

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENSINO
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

THIAGO GONÇALVES DA SILVA

**ESTIMANDO A DENSIDADE DE PEIXES EM UMA POPULAÇÃO
SELVAGEM NATURALMENTE ISOLADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PONTA GROSSA
2022**

THIAGO GONÇALVES DA SILVA

**ESTIMANDO A DENSIDADE DE PEIXES EM UMA POPULAÇÃO
SELVAGEM NATURALMENTE ISOLADA**

Estimating fish density in a naturally wild population

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Licenciado em
Ciências Biológicas, do
Departamento Acadêmico de
Ensino, da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Igor de Paiva
Affonso

Coorientador: Prof. Dr. Herick
Soares de Santana

**PONTA GROSSA
2022**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

THIAGO GONÇALVES DA SILVA

**ESTIMANDO A DENSIDADE DE PEIXES EM UMA POPULAÇÃO
SELVAGEM NATURALMENTE ISOLADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Licenciado em
Ciências Biológicas, do
Departamento Acadêmico de
Ensino, da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Data de aprovação: 21 de novembro de 2022

Igor de Paiva Affonso
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Ponta Grossa

Letícia Cucolo Karling
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Ponta Grossa

Roberto Ferreira Artoni
Doutorado
Universidade Estadual de Ponta Grossa

PONTA GROSSA

2022

Este TERMO DE APROVAÇÃO assinado encontra-se no processo SEI de defesa do TCC e na
Coordenação do Curso

Dedico este trabalho à minha
avó Anna e minha mãe, pelos
momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer antes de tudo o meu orientador Prof. Dr. Igor de Paiva Affonso e ao meu Coorientador Herick Soares de Santana, pela confiança e sabedoria com que me guiaram para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso. Com muito entusiasmo e comprometimento, no qual não mediram esforços para a realização desta pesquisa.

Agradeço também à toda a equipe do Programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva e do Laboratório de Ecologia Aquática da UTFPR, em especial à Ms. Bruna Mayer pelo companheirismo e auxílio nas coletas, bem como no compartilhamento de ideias e materiais.

Agradeço aos funcionários da UEPG e UTFPR, em especial o Miguel e o Jeferson pelo transporte e auxílio nas coletas, ajudando no que era possível para que o trabalho se desenvolvesse.

Aos meus colegas de sala, em especial a Gislaine Cadasqueves, Daniel Schelesky e Felipe Guilherme que sempre estiveram prontos em me auxiliar nesta trajetória acadêmica.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

E claro, deixar registrado aqui o meu agradecimento à minha família.

“...Todo indivíduo importa. Todo
indivíduo tem um papel a
desempenhar. Todo indivíduo
faz a diferença”.

Jane Goodall

RESUMO

Populações naturais completamente isoladas são mundialmente raras e constituem oportunidades inéditas para responder a perguntas ecológicas e evolutivas, que são importantes tanto do ponto de vista científico quanto conservacionista. O estudo está sendo conduzido em um lago isolado dentro de uma furna (cavidade natural íngreme e profunda) que se encontra no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), Paraná, Brasil. O objetivo deste trabalho é investigar a densidade populacional da espécie de peixe *Psalidodon aff. fasciatus* que encontra-se isolada no interior desta formação. Essa população foi descoberta a cerca de 30 anos, está livre de interações interespecíficas com outros peixes, e até então não foram realizados estudos ecológicos com as mesmas. Esse isolamento e o sucesso de estabelecimento é em parte explicado pela Hipótese do Escape do Inimigo e por outro lado dados sugerem que o Efeito Fundador pode estar atuando sob tal população, e que o processo de especiação alopátrica esteja ocorrendo. No entanto estudos populacionais como densidade, proporção sexual, tamanho de primeira maturação, dentre outros, são essenciais para entender como a população está estruturada nesse ambiente singular. A coleta de dados foi realizada através de contagem visual por meio de transectos realizados no lago dentro da furna de forma a percorrer seu perímetro (157,6 m) com embarcação tipo caiaque com câmera aquática acoplada a um metro de profundidade. As amostragens iniciaram-se no mês de março de 2019 e encerraram-se em dezembro de 2019, totalizando 10 meses de amostragem. O cálculo de densidade é realizado através da relação do número de indivíduos pelo volume amostrado através da fórmula $D = N/V$ e por fim analisados através de um teste t para verificar se houve diferença nestes dados entre seca e chuva. Obteve-se densidade média de aproximadamente 0,563 ind/m³, não havendo diferença entre seca e chuva entre os meses amostrados. Estes resultados irão auxiliar na compreensão dos fatores ecológicos envolvendo seu isolamento e subsidiando informações de futuros estudos acerca de demais pesquisas ecológico-evolutivas dessa população, bem como gerando dados para manejo e conservação do PEVV.

Palavras-chave: *psalidodon aff. fasciatus*; conservação; densidade populacional; ecologia; evolução; furna 2; parque estadual de vila velha.

ABSTRACT

Completely isolated natural populations are rare worldwide and provide unprecedented opportunities to answer ecological and evolutionary questions that are important both from a scientific and conservationist point of view. The study is being conducted in an isolated lake inside a *furna* (steep and deep natural cavity) located in Vila Velha State Park (PEVV), Paraná, Brazil. The objective of this work is to investigate the population density of the fish species *Psalidodon* aff. *fasciatus* that is isolated within this formation. This population was discovered about 30 years ago, it is free from interspecific interactions with other fish, and so far no ecological studies have been carried out with them. This isolation and establishment success is partly explained by the Enemy Escape Hypothesis and on the other hand data suggest that the Founder Effect may be acting on such a population, and that the process of allopatric speciation is taking place. However, population studies such as density, sex ratio, size at first maturation, among others, are essential to understand how the population is structured in this unique environment. Data collection was carried out through visual counting through transects carried out in the lake inside the cave in order to cover its perimeter (157.6 m) with a kayak-type vessel with an aquatic camera attached to a depth of one meter. Sampling began in March 2019 and ended in December 2019, totaling 10 months of sampling. The density calculation is performed through the ratio of the number of individuals to the volume sampled through the formula $D = N/V$ and finally analyzed through a t test to verify if there was a difference in these data between drought and rain. An average density of approximately 0.563 ind/m³ was obtained, with no difference between drought and rain between the months sampled. These results will help to understand the ecological factors involving its isolation and provide information for future studies about other ecological-evolutionary research on this population, as well as generating data for the management and conservation of the PEVV.

Keywords: *psalidodon* aff. *fasciatus*; conservation; population density; ecology; evolution; *furna* 2; vila velha state park.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Furna 1.....	12
Figura 2 - Formação de Furna (PEVV).....	17
Figura 3 - <i>Psolidodon aff. fasciatus</i> encontrada na furna 2 do PEVV.....	18
Figura 4 -Furna 2 do PEVV 1	20
Figura 5 - Área de estudo mapeado Área de estudo, onde: A) Mapa do Brasil; B) Mapa do Paraná; C) Mapa de Ponta Grossa; D) PEVV; E) Furna 2.....	21
Figura 6 - Transecto em linha.....	22
Figura 7 - Dimensão da furna 2 Área de estudo, onde: A) Imagem macro da localização da Furna 2; B) Perímetro da Furna 2.....	23
Figura 8 - Disposição dos equipamentos	23
Figura 9 - Imagem subaquática furna 2.....	24
Figura 10 - Gráfico da densidade estimada	25
Figura 11 - Furnas do PEVV	27
Quadro 1 - Dados por transecto de forma mensal	24

LISTA DE ABREVIATURAS

aff.	Affinis
Cm	Centímetro
M	Metro
m ³	Metro Cúbico
m ²	Metro quadrado
nº	Número
s	Segundos

LISTA DE SIGLAS

CEUA	Comitê de Ética em Experimentação Animal
PEVV	Parque Estadual de Vila Velha
PR	Paraná
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 DESENVOLVIMENTO.....	14
2.1 Amostragem visual através de lineares – Uma forma de estimar a densidade populacional.....	14
2.2 O gênero <i>Astyanax</i> e sua reclassificação para o gênero <i>Psalidodon</i>	14
2.3 Parque Estadual de Vila Velha (PEVV)	16
2.4 Hipótese do escape do inimigo	17
2.5 Especiação alopátrica	18
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Área de estudo	20
3.2 Coleta e análise de dados	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Resultados.....	24
4.2 Discussão	25
4.3 Abordagem na Licenciatura.....	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS.....	30
ANEXO A - AUTORIZAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (CEUA PARECER N °. 2018-025/2018)	38

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores redes hidrográficas e uma das maiores diversidade de peixes do mundo (SANTOS, 1962; REIS *et al*, 2016). Dentre as centenas de populações atuais de peixes que ocorrem em território brasileiro, poucas apresentam graus de isolamento relevantes do ponto de vista ecológico e evolutivo. Uma fuma (cratera profunda e íngreme com um lago no fundo) localizada no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), no município de Ponta Grossa, Paraná, apresenta uma dessas raras populações isoladas, pouco conhecidas (ARTONI e ALMEIDA, 2001).

