

HIDRODINÂMICA E SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS EM PEIXES DULCÍCOLAS

HYDRODYNAMICS AND NICHE OVERLAP IN FRESHWATER FISHES

Ronielson Gaia da Silva^{1*}; Fagner de Souza²; Paulo Ricardo da Silva Camargo³

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE), Av. Dr. Randolpho Borges, 1400, 38064-200, Uberaba, MG *ronielsongaia@hotmail.com

²Doutor em Ecologia, Universidade Estadual de Maringá.

³Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

RESUMO

A ecomorfologia é uma ferramenta na qual se estuda as modificações morfológicas dos organismos frente as pressões ambientais. Com isso, por meio do comportamento das espécies e suas interações bióticas e abióticas, podemos observar como essas relações ocorreram e de que forma as populações estão se adaptando frente às características ambientais e suas pressões. Diante disso, partiu-se da hipótese que *Poecilia reticulata* influencia negativamente a variabilidade ecomorfológica de *Phallocherus harpagos*, mesmo em diferentes regimes hidrodinâmicos. Para obter os dados ecomorfológicos foram utilizados 452 indivíduos de *P. reticulata* e *P. harpagos* provenientes de diferentes sub-bacias na região alto rio Paraná. Para isso, foram mensuradas vinte e seis medidas morfométricas e calculadas seis áreas corporais que, posteriormente, foram utilizadas no cálculo dos índices ecomorfológicos. Por meio da análise de variáveis canônicas foram apontadas diferenças nas relações interespecífica, intraespecífica, intergênero e intragênero. As diferenças foram mais claras nas relações intraespecíficas para cada gênero, sendo creditadas aos distintos fluxos em que estão submetidos. Portanto, em rios e riachos o fluxo torna-se um fator limitante. Assim, a hipótese inicial não foi corroborada.

Palavras-Chave: Divergência intragêneros, Ecomorfologia, Regimes hídricos, Variação intraespecífica

ABSTRACT

Ecomorphology is a tool in which was studied the morphological modifications of organisms face to environmental pressures. Thus, through the behavior of species and their biotic and abiotic interactions, we can observe as these relationships occur and as the populations are adapting to face the environmental characteristics and your pressures. Front this, we assume that *Poecilia reticulata* negatively influences the ecomorphological variability of *Phallocherus harpagos*, even in different hydrodynamic regimes. To obtain ecomorphological data, 452 individuals of *P.*

reticulata and *P. harpagos* from different sub-basins in Upper Paraná River region were used. For this, twenty-six morphometric measurements were performed and six body areas were calculated, that later were used in ecomorphological index calculation. Through of the canonical analysis were pointed differences in interspecific, intraspecific, intergenus and intragenus relationship. The divergences were clear in intraspecific relationship to each gender. Therefore, in rivers and streams the flow becomes a limiting factor. Thus, the initial hypothesis wasn't corroborated.

Keywords: intragenus divergence, Ecomorphology, Hydric regimes, Intraspecific variations.

INTRODUÇÃO

Os peixes da família Poeciliidae são de pequeno porte, apresentando tamanho entre 13,9 mm a 20,0 mm, com variações na forma do corpo, desde extremamente alongado até lateralmente comprimido⁽¹⁾. Algumas características peculiares mais evidentes são relatadas por Santos et al.; Britski; Silimon; Lopes^(2,3) como a direção da boca (ligeiramente voltada para cima) e as formas e posição de suas nadadeiras, nadadeira pélvica deslocada para parte anterior do corpo (sob a abertura opercular) e nadadeira anal nos machos transformada em gonopódio ou órgão de cópula.

Essas características os propiciam uma grande diversidade de espécies com aproximadamente 27 gêneros e 299 espécies válidas, distribuindo-se entre o continente Africano e o Americano, tanto em água doce como em águas salobras⁽¹⁾, com maior sucesso em ambientes lênticos⁽³⁾. Muitas das espécies desta família foram introduzidas pelo homem em várias bacias hidrográficas brasileiras para controlar larvas de insetos^(4,3).

Neste contexto, destaca-se *Poecilia reticulata* Peters, 1859, que distribui-se em diferentes tipos de ambientes em bacias de rios da Venezuela até a bacia do rio de La Plata. Graça e Pavanelli⁽⁴⁾; Mise et al.⁽⁵⁾ demonstraram a adaptação da espécie relatando variações ecomorfológicas, em ambientes com diferentes fluxos hidrodinâmicos. Ainda discutiram sobre a variabilidade morfológica nestes distintos ambientes, sendo a menor amplitude em ambientes lênticos, e creditam isto às interações ecológicas (especialmente, predação).

Além disso, o sucesso desta espécie está relacionado às características qualitativas ambientais, proporcionando a esta uma grande amplitude adaptativa⁽⁶⁾, como explorar vários recursos e suportar as baixas concentrações de oxigênio, aumentando assim a possibilidade de colonização e manutenção da população em diferentes ambientes^(7,8). No mesmo sentido, Souza e Tozzo⁽⁹⁾ relatam que a presença da espécie pode auxiliar na redução dos parâmetros de diversidade de espécies, afetando negativamente a riqueza de espécies nativas de pequeno porte.

