

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**  
**Curso de Ciências Biológicas**

**Luiz Fernando Ferreira de Macedo**

**DESCRIÇÃO DO PADRÃO REGENERATIVO EM**  
***Rineloricaria parva***  
**(SILURIFORMES: LORICARIIDAE: LORICARIINAE)**

**São Paulo**

**2022**

**Luiz Fernando Ferreira de Macedo**

**DESCRIÇÃO DO PADRÃO REGENERATIVO EM**  
***Rineloricaria parva***  
**(SILURIFORMES: LORICARIIDAE: LORICARIINAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro- UNISA, como requisito parcial para a obtenção do título Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme José da Costa  
Silva

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Fernandes  
Roxo

**São Paulo**

**2022**

M122d Macedo, Luiz Fernando Ferreira de.

Descrição do padrão regenerativo em *Rineloricaria parva* (*Siluriformes: Loricariidae: Loricariinae*) / Luiz Fernando Ferreira de Macedo. — São Paulo, 2023.

24 p.: il., color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) —  
Universidade Santo Amaro, 2023.

Orientador: Dr. Guilherme José da Costa Silva.

1. Regeneração. 2. Cicatrização. 3. Animal. I. Silva, Guilherme José da Costa, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

**Luiz Fernando Ferreira de Macedo**

**DESCRIÇÃO DO PADRÃO REGENERATIVO EM**  
***Rineloricaria parva***  
**(SILURIFORMES: LORICARIIDAE: LORICARIINAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme José da Costa Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Fernandes Roxo

**São Paulo, de de 2022.**

**Banca Examinadora**

**Prof. (a) Dr. (a) .....**

**Prof.(a) Dr.(a) .....**

**Prof.(a) Dr.(a) .....**

**Conceito Final \_\_\_\_\_**

## Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter me feito curioso, e levemente problemático.

Agradeço aos meus pais Dona Elizete e senhor José Luiz, principalmente a minha mãe que sempre me apoiou tanto nos estudos, e prezando por cada passo que eu dava independente do caminho. Agradeço as minhas irmãs Laura e Débora, por terem cuidado de mim quando eu mais precisei e compartilhando muitos momentos bons. Agradeço a minha sobrinha por querer ser alguém que venha a valer de exemplo algum dia. Também aos meus cunhados fica meus agradecimentos.

Agradeço não só a um, porém a dois orientadores:

Primeiramente ao Prof. Dr. Guilherme por me ajudar de tantas formas a escrever o Trabalho de Conclusão de Curso, sempre me cobrando e esperando o meu melhor. Sem sua orientação eu não estaria aqui.

Agradeço também ao Prof. Dr. Fábio por ter me acolhido e me guiado quando precisei, sempre estando disponível nas dúvidas que surgiam.

Agradeço aos meus amigos (as) Ana Luisa, Daiane, Katherine, Leonardo e Matheus, por me proporcionarem seus tempos, seus diálogos, e irreverência.

Agradeço aos meus amigos e colegas de sala Gustavo, Mikaelle, Vinícius, Bruna, Vitória, Vanusa, Mayara por compartilhar os desesperos da entrega de trabalhos, e me fazer rir quando precisava.

Agradeço aos meus colegas e amigos de Laboratório Beatriz e Renan, por terem me suportado por todo este tempo, corrigido meu trabalho, ou tirando fotos do material.

Agradeço a todos os meus professores que passaram por mim, deixando sempre uma coisa nova para a minha vida.

Agradeço ao Laboratório de Biologia e Genética de Peixes – LBP, Instituto de Biociências da Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, pelo empréstimo do acervo para estudos.

Agradeço a cada familiar meu que acreditou em mim, além de me ajudar nessa jornada.

Agradeço a cada pessoa que passou pela minha vida e me fez ser essa pessoa que sou hoje!

*“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”*

*Antoine Lavoisier*

## Resumo

A capacidade regenerativa dos animais há bastante tempo vem sendo documentada e estudada em variados grupos. Nestes estudos podemos verificar que todos os seres vivos possuem algum grau regenerativo, desde a formação de tecidos perdidos por ação de predação ou pequenos reparos celulares como no caso da cicatrização. Para entender como estes fatores podem ajudar os seres humanos, pesquisas são realizadas com alguns grupos de animais com a característica regenerativa em algum grau. Foi documentado e verificado que a regeneração ocorre em maior evidência em animais invertebrados, e que possuem características mais basais, tais como Poríferos, Cnidários, Platelmintos, Artrópodes e Moluscos, enquanto que nos vertebrados a capacidade de regeneração está relacionada ao grupo dos répteis, anfíbios e peixes. No presente estudo com o gênero de peixes *Rineloricaria*, mais especificamente *R. parva*, observou-se em alguns lotes a presença de exemplares com uma formação anômala nas placas localizadas na região pós-anal. Após a contagem e comparação dessas placas em diferentes indivíduos constatou-se que o número médio de placas corresponde a dezessete, dessa forma, os exemplares anômalos apresentam partes faltantes da formação de placas pós-anal, e em consequência disso, um tamanho reduzido. Entretanto, apesar desses exemplares possuírem essa variação todos eles possuem uma nadadeira caudal completa, com a presença de raios bem formados e os filamentos característicos da espécie, esse fato parece indicar um aparente processo regenerativo, desse modo, o objetivo do presente estudo é realizar a descrição desse processo e avaliar seus mecanismos como o potencial de regenerar uma nadadeira complexa como a de *R. parva*.

