



Universidade do Estado de Mato Grosso  
Campus de Nova Xavantina  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e  
Conservação



**FERNANDO VIEIRA BORGES**

Quais fatores estão associados à ocorrência de *Brycon falcatus*  
(Characiformes, Characidae, Müller & Troschel, 1844) em riachos da  
bacia do médio rio Araguaia?

Nova Xavantina - MT  
2018



Universidade do Estado de Mato Grosso  
Campus de Nova Xavantina  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e  
Conservação



**FERNANDO VIEIRA BORGES**

Quais fatores estão associados à ocorrência de *Brycon falcatus*  
(Characiformes, Characidae, Müller & Troschel, 1844) em riachos da  
bacia do médio rio Araguaia?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Dilermando Pereira Lima Junior

Nova Xavantina - MT  
2018

B732q BORGES, Fernando Vieira .  
Quais Fatores Estão Associados À Ocorrência de Brycon Falcatus (Characiformes, Characidae, Müller & Troschel, 1844) em Riachos da Bacia do Médio Rio Araguaia? / Fernando Vieira Borges - Nova Xavantina, 2018.  
25 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (não)

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ecologia e Conservação, Faculdade de Ciências Agrárias Biológicas e Sociais Aplicadas, Câmpus de Nova Xavantina, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.  
Orientador: Dilermando Pereira Lima Junior

1. Degradação Ambiental. 2. Uso do Solo. 3. Rio Araguaia. 4. Cerrado. I. Fernando Vieira Borges. II. Quais Fatores Estão Associados À Ocorrência de Brycon Falcatus (Characiformes, Characidae, Müller & Troschel, 1844) em Riachos da Bacia do Médio Rio Araguaia?: .

CDU 504.03( 817.2)

## DEDICATÓRIA

*A minha família, em especial aos meus pais (Celina e Sebastião), esposa (Cristiane), e a ele/ela que não conheci pessoalmente mais sempre será lembrado e amado. E a todos meus amigos.*

## **Agradecimentos**

Ao programa de pós-graduação de Ecologia e Conservação da Biodiversidade pela oportunidade e aos professores pela dedicação e incentivo durante as discussões e disciplinas ministradas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Ao meu orientador Dr. Dilermando Pereira Lima Junior por ter aceitado a missão de me orientar. Obrigado pela parceria, paciência, apoio, incentivo para que esse trabalho fosse feito e pelos momentos de trabalho/descontração.

A minha estimada companheira (Cristiane) que foi o alicerce que deu sustentação para este processo, me apoiando e incentivando a continuar mesmo quando eu estava no “fim do poço”. Ela me resgatava e colocava no caminho, me motivando a continuar quebrando as barreiras. Essa conquista é nossa!

A minha família, em destaque agradeço a meus pais (Celina e Sebastião) e irmãos (Fabio e Fabiele) que de algum modo incentivando ou desafiando me fizeram chegar até aqui.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos (Fagner, Luciano, Pablo, Nina “Rosangela”, Suiede, Vanessa e Danira) e aos professores vizinhos Prof<sup>ª</sup>. Dr. Vanessa Veltrini e Prof. Dr. Sergio Marcelino pelos momentos de ajuda e descontrações.

Sou muito grato aos meus amigos (Fagner, Luciano, Pablo, Nina, Silvio e Orientador) que fizeram o trabalho acontecer com a ajuda nas coletas de campo, encarando os desafios. Um agradecimento especial ao Fagner que sempre me socorreu e co-orientou neste trabalho desde a discussão inicial até o ponto final, muito obrigado “Fagnão”. Um agradecimento especial as pós-doutorandas Vanessa e Danira pelas correções, sugestões e palavras de incentivo nesta reta final, obrigado.

Aos meus amigos conquistados em Nova Xavantina (Silvio “Cachoeira”, “Mãe” Daiele, Roosevelth, Paulo “Cabelim” e aos cangaceiros Gabriel e Mayra) pelos momentos de tomar

suco de cevada, churrascos e almoços. Formamos uma grande família, que continuam nesta longa caminhada da vida. Em destaque aqui ao Sílvio pela parceria, esse Boliviano é fera kkkk.

A Dr. Leandro Juen pelo apoio e incentivo no processo de seleção, muito obrigado.

Aos professores que participaram da banca de qualificação e defesa Dr. Vanessa Veltrini e Dr. Fabrício Domingos pelas contribuições para melhoria do trabalho, muito obrigado.

A Dr. Solange Arrolho e o pessoal do LIAM que participou da minha formação e me incentivaram a fazer esse mestrado, em especial a Michael Jhonny meu amigo irmão.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	4
ABSTRACT .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
2.1. Área de Estudo .....	9
2.2. Coleta de dados .....	10
2.3 Análise de dados .....	13
3. RESULTADOS.....	14
4. DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÃO .....	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19

## RESUMO

Ambientes naturais são degradados pelas ações antrópicas, resultando na perda de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. No bioma Cerrado a degradação tem ocorrido de forma intensa por meio da mudança no uso do solo (agricultura e pecuária), afetando os corpos d'água dessa região. Associados a esses corpos d'água há uma rica ictiofauna e, dentre as espécies locais, destacamos *Brycon falcatus*. Pressupomos que a espécie *B. falcatus* é sensível às perturbações ambientais, o que faz dela um interessante modelo para avaliar como a alteração da complexidade/heterogeneidade ambiental está associada à sua ocorrência. Nesse estudo respondemos à seguinte pergunta: quais as variáveis que determinam a ocorrência de *B. falcatus* em riachos da bacia do rio Araguaia e das Mortes? Para isso, coletamos as informações de ocorrência da espécie de peixe em 53 riachos e aferimos as variáveis limnológicas e ambientais locais; posteriormente, utilizando as geotecnologias, coletamos os dados de paisagem e espacial. Organizamos nossas variáveis preditoras em três matrizes independentes de dados: (i) variáveis limnológicas; (ii) variáveis ambientais locais; (iii) variáveis da paisagem e espacial. Para testar o efeito destas variáveis sobre a ocorrência da espécie utilizamos três regressões logísticas múltiplas. Registramos a presença em 09 riachos e ausência em 44, apenas a temperatura esteve associada de forma significativa com a ocorrência da espécie *B. falcatus* nos riachos. Esse resultado mostrou que a espécie está positivamente associada com os riachos que apresentaram maiores temperaturas. Em geral, locais onde o habitat natural é substituído pela agricultura ou pecuária apresentam o aumento na degradação ambiental, que conseqüentemente aumenta a temperatura da água nos riachos, em função da maior incidência de raios solares no ambiente aquático. Deste modo as análises mostraram uma relação biológica inversa à demonstrada pela literatura, que sustenta que as espécies do gênero *Brycon* preferem ambientes com maior integridade ambiental.

