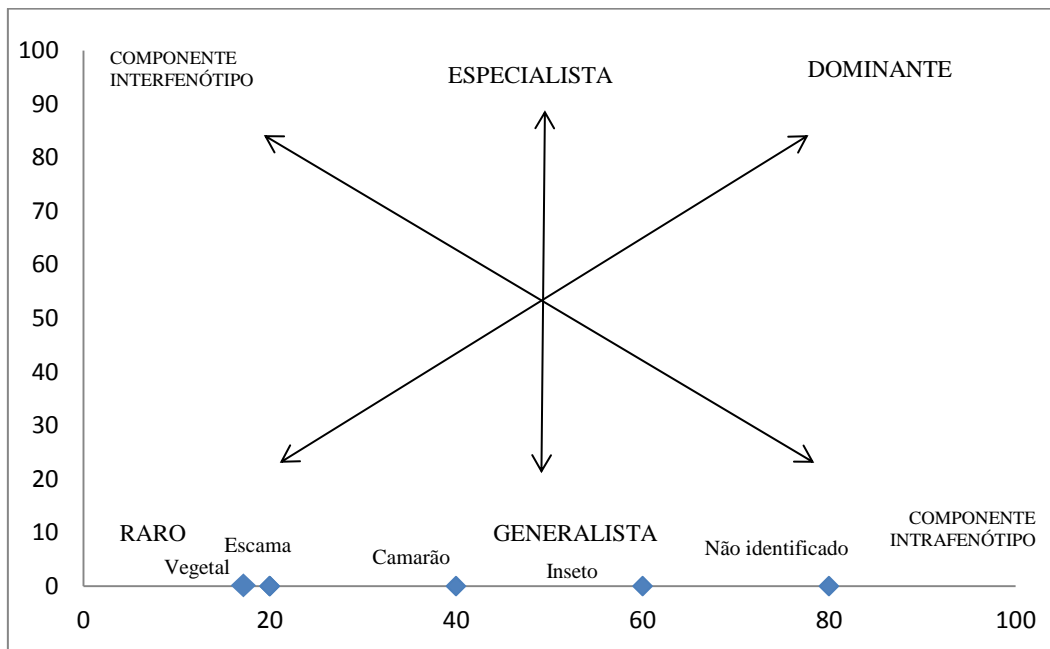
Todas as espécies analisadas apresentaram um hábito alimentar generalista (Figura 5), fato este evidenciado pela diversidade de itens encontrados nos estômagos destas espécies. *A. piawaiensis* apresentou uma alimentação baseada em camarão, vegetal, inseto e escama, foi a única espécie analisada que não apresentou o item peixe em sua dieta. *Cichlasoma* sp. teve sua composição alimentar composta de camarão, peixe, vegetal e inseto, sendo que este último foi o item mais frequente no estômago desta espécie. *C. menezesi* e *A. tetramerus* foram as espécies que apresentaram uma maior quantidade de categorias tróficas em sua alimentação, onde foi observada a presença de vegetal, camarão, inseto, escama e peixe.

Figura 5. Estratégia alimentar das espécies. A: *A. tetramerus*; B: *A. piawaiensis*; C: *C. menezesi*; D: *Cichlasoma* sp.