Palavras chave: Regeneração, Cicatrização, Regeneração em peixes

## **Abstract**

The regenerative capacity of animals has long been documented and studied in various groups. In these studies we can see that all living beings have some degree of regenerative ability, from the formation of tissues lost to predation or small cellular repairs as in the case of healing. To understand how these factors can help humans, research is being done with some groups of animals with the regenerative characteristic in some degree. It has been documented and verified that regeneration occurs in greater evidence in invertebrate animals, and that they have more basal characteristics, such as Porifera, Cnidarians, Platyhelminthes, Arthropods, and Mollusks, while in vertebrates the capacity for regeneration is related to the group of reptiles, amphibians, and fish. In the present study with the fish genus *Rineloricaria*, more specifically *R. parva*, it was observed in some flocks the presence of specimens with an anomalous formation on the plates located in the post-anal region. After counting and comparing these plates in different individuals it was found that the average number of plates corresponds to seventeen, thus, the anomalous specimens present missing parts of the post-anal plate formation, and as a consequence, a reduced size. However, although these specimens have this variation, all of them have a complete caudal fin, with the presence of well-formed rays and the characteristic filaments of the species, this fact seems to indicate an apparent regenerative process, thus, the objective of this study is to carry out a description of this process and evaluate its mechanisms as the potential to regenerate a complex fin like that of *R. parva*.

*Keywords: Regeneration, Healing, Fish Regeneration*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>4 RESULTADOS e DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO A - Procedimento empregado na diafanização</b>	
<b>ANEXO B - Lista de exemplares analisados</b>	
<b>ANEXO C – Parâmetros das medições</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Regeneração pode ser explicada como um processo de reparo/restauração de uma injúria acometida ao corpo do ser vivo, podendo ter vários níveis de organização biológica celular, [1] desde uma reparação tecidual (cicatrização), uma recomposição celular periódica (troca de pele), até a recomposição parcial, ou total de membros perdidos, sendo este reportado nos mais diversos grupos de animais. [1,2]

A regeneração pode ser classificadas de acordo com o grau, e tecido que irá participar do processo, sendo: Regeneração fisiológica, por morfolaxia, por epimorfose, intercalar, autotomia e cicatrização. [2,3] A Regeneração fisiológica é encontrada em todos os grupos de seres vivos, sendo essa a troca constante, ou periódica celular principalmente por parte das células da epiderme. [2]

Na regeneração por morfolaxia ocorre remodelação tecidual já existente sem a necessidade de proliferação celular, afim de criar um tecido parecido com o que foi danificado ou perdido, podendo apresentar um tamanho reduzido em comparação ao original, ocasionando também a inutilidade do mesmo, em alguns casos. [2,3,4]

A regeneração por morfolaxia é reportada em grupos de animais mais simples como Poríferos [7], Cnidários [8,9], e Equinodermos. [2,10] Cada ser desses grupos possui uma notável capacidade regenerativa que extrapola algumas definições, esse seria o caso da capacidade da água-viva *Turritopsis nutricula* de realizar a transdiferenciação de suas células para que volte a forma de pólipos, sendo também conhecida como água-viva imortal por sua incrível capacidade de “rejuvenescer” suas células. [7] Nos Equinodermos há uma capacidade não somente regenerativa, mas também reprodutiva, pois ao haver uma injúria que acometa o animal e por ventura sua partição, o membro perdido é regenerado, entretanto a outra parte também pode regenerar criando-se assim dois indivíduos. Este tipo de regeneração, também sendo um exemplo de reprodução assexuada, é chamada de Cissiparidade (Fragmentação sendo também um termo aceito). [2,10]

Já a Regeneração por epimorfose possui a formação de um blastema, que consiste na proliferação de células que irão participar da diferenciação celular, para criação de um novo tecido. Esse tipo de regeneração vem sendo relatado no grupo dos invertebrados e vertebrados. [2,3,4]

Em molusco, [12,13] e artrópodes [14] podemos observar outro processo, a autotomia, onde o animal deliberadamente solta uma parte do corpo (sendo patas, pernas ou apêndices) que se regeneram posteriormente. [11] Esse processo também pode ser observado em animais vertebrados, como é o caso de alguns répteis do grupo Squamata, principalmente lagartos e lagartixas, nesse caso eles desprendem parte da região caudal servindo de distração para eventuais predadores. [15] Por outro lado, o animal que realiza tal feito, antes de readquirir o membro perdido sofre de algumas debilidades como a falta de equilíbrio e possível entrada de doenças. [14,15] Podemos ver o poder da autotomia também em roedores do gênero *Acomys*, que com a baixa tensão de contato em sua pele, a mesma é desprendida facilmente, assim como parte da sua cauda. Nesse processo não há a formação de uma cicatriz, e é possível ver a formação de novos tecidos como células pilosas. [16] O processo de autotomia é bem incomum, e raro em mamíferos, sendo o rato do gênero *Acomys*, uma excepcional exceção há apresentar tal característica.