Alguns trabalhos demonstram que em ambientes com distúrbios frequentes a espécie apresenta uma grande abundância influenciando negativamente os parâmetros ecológicos de diversidade e de forma positiva os de dominância, refletindo na estrutura da comunidade⁽¹⁰⁻¹⁴⁾.

Desta maneira, esta é considerada como bioindicadora da qualidade ambiental, pois em ambientes naturais a espécie pode indicar distúrbios ambientais negativos com adaptações ecológicas proporcionando condições para colonização em diversos ambientes. Além disso, são boas competidoras com capacidade de suportar variações extremas^(9,15). Frente ao exposto, a aplicabilidade e o uso da espécie em trabalhos que permeiam a adaptação em diferentes ambientes podem apontar importantes resultados, com foco na adaptação das espécies.

Na região do alto rio Paraná, uma das espécies de Poeciliidae que se destaca é *Phalloceros harpagos* Lucinda, 2008⁽¹⁶⁾. Vale ressaltar que esta espécie é endêmica de algumas bacias hidrográficas brasileiras, como as bacias dos rios La Plata, costeiras sul e sudeste⁽¹⁶⁾ e utiliza o mesmo hábitat que *P. reticulata*, competindo diretamente^(11,14). Assim, como *P. reticulata*, a espécie pode exibir profundas variações morfológicas em ambientes distintos, como por exemplo, na coloração, altura do corpo e tamanho do pedúnculo caudal⁽¹⁶⁾. Além disso, são ovovivíparos, sendo que as fêmeas são, normalmente, maiores que os machos e mais abundantes⁽¹⁷⁾.

Estas variações morfológicas exibidas por estas espécies podem apresentar uma amplificação quando ambas coexistem. Devido às semelhanças e a proximidade filogenética destas espécies, discussões sobre a sobreposição de nicho

são levantadas em alguns trabalhos^(11,14) relatando a diminuição na abundância de *P. harpagos* quando coocorre com *P. reticulata* em ambiente impactados.

Nesta perspectiva, algumas áreas da ecologia avaliam esta relação e quais os efeitos para as espécies. Uma das áreas que estuda o resultado destas interações é a ecomorfologia, que tem como ideia central avaliar como o ambiente e as interações bióticas e abióticas influenciam na morfologia dos organismos.

O trabalho relatado por Mise et al.⁽⁵⁾ constatou variações para *P. reticulata* em ambientes com diferentes fluxos, apontando que para ambientes mais complexos, como córregos, o fator que melhor explica a caracterização ecomorfológica é o abiótico. Já em ambientes com menor complexidade e mais homogêneos, como lagos, os fatores bióticas podem ser os mais relevantes na caracterização dos organismos.

Diante do exposto, testou-se a hipótese de que *P. reticulata* influencia negativamente a variabilidade ecomorfológica de *P. harpagos*, mesmo em diferentes regimes hidrodinâmicos.

METODOLOGIA

Os espécimes analisados foram oriundos de lotes depositados e catalogados na coleção ictiológica da UFTM, e foram identificados de acordo com Graça e Pavanelli⁽⁴⁾.

Foram analisadas as populações de 12 corpos d'água, sendo alguns com características distintas, podendo ser biogeográficas, hidrodinâmicas e/ou qualitativas. Os ambientes aquáticos são: Bacia do rio Grande: Rio Uberaba (ambiente híbrido; perímetro urbano/rural) afluente da bacia do rio Grande nas coordenadas 19°42'55,85"S 47°56'24,44"O, localizado no município de Uberaba/MG. Córrego Univerde (lótico/pós-barragem; urbano) coordenadas 19°42'59"S 47°57'21"O, localizado na cidade de Uberaba/MG. Córrego Veadinho (lótico/pré-barragem; rural) coordenadas 19°45'12"S 47°43'46"W situado no bairro rural de Uberaba/MG, denominado Peirópolis. Bacia do rio Ivaí: Córrego Biguaçu

(lótico; urbano) coordenadas 23°34'11"S 51°26'44"O, Apucarana/PR. Bacia do rio Ivaí: Lago Jaboti (lêntico; urbano) área utilizada no entretenimento no município de Apucarana/PR. As coordenadas são 23°33'54"S 51°28'25"O, sendo os seus afluentes os córregos Jaboti, Água da Lagoa e Barra nova. Lago do Parque Ingá (lêntico; urbano/área de conservação) é uma área de conservação e recreação no perímetro urbano, localizada na cidade de Maringá/PR nas coordenadas 23°25'37"S 51°55'47"O, com área estimada 475.300 m². Bacia do rio Pirapó: Córrego Jurema (lótico, urbano). Coordenadas 23°31'57"S 51°28'24"O, Apucarana/MG. Córrego Caviúna (lótico; rural) coordenadas 23°31'57"S 51°28'24"O, localizado no distrito de Aricanduva/PR. Córrego Indaiá (lótico; rural) coordenadas 23°32'58"S 51°31'35"O, situado na região do Paraná, próxima ao perímetro urbano com aproximadamente 1 km de distância do distrito de Pirapó. Córrego Iguá (lótico; rural) coordenadas 23°33'77"S 51°30'32"O. Os trechos estão aproximadamente 1,5 km de distância do perímetro urbano. Bacia do rio Tibagi: Córrego Japira (lótico/pré-barragem; urbano) coordenadas 23°32'29"S 51°25'52"O. Córrego Schmidt (lêntico; urbano) coordenadas 23°32'14"S 51°25'53"W localizado a jusante do córrego Japira caracterizado como ambiente lêntico.