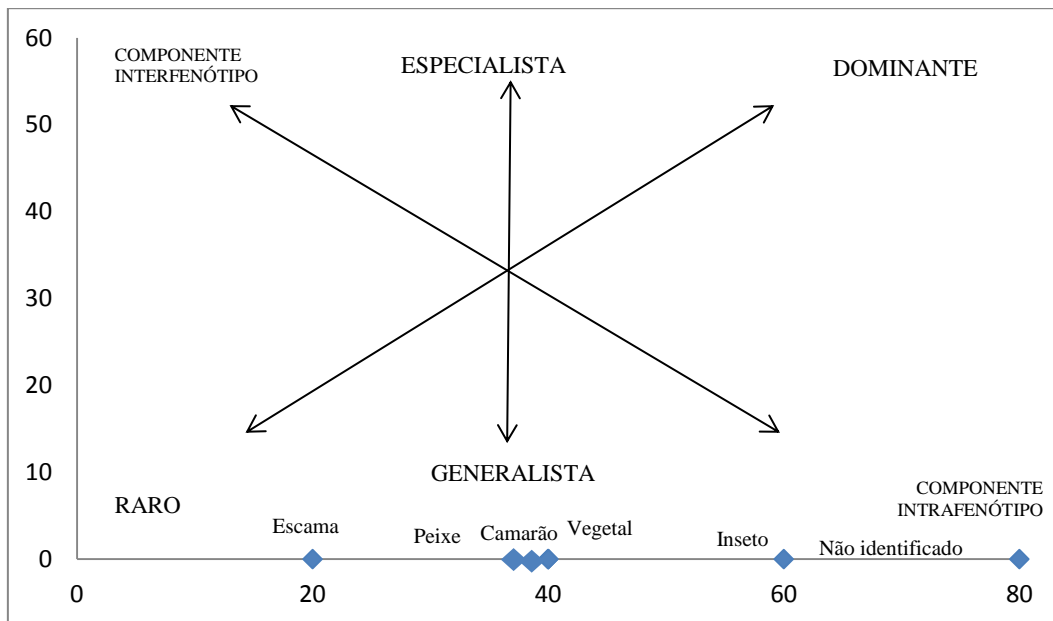
A



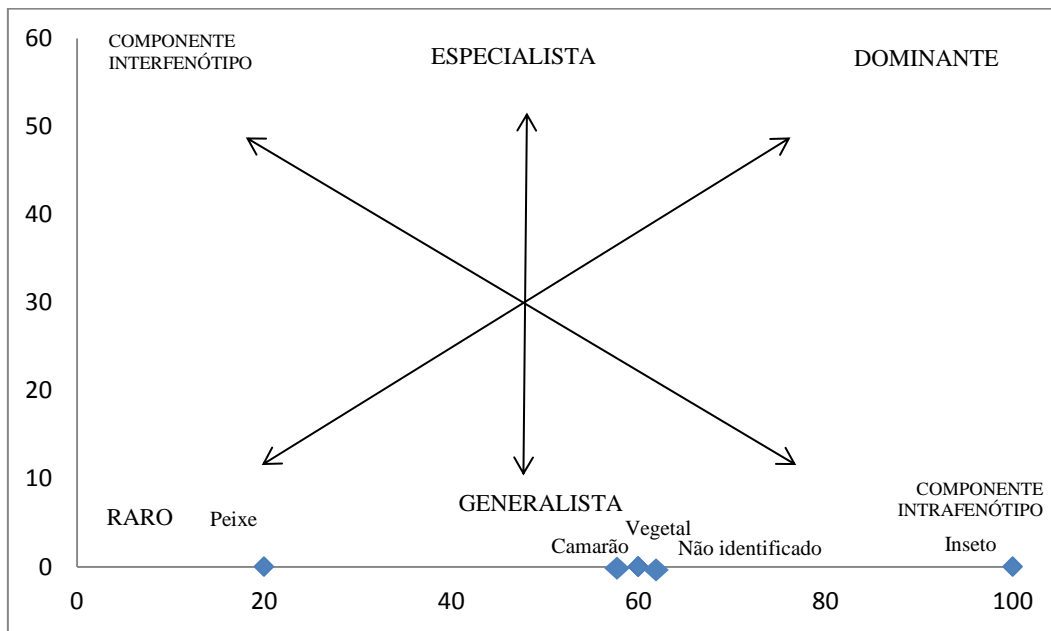
B



C



D



DISCUSSÃO

Por meio da análise de componentes principais foi possível observar que os fatores que mais influenciaram as espécies estudadas foram a habilidade natatória, tamanho do alimento ingerido e ocupação do hábitat. Sampaio & Goulart (2011) afirmam que a ecomorfologia é uma técnica bastante eficaz para descrever as preferências por hábitat das espécies, além de fornecer informações como estas capturam suas presas. Diversos trabalhos demonstraram a relação entre morfologia e aspectos ecológicos em peixes (Piorski *et al.*, 2007; Teixeira & Bennemann, 2007; Gibran, 2010; Mazonni *et al.*, 2010; Sampaio *et al.*, 2013; Soares *et al.*, 2013; Pessanha *et al.*, 2015).