Os cervídeos também possuem capacidade de regenerar os chifres. Quando a estrutura da galhada cai durante os tempos em que não há reprodução, um novo tecido blastemático é formado, possuindo vascularização e coberto por uma fina camada de tecido chamada veludo, ao passar pelas desdiferenciação o tecido vascularizado sendo trocada por tecido mais rijo, e duro. [17,18] Porém em grande parte dos mamíferos e aves, o processo regenerativo é bem menos acentuado, consistindo principalmente na cicatrização tecidual. A cicatrização depende de uma cascada de reações que se utilizam da matriz extracelular, a granulação das plaquetas, e coagulação para que se haja uma recomposição tecidual. [19]. Como gera novas células, a formação de uma cicatriz, não propicia a integridade tecidual restaurando a condição original, deixando assim marcas por vez evidentes. [19]

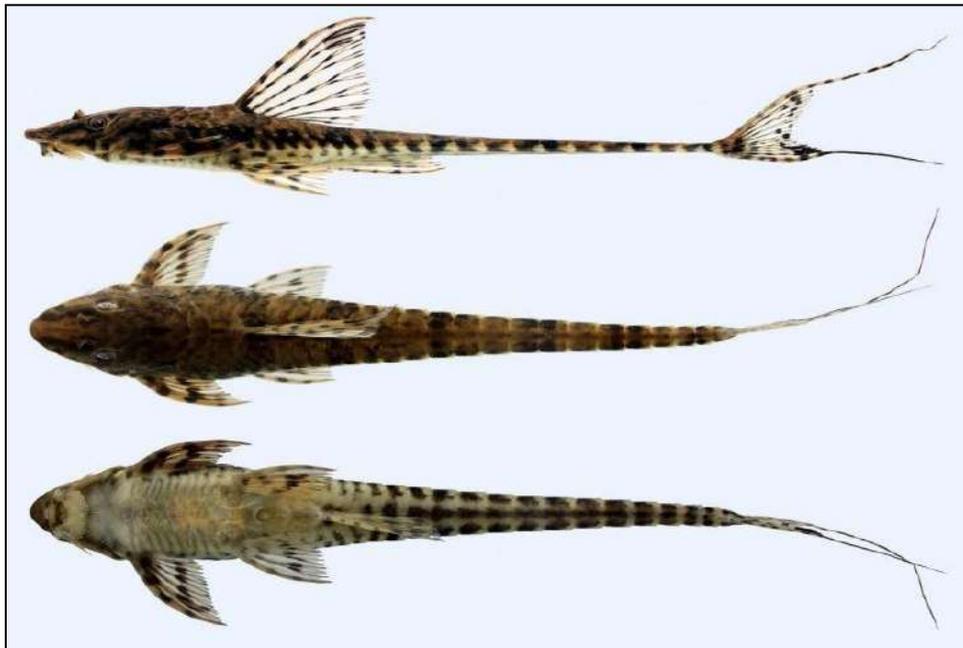
Anfíbios vão um pouco além, esses animais possuem a capacidade de regenerar membros como a cauda, ou as patas. [20] Nesse grupo esse processo drástico é melhor reportado em animais que apresentam neotenia como os Urodelos (Salamandras), [20] ou seja, na idade adulta ainda possuem características de indivíduos jovens.

Estudos realizados em peixes, principalmente o *Danio rerio*, conhecido popularmente como peixe-zebra, ou paulistinha, reportam sua incrível capacidade de regenerar vários tecidos, como raios caudais, retina, e até células cardíacas. [21] Em

vários artigos podemos encontrar também outros gêneros de peixes que realizam grandes regenerações, como é o caso *Oreochromis* híbrida que após sofrer perda significativa do pedúnculo caudal, conseguiu regenerar parte das vértebras perdidas e até mesmo o uróstilo, entretanto estas estruturas, após a regeneração, apresentaram deformidades. [22,23]

Neste trabalho um novo padrão regenerativo será descrito. O caso em questão acontece com os peixes do gênero *Rineloricaria*, mais especificamente em *Rineloricaria parva* (Figura 1). Uma das 69 espécies descritas do gênero. [24] *R. parva* é a única a apresentar de forma completa o padrão regenerativo mencionado acima. Essa espécie endêmica das águas baixas da bacia La-Plata é uma das espécies de maior distribuição do gênero. [24,25,26] Essa espécie caracteriza-se principalmente por sua nadadeira caudal complexa com o raio superior e inferior estendidos em longos filamentos, sendo tipicamente uma espécie residente de vegetações marginais, sintrópica com inúmeras espécies de peixes ictiófagos, dentre eles alevinos de piranhas.

**Figura 1: *Rineloricaria parva***



Fonte: [http://www.sbi.bio.br/images/sbi/boletim-docs/2018/junho\\_126.pdf](http://www.sbi.bio.br/images/sbi/boletim-docs/2018/junho_126.pdf)

## **2 OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

O presente estudo se propõe descrever o aparente processo regenerativo de *R. parva* e avaliar seus mecanismos, como o potencial de regenerar uma nadadeira complexa com a presença de raios e filamentos.

### **Objetivo específico**

Identificação de similaridades ou diferenças com outros tipos regenerativos descritos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados peixes em empréstimo do acervo do Laboratório de Ictiologia do Instituto de Biociências da UNESP Botucatu. No total foram analisados 22 lotes contando com 496 indivíduos de *Rineloricaria parva*, onde 12 indivíduos apresentaram um tamanho reduzido do pedúnculo caudal, provavelmente devido mutilações durante seu desenvolvimento (ANEXO B). Exemplares de outras 50 espécies do gênero *Rineloricaria* também foram analisados buscando identificar se esse processo regenerativo é ou não exclusividade de *R. parva*. Para avaliar o nível de regeneração dos exemplares foram feitas medidas com paquímetro digital do lado esquerdo dos peixes para se manter uma padronização, e contagens de todos os exemplares de *R. parva* estudados.