Trata-se de uma população de *Psalidodon* aff. *fasciatus*, que se encontra a pelo menos três décadas completamente isolada de outras populações tanto da mesma espécie quanto de outras espécies de peixes. Logo, essa população isolada não apresenta interações interespecíficas, com outras espécies de peixes (*e.g.*, competição e predação), que comumente ocorrem em quaisquer populações naturais de peixes.

Esse isolamento e o sucesso de estabelecimento desta espécie pode em parte explicada pela Hipótese de Escape do Inimigo (KEANE; CRAWLEY, 2002). Segundo essa hipótese a espécie terá sucesso em invadir determinada região, devido à “perda” ou proveniente do “escape” de seus inimigos naturais no geral, pois ao ser introduzida em outro ambiente esses inimigos podem estar ausentes ou em minoria, comparado ao seu local de origem, assim facilitando o seu crescimento populacional. Apesar de se livrar da maioria de seus inimigos naturais, o isolamento proporciona efeitos de endogamia, provocando diminuição da variabilidade genética e maior suscetibilidade à extinção local, além de possíveis mutações em seu material genético, parte influenciada pela endogamia. Dados de Artoni e Matiello (2003) sugerem que o Efeito Fundador pode estar atuando sob tal população e que o processo de especiação alopátrica esteja ocorrendo.

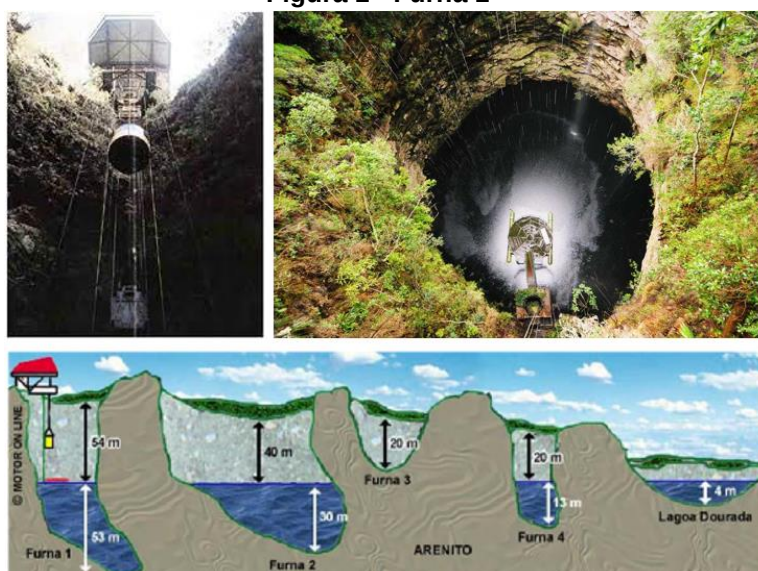
Os indivíduos da espécie estudada, pertencem ao gênero *Psalidodon* Eigenmann, 1911, são popularmente conhecidos como lambari e podem ser encontrados desde as bacias de água doce do México até as bacias aqui do Brasil à Argentina. São animais com dieta diversificada e hábitos alimentares variados, que ocupam tanto ambientes lênticos quanto lóticos (MOREIRA, 2007).

Como em qualquer outra população que ocupa um determinado espaço no ambiente, se fazem necessários estudos relacionados à estrutura populacional destes indivíduos para conhecer a relação que a espécie possui com o ambiente em que ela está inserida. Segundo estudos de Fernandes *et al.* (2015) e Fonteles-Filho (2011), é fundamental para a conservação que se desenvolva um planejamento em relação ao manejo destes indivíduos. Referindo-se à biologia populacional, estudos como densidade, proporção sexual e tamanho de primeira maturação são essenciais para entender como a população está estruturada neste ambiente com condições tão peculiares.

Devido ao isolamento desta espécie em questão, no interior da fuma, vários estudos científicos estão sendo realizados utilizando esta mesma população para investigar questões de ecologia e evolução relacionadas à comportamento, parasitologia, genética, dentre outros.

Portanto, o desenvolvimento de pesquisas básicas sobre a estrutura desta população subsidiará tanto as demais pesquisas quanto possíveis ações de conservação dessa população. No PEVV, em uma outra fuma (conhecida como Fuma 1, veja Figura 1), havia uma outra população do mesmo gênero em igual grau de isolamento. Porém, devido provavelmente à grande quantidade de excrementos de aves que habitavam o local, o fenômeno de eutrofização levou essa população à extinção (MATOSO *et al.*, 2010).

Figura 1 - Fuma 1



Fonte: PRANDI (2011) / PARANÁ (2012)

Populações naturais que experimentam tal grau de isolamento são raras. Um levantamento bibliográfico realizado por Mayer *et al.* em (2020),

sugere que até então não foram encontradas populações naturais com essas características de isolamento no mundo. Nesse sentido, a elaboração deste estudo visa gerar dados para subsidiar ações futuras de manejo e conservação dessa população, bem como dar suporte às pesquisas futuras em ecologia e evolução, fornecendo dados para fortalecer as políticas de preservação da biodiversidade no Parque Estadual de Vila Velha.

Além disso, as condições existentes na fuma oferecem uma rara oportunidade de vários testes de hipóteses que vão desde estudos de ecologia básica a questões genéticas e evolutivas que envolvem o sucesso da espécie no ambiente e processos de especiação, o que justifica a importância da realização de estudos populacionais.

Neste cenário, este estudo buscou tanto realizar uma breve revisão sobre aspectos biológicos da espécie *Psalidodon* aff. *fasciatus*, como estimar a densidade populacional de *Psalidodon* aff. *fasciatus* em um ambiente natural completamente isolado e com ausência de outras espécies de peixes, através de amostragens visuais por meio de transecto em linha, a fim de gerar dados que permitam melhor compreensão acerca do sucesso de estabelecimento dessa espécie na Fuma 2 e do processo de especiação ao que esta sujeita.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Amostragem visual através de lineares – Uma forma de estimar a densidade populacional

Este método de estimar a densidade populacional é consolidado na literatura científica (BURNHAM, *et al.*, 1980; FOSTER, *et al.*, 1996, PERES, 1999; BUCKLAND, *et al.*, 2001). Pode ser aplicado em diversos grupos de organismos, desde plantas até mamíferos marinhos e terrestres.

O princípio básico da metodologia é a amostragem de indivíduos de uma população ao longo de uma linha pré-determinada na qual o objetivo é a contagem dos indivíduos foco do estudo. No entanto, segundo Thompson *et al.* (1998), esta técnica comumente não é aplicada em organismos de água doce, e sim com mamíferos marinhos (Anganuzzi e Buckland, 1989; Buckland *et al.*, 1992). Quando utilizados em água doce, o transecto em linha permite contagens completas (censo) e estimativas (Keast e Harker, 1977; Dibble, 1991).

2.2 O gênero *Astyanax* e sua reclassificação para o gênero *Psalidodon*

Conhecido popularmente como lambari, os peixes Characiformes do gênero *Psalidodon*, distribuem-se naturalmente pela região neotropical, onde habitam os mais diversos ambientes de água doce. As espécies desse gênero compartilham características físicas bastante semelhantes e podem apresentar hibridização. Casatti e Castro (1998) ressaltam que este gênero é o mais comum e abundante em estudos de comunidades.

A maioria dos *Psalidodon* apresenta porte pequeno e comportamento de cardume. Por apresentar espécies bastante comuns e abundantes, apresentam importância ecológica e comercial, tanto para o consumo quanto para a pesca esportiva (BARBIERI *et al.*, 1996; CASATTI e CASTRO, 1998; GRACIOLLI *et al.*, 2003; GRAVITOL e MENIN, 1992).