Para a análise das diferenças ecomorfológicas foram utilizados no mínimo 15 exemplares (machos e fêmeas) de *P. harpagos* e *P. reticulata* de cada ambiente, de maneira que em cada indivíduo foram tomadas 26 medidas morfométricas e calculadas seis áreas corporais. As medidas foram realizadas no lado esquerdo do corpo de cada espécime, com a utilização de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, e as áreas foram obtidas através do desenho do contorno das estruturas e em seguida digitalizadas e calculadas no *software* *AUTO CAD* 2009⁽¹⁸⁾.

As medidas morfométricas foram: Comprimento Total (CT), Comprimento Padrão (CP), Altura Máxima do Corpo (AlMCp), Altura Média do Corpo (AlM), Largura Máxima do Corpo (LMCp), Comprimento do Pedúnculo (CPd), Altura do Pedúnculo (AlPd), Largura do Pedúnculo (LPD), Comprimento da Caudal (CC), Altura da Caudal (AlC), Comprimento da Dorsal (CD), Altura da Dorsal (AlD),

Comprimento da Anal (CA), Altura da Anal (AlA), Comprimento da Peitoral (CPt), Altura da Peitoral (AlPt), Comprimento da Pélvica (CPv), Altura da Pélvica (AlPv), Comprimento da Cabeça (CCb), Altura da Cabeça (AlCb), Largura da Cabeça (LCb), Altura Média do Olho (AlO), Altura Máxima da Boca (AlBo), Largura Máxima da Boca (LBo), Comprimento do Focinho com a boca Aberta (CFA) e Comprimento do Focinho com a boca Fechada (CFF). Já as áreas calculadas foram Área da nadadeira Dorsal (AD), Área da nadadeira Anal (AA), Área da nadadeira Caudal (AC), Área da nadadeira Peitoral (APt), Área da nadadeira Pélvica (APv), e a Área do Olho (AO).

Foram calculados 22 índices ecomorfológicos com base nos valores de áreas e medidas corporais. Estas proporções serviram para avaliar efeitos de tamanho e formas⁽¹⁹⁻²³⁾.

Foram realizadas análises inter fluxos com diferentes blocos e análise de variáveis canônicas (AVC). Posteriormente, foi realizado um teste “*post hoc*” de comparações pareadas de *Hotelling* entre as populações. Todas as análises foram realizadas no software PAST versão 2.03⁽²⁴⁾.

RESULTADOS

De acordo com as análises de variáveis canônicas (Figura 1), os índices que mais apresentaram disparidades ecomorfológicas entre as populações foram encontrados no “CVA 1” com 50,44%, no qual os índices mais significativos foram: No eixo 1, área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,077998), índice de compressão (IC: 0,049709), comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPD: 0,041367), razão aspecto da nadadeira peitoral (RAPT: 0,042838), índice de depressão da região ventral (ID: 0,044807), razão aspecto da nadadeira pélvica (RAPV: -0,039264) e razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,040981). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância, 25,87%, assim os índices mais significativos foram: razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,019207), razão aspecto da nadadeira

caudal (RAC: 0,010823), área relativa da nadadeira caudal (ARC: -0,14017) e área relativa da nadadeira anal (ARA: -0,15101).

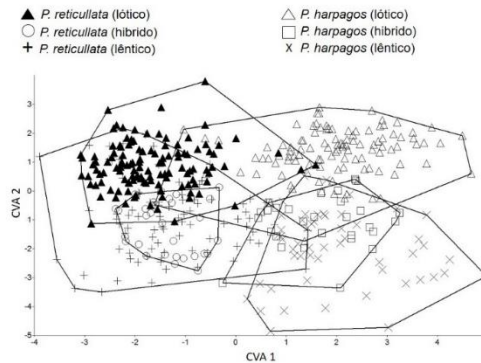


Figura 1. Resultado da Análise de Variáveis Canônicas por fluxo entre as populações de *Phalloceros harpagos* e *Poecilia reticulata*. Lado direito; Quadrado branco= híbrido; Triângulo branco=lótico; Cruzado=lêntico; Lado esquerdo; Triângulo preto=lótico; Círculo=híbrido; Cruz=lêntico.

Na análise populacional (Figura 2) com separações por fluxo e gênero, os índices que mais explicam as diferenças ecomorfológicas foram encontrados no “CVA” 1 com 58,2%, sendo eles: área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,023199), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,014987), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,02862) e razão aspecto da nadadeira pélvica (RAPV: -0,046133). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância 25,23%, portanto os índices mais significantes foram: razão aspecto da nadadeira peitoral (RAPT: 0,06441), área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,067055), índice de depressão da região ventral (ID: 0,06076), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,0022204), área relativa da nadadeira pélvica (ARPV: -0,014284).