**Palavras-chave:** degradação ambiental, uso do solo, rio Araguaia e Cerrado.

## ABSTRACT

Natural environments are degraded by anthropogenic actions, resulting in the loss of biodiversity and ecosystem services. In the Cerrado biome degradation has occurred through the change in land use (agriculture and livestock), affecting the water bodies of this region. Associated with these water bodies there is a rich ichthyofauna and, among the local species, we highlight *Brycon falcatus*. We assume that the species *B. falcatus* is sensitive to environmental disturbances, which makes it an interesting model to evaluate how the environmental change is associated with its occurrence. In this study, we sought to answer the following research question: what are the variables that determine the *Brycon falcatus* occurrence in streams of the Araguaia and Mortes rivers basin? The information on the occurrence of the fish species in 53 streams, then, the local limnological and environmental variables were checked; subsequently, the landscape and spatial data were collected by the geotechnologies. Afterwards, the predictor variables were categorized into three independent data matrices: (i) limnological variables; (ii) local environmental variables; (iii) landscape and spatial variables. Then, three multiple logistic regressions were used to test the effect of these variables on the occurrence of the species. We recorded the presence in 09 streams and absence in 44, where only the temperature was significantly associated with the occurrence of *B. falcatus* in the streams. This result showed that the species is positively associated with the streams that presented higher temperatures. In general, places where the natural habitat was replaced by agriculture or livestock, they present an increase in environmental degradation, which consequently increases the water temperature in the streams, due to the higher incidence of solar in the aquatic environment. In this way, the analyzes showed a biological relation inverse to that demonstrated in the literature, which maintains that species of the genus *Brycon* prefer environments with greater environmental integrity.

**Keywords:** environmental degradation, land use, Araguaia River and Cerrado.

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas causam impactos negativos sobre a biodiversidade dos ecossistemas naturais e os serviços por eles prestados (Newbold *et al.*, 2015), sendo múltiplas as atividades que atuam como elementos de perturbação dos ecossistemas (Dudgeon, 2007; Strayer & Dudgeon, 2010). De forma geral, essas atividades alteram as condições abióticas (*e.g.*, fragmentação do habitat, poluição, mudanças climáticas) e bióticas (*e.g.*, introdução de espécies não-nativas, superexploração dos recursos naturais) em distintos níveis da distribuição biológica (Lévêque *et al.*, 2008; Villéger *et al.*, 2011), levando à perda de diversidade (Ceballos *et al.*, 2010).

Em particular, os ecossistemas continentais de água doce, devido a sua pequena área de distribuição e alta diversidade, são especialmente vulneráveis às pressões antrópicas (Rahel, 2002; Villéger *et al.*, 2011; Petesse & Petrere Jr, 2012; Zeni & Casatti, 2014). Atividades como agricultura e pecuária alteram o fluxo de matéria, energia e a complexidade de habitat dos ambientes naturais (Bailey *et al.*, 2004; Leal *et al.*, 2016), inviabilizando a manutenção da biodiversidade a longo prazo (Steffen *et al.*, 2015; Rockström *et al.*, 2009). E como consequência direta destas alterações, os ecossistemas continentais de água doce estão associados às maiores taxas de extinção dentre todos os ecossistemas do planeta (Sala *et al.*, 2000; Revenga *et al.*, 2005)

Considerando-se uma bacia hidrográfica, as mudanças do uso do solo em toda a área da bacia podem afetar diretamente a paisagem e a qualidade do habitat dos ecossistemas aquáticos (Allan, 2004; Casatti *et al.*, 2012; Beschta *et al.*, 2013; Taylor *et al.*, 2014). Isso é particularmente importante para o bioma Cerrado, que vem sofrendo com a rápida conversão/mudança no uso do solo (Foley *et al.*, 2005; 2011). O Cerrado já perdeu mais de 50% das áreas nativas para as atividades de agricultura, pecuária e áreas urbanas, o que pode levar à perda de integridade do bioma e de importantes funções ecossistêmicas (Carvalho *et al.*,

2009; Macedo *et al.*, 2014; Lahsen *et al.*, 2016; Strassburg *et al.*, 2017). Neste bioma estão as cabeceiras de oito das doze grandes bacias hidrográficas brasileiras (Lima *et al.*, 2008), e a essa abundância de ambientes aquáticos (*e.g.*, rios, riachos e lagoas) está associada uma alta biodiversidade de peixes (Lowe-McConnell, 1999; Myers *et al.*, 2000). Mais de 1.200 espécies de peixes foram descritas para o bioma (Klink & Machado, 2005), uma riqueza alta quando comparada com toda a região neotropical, que tem 5.160 espécies (Reis *et al.*, 2016). Infelizmente, a degradação dos habitats em escala local e regional coloca em risco essa elevada diversidade de peixes, pois as ações antrópicas atuam tanto de forma local quanto regional e têm causado a perda dessas espécies de peixes nos ambientes aquáticos do Cerrado (Reis *et al.*, 2016; Agostinho *et al.*, 2005; Wantzen *et al.*, 2006).