Os resultados demonstraram que todas as espécies abordadas neste trabalho apresentam um modo de natação lenta e são habitantes de águas paradas. Stefani (2010) ao analisar a ecomorfologia e alimentação de *Geophagus brasiliensis* classificou esta espécie como um habitante de águas lentas e que ocupa principalmente as regiões

remansosas. Desta forma, pode-se supor que essa característica é comum a grande maioria dos ciclídeos, fato este observado neste trabalho, onde as quatro espécies estudadas também foram caracterizadas como habitantes de águas lentas.

Dala-Corte *et al.*, (2009) também ressaltaram esta característica para os ciclídeos, ao realizarem um estudo da ictiofauna da Floresta Nacional de Canela. Estes autores destacaram a predominância destes peixes nos açudes estudados, e concluíram que isso está relacionado com o fato de que estes ambientes possuem características de águas paradas.

A análise de componentes principais demonstrou que *Cichlasoma* sp. possui um corpo comprimido lateralmente. Este formato de corpo em peixes indica que esta espécie é uma nadadora pouco ativa. Os resultados também apontam que a mesma habita preferencialmente em locais calmos, onde a correnteza é muito baixa. Sousa & Barreira (2009) ressaltam que através da análise das estruturas morfológicas é possível inferir acerca da ecologia das espécies, por exemplo, a relação entre o formato do corpo e a maneira como o hábitat é explorado e à posição das espécies na coluna d'água. O formato do corpo influencia o desempenho ecológico como natação, velocidade e manobrabilidade (Gibran, 2010; Leal *et al.*, 2013). A morfologia de um organismo determina os recursos que podem ser explorados, desta forma morfologia e variáveis ambientais como velocidade da água, são fatores intimamente relacionados (Leal *et al.*, 2013).

Por possuir um pendúculo caudal relativamente curto, *C. menezesi* foi classificada como uma espécie de natação lenta, este fato foi evidenciado pelo valor negativo obtido no atributo CRPC. Os valores ainda apontaram que devido ao baixo valor no atributo IAV, esta espécie possui características de peixes bentônicos, como

associação ao substrato e capacidade de permanecer parada na água. Além disso, a mesma pode utilizar suas nadadeiras peitorais na realização de manobras e frenagens. Para Sampaio *et al.*, (2013) a manobrabilidade é tida como a capacidade que um organismo possui para realizar manobras rápidas em um pequeno ângulo, estes mesmos autores afirmam que estes movimentos são melhores executadas em ambientes de baixa correnteza.

De acordo com Hahn & Cunha (2005), através de algumas estruturas morfológicas é possível obter informações acerca da alimentação de um animal. Neste caso, como *Aequidens tetramerus* e *A. piauiensis* apresentaram valores negativos no índice LRB, supõe-se que estas espécies não possuem potencial para ingerir presas grandes.

Os itens alimentares encontrados no estômago das espécies *A. tetramerus*, *A. piauiensis*, *C. menezesi* e *Cichlasoma* sp. foram: peixes, crustáceos, insetos, vegetais, escamas de peixes e itens não identificados. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Luiz (2010) ao analisar as características biológicas do ciclídeo *Cichla piquiti* encontrou no estômago desta espécie os mesmos itens alimentares. Através destes resultados foi possível concluir que os peixes desta família possuem uma alimentação bem diversificada, alimentando-se dos recursos disponíveis no ambiente. Hahn & Cunha (2005) ao analisarem a ecomorfologia e alimentação do ciclídeo *Satanoperca pappaterra*, chegaram à conclusão de que a dieta pode estar mais relacionada a abundância e disponibilidade de recursos no ambiente.

Além disso, vale ressaltar a importância da vegetação marginal para os riachos, uma vez que na análise do conteúdo estomacal houve predominância de vegetais e

insetos de origem terrestre. Com isso, peixes de riacho dependem da vegetação ripária para alimentação, reprodução e abrigo (Ferreira, 2007).