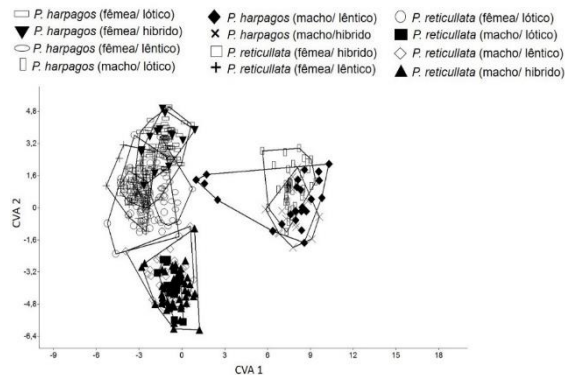


Figura 2. Resultado da Análise de Variáveis Canônicas por fluxo gênero entre as populações de *P. harpagos* e *P. reticulata*. Retângulo=lótico; Losango=lântico; cruzado=híbrido; Lado esquerdo; Triângulo preto=híbrido; Círculo=lântico; retângulo escuro=lótico; Cruz=lântico; Losango=lântico; Quadrado=híbrido.

Na relação de fluxo para fêmeas (Figura 3), os índices que mais explicaram as diferenças ecomorfológicas foram encontrados no “CVA” 1 com 40,74%. No qual, os índices mais significativos foram: área relativa da nadadeira peitoral (ARPT: 0,046758), área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,048428), índice de depressão da região ventral (ID: -0,015639), comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPD: -0,022542) e razão aspecto da nadadeira peitoral (RAPT: -0,018167). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância 36,5%, com os índices mais relevantes: área relativa do olho (ARO: 0,096027), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,092035), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,0190994) e razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,014544).

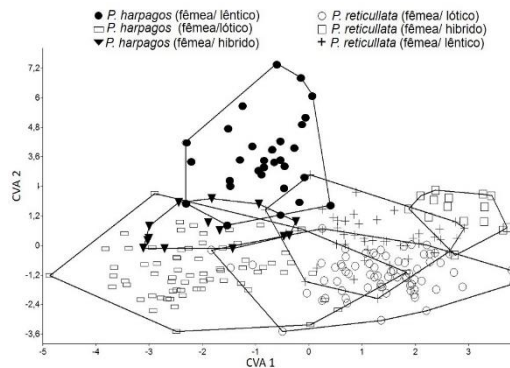


Figura 3. Resultado da Análise de Variáveis Canônica por fluxo espécie fêmea. Quadrado=híbrido; Círculo=lótico; Cruz=lêntico; Retângulo=lótico; Triângulo=híbrido; Círculo preto= lêntico.

Já na relação por fluxo para machos (Figura 4), os índices que mais explicaram as diferenças ecomorfológicas foram encontrados no “CVA” 1 com 82,03%. Os mais significantes foram: índice de compressão (IC: 0,033224), área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,030017), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,061443), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,022865), razão aspecto da nadadeira pélvica (RAPV: -0,026402). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância 8,4%, com os índices mais: área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,26754), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,29116), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,0046346), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,015535).

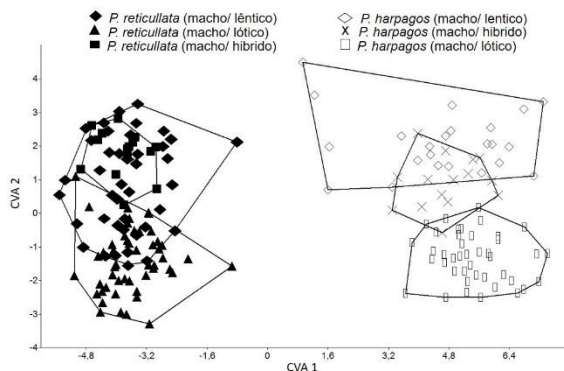


Figura 4. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo espécie macho. Lado direito; Losango=lêntico; Cruzado=híbrido; Retângulo=lótico; Lado esquerdo; Losango preto=lêntico; Quadrado=híbrido; Triângulo=lótico.

Na relação entre fluxo e gênero para *P. reticulata* (Figura 5) o índice que melhor explicou as diferenças foram encontrados no “CVA” 1, com 78,01%: razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,011118), área relativa da nadadeira caudal (ARC: -0,10201) e área relativa da nadadeira anal (ARA: -0,075381). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância com 11,85%, com os índices significantes: razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,022105), área relativa da nadadeira caudal (ARC: -0,23501), área relativa da nadadeira anal (ARA: -0,27974).

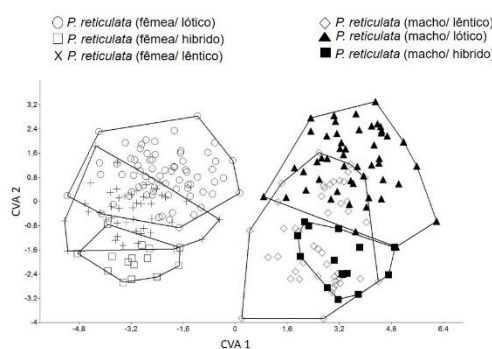


Figura 5. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo *Poecelia reticulata* gênero. Lado direito; Triângulo=lótico; Losango=lântico; Quadrado = híbrido; Lado esquerdo; círculo=lótico; Cruz=lântico; Quadrado preto= híbrido.