O gênero *Brycon* está incluso na subfamília Bryconinae e é constituído por 40 espécies de peixes. Este gênero é considerado um dos principais grupos de peixes neotropicais dos sistemas de água doce (Oliveira *et al.*, 2011; Lima, 2003; Lima, 2017). As espécies do gênero estão amplamente distribuídas na região neotropical e são importante fonte de recursos pesqueiros (Lima, 2017). No Brasil, as espécies do gênero são encontradas nas bacias hidrográficas do Araguaia-Tocantins, Paraguai, Paraná e na Amazônia (Lima, 2017). Os riachos da bacia Tocantins-Araguaia são os locais de ocorrência natural de *Brycon falcatus* (Müller & Troschel, 1844), uma espécie de médio porte (comprimento padrão de 37,0 cm), onívora, que se alimenta principalmente de itens alóctones, como invertebrados e material vegetal (frutos e sementes) (Menezes, 1969; Albrecht *et al.*, 2009). Além disso, os indivíduos deste gênero são sensíveis às perturbações ambientais (Lima & Castro, 2000; Machado, 2005; Lima, 2017). Essas características tornam a espécie um modelo interessante para se avaliar como a alteração da complexidade e heterogeneidade ambiental está associada à ocorrência dessa espécie de peixe nativa do bioma Cerrado. Adicionalmente, a *B. falcatus* possui alto potencial para pesca,

sendo muito apreciada pelas comunidades locais e tradicionais, e devido à sua qualidade proteica pode ser viável para a piscicultura (Ferreira *et al.*, 2007; Mateus *et al.*, 2004).

Diante dessas considerações, o objetivo deste trabalho foi responder a seguinte pergunta: quais os fatores limnológicos, ambientais, espaciais e da paisagem que determinam a ocorrência *Brycon falcatus* em riachos da bacia do rio Araguaia e das Mortes? Para responder a esta pergunta, nós testamos as seguintes hipóteses:

(i) As condições físicas e químicas dos riachos são sensíveis à remoção da vegetação ripária e à adição de nutrientes promovida pelas atividades humanas. Essas mudanças podem ser observadas na temperatura, disponibilidade de oxigênio dissolvido na água, pH e condutividade. Os riachos com maiores taxas de cobertura vegetal têm maiores taxas de oxigênio dissolvido na água e, portanto, tendem a ter a presença de *B. falcatus*, uma vez que a espécie prefere ambientes com tais condições.

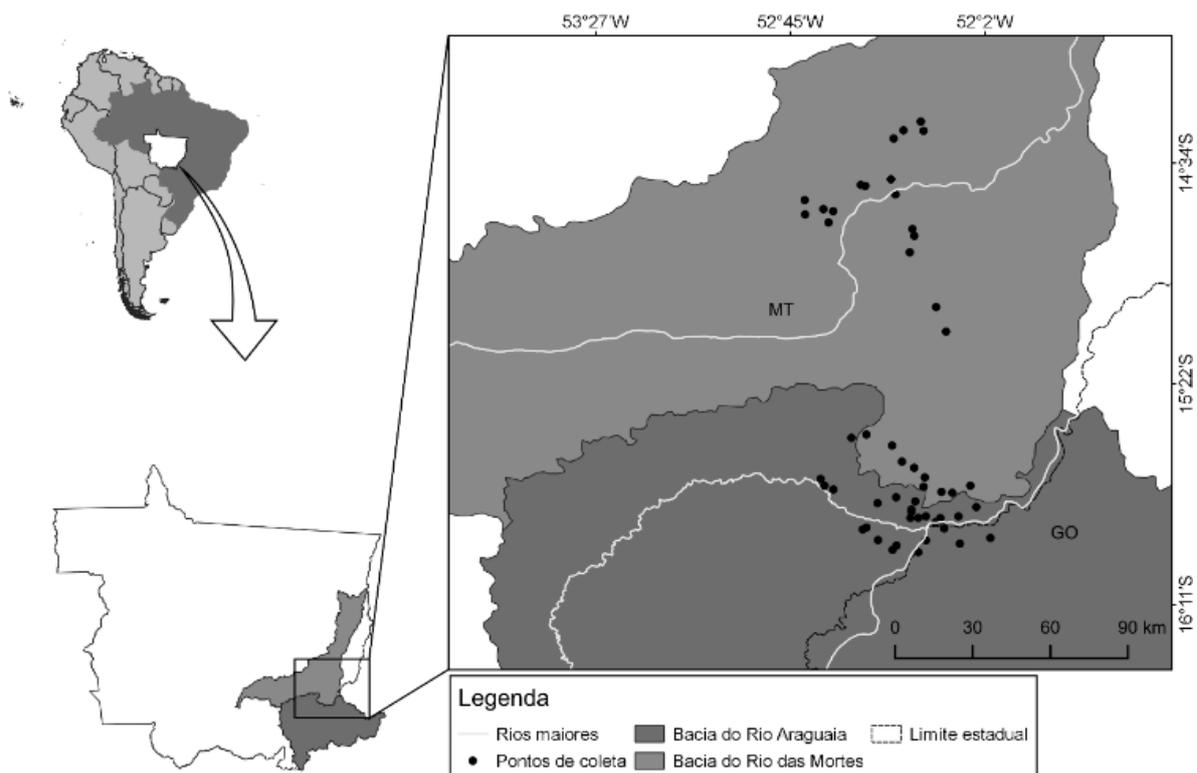
(ii) O uso do solo modifica a estrutura ambiental dos riachos, tornando-os mais homogêneos com relação à largura, profundidade, fluxo, composição do substrato, presença de micro habitats, como troncos e banco de folhas, e ao tipo de vegetação marginal. A espécie *B. falcatus* exige ambientes heterogêneos, logo, por serem mais homogêneos, os riachos presentes em paisagem dominada por agricultura tenderão a não apresentar a ocorrência de *B. falcatus*.