A maioria das espécies do gênero é insetívora ou onívora e alimentam-se basicamente de recursos de origem alóctone e autóctone (SILVA *et al.*, 2012). Para compreender a dinâmica populacional de lambaris é fundamental conhecer a dieta da espécie, principalmente da espécie em que estamos

estudando a *Psalidodon* aff. *fasciatus*, já que isto é um determinante do comportamento e influencia na densidade, reprodução, migração, dentre outros (ANDRIAN e BARBIERI, 1996).

O gênero *Psalidodon* Baird & Girard, 1854, pertence à família *Characidae* e segundo Eschmeyer *et al.*, 2016, é um dos grupos que mais apresentam diversidade de espécies, digamos especiosos, comparando-se com outros grupos de peixes neotropicais, contando com inúmeras espécies já descritas. Este gênero é dominante na América do Sul desde as bacias de água doce do México até à Argentina e possui uma vasta diversidade de formas e tamanhos em relação ao seu corpo (GERY, 1977).

Os peixes deste grupo, apresentam comprimento médio de aproximadamente 10 centímetros, com nadadeira caudal avermelhada e de hábito alimentar onívora (GARCIA *et al.*, 2001; REIS; KULLANDER; FERRARIS, 2003), e de acordo com os dados apresentados no *FishBase*, os indivíduos deste grupo apresentam comprimento médio de 12 centímetros (cm) podendo chegar a 17 cm e maturidade de aproximadamente 8,4 cm. Segundo Melo, 2005; Pasa *et al.*, 2021, é no Rio São Francisco que encontramos os verdadeiros representantes desta espécie.

Um ponto importante a ser discutido é o hábito reprodutivo desta espécie em estudo, qual possui fecundidade externa e sem cuidado parental (VAZZOLER; MENEZES, 1992; DUKE ENERGY, 2008), de acordo com estudos de Dala-Corte; Azevedo, 2010; Cornelio, 2013 a desova é uma problemática, pois não há uma uniformidade da mesma. No entanto, Carvalho *et al.* (2009) ressalta que fatores fisiológicos e ambientais afetam diretamente neste processo, fazendo com que indivíduos fêmeas variem entre desova total e fracionada.

De acordo com Silva *et al.*, 2010, a capacidade destes indivíduos realizarem uma desova de forma numerosa e com rápido desenvolvimento é uma estratégia que estes encontram para obter sucesso na colonização de ambientes represados, como ocorre na Furna 2.

A razão sexual do grupo dos peixes geralmente detém um equilíbrio entre o número de machos com o número de fêmeas (1:1) (VAZZOLER, 1996; CORNELIO, 2013), porém algumas pressões ambientais por exemplo, além de estratégias reprodutivas e crescimento, podem atuar sobre esta razão entre machos e fêmeas provocando alterações nesta proporção (SABORIDO- 25

REY; KJESBU, 2005; CARVALHO *et al.*, 2009; NASCIMENTO; YAMAMOTO; CHELLAPPA, 2012).

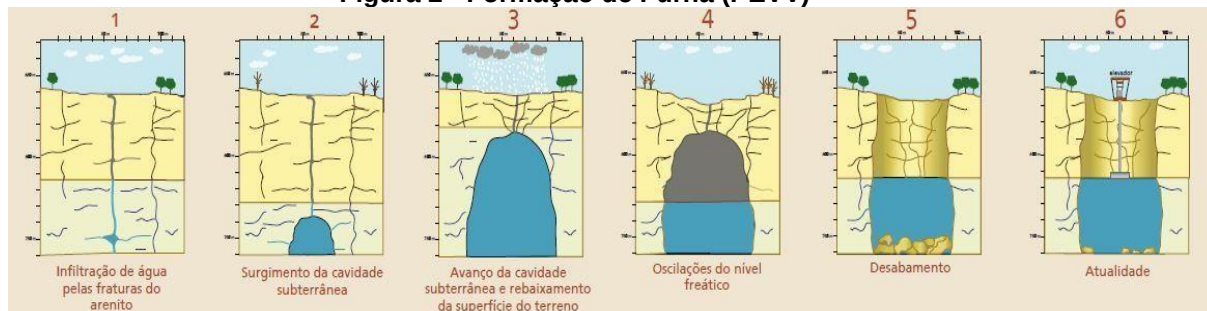
Segundo Terán; Benítez; Mirande, 2020, este grupo é um enorme desafio para a sistemática de peixes neotropicais do ponto de vista filogenético, de forma que não há uma classificação única para o grupo, justamente por possuir características muito similares. Estudos taxonômicos recentes baseadas na morfologia e aspectos moleculares, indicaram o não monofiletismo tendo assim uma reclassificação de várias espécies do grupo, principalmente a *Astyanax fasciatus*, sendo agora transferida para o gênero *Psalidodon* Eigenmann, 1911, denominando-a de *Psalidodon fasciatus* (Cuvier, 1819) (PASA *et al.*, 2021; TERÁN; BENITÉZ; MIRANDE, 2020).

2.3 Parque Estadual de Vila Velha (PEVV)

Localizado no município de Ponta Grossa, o PEVV situa-se a poucos quilômetros da capital paranaense, Curitiba. O parque foi instituído em 1953, pela Lei nº 1.292 em 12 de outubro, sendo o primeiro Parque Estadual do Paraná. Estudos de Chmyz (1976) mostram que há muitos anos a região do PEVV era habitada por índios, de acordo com estudos arqueológicos na região.

O PEVV é famoso por sua formação geológica e geomorfológica em arenitos que junto às riquezas da fauna e da flora se tornam um lugar único no mundo, tornando-se um laboratório natural para estudos de campo de escolas e universidades.

Um dos principais atrativos turísticos dentro do parque são as furnas, profundas crateras com água em seu interior. Segundo Soares (1989), as furnas são formadas a partir do desabamento do arenito diaclasado e falho por meio da erosão principalmente (FIGURA 2). O PEVV possui no total de seis furnas, sendo duas em estado terminal por estarem quase preenchidas por sedimentos, a Lagoa Dourada e a Lagoa Tarumã.

Figura 2 - Formação de Furna (PEVV)

Fonte: PARANÁ (2020)

2.4 Hipótese do escape do inimigo

Esta hipótese foi inicialmente testada com plantas e com o passar do tempo grupos de animais começaram a ser discutidos, já que os mesmos, assim como as plantas também conquistam novos ambientes ao passar do tempo, tanto por invasão facilitada pelo ser humano como por processos naturais de invasão (Keane e Crawley, 2002; Braga, Raul *et al.* 2020) .

Keane e Crawley (2002), explicam que esta hipótese é uma das formas de uma espécie obter sucesso adaptativo quando introduzidas em um novo ambiente, visto que ao isto acontecer a espécie se livra de seus predadores naturais, competidores e parasitos da região de distribuição natural, ou seja, se livra de boa parte de seus inimigos naturais.

A espécie do presente estudo, sendo *Psalidodon* aff. *fasciatus* encontrada na furna 2 do PEVV (FIGURA 3), é uma população que apresenta sucesso de invasão no ambiente (não se sabe se natural ou facilitada) em que vive e se livrou de vários de seus inimigos naturais que haviam no seu ambiente de origem, tais como peixes predadores e competidores. Segundo, Crandall *et. al* 2000, Frankham, 2010, ressalta que conhecer fenômenos evolutivos, bem como outros aspectos relacionados à evolução irá direcionar de forma precisa ações de conservação da natureza.

Nesse sentido, esse ambiente pode ser considerado um imenso e único laboratório natural, onde a população está isolada a pelo menos 30 anos, o que permite estudos inéditos sobre populações isoladas em ambientes naturais.

Figura 3 - *Psalidodon aff. fasciatus* encontrada na furna 2 do PEVV



Fonte: Luz Elena de La Ossa Guerra

2.5 Especiação alopátrica

A especiação alopátrica é uma das mais recorrentes na natureza (Futuyma e Meyer, 1980), e pode se dar por meio de isolamentos geográficos de duas ou mais populações de uma espécie.

Segundo Almaça (1981), se a espécie ficar em isolamento por um tempo significativo, está sujeita à derivação genética, podendo resultar em isolamento reprodutivo da população, gerando uma nova espécie. As diferentes pressões seletivas são as principais causas de diferenciação entre as duas populações da mesma espécie, portanto a seleção natural é um dos mecanismos de especiação.