Na relação entre fluxo e gênero para *P. harpagos* (Figura 6), os índices que mais elucidam as disparidades foram encontrados no “CVA” 1, com 76,03%: área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,027312), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,014192), comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPD: -0,030202), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,025699), razão aspecto da nadadeira peitoral (RAPT: -0,025545) e razão aspecto da nadadeira pélvica (RAPV: -0,046206). Já o eixo “CVA” 2 apresentou menor variância, com 15,56%: área relativa do olho (ARO: 0,1047), área relativa da nadadeira dorsal (ARD: 0,085852), área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,089364), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,094312), área relativa da nadadeira pélvica (ARPV: 0,090427), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,018421) e razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,016944).

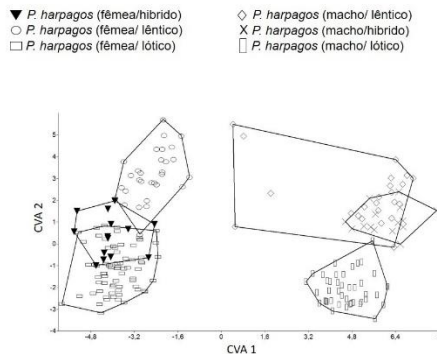


Figura 6. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo *Phalloceros harpagos* gênero. Lado direito; Losango=lêntico; Retângulo=lótico; Cruzado=híbrido; Lado esquerdo; círculo=lêntico; Triângulo=híbrido; Retângulo preto=lótico.

Para *P. reticulata*, a relação entre fluxo e fêmeas (Figura 7), os índices que mais explicam as diferenças foram encontrados no “CVA” 1, com 70,67%. Os índices mais significativos foram: área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,34538), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,38094), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,027992). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância, com 29,33%. Os índices mais significativos foram: razão aspecto da nadadeira pélvica (RAPV: 0,0088956), área relativa da nadadeira dorsal (ARD: -0,05293) e área relativa da nadadeira peitoral (ARPT: -0,063674).

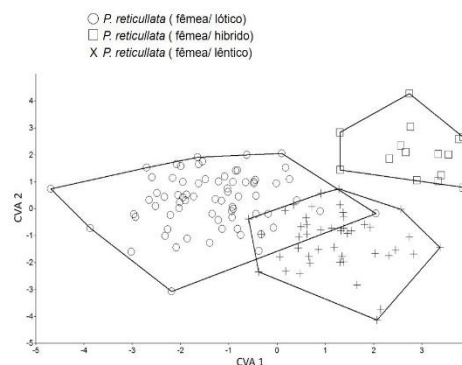


Figura 7. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo *Poecilia* fêmea. Quadrado=híbrido; Círculo=lótico; Cruz=lêntico.

Para fluxo e machos de *P. reticulata* (Figura 8), os índices que mais explicaram as diferenças ecomorfológicas foram encontrados no “CVA” 1 com

69,11%. Neste, os índices mais significantes foram: largura relativa do pedúnculo caudal (LRPD: 0,035066), altura relativa da boca (ARBO: 0,038382), posição vertical do olho (PVO: 0,051127), área relativa do olho (ARO: 0,032424), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,031387). Razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,010168). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância, com 30,89%. Os índices mais significantes foram: razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: 0,054827), índice de compressão (ID: -0,036009), altura relativa da boca (ARBO: -0,03497), área relativa do olho (ARO: -0,037726).

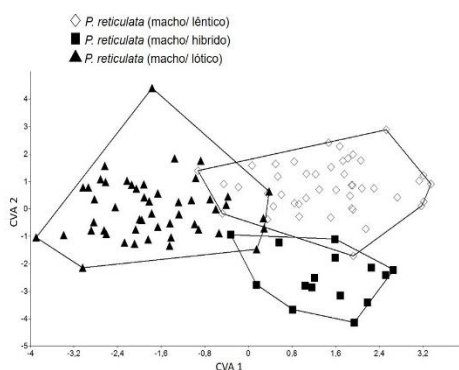


Figura 8. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo *P. reticulata* macho. Losango=lântico; Triângulo=lótico; Quadrado=híbrido.

Na relação intraespecífica de *P. harpagos*, fluxo e fêmeas (Figura 9), a análise de variáveis canônicas evidenciou que os índices que mais explicaram as diferenças ecomorfológicas foram encontrados no “CVA” 1 com 70,21%. Os índices mais significativos foram: área relativa do olho (ARO: 0,11589), área relativa da nadadeira anal (ARA: 0,110228), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,024748), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: -0,013734). O eixo “CVA” 2 apresentou menor variância com 29,79%, sendo que os índices mais significantes foram: razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,28795), área relativa da nadadeira pélvica (ARPV: 0,029109), área relativa da nadadeira caudal (ARC: -0,022537), área relativa da nadadeira anal (ARA: -0,026073) e razão aspecto da nadadeira pélvica (RAPV: -0,026691).

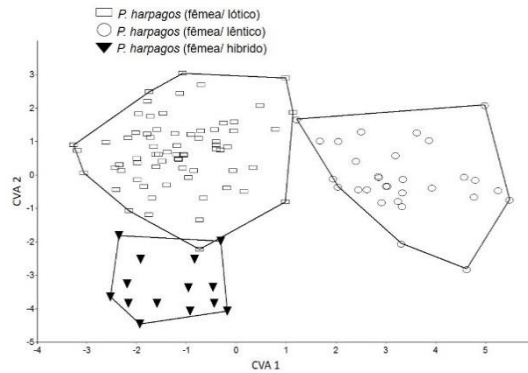


Figura 9. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo *Phalloceros* fêmea. Círculo=Lânticos; Retângulo=lótipo; Triângulo=híbrido.