(iii) O uso intensivo do solo afeta a qualidade dos ambientes aquáticos, dificultando o deslocamento de *B. falcatus* em função de suas exigências de habitat. Desta forma, esperamos não encontrar indivíduos da espécie em riachos com paisagem alterada e em pontos de coleta distantes dos maiores rios.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

Realizamos o estudo em riachos de até terceira ordem dos municípios de Barra do Garças e Nova Xavantina, leste do Estado de Mato Grosso, inseridos nas bacias dos rios Mortes e Araguaia (Figura 01). De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo *Aw* (Kottek *et al.*, 2006), tropical quente e sub-úmido com duas estações bem definidas, quente e chuvosa de outubro a abril e fria e seca de maio a setembro, com temperatura média anual de 25 °C e média de precipitação anual de 1.600 mm (Alvares *et al.*, 2013). Esses municípios estão inseridos na região do bioma Cerrado e apresentam relevo caracterizado como plano a ondulado, em altitudes entre 250 a 300 metros. O solo é do tipo latossolo vermelho-amarelo e a vegetação predominante é Cerrado *Sensu Stricto* (Marimon-Junior & Haridasan, 2005; Radam Brasil, 1981).



**Figura 01:** Mapa de localização dos pontos de coleta da espécie *Brycon falcatus* nas bacias do Rio das Mortes e Araguaia.

## 2.2 Coleta de dados

### 2.2.1 Dados de ocorrência de *Brycon falcatus*

Coletamos dados de ocorrência de *Brycon falcatus* em 53 riachos (Figura 01), 18 na bacia do rio das Mortes e 35 na bacia do rio Araguaia. As coletas foram realizadas pela equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos em diferentes projetos, sendo uma coleta em cada riacho em um dos anos a seguir (2014 a 2017). Essas coletas foram padronizadas em um trecho de 50 metros em riachos perenes, e foram utilizados diferentes métodos de coleta ativo (rede de arrasto, peneira, puçá, pesca elétrica e visualização) para o registro da ocorrência (presença ou ausência) da espécie *B. falcatus*.

### *2.2.2 Variáveis ambientais locais*

Medimos características estruturais dos ambientes, como a largura, a profundidade, o fluxo, a composição do substrato (areia, cascalho, seixos, rocha, laje, folhiço e argila/silte), a estrutura interna no riacho. Registramos a presença de micro habitats, como troncos e banco de folhas, e o tipo de vegetação marginal (pastagem, arbórea, subarbusciva e herbácea) para cada 10 m no trecho delimitado de 50 m.

### *2.2.3. Variáveis limnológicas*

Para cada riacho aferimos as variáveis limnológicas, que são os parâmetros físico-químicos da água, como oxigênio, condutividade, temperatura e pH, em um único ponto no trecho no riacho, com uma sonda multiparâmetro (Horiba U-50).

Depositamos os espécimes coletados na coleção do Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT - Campus Universitário do Araguaia), município de Pontal do Araguaia-MT. Realizamos as coletas com autorizações e sob a licença do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (Licença Nº 45316-1) e as técnicas para a eutanásia e protocolos de amostragens foram aprovadas pelo Comitê de Ética Animal da UFMT (Protocolo Nº 23108.152116/2016-04).

### *2.2.4 Variáveis da paisagem e espacial*

Para fazer a caracterização e a coleta das variáveis da paisagem utilizamos imagens de satélite RapidEye (precisão de 5 m por pixel de resolução) obtidas durante o período da seca nos anos de 2015, 2016 e 2017 (período mais próximo possível das coletas), disponíveis no Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA <http://www.mma.gov.br/>). Utilizamos essas imagens devido à sua melhor resolução e por apresentarem um nível de tratamento de correção ortorretificada (que corrige os pixels com erro de sombra de serras ou morros) e correção atmosférica, (que corrige os pixels com erro de presença de nuvens na imagem).

Para determinação do tipo de uso do solo, delimitamos a microbacia em função do relevo do solo e utilizamos cinco classes de uso (agricultura, pecuária, solo exposto, água e vegetação nativa do Cerrado), mas não utilizamos a classe água nas análises. Realizamos a classificação das imagens de satélite da área de estudo utilizando o algoritmo de distância de Mahalanobis (Mahalanobis, 1930). Este método tem a propriedade de minimizar a distância entre o pixel e a média da classe, que é calculada com base na região de interesse para cada classe (Meneses & Almeida, 2012) e é mais rápido que os demais algoritmos de classificação. Para avaliar a qualidade da classificação das imagens utilizamos o índice de acurácia (limiar de 95%), que mede quantos pixels (%) foram corrigidos e classificados. E analisamos o valor de Kappa ( $> 0,9$ ) que representa a qualidade da classificação, devido este índice considerar diferentes pontos no seu cálculo evitando discordâncias na classificação, aproximando-se da realidade (Landis & Koch, 1997).

Com as imagens classificadas, calculamos as variáveis de paisagem (i) área da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>), que compreende toda a área de drenagem a montante do ponto de coleta; (ii) proporção de tipos de uso do solo na bacia (agricultura, pecuária, solo exposto, vegetação nativa do Cerrado e água), que devido aos diferentes tamanhos das bacias os valores referentes ao uso do solo de cada classe foram determinados através da divisão da área de cada classe pela área total da bacia pertencente e multiplicado por cem (%) e (iii) porcentagem de área natural remanescente na área com vegetação ripária, delimitada por um polígono de 30 metros no entorno de cada lado do riacho, da nascente até a foz.