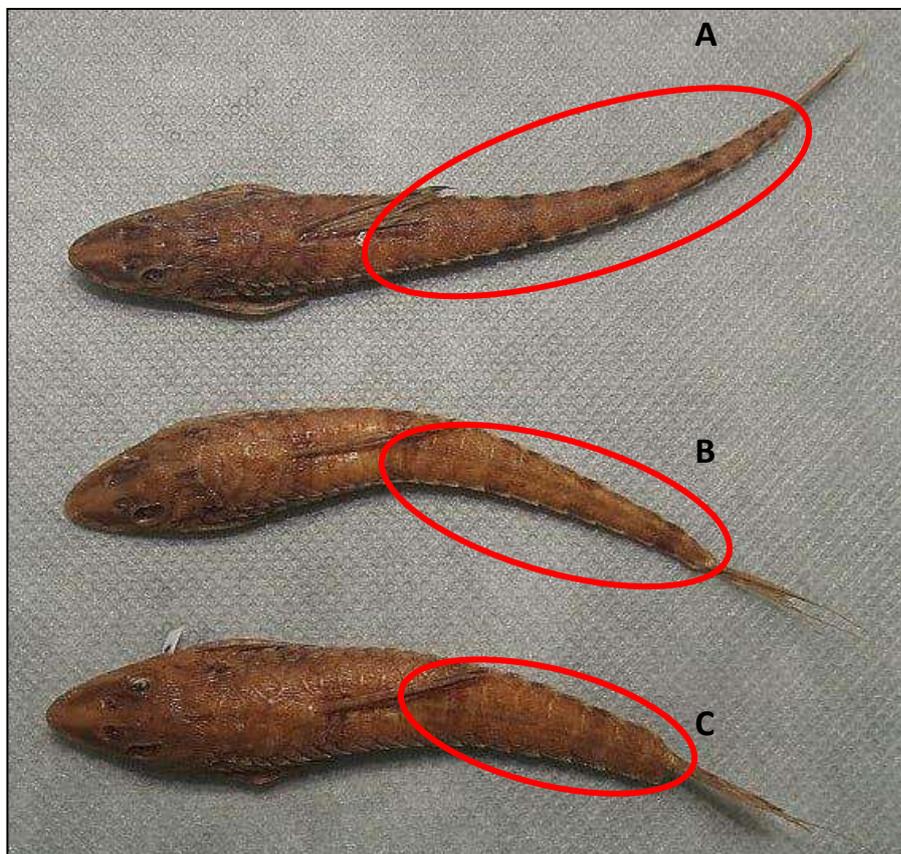
No total foram utilizadas 26 medidas como parâmetro para as medições (ANEXO C), sendo elas: Comprimento total, comprimento padrão, comprimento pré-dorsal, comprimento da cabeça, comprimento do focinho, diâmetro orbital, diâmetro orbital máximo, comprimento pré-peitoral, comprimento pré-pélvico, comprimento pré-anal, raio da nadadeira pélvica, raio da nadadeira anal, profundidade da cabeça, profundidade corporal na nadadeira dorsal, raio da nadadeira caudal superior, raio da nadadeira caudal inferior, largura cleitral, largura da cabeça, largura internarinas, largura interorbital, raio da nadadeira peitoral, raio da nadadeira dorsal, comprimento torácico, placas abdominais do complexo anterior, largura do corpo na nadadeira anal, sendo adicionado as contagens de placas pós-anal, e sendo excluído a medição da profundidade do pedúnculo caudal já que esse não entraria como parâmetro para as *Rineloricarias* amputadas, sendo realizadas dentro do LabVet situada no Campus I da Universidade Santo Amaro- UNISA.

Características merístíticas também foram verificadas, como número de placas fusionadas no pedúnculo caudal, número de raios da nadadeira caudal, local de abertura do último poro da linha lateral e a existência ou não das placas supra-caudais se utilizando de um estereomicroscópio para melhor visualização. Para a análise da nova arquitetura da base da nadadeira caudal indivíduos amputados e normais foram diafanizados seguindo a técnica de Taylor e vanDyke, com coragem de cartilagem com solução com composto de *alcian blue*, e as partes ósseas coradas com solução com composto de *alizarina red S* (ANEXO A).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tomadas de medidas dos peixes analisados demonstraram a redução da relação entre comprimento pré-dorsal, e comprimento pós-dorsal evidenciando a redução do pedúnculo caudal (Figura 2) tornando-os desproporcionais. Reflexo dessa mudança de proporções merísticas, os animais "curtos" também apresentavam redução do número de placas pós-anal, indicando que de fato esses animais não se recuperaram por completo após a amputação.