A relação entre fluxo e machos de *P. harpagos* (Figura 10), os índices mais importantes foram encontrados no eixo “CVA” 1, com 73,71%. Estes foram: área relativa do olho (ARO: 0,053326), área relativa da nadadeira caudal (ARC: 0,052578), área relativa da nadadeira pélvica (ARPV: 0,056352), razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: -0,016687). Já no eixo “CVA” 2, com menor poder de explicação, com 26,29%, atribui sua variação aos índices: razão aspecto da nadadeira caudal (RAC: 0,0077425), razão aspecto da nadadeira anal (RAA: 0,0032802), área relativa do olho (ARO: -0,10181), área relativa da nadadeira anal (ARA: -0,10483), área relativa da nadadeira peitoral (ARPT: -0,11032).

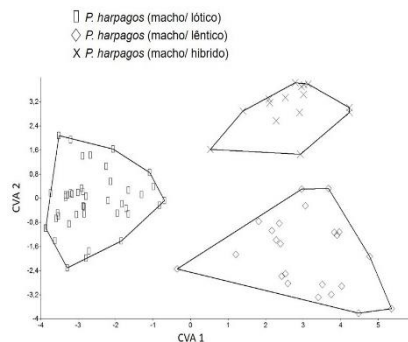


Figura 10. Resultado da Análise de Variáveis Canônico por fluxo *Phalloceros* macho. Losango=lânticos; Cruz=híbrido; Retângulo= lótipo.

DISCUSSÃO

As populações de *P. harpagos* de ambientes lênticos e lóticos, em relação a todas as outras populações, exibiram atributos de exploradores de superfície com alta capacidade de realizar manobras com movimentos rápidos, contínuos e estáveis^(18,19,25-30).

Na análise realizada por gêneros machos de *P. harpagos* exibiram atributos de nadadores rápidos, com capacidade de realizar manobras estáveis, como movimentos de frenagens e regressão natatória. Por outro lado, machos de *P. reticulata* possuem baixo desempenho natatório de aceleração e exploram ambientes mais bentônicos na coluna d'água^(19,20,25,27,28,30).

Para fêmeas de *P. reticulata* nos ambientes híbridos, em comparação as outras populações, evidenciaram-se bons nadadores, com alta capacidade de aceleração e movimentos de frenagens. Nesta mesma perspectiva, as populações de *P. harpagos* dos ambientes lênticos, em relação às outras populações, apresentaram capacidade de explorador de regiões pelágicas, realizando movimentos rápidos e estáveis, com manobras de alta complexidade e com regressões rápidas^(19,20,25,26,30-32).

A análise entre as espécies e indivíduos machos, *P. harpagos* exploram ambientes mais complexos, exibindo característica de bons nadadores, com natação contínua, realizando manobras rápidas, estáveis e eficácia nas manobras^(20,25-27,30).

A análise intraespecífica entre os gêneros de *P. reticulata*, machos em relação as fêmeas, ostentam maior capacidade de aceleração e regressões, realizando manobras com movimento estáveis^(25,30).

Na análise intraespecífica entre os gêneros de *P. harpagos*, os machos em relação às fêmeas, exibiram maior capacidade natatória, com natação contínua e regressões rápidas, realizando movimentos estáveis com alto grau de manobrabilidade^(19,20,25-30).

A análise intraespecífica de *P. reticulata* com indivíduos fêmeas nos ambientes híbridos e lênticos, em relação às populações dos ambientes lóticos,

exibiram características de consumidor de recursos alimentares de menor tamanho com alta capacidade de sucção, realizando movimentos natatórios contínuos e complexos com alto grau de manobrabilidade e ações estáveis e regressões rápidas (20,25,30,33).

A análise intraespecífica de *P. reticulata* para machos nos ambientes lênticos e híbridos, em relação às populações dos ambientes lóticos, exibem atributos natatórios mais complexos, realizando manobras rápidas e estáveis com movimentos de regressão^(25,30).

Na análise intraespecífica de *P. harpagos* para os indivíduos fêmeas nos ambiente lênticos, em relação às demais populações, possui capacidade de bom explorador na região superficial da coluna d'água, com desempenho natatório rápido e contínuo, com regressões rápidas e alto grau de manobrabilidade^(20,25,27,30,31).

Na análise intraespecífica de *P. harpagos* machos nos ambientes lênticos e híbridos, em relação aos ambientes lóticos, apontaram características de detecção de explorador de regiões superficiais, com eficiência na natação rápida e contínua^(20,25,27,30,31).

Com base nos resultados e interpretações ecomorfológicas, a relação que mais aproximou de nossa hipótese são que os regimes hidrodinâmicos influenciam na variabilidade ecomorfológica, sendo evidenciada nas relações intraespecíficas das espécies. Isso pode ser explicado pelas distintas estruturações dos ambientes, sendo bastante complexas e pressionando as populações a adaptarem-se às dinâmicas peculiares de cada ambiente^(34,35). Variações ecomorfológicas e funcionais foram observadas em populações de *P. harpagos*⁽³⁶⁾. Estas variações foram creditadas às características hidrodinâmicas, como aqui apontado, mas com adição das peculiaridades longitudinais dos ambientes analisados.