Delimitamos a variável tamanho do riacho, que consiste na distância (km) do braço principal do riacho, desde a nascente até foz com o curso principal, essa medida foi feita por meio da distância direcional, que é a distância de conexão através do curso de água (Landeiro *et al.*, 2011). Extraímos a área de drenagem de cada riacho e a declividade em graus por meio

do processamento digital das imagens da Missão Topográfica de Radars Shuttle – SRTM (USGS, 2005) obtidas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Calculamos uma variável espacial utilizando a distância entre os habitats para estimar a capacidade de deslocamento da espécie *B. falcatus*. Para isso medimos a distância entre o ponto amostral até o curso principal dos rios Araguaia e das Mortes, e aceitamos os rios maiores como fonte da espécie para o riacho, porque a espécie foi registrada por Melo *et al.*, (2009) para o rio Mortes e por Antunes *et al.*, (2010) para Araguaia/Tocantins. Realizamos o processamento e análise das imagens usando o QGIS 2.18.13, e realizamos o empilhamento de camadas, o subconjunto de imagens e a classificação do uso/cobertura do solo usando o software ENVI 5.0.

### **2.3 Análise de dados**

Verificamos a colinearidade do conjunto de variáveis por meio do teste do fator de inflação da variância (VIF). Assumimos que se  $VIF < 10$  não há colinearidade (Berk, 1977; Borcard *et al.*, 2011). Nossa variável resposta é a ocorrência (presença ou ausência) de *B. falcatus* nos riachos analisados, e organizamos as variáveis preditoras em três grupos: (i) variáveis limnológicas, que incluem o pH, a temperatura da água, o oxigênio e a condutividade; (ii) variáveis ambientais locais dos habitats, baseadas na caracterização da estrutura interna do riacho como a profundidade, a largura, a composição do substrato, o fluxo, e na estrutura externa do riacho, como os micro habitats, estrutura da margem e mata ciliar (largura, composição); e (iii) variáveis de paisagem como a declividade, a área da bacia, o uso do solo (pastagens, agricultura, vegetação nativa e solo exposto), o tamanho do riacho e a distância entre os habitats.

Para as análises utilizamos a matriz de dados limnológicas brutas por atenderem aos pressupostos do modelo de regressão logística múltipla e padronizamos as matrizes de dados

ambientais locais e de paisagem utilizando a função  $\log(\text{variável}+1)$ . Em seguida escalonamos os valores entre 0 e 1 e, para reduzir a dimensionalidade dos dados dos habitats locais e de paisagem, realizamos duas análises de componentes principais (PCA). Utilizamos o critério de Kaisen-Guttman para selecionar os eixos da PCA, e os eixos com o critério  $< 1$  foram utilizados nas análises (Borcard *et al.*, 2011). Para a variável distância entre os habitats utilizamos a matriz de distância bruta (*i.e.*, distância da fonte de espécie).

Para testar se a ocorrência de *B. falcatus* está relacionada com algum destes conjuntos de variáveis nós utilizamos três regressões logísticas múltiplas, nas quais testamos a ocorrência em função das matrizes de dados limnológicos, ambientais locais e da paisagem com adição da variável espacial. Optamos por fazer três testes para aumentar os graus de liberdade de cada modelo. Realizamos as análises estatísticas em ambiente R (R Core Team, 2018) e os pacotes *vegan* (Oksanen *et al.*, 2018), *dplyr* (Wickham *et al.*, 2018) e *broom* (Robinson 2018).

### 3. RESULTADOS

Dentre os 53 riachos observados, 28 apresentaram vegetação ripária com largura menor do que 30m (com variação entre 3 e 20m), e 25 riachos apresentaram vegetação ripária conservada com largura acima de 30m (variando entre 30 e 100m) no trecho de coleta. A partir das métricas de paisagem constatamos que, em média, os riachos têm 20% da área de vegetação ripária degradada por pastagens. Nossos resultados mostram que, em média, o uso do solo na área de drenagem dos riachos é composto por vegetação nativa (56%), pastagens (33%), solo exposto (7%) e agricultura (4%).

Considerando as características limnológicas, os riachos estudados são ligeiramente ácidos, com pH médio = 6.153 ( $\pm 0,93203$ ), apresentam baixa condutividade elétrica (média = 0.09358  $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,18278$ ), temperatura média = 23.79 °C ( $\pm 2,41127$ ) e quantidade média de oxigênio dissolvido na água = 7,4052 mg/L ( $\pm 1,9797$ ). Em termos de estrutura dos habitats,

os riachos tendem a apresentar baixa profundidade (média = 27,87 cm) e largura média de 4,05m.

As variáveis ambientais locais foram sumarizadas em sete eixos ortogonais que, em conjunto, explicam 69,65% da variação do sistema. Já as variáveis de paisagem foram sumarizadas em três eixos ortogonais que em conjunto explicam 64,29% da variação dos atributos da paisagem.

Registramos a presença da espécie *Brycon falcatus* em nove riachos, oito na bacia do rio das Mortes e um na bacia do rio Araguaia. De acordo com nossos resultados, apenas a temperatura da água está relacionada de forma significativa com a ocorrência de *Brycon falcatus* na área estudada (TABELA 01). As matrizes de variáveis ambientais locais, da paisagem e espacial não apresentaram qualquer relação significativa com a ocorrência de *Brycon falcatus* nos riachos amostrados (Tabelas 02 e 03, respectivamente).

**TABELA 01:** Resultados da regressão logística múltipla que relaciona a ocorrência de *Brycon falcatus* com as variáveis limnológicas condutividade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido. Os valores em negrito denotam a relação significativa entre a variável temperatura e a ocorrência da espécie ( $p < 0,05$ ).

	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	P
Intercessão	-16,123	8,315	-1,939	0,052
Condutividade( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	-4,142	8,858	-,0468	0,64
pH	-0,767	0,575	-1,334	0,18
Temperatura °C	<b>0,758</b>	<b>0,314</b>	<b>2,410</b>	<b>0,02</b>
Oxigênio ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	0,079	0,319	0,248	0,80

**TABELA 02:** Resultados do modelo 02 de regressão logística múltipla, que relaciona a ocorrência da espécie *Brycon falcatus* com as variáveis ambientais locais (como a largura, a profundidade, o fluxo, a composição do substrato, a presença de micro habitats, e o tipo de vegetação marginal (pastagem, arbórea, subarbustiva e herbácea), resumidas pelos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA).