O Efeito Fundador é um conceito de evolução utilizado para designar situações em que há a formação de uma população a partir de poucos indivíduos de determinada espécie, de forma que o grupo fundador não representa a variabilidade total de espécies, ocasionando em alguns casos grandes perdas genéticas.

Segundo Hedrick *et al.* (2001), o Efeito Fundador se torna preocupante quando se calha em espécies ameaçadas, pelo fato da diminuição da variabilidade genética e que conseqüentemente trará outros problemas que podem culminar na extinção da espécie. Com isso, os indivíduos em isolamento sofrerão altas taxas de endogamia, o que é fundamental para a ocorrência de tal efeito.

Estudo de Kerniske, *et al.*, 2021, apontou que a população do presente trabalho devido à altas taxas de endogamia que ocorre de forma distinta tanto para machos quanto para fêmeas, está alterando de forma exponencial a proporção destes indivíduos, tendendo para macho e que devido à falta de fluxo gênico e altas taxas de consanguinidade, a população está correndo grande risco de extinção, pois a espécie fica mais vulnerável a fatores como doenças e estocasticidade, por exemplo.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O presente estudo caracterizado como exploratório de campo, foi conduzido em uma fuma denominada fuma 2 ($25^{\circ}13'24''\text{S}$ e $50^{\circ}02'28''\text{O}$) (FIGURA 4), que se encontra no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV). Localizado no município de Ponta Grossa, Paraná, o PEVV possui 3.122 hectares de extensão (FIGURA 5), e é um conhecido destino turístico dos Campos Gerais por suas atrações naturais e formações geológicas únicas.

A fuma 2 é um buraco vertical profundo e está entre as fumas mais profundas das 50 que se encontram no Paraná. Essa formação geológica peculiar faz parte de um afloramento de rochas sedimentares com aproximadamente 400 milhões de anos. A fuma em questão possui área total de $1123,53 \text{ m}^2$ e um perímetro amostral de 157,59 metros nas margens internas de seu lago, que abriga a população única e isolada de demais espécies de peixes do caracídeo *Psalidodon aff. fasciatus*.

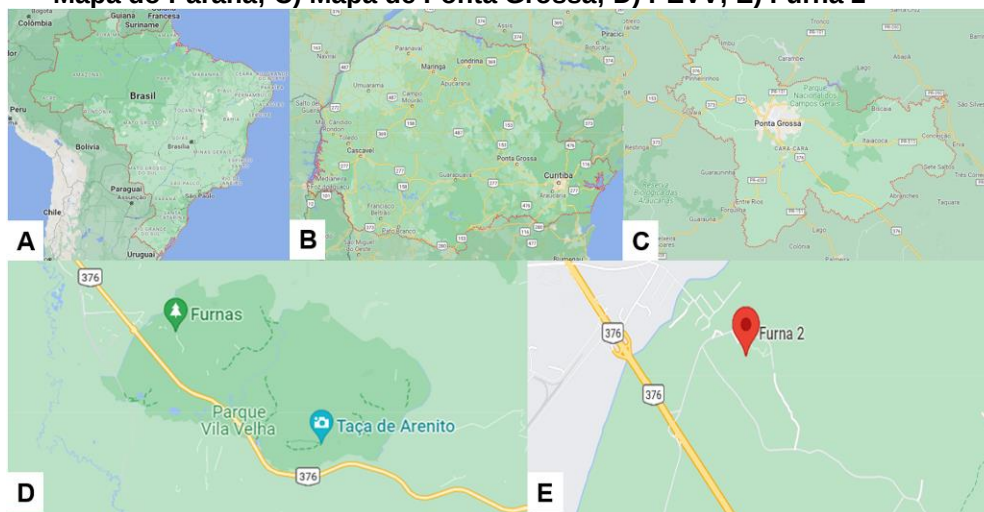
Devido à presença de água no interior da fuma 1, 2, 4 e Lagoa Dourada do PEVV revela a interconexão subterrânea por um lençol freático (CAMPOS; DALCOMUNE, 2011), e temos que o arenito por ser poroso também facilita a conexão entre elas, no qual a água passa pelos poros (FIGURA 11), então temos que o nível de água da fuma 2 varia conforme o nível da bacia do Rio Tibagi.

Figura 4 -Fuma 2 do PEVV



Fonte: MEU PARANÁ (2018)

Figura 5 - Área de estudo mapeado Área de estudo, onde: A) Mapa do Brasil; B) Mapa do Paraná; C) Mapa de Ponta Grossa; D) PEVV; E) Furna 2



Fonte: Adaptado de Google Maps

3.2 Coleta e análise de dados

Os dados de densidade foram coletados através de contagem visual por meio de transecção em linha margeando a parte interna do lago da furna 2 (BURNHAM, *et al.*, 1980; FOSTER, *et al.*, 1996, PERES, 1999; BUCKLAND, *et al.*, 2001) (FIGURA 6). Em cada amostragem o mesmo transecto foi percorrido por três vezes o perímetro do lago (FIGURA 7).

Para tanto utilizou-se de embarcação do tipo caiaque, mantendo a distância de 1 metro da margem e velocidade constante de 0,375 m/s. A porção inferior do caiaque contou com uma câmera aquática acoplada a uma haste a 1 metro de profundidade e voltada para as margens (FIGURA 8), onde testes pilotos sugeriram a maior ocorrência de indivíduos.

A cada amostragem, os equipamentos utilizados eram organizados e iniciados antes de qualquer outra atividade no ambiente, isto para não haver nenhuma interferência de terceiros durante a coleta, evitando com que o espaço amostral fosse perturbado, realizando assim uma coleta mais precisa.

A coleta destes dados foi realizada de forma mensal com início em março de 2019 e terminou em dezembro do mesmo ano, totalizando 10 meses de amostragem.

No total foram realizados 30 vídeos subaquáticos (3 vídeos para cada amostragem).

Após a gravação, os vídeos foram analisados a fim de realizar a contagem total dos indivíduos. Ao final de cada análise, foi realizada a média aritmética simples de cada uma das três amostras.

Com a quantidade de indivíduos contabilizados por transecto e com as medidas volumétricas daurna já estabelecida, estes dados foram submetidos ao cálculo de densidade quais foram efetuados pela relação do número de indivíduos pelo volume amostrado através da fórmula abaixo:

$$D = \frac{N}{V}$$

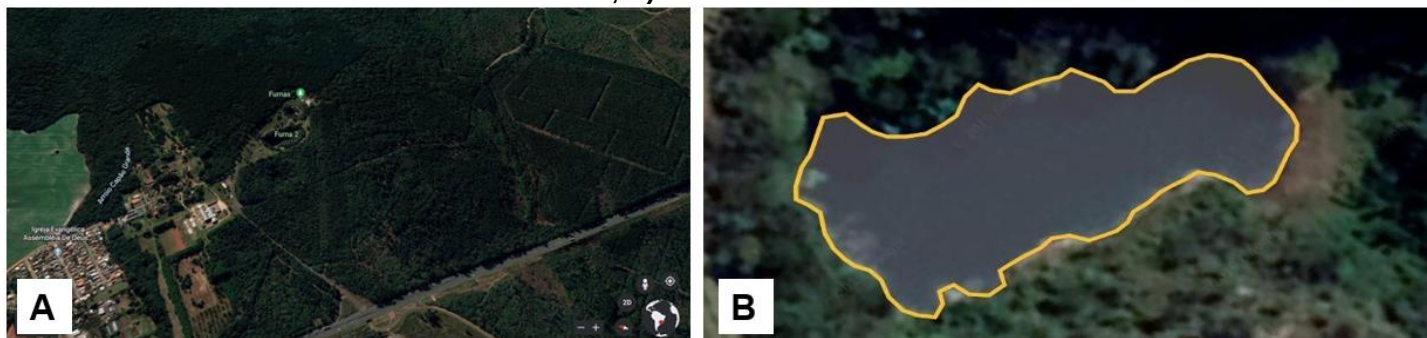
Ainda, para verificar se houve diferenças na densidade de indivíduos entre os períodos de seca e chuva, foi realizado um teste t para amostras independentes. O teste foi realizado utilizando o *software R* (*R Core Team*, 2022) e foi considerado um nível de significância a 5%.