As variações estruturais do ambiente podem afetar as relações das populações com o meio no qual ela está inserida^(37,38) determinando o modo de forragear^(39,40).

Neste contexto, nas relações entre fêmeas de *P. harpagos* as divergências foram entre o ambiente lênticos com híbrido e lótico. Estas variações podem ser creditadas a diminuição de recursos nestes ambientes, culminando em uma adaptação relativa as táticas de forrageamento⁽³⁷⁾ minimizando a sobreposição de nicho.

Duas espécies que exploram mesmos recursos em um mesmo habitat, podem exibir diferenças em seus atributos ecomorfológicos⁽⁴¹⁾. Desta maneira, a interação das fêmeas de ambientes lênticos com os machos e os indivíduos de outras espécies (como *P. reticulata*), pode ocasionar o estreitamento de seu nicho realizado. Isto proporciona a necessidade de exploração de outros recursos (ainda disponíveis no ambiente) e aumento do espectro alimentar.

Os machos diferenciam-se por ostentar modificações na nadadeira anal, formando o gonopódio⁽⁴²⁾. Já as fêmeas, apresentam um pedúnculo mais robusto e roliço, proporcionando uma maior eficiência na natação⁽⁴³⁾. Essa variação também é atribuída a estratégias reprodutivas e tamanho corporal mais avantajado. Um fator não analisado e que poderia contribuir na separação das espécies é a sazonalidade⁽⁴⁴⁾.

Não foi claro a sobreposição das populações de *P. reticulata* sobre as populações de *P. harpagos*. As diferenças observadas são mais claras nas relações intraespecíficas para cada gênero. Este fato foi evidenciado nas observações mais estreitas e creditado as características hidrodinâmicas e sobreposição de nicho. Além disso, vale apontar que não foram ponderadas questões sazonais, fator esse que pode auxiliar nas interpretações do comportamento dos organismos nos ambientes, pautados na ecomorfologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a equipe do laboratório de ecologia aquática- UFTM pelo suporte físico e técnico, a PROACE pelo fomento de bolsa estudantil e ao graduando Luiz Felipe Godinho Barreiro pela colaboração na edição das imagens.

REFERÊNCIAS

- (1) Lucinda, PH F. Family Poeciliidae. p. 555-581. In: REIS, R. E; KULLANDER, S. O; FERRARIS JR., C. J. (Eds.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. 2003, 729 p.
- (2) Santos, GM; Mérona, B; Juras, AA; Jégu, M. Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí. Brasília: Eletronorte, 2004.
- (3) Britski, HA; Silimon, KZS; Lopes, BS. Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2007.
- (4) Graça, WJ; Pavanelli, CS. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: EDUEM, 2007.
- (5) Mise, FT; Souza, F; Pagotto, JPA; Goulart, E. 2015. Intraspecific ecomorphological variations in *Poecilia reticulata* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes): comparing populations of distinct environments. *Iheringia Série Zoologia*. 105(2): 217-222.
- (6) Liem, KF. 1980. Adaptive significance of intraspecific and interspecific differences in the feeding repertoires of cichlid fishes. *American Zoologist*. 20: 295-314.
- (7) Gomiero, LM; Braga, FMS. 2007. Reproduction of a fish assemblage in the State of São Paulo, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 67(2): 283-292.
- (8) Reznick, DN; Bassar, RD; Travis, J; Rodd, FH. 2012. The demographics of density regulation in guppies (*Poecilia reticulata*). *Evolution*, 66(9): 2903–2915. DOI: 10.1111/j.1558-5646.2012.01650.x.
- (9) Souza, F; Tozzo, RA. 2013. *Poecilia reticulata* Peters 1859 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) como possível bioindicador de ambientes degradados. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*. 3(2): 163-175.
- (10) Luiz, EA; Petry, AC; Pavanelli, CS; Júnior J; Horacio Ferreira, L; Dirço, J; Domingues, VM. As assembléias de peixes de reservatórios hidrelétricos do estado do Paraná e bacias limítrofes. In: Rodrigues, L; Thomaz, SM; Agostinho, AA; Gomes, LC. (Ed.). Biocenoses em reservatórios padrões espaciais e temporais. São Carlos: Ed Rima. 2005, p. 107-113.