**Figura 2 – Comparação entre os exemplares de *R. parva***



Indivíduo **A**: Exemplar adulto com 17 placas pós-anal, **B**: Exemplar amputado com 14 placas, **C**: Exemplar amputado com 10 placas. **Fonte**: Arquivo pessoal

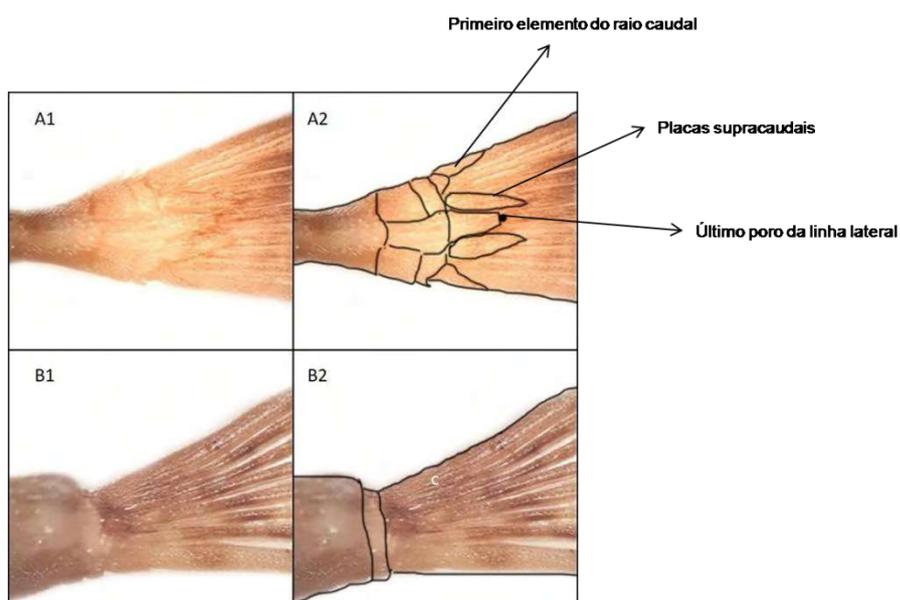
*Rineloricaria parva* é uma espécie tipicamente de vegetação [25] e o pedúnculo estreito é extremamente longo é típico desse grupo [24]. No entanto, como encontramos indivíduos de diferentes idades com estágios de regeneração

avançado entendemos que a perda de parte, significativa desse longo pedúnculo não é fator limitante para que os mesmos completem seu desenvolvimento.

Apesar de *R. parva* aparentemente sobreviver após a regeneração de um pedúnculo caudal amputado, é inegável que a nadadeira regenerada carrega uma serie de deformidades. Constatamos que a nova nadadeira pode apresentar e número de raios ramificados reduzidos, ou seja, com menos de 10 normalmente encontrados na espécie [25,26]. Em alguns casos ocorre a fusão dos raios ramificados em sua porção basal.

Outra deformidade notável dá-se na arquitetura de implantação da nadadeira caudal, enquanto *R. parva* apresentam um padrão complexo de placas supracaudais, elementos complexos de raios indivíduos e até mesmo a abertura do último poro da linha lateral, os indivíduos amputados não apresentam nenhuma dessas estruturas e os raios são implantados abruptamente na nova extremidade do animal (Figura 3). Foi observada em alguns animais a formação precária de alguns desses elementos, novamente de forma defeituosa. Até mesmo o filamento terminal dos raios indivisos. Esse dado levanta dúvidas a respeito da importância desses componentes na sobrevivência dos animais, seriam esses filamentos de caráter sexual?

**Figura 3: Comparação entre pedúnculos**



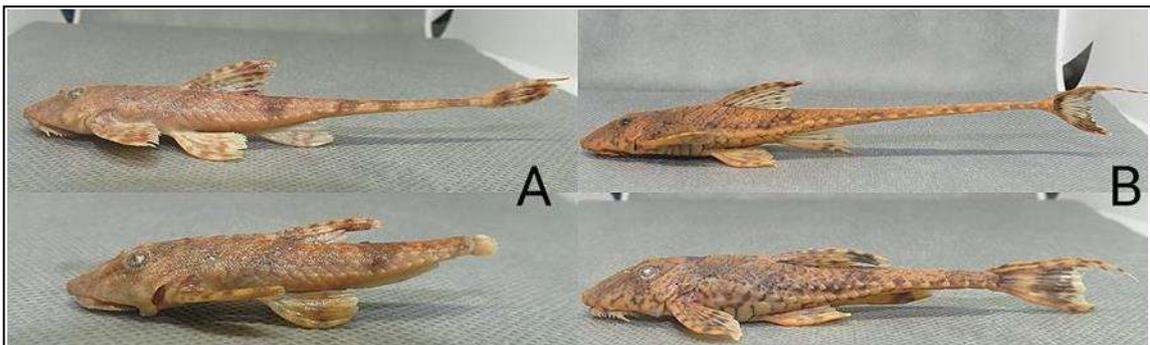
A1 e B1 apresentam o pedúnculo caudal de *R. parva*, sendo que A1 apresenta um indivíduo normal, e B1 apresenta um indivíduo amputado. Ao lado suas respectivas ilustrações.

Constataram-se também casos onde a implantação da nova nadadeira caudal acontece deslocada lateralmente o que à primeira vista pode interferir na capacidade natatória do animal, mas são necessários estudos para constatar tal dificuldade.

Nota-se também que os animais amputados não apresentam placas fusionadas no pedúnculo caudal, o que indica que após a amputação tais placas não foram reconstituídas.

Além de *Rineloricaria parva* outros peixes de mesmo gênero apresentaram a regeneração de suas nadadeiras caudais sem regenerar seus pedúnculos caudais, apontando que esse possa ser um fator regenerativo encontrado no grupo. Ocorre em mais 3 espécies, sendo essas: *Rineloricaria aurata*, *Rineloricaria jaraguensis*, e *Rineloricaria* sp. NOVA. (Figura 4)

**Figura 4 – Amputação de pedúnculo caudal em diferentes espécies de *Rineloricaria***



*Rineloricaria jaraguensis* (A) a esquerda, e *Rineloricaria* sp. NOVA (B), a direita daimagem. Os peixes acima não apresentam amputação do seus pedúnculos caudais, porém os abaixo apresentam um “encurtamento” de seus pedúnculos.