	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	P
Intercessão	<b>-1,929</b>	<b>0,480</b>	<b>-4,017</b>	<b>&lt;0,001</b>
PCA 1	0,296	0,499	0,600	0,54
PCA 2	-0,015	0,632	-0,024	0,98
PCA 3	0,798	0,603	1,323	0,18
PCA 4	-0,844	0,587	-1,436	0,15
PCA 5	0,240	0,562	0,426	0,67
PCA 6	-0,125	0,571	-0,219	0,83
PCA 7	0,787	0,515	1,527	0,127

**TABELA 03:** Resultados do modelo 03 de regressão logística múltipla, que relaciona a ocorrência da espécie *Brycon falcatus* com as variáveis de paisagem (área da bacia hidrográfica, classes de uso do solo na bacia (agricultura, pecuária, solo exposto e vegetação nativa do Cerrado), porcentagem de área natural remanescente, tamanho do riacho e declividade) resumidas pelos eixos da Análise de Componentes Principais (PCA), mais a variável espacial (distância entre os habitats).

	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	P
Intercessão	-1,078	0,713	-1,513	0,13
Dist_Pool	-0,079	0,068	-1,153	0,24
PCA 1	-0,871	0,730	-1,193	0,23
PCA 2	-0,861	0,639	1,347	0,17
PCA 3	0,242	0,691	0,350	0,72

#### 4. DISCUSSÃO

Neste estudo buscamos compreender quais variáveis limnológicas, ambientais, da paisagem estão associadas à ocorrência da espécie *B. falcatus* em riachos. Essas informações podem ser usadas como ferramentas para criar ações de conservação, visto que várias espécies desde gênero estão ameaçadas de extinção no Brasil (Brasil 2003, 2004). De acordo com Lima (2017), riachos que possuem águas com alta quantidade de oxigênio dissolvido, baixas temperaturas e levemente ácidos favorecem a ocorrência da espécie. Os riachos com a presença da *B. falcatus* apresentaram temperatura elevada, contrapondo a bibliografia.

Em nosso estudo apenas a temperatura da água afetou de forma significativa a ocorrência de *B. falcatus*. De forma geral, o aumento da temperatura da água está positivamente associado com a ocorrência de *B. falcatus*. Nos riachos, a temperatura da água aumenta principalmente com a entrada de raios solares no meio aquático, uma vez que com a retirada do elemento de proteção (vegetação ripária) ocorre a tendência de aumento da temperatura (Casatti, 2010; Brejão *et al.*, 2017; Ilha *et al.*, 2018), e de acordo com esse aumento da temperatura, deveria aumentar o número de presença da espécie, porém encontramos o número de ausência expressivo em relação ao número de presença.

Dentre os vários requisitos biológicos para a ocorrência de peixes, as espécies do gênero *Brycon* sabidamente preferem ambientes com altas taxas de oxigênio (Lima, 2017). Por sua vez, o oxigênio dissolvido apresenta uma relação inversa com a temperatura (Esteves, 1998). Em nosso estudo, o oxigênio dissolvido não apresentou qualquer relação com a ocorrência de *B. falcatus*, o que sugere que a relação entre o aumento de temperatura e ocorrência de *B. falcatus* pode ser regido por outras variáveis (bióticas ou abióticas) nos riachos.

O aumento da temperatura pode afetar vários aspectos biológicos/fisiológicos dos peixes, desequilibrando o processo metabólico (regulação da temperatura corpórea), a fuga de predadores, a orientação visual para o forrageamento e reconhecimento de parceiros (Pusey &

Arthington 2003; Leduc *et al.*, 2013). No processo reprodutivo, a temperatura regula o processo desde a maturação gonadal até desenvolvimento larval e crescimento (Llewellyn, 1973; Lowe-McConnell, 1999). Logo, espera-se que o aumento da temperatura diminua a incidência da espécie, e não o contrário. O aumento da temperatura pode inclusive selecionar os organismos ou a comunidade aquática, e diminuir o tamanho corporal dos peixes (Ilha *et al.*, 2018). Portanto, mesmo que nesse estudo a relação entre temperatura e ocorrência de *B. falcatus* tenha sido significativamente positiva, precisamos de mais evidências, e para isso será necessário aumentar nosso número de amostras.

Neste estudo testamos, em função da ocorrência da espécie, as variáveis relacionadas à qualidade, estrutura e composição (locais e regionais) dos ecossistemas continentais de água doce. Dentre as variáveis, destaca-se na literatura a degradação da mata ciliar e a mudança do uso do solo como as principais ações antrópicas que atuam na mudança de paisagem e degradação do Cerrado (Pusey & Arthington, 2003; Casatti, 2010; Foley *et al.*, 2011; Casatti *et al.*, 2012; Lahsen *et al.*, 2016). Porém, neste estudo tais variáveis não apresentaram relação significativa com a ocorrência da espécie. Acreditamos que a ausência de evidência não seja evidência de ausência. De acordo com a literatura, as espécies do gênero *Brycon* no geral são dependentes das matas ciliares. É possível que a degradação das matas ciliares dos riachos da região ainda não tenha atingido o limiar crítico que leve à alteração da comunidade e ainda permita a ocorrência de *B. falcatus* (Casatti *et al.*, 2012; Teresa *et al.*, 2015). Em futuros estudos, exploraremos explicitamente esse ponto.

## 5. CONCLUSÃO

Neste estudo o resultado das análises mostra uma relação biológica inversa com a literatura, que evidencia que as espécies do gênero *Brycon* preferem ambientes com maior integridade ambiental. Esta relação encontrada entre a presença da espécie *B. falcatus* com os riachos com maiores temperaturas podem ser uma relação espúria, que contrapõe a literatura e os requisitos biológicos para as espécies de peixes se desenvolverem. Portanto, para melhor compreender como e quais variáveis determinam a ocorrência desta espécie nos riachos, e para confirmarmos ou refutarmos essas correlações, pretendemos aumentar o número de amostras.