Todas as espécies analisadas apresentaram uma alimentação baseada em vegetais e invertebrados como insetos e camarão, além de peixe que foi encontrado no estômago de quase todas, exceto em *A. piauiensis*. Ao analisar uma comunidade de peixes de um trecho do rio Ceará Mirim, Gurgel *et al.* (2005) sugeriram alimentação carnívora para *C. menezesi*. E na alimentação de duas espécies do gênero *Cichlasoma* estes mesmos autores encontraram itens como peixes, insetos e moluscos.

Gurgel *et al.*, (2005) afirmam que os peixes consomem uma variedade muito grande de itens alimentares, onde algumas espécies apresentam especializações na alimentação e outras exibem uma plasticidade trófica que lhes conferem vantagens em relação às espécies especialistas. Para estes mesmos autores, os dados sobre os recursos alimentares dos peixes fornecem informações sobre o hábitat, e a disponibilidade de alimento no ambiente.

Através destes resultados foi possível observar que os peixes da família Cichlidae são bem oportunistas, alimentando-se dos recursos disponíveis do meio, isto foi evidenciado pela diversidade de itens alimentares encontrados nos estômagos das espécies estudadas. Esse modo de alimentação oportunista é bem vantajoso, e pode ser explicado pela grande diversidade morfológica, ecológica e ambiental das espécies desta família. A predominância de insetos e vegetais no estômago destes peixes remete a importância da vegetação marginal para os peixes de riacho.

Pode-se concluir que há igualdade nos padrões ecomorfológicos relacionados à velocidade de natação e ocupação do hábitat para todas as espécies. Desta forma, não

houve divergências entre os ciclídeos analisados. Os atributos que mais influenciaram remetem á característica de nadadores lentos. Esta característica é compartilhada pela maioria dos ciclídeos e infere diretamente no tipo de ambiente ocupado, uma vez que os membros desta família têm preferência por ambientes calmos, de baixa correnteza ou remansos.

REFERÊNCIAS

Abilhoa, W., L. F. Duboc, D. P. Azevedo-Filho. 2008. A comunidade de peixes de um riacho de Floresta com Araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (2): 238-246.

Balon, E.K., S. S.Crawford, A. Lelek A.1986. Fish communities of the upper Danube River (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donau connection. *Environmental Biology of Fishes* 15 (4): 243–271.

Breda, L., E. F. Oliveira, E. Goulart. 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, v. 27, n. 4, p. 371-381.

Casatti, L. & R. M. C. Castro. 2006. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.*, 4(2):203-214.

Cochran-Biederman, J. L. & K. O Winemiller. 2010. Relationships among habitat ecomorphology and diets of cichlids in the Bladen River, Belize. *Environ Biol Fish* (2010) 88:143–152.

Dala-Corte, R. B., I. Franz, M. P. Barros, P. H. Ott. 2009. Levantamento da ictiofauna da floresta nacional de Canela, na região superior da bacia hidrográfica do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 9(2): 221-226.

- Ferreira, K. M. 2007. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5 (3):311-326.
- Freitas, C. E. C., E. L. Costa, M. G. M. Soares. 2005. Ecomorphological correlates of thirteen dominant fish species of Amazonian floodplain lakes. *Acta Limnol. Bras.*, 17(3):339-347.
- Gibran, F., 2010. Habitat partitioning, habits and convergence among coastal nektonic fish species from the São Sebastião Channel, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 8, 299–310.
- Gomes, L. N., J. R. Pinheiro- Júnior, N. M. Piorski. 2003. Aspectos ecomorfológicos da comunidade de peixes do estuário do Rio Anil, Ilha de São Luís- MA. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 16: 29-36.
- Gurgel, H. C. B., N. B Silva, F. D Lucas, L. L. G Souza. 2005. Alimentação da comunidade de peixes de um trecho do rio Ceará Mirim, em Umari, Taipu, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, v. 27, n. 2, p. 229-233.
- Hahn, N. S. & F. Cunha. 2005. Feeding and Trophic Ecomorphology of *Satanoperca pappaterra* (Pisces, Cichlidae) in the Manso Reservoir, Mato Grosso State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* Vol.48, n. 6: pp. 1007-1012.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper, P.D Ryan. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Leal, C. G., N. T Junqueira, H. A Santos, P. S. Pompeu. 2013. Variações ecomorfológicas e de uso de habitat em *Piabina argentea* (Characiformes, Characidae) da bacia do rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 103 (3):222-231.