Diferentes de outros tipos de regeneração abordados [4,5,6], e mecanismos de defesa [11,14,15,16] esse encontrado em *Rineloricarias* pode se apresentar como novo modelo. O que mais chama a atenção seria a formação de sua nadadeira caudal com a presença de raios, e filamentos o que se encaixaria em uma regeneração por epimorfose já que houve restauração de parte óssea e cartilaginosa. [3,4,5] Porém, pela estrutura nova não apresentar de forma perfeita as caudais de peixes normais, além de não haver dos componentes vertebrais perdidos, placas do pedúnculo e com o número de raios abaixo do normal, com a deformação de algumas estruturas, se encaixaria também em regeneração por morfolaxia. [3,4,5] Por esse motivo, a

regeneração encontrada em *Rineloricaria parva* possui parâmetros que não se encaixam em nenhuma das duas perspectivas regenerativas mencionadas.

Também se diferiu de outros grupos de peixes [21,22,23], que normalmente em pesquisas há a secção somente dos seus raios caudais para análises regenerativas, isso sendo em ambiente controlado [21], e algumas estudos envolvendo na regeneração de suas caudas em ambientes naturais. [22,23]

Foram pensadas em algumas hipóteses do por que algumas *R. parva* haviam a amputação do pedúnculo caudal, e a que melhor proposta seria a predação por parte de peixes maiores, especificamente piranhas, já que os mesmos compartilham do mesmo habitat: drenagens do Rio Paraguai. [24,25] O fato de regenerar a parte da nadadeira caudal e não inteiramente o pedúnculo, também só pode ser especulado, porém venha a ser parte de uma estratégia evolutiva

Propõe-se dar seguimento ao trabalho, sendo necessárias coletas de *Rineloricaria parva* vivas, e a realização da secção de seus pedúnculos caudais para conseguir avaliar como ocorrem os processos regenerativos, e quais parâmetros são necessários para que isso ocorra.

## REFERÊNCIAS

1. Bely AE. Evolutionary Loss of Animal Regeneration: Pattern and Process. Integrative and Comparative Biology [Internet]. 2010 Aug 19 [citado 2019 Mar 27];50(4):515–27. Disponível em: <https://academic.oup.com/icb/article/50/4/515/653177>
2. Patrícia Lacouth da Silva [Internet]. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41135/tde-20012012-090245/publico/Patricia\\_Lacouth.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41135/tde-20012012-090245/publico/Patricia_Lacouth.pdf) Campos ACL, Borges-Branco A, Groth AK. Cicatrização de feridas. ABCD ArqBrasCir Dig 2007;20(1):51-8
3. Agata K, Saito Y, Nakajima E. Unifying principles of regeneration I: Epimorphosis versus morphallaxis. Development, Growth & Differentiation. 2007 Feb 28;49(2):73–8.
4. Iván Jesús Durán Jiménez. Modelos de regeneración. Encuentros en la Biología [Internet]. 2022 [citado 2022 Nov 2];2(122):1. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3002501>
5. Alvarado AS, Tsonis PA. Bridging the regeneration gap: genetic insights from diverse animal models. Nature Reviews Genetics [Internet]. 2006 Nov [citado 2020 Dec 11];7(11):873–84. Disponível em: <https://planaria.stowers.org/wp-content/uploads/2017/04/NRG2006.pdf>
6. Principles of Regenerative Biology - 1st Edition [Internet]. www.elsevier.com. [citado 2022 Nov 2]. Disponível em: <https://www.elsevier.com/books/principles-of-regenerative-biology/carlson/978-0-12-369439-3>
7. Padua A, Klautau M. Regeneration in calcareous sponges (Porifera). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom [Internet]. 2016 Mar 1 [citado 2022 Nov 5];96(2):553–8. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/abs/regeneration-in-calcareous-sponges-porifera/C72688646D49D3AC007BF8F8D683BB7A>
8. Fujita S, Kuranaga E, Nakajima Y. Regeneration Potential of Jellyfish: Cellular Mechanisms and Molecular Insights. Genes. 2021 May 17;12(5):758.
9. Holstein TW, Hobmayer E, Technau U. Cnidarians: An evolutionarily conserved model system for regeneration? Developmental Dynamics. 2003 Jan 29;226(2):257–67.
10. Crump RG, Barker MF. Sexual and asexual reproduction in geographically separated populations of the fissiparous asteroid *Coscinasterias calamaria* (Gray). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology [Internet]. 1985 Jun 10;88(2):109–27. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022098185900322>