Perguntas a serem respondido sobre a biologia de *Brycon falcatus*:

1. Qual o principal habitat de *B. falcatus*, riachos ou canal principal?
2. Qual é a ecologia trófica de *B. falcatus*? Ela tem preferência alimentar ou é oportunista?
3. Quais os sítios de reprodução de *B. falcatus*, riachos ou canal principal? E qual a densidade do ictioplâncton (ovos e larvas) dessa espécie?
4. *Brycon* tendem a se reproduzir entre o final da época chuvosa e seca, mas neste período a pesca já está liberada. Qual o risco para o declínio da população desta espécie?

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, J. D., 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(1): 257–284.
- Agostinho, A. A., S. M. Thomaz, & L. C. Gomes. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 1: 70–78.
- Alvares, C. A., J. L. Stape, P. C. Sentelhas, J. L. M. Gonçalves & G. Sparovek. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711–728.

- Albrecht, M. P., E. P. Caramaschi & M. H. Horn. 2009: Population responses of two omnivorous fish species to impoundment of a Brazilian tropical river. *Hydrobiologia* 627: 181–193.
- Antunes, R., V. Gomes, S. Prioli, R. Prioli, J. Jolio, L. Prioli, C. Agostinho & A. Prioli. 2010. Molecular Characterization and Phylogenetic Relationships Among Species of the Genus *Brycon* (Characiformes: Characidae) from Four Hydrographic Basins in Brazil. *Genetics and Molecular Research*, (9) 674-684.
- Bailey, R. C., R. H. Norris & T. B. Reynoldson. 2004. Bioassessment of freshwater ecosystems-using the reference condition approach. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Berk, K. N. 1977. “Tolerance and condition in regression computations”, *Journal of the American Statistical Association*, 72 (360), 863-866.
- Beschta, R. L., D. L. Donahue, D. A. Dellasala, J. J. Rhodes, J. R. KARR, M. H. O’Brien, ... C. Deacon Williams. 2012. Adapting to Climate Change on Western Public Lands: Addressing the Ecological Effects of Domestic, Wild, and Feral Ungulates. *Environmental Management*, 51(2), 474–491.
- Borcard, D., F. Gillet & P. Legendre. 2011. *Numerical Ecology with R. Methods*. Springer New York, New York, USA.
- Brasil. 2003. Instrução Normativa nº3, de 27 de maio de 2003. Reconhece espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Brasil. 2004. Instrução Normativa nº5, de 21 de maio de 2004. Reconhece espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção, sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Brejão, G. L., D. J. Hoeninghaus, M. A. Pérez-Mayorga, S. F. B. Ferraz & L. Casatti. 2018. Threshold responses of Amazonian stream fishes to timing and extent of deforestation. *Conservation Biology*, 32(4), 860–871.
- Casatti L. 2010. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica* 10: 31–34.
- Casatti, L., F. B. Teresa, T. Gonçalves-Souza, E. Bessa, A. R. Manzotti, C. S. Gonçalves & J. O. Zeni. 2012. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*. 10: 205-214.
- Carvalho, F. M. V., De Marco, P. & Ferreira, L. G. 2009. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological Conservation*, 142(7), 1392–1403.
- Ceballos, G., A. García, P. R. Ehrlich. 2010. The sixth extinction crisis: Loss of animal populations and species. *J. Cosmology* 8:1821–1831.

- Dudgeon, D., A. H. Arthington, M. O. Gessner, Z. I. Kawabata, D. J. Knowler, C. Lévêque, ... C. A. Sullivan. 2007. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(02), 163.
- Robinson, D. 2018. broom: Convert Statistical Analysis Objects into Tidy Data Frames. R package version 0.4.4. <https://CRAN.R-project.org/package=broom>
- Esteves, F. A., 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência. 602 p.
- Ferreira, E.J.G., J. Zuanon, B. Forsberg, M. Goulding & Briglia-Ferreira, R.. 2007. Rio Branco: peixes, ecologia e conservação de Roraima. Amazon Conservation Association (ACA)/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)/Sociedade Civil Mamirauá, 201 pp.
- Foley, J. A., R. Defries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter *et al.* 2005 Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–574.
- Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D. Mueller, C. O’Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Baizer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J. Hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockstro, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman, D. P. M. Zarks. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, v. 478, p. 337-342.
- Wickham, H., R. François, L. Henry & Müller K.. 2018. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 0.7.5. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
- Ilha P., L. Schiesari, F. I. Yanagawa, K. Jankowski & Navas C. A. 2018. Deforestation and stream warming affect body size of Amazonian fishes. *PLoS ONE* 13(5): e0196560.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlenn, P. R. Minchin, R. B. O’Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs & Wagner H.. 2018. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-1. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Klink, C. A, R. B. Machado. 2005. A Conservação do Cerrado Brasileiro. Megadiversidade. Brasil. Vol. 1 (1).
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf & RUBEL, F. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15: 259–263.
- Lahsen, M., M. M. C. Bustamante, E. L. Dalla-Nora. 2016. Undervaluing and Overexploiting the Brazilian Cerrado at Our Peril, *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 58:6, 4-15.
- Landeiro, V. L., W. E. Magnusson, A. S. Melo, H. M. V., Espírito-Santo & Bini, L. M.. 2011. Spatial eigenfunction analyses in stream networks: do watercourse and overland distances produce different results? *Freshwater Biology*, 56(6), 1184–1192.
- Landis, J. R. & Koch, G. G.. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1):159-174.