Figura 6 - Transecto em linha



Fonte: Autor.

Figura 7 - Dimensão da fuma 2 Área de estudo, onde: A) Imagem macro da localização da Fuma 2; B) Perímetro da Fuma 2



Fonte: Google Earth

Figura 8 - Disposição dos equipamentos



Fonte: Autor

O desenvolvimento desta pesquisa foi autorizado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEUA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) sob parecer 2018-025/2018 e processo nº: 23064.022649/2018-70 (ANEXO A).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

Através dos transectos de vídeo obteve-se média por transecto de 633,2 indivíduos e densidade média de 0,563 ind/m³ (Tabela 1). Durante os transectos lineares, observou-se que grande parte dos indivíduos encontrava-se nas margens da fuma em locais com maior incidência de raios solares e com oferta de refúgios, além de vegetações conforme a ilustração abaixo (FIGURA 9).

Quadro 1 - Dados por transecto de forma mensal

	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19
QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS POR TRANSECTO	425,5	587,5	669	800,5	759	172,5	762	709	773	674
DENSIDADE ind/m ³	0,378	0,522	0,595	0,712	0,675	0,153	0,678	0,631	0,688	0,599

Fonte: Autor.

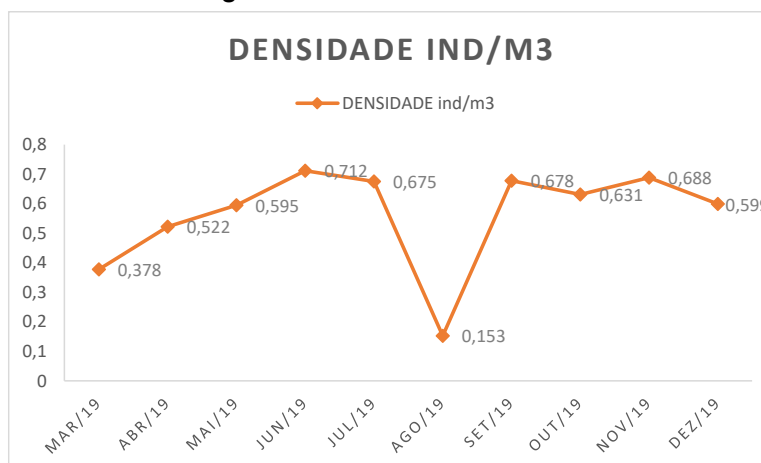
Figura 9 - Imagem subaquática fuma 2



Fonte: Autor.

Enfim, realizadas as observações e a contagem visual dos indivíduos da espécie isolada sendo a *Psalidodon* aff. *fasciatus* notou-se a necessidade da construção de um gráfico de linha simples, conforme ilustrado logo abaixo (FIGURA 10) para acompanharmos a tendência populacional:

Figura 10 - Gráfico da densidade estimada



Fonte: Autor

Percebe-se que nos meses de março a junho temos um aumento da quantidade visualizada de indivíduos, em agosto apresenta um déficit e de setembro a dezembro estes valores aumentam. É importante destacar que o método de contagem visual não garante 100% de que alguns indivíduos sejam contados mais de uma vez, mas as análises visuais foram realizadas com o máximo possível de cautela a fim de minimizar esse viés. Não houve diferença na densidade de indivíduos ($t = -0,11446$, $GL = 5,8375$, $p = 0,9127$) entre os períodos de seca (junho a outubro) e chuvosa (novembro a maio).

4.2 Discussão

Comparando os períodos analisados sugere-se que a densidade populacional desta espécie dentro da fuma é baixa. Estudos de Druzian et al. 2021 por exemplo, mostram que na área de montante do local analisado em seu estudo, sendo o reservatório da PCH São Francisco, hidrelétrica que fica entre os municípios de Toledo e Ouro Verde do Oeste no estado do Paraná, foram capturados através de rede de espera em média $15,77 \pm 1,70$ indivíduos/m² no período pré-enchimento do reservatório e aproximadamente $29,38 \pm 2,47$ indivíduos na fase pós enchimento, e na jusante do reservatório obteve-se um total de $2,37 \pm 1,06$ ind/m² no período pré, e no pós teve cerca de $17,39 \pm 3,53$ ind/m². Além disso, um teste t ($p = 0,9127$) sugere que não houve diferença entre os meses amostrados.

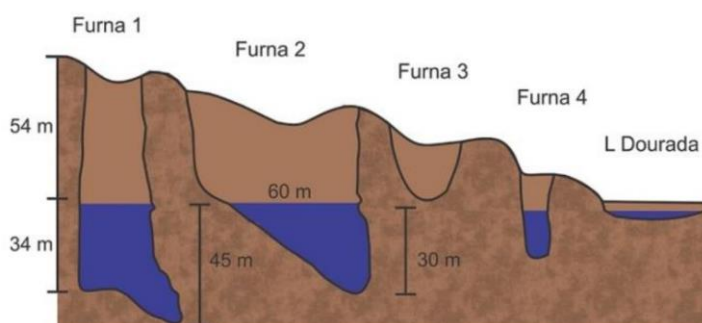
Cabe destacar que aqui a população encontra-se isolada da maioria dos predadores e também de outras espécies de peixes e na Ecologia,

espécies que se encontram em condições de isolamento e com alto grau de ingenuidade, caso da espécie estudada, correm maior risco de extinção devido à inúmeros fatores, pela diminuição de interações interespecíficas á pressões antropológicas, por exemplo, que podem levar a população ao declínio (SALO, 2007; CARTHEY; BANKS, 2015). E como esta população se encontra dentro do PEVV, ações de conservação e manejo da fuma tanto para o desenvolvimento de pesquisas como de visitação precisam ser elaboradas com o máximo de cautela para que nada afete esta rara população isolada com alto risco de extinção, podendo qualquer fator externo acarretar no desaparecimento desta espécie.

A utilização desta metodologia, transecto em linha, é a mais comum neste tipo de trabalho, sendo o estudo de parâmetros populacionais (Fernandez, 1995; Southwood & Henderson, 2000; Ricklefs, 2003). Segundo Guy *et al.*, 1996 e Nielsen , 1992, esta metodologia é simples e barata comparada a outros métodos e a mais indicada para a coleta dos dados destes indivíduos. A metodologia por coleta de remoção, por exemplo, já não seria muito viável, pois a população analisada não tem um tamanho ideal para tal método, pois quanto mais se retira indivíduos, mais ela fica ameaçada, justamente pela falta do fluxo gênico e endogamia, por isto a sugestão do método por marcação e recaptura para a comparação com os dados analisados por meio das gravações subaquáticas.

Logo, observando no gráfico os meses de julho à agosto, temos que a densidade estimada de 0,675 ind/m³ reduziu-se para 0,153 ind/m³ fato que pode ser explicado pelas condições como luminosidade e a quantidade de sedimentos sobre a superfície do lago, que acabam dificultando a contagem destes indivíduos pelo fato do aspecto turvo e escuro, pois a área de estudo se encontra ao fundo de uma cratera.

Dados apresentados por Kerniske, *et al.*, 2021, apontam que o mês de maio apresentou um período chuvoso e os meses de junho a outubro de 2019 apresentou um período de seca, influenciando diretamente na coleta dos dados. Temos que, nos intervalos de tempo seco o acesso à fuma ficava facilitado e as amostragens se tornavam mais eficientes, com uma boa iluminação, assim podendo observar uma maior quantidade de peixes, ao contrário dos meses com altas precipitações, que tornavam o trabalho um pouco difícil, desde o acesso ao local até nas filmagens subaquáticas.

Figura 11 - Furnas do PEVV

Fonte: Adaptado de MAYER (2020)

Para haver um estudo mais completo em relação à população de *Psalidodon aff. fasciatus*, além da densidade, seria de suma importância estudar o ciclo de vida, reprodução, natalidade e mortalidade a fim de compreender melhor a sucessão da espécie encontrada na furna 2. Segundo Odum (1988) estudar elementos da biologia populacional vai oferecer materiais que irá auxiliar bem como estabelecer padrões e estratégias de como a espécie está sobrevivendo.