11. Maginnis TL. The costs of autotomy and regeneration in animals: a review and framework for future research. *Behavioral Ecology*. 2006 Jun 19;17(5):857–72.
12. Alupay JS. Characterization of Arm Autotomy in the Octopus, *Abdopus aculeatus* (d'Orbigny, 1834) [Internet]. *escholarship.org*. 2013 [citado 2022 Nov 3]. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/8p68s19j>
13. Budelmann BU. Autophagy in Octopus. *South African Journal of Marine Science*. 1998 Dec;20(1):101–8.
14. Konstantinides N, Averof M. A Common Cellular Basis for Muscle Regeneration in Arthropods and Vertebrates. *Science*. 2014 Jan 2;343(6172):788–91.
15. Higham TE, Russell AP, Zani PA. Integrative Biology of Tail Autotomy in Lizards. *Physiological and Biochemical Zoology*. 2013 Nov;86(6):603–10.
16. Seifert AW, Kiama SG, Seifert MG, Goheen JR, Palmer TM, Maden M. Skin shedding and tissue regeneration in African spiny mice (*Acomys*). *Nature*. 2012 Sep;489(7417):561–5.
17. Price J, Allen S, Faucheux C, Althnaian T, Mount J. Deer antlers: a zoological curiosity or the key to understanding organ regeneration in mammals? *Journal of Anatomy* [Internet]. 2005 Nov 1;207(5):603–18. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1571559/>
18. Lincoln GA. Antlers and their regeneration—a study using hummels, hinds and havers. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences* [Internet]. 1984 [citado 2022 Nov 5];82(4):243–59. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-royal-society-of-edinburgh-section-b-biological-sciences/article/abs/antlers-and-their-regeneration-a-study-using-hummels-hinds-and-havers/321F7B332F4B7F464B27A5958F2C1069>
19. Carlos A, Campos L, Borges-Branco A, Groth A. CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS Wound healing [Internet]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abcd/a/wzTtGHxMQ7qvkbBqDLkTF9P/?format=pdf&lang=pt>
20. Santos AC dos, Athanzio DA. Estratégias de regeneração em anfíbios urodelos. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas* [Internet]. 2006 Jan 5 [cited 2022 Nov 3];5(2):160–70. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/4124/3011>
21. Lebedeva L, Zhumabayeva B, Gebauer T, Kisselev I, Aitasheva Z. Zebrafish *Danio rerio* as a Model for Understanding the Process of Caudal Fin Regeneration. *Zebrafish*. 2020 Dez 1;
22. Fishelson L. Morphological and Functional Body Reconstruction in a Teleost of the Genus *Oreochromis* (Cichlidae). *Journal of Morphology* 219:i-6 (1994)
23. Triay-Portella R, González JA, Pajuelo JG. Caudal region regeneration in a natural population of the morid fish *Physiculus cyanostrophus* in the tropical

eastern Atlantic ocean. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers. 2019 Aug;150:103062.

24. Silva GJ da C [UNESP. Estudos evolutivos entre espécies do gênero *Rineloricaria* (Siluriformes: Loricariidae: Loricariinae) com base em caracteres moleculares. Aleph [Internet]. 2013 Feb 28 [citado 2022 Nov 3];87 f. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/115878>
25. Vera-Alcaraz HS, Pavanelli CS, Zawadzki CH. Taxonomic revision of the *Rineloricaria* species (Siluriformes: Loricariidae) from the Paraguay River basin. Neotropical Ichthyology. 2012;10(2):285–311.
26. Covain R, Fisch-Muller S. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. Zootaxa. 2007 Apr 30;1462(1):1–40.

## Anexo A - Procedimento empregado na diafanização

Para a diafanização foram escolhidos dois peixes (um normal e um amputado) com um tamanho “semelhante” para a realização das técnicas descritas por Taylor & van Dyke.

De começo houve a fixação dos peixes em formol (neste caso não foi necessária a fixação, já que os mesmos se encontravam fixados em formol, ou álcool).

Em seguida houve a evisceração e retirada dos olhos do peixe (por não haver preservação dos tecidos visceral, e ocular, causados pelas fortes reações químicas e enzimáticas realizadas durante o processo.)

Depois disso, os peixes foram colocados em águas destilada por dois dias. Passado este tempo o material foi submerso em uma solução coma presença de  $H_2O_2$ , KOH, e água destilada por 40 minutos. O KOH, ou Hidróxido de Potássio é um alcalino com um grande poder corrosivo.

Após os 40 minutos, os peixes foram colocados em outra solução sendo está em etapas que consistiam em concentrações de álcool que a cada 2 dias era aumentadas até chegar no álcool 96°. Anteriormente citado os peixes já se encontravam fixados em concentrações de álcool, ou formol sendo está etapa pulada.

Os peixes foram colocados em uma solução com álcool etílico, ácido acético e *alcian blue* para corar a cartilagem, e deixá-la mais evidência, deixado por volta de 12 horas, e sendo conservados em água destilada até a próxima etapa.

Neste momento outra solução foi feita, só que dessa vez para coragem dos tecidos ósseos presentes. A solução foi feita com a diluição de alizarina red (um corante que possui afinidade com os íons de cálcio) em água destilada, e KOH.

A última etapa realizada é o gliceramento do material, para a conservação do mesmo, porém é necessário adicionar um antifúngica para a preservação do material por mais tempo.