- (11) Souza, F; Abreu, JA. S; Silva, CE; Gouveia, AA. 2013. Relação entre parâmetros ecológicos e qualidade ambiental em três córregos na bacia do alto rio Paraná. *Biotemas*. 26(4): 101-110.
- (12) Souza, F; Santos, CJ; Tramonte, RP; Klepka, V. 2014. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados em três córregos na bacia do alto rio Paraná: uma relação entre qualidade ambiental e parâmetros ecológicos. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*. 7(2): 413-427.
- (13) Souza, F; Oliveira, EF; Pagotto, JPA; Silva, C. 2015. E. Estrutura ictiofaunística na zona litorânea de um lago urbano na bacia do rio Ivaí. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*. 8(1): 95-110.
- (14) Souza, F, Leitão, MLC; Rocha, BGA; Hiroki, KAN; Pelli, A. 2016. Estrutura ictiofaunística do Rio Uberaba: a influência dos barramentos na dinâmica ecológica das comunidades de peixes. *Biota Amazônia*. 6(4): 87-93.
- (15) Croux, MJP; Loteste, A; Campana, M. 2002. Toxidad aguda del piretroide cipermetrina em *Poecilia reticulata* y *Cynestherodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae). *Revista FABICIB*. 6: 69-74.
- (16) Lucinda, PHF. 2008. Systematics and biogeography of the genus *Phalloceros* Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae), with the description of twenty-one new species. *Neotropical Ichthyology*. 6(2):113-158.
- (17) Britski, H. A. Peixes de água doce do estado de São Paulo – sistemática. p. 79-108. In: *Poluição e Psicultura*, Faculdade Saúde Pública da USP e Inst. de Pesca. São Paulo. 1972. 216 p.
- (18) Statsoft. Statistica (data analysis software system). Version 7.1. 2005.
- (19) Winemiller, KO. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*. 61(4): 343-365.
- (20) Gatz, JRAJ. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*. 21(2): 91-124.
- (21) Mazzoni, R; Moraes, M; Rezende, CF; Miranda, JC. 2010. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto Tocantins, Goiás, Brasil. *Iheringia Série Zoologia*. 100(2):162-168.
- (22) Oliveira, EF; Goulart, E; Breda, L; Minte-Vera, CV; Paiva, LRS; Vismara, MR. 2010. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical

floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical Ichthyology*. 8(3): 569-586.

(23) Pagotto, JPA; Goulart, E; Oliveira, EF; Yamamura, CB. 2011. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*. 71(2): 469-479.

(24) Hammer, O; Harper, DAT; Ryan, PD. Past: 2001. Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1) 1-9.

(25) Gosline, WA. *Functional Morphology and Classification of Teleostean Fishes*. Honolulu: University Press of Hawaii. 1971.

(26) Watson, DJ; Balon, EK. 1984. Ecomorphological analysis of fisher taxocenoses in rainforest stream of northern Borneo. *J. Fish. Bio.* 145(1):371-384.

(27) Pauly, D. 1989. Food consumption by tropical and temperate fish populations: some generalizations. *J. Fish. Bio.* 35: 11-20.

(28) Gosline, WA. 1994. Function and structure in the paired fins of scorpaeniform fishes. *Environmental Biology of Fishes*. 40: 219-226.

(29) Wainwright, PC; Bellwood, DR; Westneat, MW. 2002. Ecomorphology of locomotion in labrid fishes. *Environmental Biology of Fishes*. 65: 47-62.

(30) Breda, L. Oliveira, EF; Goulart, E. 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 27(4): 371-381.

(31) Wikramanayake, ED. 1990. Ecomorphology and biogeography of tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. *Ecology*. 71: 1756-1764.

(32) Keroot, JR; Scafer, JF. 2006. Ecomorphology and habitat utilization of *Cottus* species. *Environmental Biology of Fishes*. 76: 1-13.

(33) Norton, SF; Brainerd, EL. 1993. Convergence in the feeding mode of ecomorphologically similar species in the Centrarchidae and Cichlidae. *Journal of Experimental Biology*. 176: 11-29.

(34) Ximenes, LQL; Mateus, LAF; Penha, JMF. 2011. Variação temporal e espacial na composição de guildas alimentares da ictiofauna em lagoas marginais do Rio Cuiabá, Pantanal Norte. *Biota Neotropica*, 11(1) 1-13.

- (35) Silva, CA; Train, S; Rodrigues, LL. 2011. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum*, 23(2) 283-290.
- (36) Leitão, MLC; Silva, LI; Hiroki, NAK; Pelli, A; Souza, F. 2018. Diferenças ecomorfológicas e funcional em populações de *Phalloceros harpagos* Lucinda, 2008, na Bacia do alto rio Paraná. *Biota Amazonia*, 8(3) 1-5.
- (37) Sabino, J. Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística. In *Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas* (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, CRSF. Bizerril, PR. Peres-Neto, (eds). *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999, p.183-208.
- (38) Luiz, EA; Gomes, CL; Agostinho, AA; Bulla, KC. 2003. Influência de processos locais e regionais nas assembleias de peixes em reservatórios do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*. 25(1): 1-8.
- (39) Peres Neto, PR. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. p. 209-236. In: Caramaschi, E. P.; R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999, 260 p.
- (40) Agostinho, AA; Gomes, LC; Pelicice, FM. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM, 2007.
- (41) Piorski, NM; Alves, JRL; Machado, MRB; Correia, MMF. 2005. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*. 35(1): 1-8.
- (42) Santos, ES; Silva, TG; Freitas, MSA; Araújo, IM; Vasconcelos Filho, JIF. 2018. Relação peso-comprimento de lebistes *Poecilia reticulata* Peters, 1859 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Actafish*. 6(1): 1-9.
- (43) Krumholz, LA. 1948. Reproduction in the Western Mosquitofish, *Gambusia affinis affinis* (Baird & Girard), and its use in mosquito control. *Ecological Monographs*. 18(1): 1-43.
- (44) Copatti, CE; Copatti, BR. 2011. Variação sazonal e diversidade de peixes do rio Cambará, Bacia do rio Uruguai. *Biota neotropica*. 11(4): 266-271.