4.3 Abordagem na Licenciatura

Com os estudos inéditos desta população isolada, vale ressaltar a importância didática que esse exemplo representa, principalmente no âmbito da educação ambiental, onde o aluno passa a conhecer o meio ambiente e assim se torna um idealizador e defensor das questões socioambientais, possibilitando a construção e o desenvolvimento de um pensamento crítico a respeito do meio ambiente subsidiando a produção de materiais para fins didáticos, enriquecendo aulas de Ciências e Biologia (SOUSA et al., 2011). A educação ambiental nas escolas possibilita na formação de cidadãos com pensamentos mais conscientes e atuantes quando relacionados à políticas ambientais, fundamentais para a conservação do PEVV e principalmente da espécie *Psalidodon aff. fasciatus* presente na Furna 2.

Além disso, a escola que optar utilizar esse exemplo de forma didática, pode encaminhar os alunos até o PEVV para apreciar o ambiente e as particularidades desta espécie isolada de caráter único no mundo, fugindo do cotidiano de sala de aula e experimentando a vivência ambiental na prática.

Segundo Lave (2015) o ato da prática é por todo o conhecimento adquirido em ação e aprender o que você não sabe de forma simultânea, e o trabalho com esta população revela muitos resultados interdisciplinares acerca de Ecologia, Evolução, Genética, dentre outras áreas, além de que a espécie representa um exemplo real de vários fenômenos ecológicos-evolutivos e de conservação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho buscou estimar a densidade populacional de *Psalidodon* aff. *fasciatus* totalmente isolada na fuma 2 do PEVV, os resultados obtidos não é suficiente para inferir se a espécie em estudo está em declínio ou não, sendo proposto que em futuros trabalhos realizados à fuma seria interessante avaliar a viabilidade de utilizar métodos de marcação e recaptura, a fim de estimar com maior confiabilidade a densidade de indivíduos sem prejudicar o tamanho populacional, visto que esta possui altas probabilidades do risco de extinção.

No entanto, os resultados obtidos neste trabalho irão auxiliar na compreensão dos fatores ecológicos envolvendo seu isolamento, propondo novas metodologias e subsidiando informações de futuros estudos acerca de demais pesquisas ecológicas-evolutivas dessa população, gerando dados para o manejo e conservação do PEVV e consequentemente da espécie.

REFERÊNCIAS

ALMAÇA, Carlos (1981). Formas de especiação nos animais. **"Arquipélago. Série Ciências da Natureza"**, 2: 7-35

ANDRIAN, I.F.; BARBIERI, G. Espectro alimentar e variações sazonal e espacial na composição da dieta de *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus, 1766, (Siluriformes, Auchenipteridae) na região do reservatório de Itaipu, PR. **Rev. Bras. Biol**, São Paulo, v. 56, no. 2, p. 409-422, 1996.

Anganuzzi, A. A., and Buckland, S. T. (1989). **Reducing bias in estimated trends from dolphin abundance indices derived from tuna vessel**. Rep. Int. WhaUng Comm. 39: 323-334.

ARTONI, R.F.; ALMEIDA, M.C. **A singular diversidade dos peixes dos Campos Gerais: uma visão genética para abordagem conservacionista da região**. In:

DITZEL, C.H.M.; SAHR, C.L.L. **Ponta Grossa e os Campos Gerais: estudos de geografia e história regional**, Editora UEPG. Ponta Grossa. 2001. p. 505-518.

ARTONI, Roberto Ferreira; MATIELLO, Mara Cristina de Almeida. GENÉTICA DE PEIXES NEOTROPICAIS. I. **Aspectos da conservação genética dos peixes no Parque Estadual de Vila Velha**, Paraná, Brasil. Publicatio Uepg: Ciências Biológicas e da Saúde, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p.7-15, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/biologica/article/view/359>>. Acesso em: 23 maio 2022.

BARBIERI, G. HARTZ, S., M., e VERANI, J. R. **O Fator de Condição e Índice Hepatosomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do Lobo**, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). Iheringi. Série Zoologia. Porto Alegre. p. 97-100. 1996.

Braga, Raul et al. 2020. **A inva são de espécies exóticas que se tornam pragas em ecossistemas naturais - como a ciência interpreta esses eventos**. Revista Bioika, Edición 5. Disponible en: <https://revistabioika.org/es/palavra-de-especialista/post?id=6>

BAIRD, S. F.; GIRARD, C. F. **Descriptions of new species of fishes collected in Texas**, New Mexico and Sonora, by Mr. John H. Clark, on the U.S. and Mexican Boundary Survey, and in Texas by Capt. Stewart Van Vliet, U.S. A. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 7, p. 24-29, 1854.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R.; LAAKE, J. L. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. **Wildlife Monographs**, v. 72, p. 1-202, 1980.

BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. **Introduction to distance sampling**. Oxford: Oxford University Press, 2001. 568p.

BUCKLAND, S. T., Cattanack, K. L., and Gunnlaugsson, T. (1992). **Fin whale abundance in the North Atlantic, estimated from Icelandic and Faroese NASS-87 and NASS-89**. Rep. Int. Whaling Comm. 42: 645-651.

CARTHEY, Al.J. R.; BANKS, P. B.. **Naiveté is not forever: responses of a vulnerable native rodent to its long term alien predators**. Oikos, [s.l.], v. 125, n. 7, p.918-926, 20 nov. 2015. Wiley.

CASATTI, L. e CASTRO, R. M. C., A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southern Brazil. **Ichthyological Explorations of Freshwaters**, p. 229-242. 1998.

CARVALHO, P. A.; PASCHOALINI, A. L.; SANTOS, G. B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. **Reproductive biology of *Astyanax fasciatus*** (Pisces: Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. Journal of Applied Ichthyology, v. 25, p. 306-313, 2009.

CAMPOS, J. B.; DALCOMUNE, M. A. **O Parque Estadual de Vila Velha**. In: Carpanezzi, O. T. B. & Campos, J. B. orgs. Coletânea de Pesquisas: Parques Estaduais de Vila Velha, Cerrado e Guartelá. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná. 2011. v.1

CRANDALL, K. A. et al. **Considering evolutionary processes in conservation biology**. Trends In Ecology & Evolution, [s.l.], v. 15, n. 7, p.290-295, jul. 2000. Elsevier BV.

CHMYZ, I. Nota prévia sobre o sítio PR PG 1; abrigo-sob rocha Cambiju. **Estudos Brasileiros**. Curitiba, (2): 231-246, 1976.

CORNELIO, D. **Biologia reprodutiva e presença decromossomo B em *Astyanax scabripinnis*** (Teleostei: Characidae). Dissertação (Mestrado em Biologia Evolutiva) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil, 2013.

CUVIER, G. Sur les poissons du sous-genre Hydrocyon, sur deux nouvelles espèces de Chalceus, sur trois nouvelles espèces du Serrasalmes, et sur

l'Argentina glossodonta de Forskahl, qui est *l'Albula gonorhynchus* de Bloch. **Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle**, v. 5, p. 351-379, 1819.

DALA-CORTE, R. B.; AZEVEDO, M. A. **Biologia reprodutiva de *Astyanax henseli*** (Teleostei, Characidae) do curso superior do Rio dos Sinos, RS, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 100, n. 3, p. 259-266, 2010.

DIBBLE, E. D. (1991). **A comparison of diving and rotenone methods for determining relative abundance of fish**. *Trans. Am. Fish. Soc.* 120: 666-668.

DUKE ENERGY. **Peixes do rio Paranapanema**. São Paulo: Horizonte Geográfico, 2008, 120 p.

DRUZIAN, R. A. .; FONSECA, J. R. S. .; COLOMBARI NETO, J. .; DEBONA, T.; SANTOS, V. V. dos; SILVA, P. R. L. da .; MACIEL, A. L.; ORSI, C. H. .; FERNANDES, C.; REIS, A. N. dos .; FERNANDES, C.; BAUMGARTNER, G. Small hydroelectric power plant affects the population structure of lambari of the red tail *Psalidodon aff. fasciatus* (Cuvier 1819). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e51101018582, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18582. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18582>. Acesso em: 25 oct. 2022.

EIGENMANN, C. H. **New characins in the collection of the Carnegie Museum**. *Annals of the Carnegie Museum*, v. 8, n. 1, p. 164-181, 1911.

EIGENMANN CH. (1921) The American Characidae. Part 3. Cambridge - **Mem Mus Comp Zool**, 43: 209-310.