**Anexo B - Lista de exemplares analisados**

Lote	Localidade	Nº de peixes por lote	Nº de peixes amputados
LBP 5	Cáceres/ MS	7	0
LBP 3830	Aquidauana/MS	3	0
LBP 5136	Cáceres/MS	3	0
LBP 7560	Poconé/MT	69	1
LBP 7591	Barão de Melgaço/MT	2	0
LBP 8471	Cáceres/MS	38	0
LBP 9243	Cáceres/MS	4	0
LBP 9837	Miranda/MS	1	0
LBP 9879	Miranda/MS	15	0
LBP 12915	Poconé/MT	55	1
LBP 12922	Corumbá/MS	14	0

LBP 12964	Poconé/MT	80	2
LBP 13439	Poconé/MT	33	0
LBP 13474	Poconé/MT	9	0
LBP 13497	Corumbá/MS	5	0
LBP 13521	Corumbá/MS	12	1
LBP 13548	Poconé/MT	15	1
LBP 13621	Poconé/MT	5	0
LBP 13667	Corumbá/MS	72	5
LBP 13681	Poconé/MT	6	0
LBP 13726	Poconé/MT	47	1
LBP 19936	Santa Fé/ ARG	1	0
<b>Total</b>		<b>496</b>	<b>12</b>

## Anexo C – Parâmetros das medições

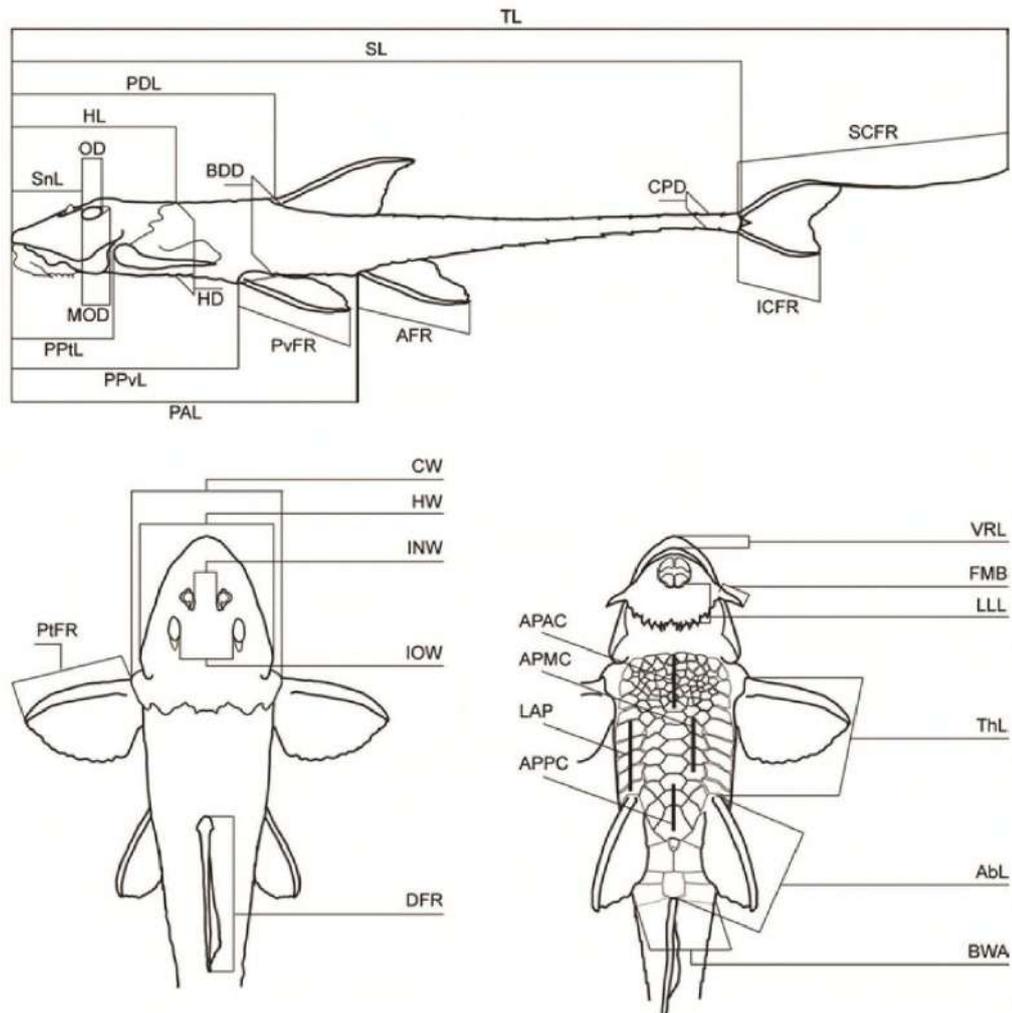


Figura adaptada de Vera-Alcaraz 2012: AbL: Comprimento abdominal; AFR: Raio da nadadeira caudal; APAC: Placas abdominais do complexo anterior; APMC: Placas abdominais do complexo mediano; APPC: Placas abdominais do complexo posterior; BDD: Profundidade do corpo na nadadeira dorsal; BWA: Largura do corpo na nadadeira anal; CPD: Profundidade do pedúnculo caudal; CW: Largura cleitral; DFR: Raio da nadadeira dorsal; FMB: Barbilhão maxilar livre; HD: Profundidade da cabeça; HL: Comprimento da cabeça; HW – Largura da cabeça; ICFR – Raio inferior da nadadeira caudal; INW: Largura internarinas; IOW: Largura interorbital; LAP: Placas abdominais laterais; LLL: Comprimento do lábio inferior; MOD: Diâmetro orbital máximo; OD: Diâmetro orbital; PAL: Comprimento pré-anal; PDL: Comprimento pré-dorsal; PPtL: Comprimento pré-peitoral; PPvL: Comprimento pré-pélvico; PtFR: Raio da nadadeira peitoral; PvFR: Raio da nadadeira pélvica; SCFR: Raio superiores da nadadeira caudal; SL: Comprimento padrão; SnL: Comprimento do focinho; ThL: Comprimento torácico; TL: Comprimento total; VRL: Comprimento ventrorostral.