- Luiz, T. F. 2010. Características biológicas do peixe amazônico *Cichla piquiti* (Cichlidae: Perciformes) introduzido no reservatório de Cachoeira Dourada no rio Paranaíba, Brasil. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em ecologia e recursos naturais, Universidade Federal de São Carlos, 59 p.
- Mazzoni R., M Moraes, C. F. Rezende, J. C Miranda. 2010. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 100 (2):162-168.
- Mise, F. T., L. F. C. Tencatt, F. Sousa. 2013. Ecomorphological differences between *Rhamdia* (Bleeker, 1858) populations from the Iguazu River basin. Biota Neotrop., vol. 13, no. 4.
- Nunes, J. L. S. 2008. Morfometria geométrica e ecomorfologia de Labridae e Pomacentridae. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Pernambuco, 126 p.
- Oliveira, E. F., E. Goulart, L. Breda, C. V. Minte-Vera, L. R. S. Paiva, M. R. Vismara. 2010. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. Neotropical Ichthyology, 8 (3):569-586.
- Pessanha, A. L. M., F. G. Araújo, R. E. M. C. C. Oliveira, A. F. Silva, N. S. Sales. 2015. Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. Neotropical Ichthyology.
- Piorski, N. M., E. C. S. Dourado, J. L. S. Nunes. 2007. Análise ecomorfológica de três espécies de peixes do Parque estadual marinho do Parcel de Manuel Luiz, Nordeste do Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 20: 69-76.
- Rasband, W. 2011. Image J National institutes of Health, USA versão 1.45s.

Sampaio, A. L. A. & E. Goulart. 2011. Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. *Oecologia Australis*, 15(4): 775-798.

Sampaio, A. L. A., J. P. A. Pagotto, E. Goulart. 2013. Relationships between morphology, diet and spatial distribution: testing the effects of intra and interspecific morphological variations on the patterns of resource use in two Neotropical Cichlids. *Neotropical Ichthyology*, 11 (2): 351-360.

Santos, L. C. A. & A. C. Leal. 2013. Gerenciamento de recursos hídricos do estado do Maranhão- Brasil. *Revista eletrônica de Geografia*, v.5, n. 13, p. 39-65.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA). 2011. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no estado do Maranhão. Decreto nº 27.317, São Luís- MA.

Silva- Camacho, D. S., J. N. S. Santos, R. S. Gomes, F. G. Araújo. 2014. Ecomorphological relationships among four Characiformes fish species in a tropical reservoir in South-eastern Brazil. *Zoologia* 31 (1): 28–34.

Silva- Júnior, M. G., C. L. Costa, D. S. Bezerra. 2008. Programa União pelas Águas- Gestão Participativa para Elaboração e Formação do Pró-Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim. RBRH — *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 13 n.2.

Soares, B. E., T. O. B. Ruffeil, L. F. A. Montag. 2013. Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11 (4): 845-858.

Sousa, C. E. & W. Barrela. 2009. Atributos ecomorfológicos de peixes do Sul do Estado de São Paulo. *Revista Eletrônica de Biologia* Volume 2 (1): 1-34.

Stefani, P. M. 2010. Ecologia trófica e ecomorfologia de peixes em um trecho do Alto rio São Francisco impactado pela transposição do rio Piunhi, com ênfase nas espécies

Pimelodus fur Lutken, 1874 e *Leporinus reinhardti* Lutken, 1875. Tese (Doutorado). Programa de pós-graduação em ecologia e recursos naturais. Universidade Federal de São Carlos, 185 p.

Teixeira, I. & S. T. Bennemann. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropica* 7, 67–76.