ESCHMEYER, W.N.; VAN DER LAAN, R. (EDS). **Catalog of Fishes: Genera, Species, References**. Disponível em: <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Versão Eletrônica. Acessada em: 12 de outubro de 2022.

FERNANDEZ, F.A.S. 1995. **Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura**. *Oecologia Brasiliensis*, 2: 1-26.

FERNANDES, S.C.P.; BENTES, A.B.; PEREIRA, L.J.G.; NASCIMENTO, M.S.; BENTES, B.S. 2015 Variação temporal da captura comercial do peixe-pedra, *Genyatremus luteus*, desembarcado em um polo pesqueiro da costa norte do Brasil Península de Ajuruteua-Bragança-PA. **Boletim do Instituto de Pesca**, 41(1): 173 182.

FONTELES-FILHO, A.A. 2011 **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão gráfica editora, Fortaleza. 464p.

FOSTER, M., WILSON, D., COLE, R., RUDRAN, R., NICHOLS, J. Line transect. In: **Measuring and Monitoring Biological Diversity – Standard Methods for Mammals**. London: Smithsonian Institution, 1996. p. 89-92. e 203-208.

FROESE, R. e D. Pauly. Editores. 2022. **FishBase**. Publicação eletrônica na World Wide Web. www.fishbase.org, (06/2022). Acesso em: 15 de out de 2022.

FRANKHAM, R. **Challenges and opportunities of genetic approaches to biological conservation**. Biological Conservation, [s.l.], v. 143, n. 9, p.1919-1927, set. 2010. Elsevier BV.

FUTUYMA, Douglas J.. **Biologia Evolutiva**. 3. ed. Ribeirão Preto: Funpec Editora, 2009.

FUTUYMA D, Meyer GC (1980), **Non-allopatric speciation in animals**. Syst Zool 29: 254-271.

GARCIA, E. L.; CHINI, H. A.; MAISTRO, J. A. D.; QUAGIO-GRASSIOTTO, I. **Dynamics and cytochemistry of oogenesis in *Astyanax fasciatus* (CUVIER)(Teleostei, Characiformes, Characidae)** from Rio Sapucaí, Minas Gerais State, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 18, n. 4, p. 1057-1064, 2001.

GÉRY, J. **Characoids of the world**. Neptune City: T.F.H. Publications, 1977, 672 p.

GUY, C.S., LEE BLANKENSHIP, H. & NIELSEN, L.A. 1996. Tagging and Marking. In B.R. Murphy & D.W. Willis (eds.), **Fisheries techniques**. American Fisheries Society, Bethesda, 2 ed., p. 353–383.

GRAVITOL, A. D. e MENIN, V. Anatomia Comparativa Funcional da Cavidade Bucofaríngea de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Osteichthyes, Characidae, Tetragonopterinae) e *Triportheus guentheri* (Garman, 189) (Osteichthyes, Characidae, Triportheinae). **Revista Ceres**. 1992.

HEDRICK, P. W.; GUTIERREZ-ESPELETA, G.A.; LEE, R. N. Founder effect in na island population of bighorn sheep. **Molecular Ecology**, v. 10, p. 851-857, 2001.

KEANE R.M.; CRAWLEY MJ. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends Ecol Evol* 17: 164-170. **Trends in Ecology & Evolutio**, 17, 164170, 2002.

KEAST, A., and Marker, J. (1977). **Strip counts as a means of determining densities and habitat utilization patterns in lake fishes**. *Environ. Biol. Fish.* 1: 181-188.

KERNISKE, Franciele Fernanda. **Morfologia e aspectos reprodutivos em uma população isolada de Psalidodon aff. fasciatus no Parque Estadual Vila Velha**, Paraná, Brasil. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/3472>. Acesso em: 11 de out de 2022.

LAVE, Jean. **Aprendizagem como/na prática. Horizontes Antropológicos**, [S.L.], v. 21, n. 44, p. 37-47, dez. 2015. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-71832015000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ha/a/FVKz5RJSy8YWrV7HpfXQnQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 nov. 2022.

MATOSO, D. A. et al. **Preliminary Qualitative Analysis on mtDNA in Astyanax fasciatus Populations Cuvier, 1819 (Teleostei; Characidae)** Indicate Population Distinctiveness. *Brazilian Archives Of Biology And Technology: An International Journal*, [S.I.], v. 53, n. 3, p. 663-667, maio, 2010.

MAYER, Bruna Angelina. **Aspectos comportamentais de um peixe neotropical que experimenta a ausência de peixes predadores sob a perspectiva da hipótese da ingenuidade ecológica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020. Disponível em: <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/3200>. Acesso em: 13 de out de 2022.

MELO, F. A. G. de. **Revisão taxonômica do complexo de espécies Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819) (Teleostei, Characiformes, Characidae)**. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MEU PARANÁ (Paraná). **Aventura em Vila Velha: conheça as belezas e mistérios do lambari que só existe nas profundezas das furnas do parque**. 2018. Disponível em: <https://redeglobo.globo.com/rpc/meuparana/noticia/aventura-em-vila-velha->

conheca-as-belezas-e-misterios-do-lambari-que-so-existe-nas-profundezas-das-furnas-do-parque.ghml. Acesso em: 02 jun. 2019.

MOREIRA, C. R. **Relações filogenéticas na Ordem Characiformes** (Teleostei: Ostariophysi). Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007

NASCIMENTO, W. S.; YAMAMOTO, M. E.; CHELLAPPA, S. **Proporção sexual e relação peso-comprimento do peixe anual *Hypsolebis antenori* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) de poças temporárias da região semiárida do Brasil**. Biota Amazônia, v. 2, p.37-44, 2012.

NIELSEN, L.A. 1992. **Methods of Marking Fish and Shellfish**. American Fisheries Society, Bethesda, Special Publication 23, 208p.

ODUM, E.P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, II+434p.

PARANÁ. IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. . **Furnas – Vila Velha**. 2012. Disponível em: <https://www.pitangui.uepg.br/proad/escoteiros/index.php/semafora/84-destaque/152-furnas-vila-velha>. Acesso em: 12 out. 2022.

PARANÁ. Mineropar. Instituto Água e Terra. **Furnas do Parque Estadual de Vila Velha**. 2020. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/aguaterra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/furnasdoarqueestadualdevilavelha_portugues.pdf. Acesso em: 08 maio 2022.

PASA, R.; MENEGIDIO, F. B; RODRIGUES-OLIVEIRA, I. H.; SILVA, I. B.; CAMPOS, M. L.; ROCHA-REIS, D. A.; SEYMOUR, J.; SCHWARZACHER, T.; KAVALCO, K. F. **Ten complete mitochondrial genomes of *Gymnocharacini* (Stethaprioninae, Characiformes): evolutionary relationships and a repetitive element in the Control Region (D-loop)**, Front. Ecol. Evol, 2021

PERES. C. A., **General guidelines for standarzing line-transect surveys of tropical forest primates**. Neotropical Primates. v. 7, n. 1, p. 11-16, mar. 1999.

PRANDI, Jair. **Parque Estadual Vila Velha – Paraná**. 2011. Disponível em: <https://www.viagensecaminhos.com/2011/05/parque-estadual-vila-velha-pr.html>. Acesso em: 05 jun. 2022.

R Core Team (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

REIS, R. E., KULLANDER, S. O., FERRARIS, C. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America** (CLOFFSCA), Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, 729 p.

REIS, R.e. et al. Biodiversidade e conservação de peixes na América do Sul. **Journal Of Fish Biology**. British Isles, p. 12-47. jul. 2916. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27312713>>. Acesso em: 03 out 2022.

RICKLEFS, R.E. 2003. **A economia da natureza**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 5a ed., 501p

SALO, P. et al. **Alien predators are more dangerous than native predators to prey populations**. Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences, [s.l.], v. 274, n. 1615, p.1237-1243, 13 mar. 2007. The Royal Society.

SABORIDO-REY, F.; KJESBU, O. S. **Growth and maturation dynamics**. In 'Fisheries Induced Adaptive Changes'. DIECKMANN, U.; GODØ, O. R.; HEINO, M.; MORRIS, M. (ed.) pp. 501–516. (Cambridge University Press: Cambridge, UK.), 2005.

SANTOS, Ruth Simões Bezerra dos. **Aspectos da Hidrografia Brasileira**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p.327-375, jul. 1962. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=7115>. Acesso em: 20 out 2022.