- Leal, C. G., P. S. Pompeu, T. A. Gardner, R. P. Leitão, R. M. Hughes, P. R. Kaufmann, ... J. Barlow. 2016. Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. *Landscape Ecology*, 31(8), 1725–1745.
- Leduc, A. O. H. C., P. L. Munday, G. E. Brown, M. C. O. Ferrari. 2013. Effects of acidification on olfactory-mediated behaviour in freshwater and marine ecosystems: a synthesis. *Phil Trans R Soc B* 368: 20120447.
- Lévêque, C., T. Oberdorff, D. Paugy, M. L. J. Stiassny & Tedesco, P. A.. 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:545-567.
- Lima, F. C. T. & Castro, R. M. C.. 2000. *Brycon* vermelha, a new species of characid fish from the Rio Mucuri, a coastal river of eastern Brazil (Ostariophysi: Characiformes). *Ichthyol Explor Freshw* 11: 55–62.
- Lima, F. C. T.. 2003. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America (Reis R.E., Kullander S.O. and Ferraris C.J. Jr, eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, 174-181.
- Lima, F. C. T. 2017. A revision of the cis-andean species of the genus *Brycon* Müller & Troschel (Characiformes: Characidae). *Zootaxa* 4222: 1–189.
- Lima, J. E. F. W., E. M. DA. Silva, A. DE A. Juscelino. 2008. Uso racional da água na agricultura. In: Parron, L. M.; Aguiar, L. M. de S.; Duboc, E.; Oliveira Filho, E. C.; Camargo, A. J. A de.; Aquino, F. de G. (Ed. Tec.). *Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Cap. 3, p. 63-91.
- Llewellyn, L. C.. 1973. Spawning, development, and temperature tolerance of the spangled perch, *Madigania unicolor* (Gunther), from inland waters of Australia. *Austr. J. Mar. Fresh. Res.* 24:73-94.
- Lowe-McConnell, R.. H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, EDUSP, 584p.
- Macedo, D. R., R. M. Hughes, R. Ligeiro, W. R. Ferreira, M. A. Castro, N. T. Junqueira, ..., M. Callisto. 2014. The relative influence of catchment and site variables on fish and macroinvertebrate richness in Cerrado biome streams. *Landscape Ecology*, 29(6), 1001–1016.
- Machado A. B. M.. 2005. *Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Incluindo as Espécies Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Mahalanobis, P. C., 1930. On tests and measures of group divergence, *J. As. Soc. Beng.* 26, 541–588.
- Marimon-Junior, B. H., M. Haridasan. 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, Feira de Santana, v. 19, p. 915-928.

- Mateus, L. A. F., J. M. F. Penha & Petrere, M.. 2004. Fishing resources in the rio Cuiabá basin, Pantanal de Mato Grosso, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2 (4), 217–227.
- Meneses, P. R., T. Almeida. 2012. Aritmética de bandas. in: *Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto*. Universidade de Brasília.
- Melo, C. E., J. D. Lima, E. F. Silva. 2009. Relationships between water transparency and abundance of Cynodontidae species in the Bananal floodplain, Mato Grosso, Brazil. *Neotropical ichthyology* vol.7 no.2 Porto Alegre.
- Myers, N., R. A. Mittermeyer, C. G. Mittermeyer, G. A. Fonseca, J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, n. 403, p. 853-858.
- Newbold, T., H. N. Lawrence, S. L. L. Hill, S. Contu, I. Lysenko, R. A. Senior, ... A. Purvis. 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. – *Nature* 520: 45–50.
- Oliveira, C., G. S. Avelino, K. T. Abe, T. C. Mariguela, R. C. Benine, G. Ortí, R. P. Vari & Castro, R. M. C.. 2011. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evolutionary Biology*, 11 (275), 1–25.
- Petesse, M. L. & M. Petrere. 2012. Tendency towards homogenization in fish assemblages in the cascade reservoir system of the Tietê river basin, Brazil. *Ecological Engineering Elsevier B.V.* 48: 109–116.
- Pusey, B. J. & Arthington, A. H.. 2003. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Mar. Fresh. Res.* 54:1-16.
- Radam Brasil. 1981. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia 25, folha SD-22/Goiás.
- Rahel, F. J., 2013. Intentional Fragmentation as a Management Strategy in Aquatic Systems. *BioScience*, 63(5), 362–372.
- Reis, R. E., J. S. Albert, F. Di Dario, M. M. Mincarone, P. Petry & Rocha, L. A.. 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 89: 12–47.
- Revenga, C., I. Campbell, R. Abell, P. De Villiers, M. Bryer. 2005. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 397–413.
- Sala O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker, D. H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287:1770–1774
- Steffen, W., K. Richardson, J. Rockstrom, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. De Vries, C. A. De Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G.

- M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers, S. Sorlin. 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855.
- Strayer, D. L. & Dudgeon, D.. 2010. Freshwater Biodiversity Conservation: Recent Progress and Future Challenges. *Freshwater Science*, 29, 344-358.
- Strassburg, B. B. N., T. Brooks, R. Feltran-Barbieri, A. Iribarrem, R. Crouzeilles, R. Loyola, ... Balmford, A.. 2017. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 0099.
- R CORE TEAM. R Development Core TeamR: A Language and Environment for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>, 2017.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, ... FOLEY, J. A.. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475.
- Taylor, J. M., R. S. King, A. A. Pease & Winemiller, K. O.. 2014. Nonlinear response of stream ecosystem structure to low-level phosphorus enrichment. *Freshwater Biology*, 59(5), 969–984.
- Teresa, F. B., L. Casatti & M. V. Ciaciaruso. 2015. Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. *Neotropical Ichthyology*, 13: 361-370.
- Usgs. 2005. Shuttle radar topography mission—SRTM. United States Geological Survey, Washington.
- Villéger, S., S. Blanchet, O. Beauchard, T. Oberdorff & S. Brosse. 2011. Homogenization patterns of the world's freshwater fish faunas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 18003–18008.
- Zeni, J. O. & Casatti. L.. 2014. The influence of habitat homogenization on the trophic structure of fish fauna in tropical streams. *Hydrobiologia* 726: 259–270.
- Wantzen, K. M., A. Siqueira, C. N. Da Cunha, M. DE F. Pereira De Sá. 2006. Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact assessment and conservation scheme. *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems*, 16, 713–732.