SILVA, D.A. et al. **Ecologia Alimentar de *Astyanax lacustris*** (Osteichthyes Characidae) na Lagoa do Piató Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. Biota Amazônia, [s.l.], v. 2, n. 1, p.74-82, 30 jun. 2012. Revista Biota Amazonia. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n1p74-82>>. Acesso em 10 de junho 2022.

SILVA, J.P.A.; MUELBERT, A.E.; OLIVEIRA, E.C.; FÁVARO, L.F. **Reproductive tactics used by the Lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River**. Neotropical Ichthyology, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.

SOARES, Olavo. **Furnas dos Campos Gerais, Paraná**. Curitiba: Scientia Et Labor, 1989.

SOUTHWOOD, T.R.E. & HENDERSON, P.A. 2000. **Ecological Methods**. Blackwell Publishing, 3a ed., 575p.

SOUSA, Gláucia Lourenço de et al. **A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais**. Revista Faculdade Montes Belos, São Luís de

Montes Belos, v. 4, n. 1, p. 1-17, set. 2011. Disponível em: <http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/issue/view/5>. Acesso em: 03 nov. 2022.

TERÁN, G. E.; BENITEZ, M. F.; MIRANDE, J. M. **Opening the Trojan horse: Phylogeny of Astyanax , two new genera and resurrection of Psalidodon (Teleostei: Characidae)**. Zoological Journal of the Linnean Society, v. 190, n. 4, p. 1217–1234, 2020.

THOMPSON, William L.; WHITE, Gary C.; GOWAN, Charles. Chapter 7 - Fish. In: THOMPSON, William L.; WHITE, Gary C.; GOWAN, Charles. **Monitoring Vertebrate Populations**. Califórnia: Academic Press, 1998. Cap. 7. p. 191-232. Disponível em: [sciencedirect.com/science/article/pii/B9780126889604500071](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780126889604500071). Acesso em: 13 set. 2022.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes telósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem, 1996, 169 p.

VAZZOLER, A. E. A. M.; MENEZES, N. A. **Síntese de conhecimentos sobre o comportamento dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi)**. Revista Brasileira de Biologia, v. 52, p. 627-640, 1992.

**ANEXO A - Autorização Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEUA parecer N °. 2018-
025/2018)**

17/08/2018

SEI/UTFPR - 0388001 - Parecer



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA NO USO DE ANIMAIS



PARECER: 2018-025/2018 - CEUA
PROCESSO Nº: 23064.022649/2018-70
INTERESSADO: IGOR DE PAIVA AFFONSO

PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA

Título:	Estudos ecológicos integrados: desvendando a especiação em populações selvagens
Área Temática:	Ciências Biológicas/Ecologia/Evolução
Pesquisador / Professor:	Igor de Paiva Affonso
Instituição:	UTFPR/ Câmpus Ponta Grossa
Financiamento:	Não há
Versão:	02

PARECER SUBSTANCIADO DA CEUA	Protocolo nº 2018-25
Apresentação do Projeto: Esta proposta é apresentada como uma pesquisa internacional e interdisciplinar que incorpora algumas das maiores questões em biologia, como por exemplo, causas da diversidade biológica, e mescla pesquisa e educação de forma a realizar significativamente tanto os propósitos científicos quanto os profissionais e objetivos educacionais da sociedade. A partir desta proposta principal, o proponente pretende desenvolver vários projetos para incluir acadêmicos multiníveis nesta pesquisa e realizar uma meta recente da UTFPR, visando internacionalização. O principal objetivo deste projeto compreende investigações de campo e de laboratório que usarão populações isoladas e não isoladas de peixes como um modelo para fornecer novos insights sobre as abordagens que quantitativamente integram a variação ecológica, genética e fenotípica com isolamento reprodutivo subjacente à especiação. Em suma, esta proposta de pesquisa é projetada para entender os mecanismos multivariados de especiação na natureza. Justificativa/Relevância: A pesquisa ocorrerá no Parque Estadual Vila Velha (PEVV), U.C. localizada no rio Tibagi. O proponente pretende elucidar o isolamento reprodutivo para evolução estudando populações de peixes (<i>A. fasciatus</i>) em três furnas – que caracterizam-se como buracos naturais com até 50 metros de profundidade que podem ou não abrigar lagos no interior. O proponente relata que não há conectividade com grandes massas de água, mas ocorre fluxos de água entre os poros. Também destaca que <i>A. fasciatus</i> são as únicas espécies que vivem nesses ambientes. Há um lago mais raso, chamado "Lago Dourado" que também será usado no estudo. Objetivo: O projeto pretende realizar quatro objetivos e uma parte relacionada com extensão com a finalidade de promover a interdisciplinaridade. São os seguintes objetivos: (1) Investigar como a seleção divergente moldou o comportamento anti-predador em populações isoladas e não-isoladas. Vai usar peixes como modelo. (2) Investigar a relação entre variação ambiental e morfométrica (fenotípica) e entre populações isoladas e não isoladas de <i>Astyanax fasciatus</i> para compreender diversificações adaptativas e examinar efeitos na reprodução. (3) Investigar como a seleção divergente molda as interações parasita-hospedeiro em populações isoladas e não-isoladas populações. (4). Quantificar a variação genômica dentro e entre populações isoladas e não isoladas para entender a estrutura genética da população e testar os efeitos hipotéticos da deriva, fluxo gênico e seleção genômica no isolamento da reprodução e investigar o isolamento reprodutivo para entender suas contribuições relativas na especiação. Avaliação dos Riscos e Benefícios: O proponente afirma que os principais riscos estão relacionados com organismos amostrais, devido o ambiente que os peixes habitam, ou seja, as os furnas - ambientes profundos e inóspitos, que pode ser difícil amostrar. O proponente afirma que pretende solicitar apoio à brigada de bombeiros de Ponta Grossa durante as expedições de campo. Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: A pesquisa é pertinente e de caráter complexo. Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Foram apresentados os seguintes termos e documentos: 1) Requerimento preenchido completamente e assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto/aula prática; 2) formulário unificado de encaminhamento do CEUA/UTFPR/DN; 3) projeto de pesquisa completo no modelo da PROPPG-CEUA; 4) declaração de não início do projeto (com assinatura e data). 5) registro de projeto junto a Diretoria responsável (anuência da DIRPPG) 6) Cópia da autorização de coleta/transporte do SISBIO, no caso de animais silvestres (Em nome de Roberto F. Artoni). Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Não há. Situação do Parecer: APROVADO Considerações Finais a Critério da CEUA: Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.	

17/08/2018

SEI/UTFPR - 0388001 - Parecer

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Estudos ecológicos integrados: desvendando a especiação em populações selvagens", protocolo nº 2018/25, sob a responsabilidade de IGOR DE PAIVA AFFONSO - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 14/08/2018.

CERTIFICATION

The Ethics Commission on Animal Use (CEUA) of Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), CERTIFIES that the request herein identified by the protocol number 2018/25, entitled "Integrated Ecological research: unraveling speciation in wild populations" coordinated and under the responsibility of IGOR DE PAIVA AFFONSO, which involves the production, maintenance and / or use of animals belonging to the phylum Chordata, sub-phylum Vertebrata (except human species), for the purposes of scientific research (or teaching), is in accordance with provisions of the Brazilian Law no. 11794 (October 8th, 2008), the Decree nº 6.899 (July 15th, 2009) and with further regulations published by the Brazilian National Council for the Control of Animal Experimentation (CONCEA).

Nº da Solicitação ou Autorização SISBIO:	15115-1
Vigência do projeto:	24/08/2018 - 20/07/2023
Finalidade:	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Atividades:	(X) Captura (X) Coleta de espécimes () Marcação Outras:
Espécies/Grupos Taxonômicos	Astyanax fasciatus (300 indivíduos)
Peso/Idade:	N/A
Local(is) de realização das atividades	Bacia do rio Tibagi

Dois Vizinhos, 17 de agosto de 2018.

Assinado por:

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Documento assinado eletronicamente por NÉDIA DE CASTILHOS GHISI, PRESIDENTE DA COMISSÃO, em 17/08/2018, às 03:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_documento=437448&id_origem=arvore_visualizar, informando o código verificador 0388001 e o código CRC 56919FAA.

Referência: Processo nº 23064.022649/2018-70

SEI nº 0388001