

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E BIOLOGIA EVOLUTIVA



Gabriela Crestana Rabello

**ICTIOFAUNA DA REGIÃO DA SERRA DA CANASTRA, MINAS GERAIS:
Cavernas são filtros ambientais considerando-se riqueza, diversidade e
comportamento alimentar?**

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Maria Elina Bichuette

São Carlos-SP

2021

Gabriela Crestana Rabello

**ICTIOFAUNA DA REGIÃO DA SERRA DA CANASTRA, MINAS GERAIS:
Cavernas são filtros ambientais considerando-se riqueza, diversidade e
comportamento alimentar?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção de título de Mestra em Ecologia e Recursos Naturais

Orientadora: Prof^a Dr^a. Maria Elina Bichuette

São Carlos- SP

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Gabriela Crestana Rabello, realizada em 04/02/2021.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Maria Elina Bichuette (UFSCar)

Profa. Dra. Sonia Maria Couto Buck (UFSCar)

Prof. Dr. André Luiz Henriques Esguícero (USP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

Dedico esse trabalho aos meu pais, Ladislau e Eliana, meu irmão Victor que formam minha base familiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, Prof^a Dra^a Maria Elina Bichuette, sou grata por todo aprendizado passado e por se fazer sempre presente cumprindo honrosamente seu papel de orientadora. Agradeço também a oportunidade de trabalharmos juntas; ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) pela infraestrutura para o desenvolvimento do trabalho; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código de Financiamento 001 pela Bolsa e financiamento a GCR e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento em parte do trabalho (Bolsa de Produtividade em Pesquisa – processo 310378/2017-6- Maria Elina Bichuette); ao Sistema Brasileiro de Biodiversidade/ICMBIO pela concessão de licença de coleta (número 28992); ao André Esguícero (LIRP/USP, Ribeirão Preto-SP), pela colaboração na identificação dos Characiformes e auxílios ictiológicos; aos professores membros da banca do exame de qualificação, Dra^a Carla Polaz, Dr^a Evelise Nunes e Dr. Jonas E. Gallão, pelas contribuições e análises críticas do trabalho; agradeço aos moradores de São Roque de Minas, em especial Nilciene S. de Faria e Luiz Cláudio Silva pelo acesso às cavernas em suas propriedades; aos membros da equipe de campo e laboratório por todo auxílio ao longo do trabalho, Jéssica S. Gallo, Bruno A. Botão, André L. H. Esguícero e Jonas E. Gallão; a Tamires Zepon e Jonas E. Gallão pela ajuda e leitura crítica do trabalho; a Marcel S. de Araújo pela ajuda com a edição de imagens e a Leonardo de Assis pela elaboração dos mapas; sou grata a todos os alunos e colegas do Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES/UFSCar), por cada momento e trocas de experiências e auxílio; agradeço o apoio da minha família, em especial ao meu pai Ladislau M. Rabello que proporcionou meus estudos, minha mãe Eliana C. Rabello e meu irmão Victor C. Rabello pelo incentivo; sou grata a Fabiana P. da Rocha, por toda ajuda, paciência e incentivo ao longo desses anos; deixo meu muito obrigada a todos vocês e espero algum dia poder retribuí-los.

RESUMO GERAL

O ambiente subterrâneo (ou hipógeo) é formado por espaços interconectados do subsolo ou subsuperfície preenchidos por água ou ar e tem como característica marcante a escuridão em zonas mais profundas e pouca variação nas condições abióticas, como elevada umidade relativa e temperatura constante. Uma das características observadas em muitas cavernas e outros habitats subterrâneos é a tendência à escassez de alimento, onde na maioria das vezes o fornecimento de alimento é por origem alóctone, influenciando assim a riqueza e distribuição da fauna. Estes fatores, dentre outros, tornam o meio hipógeo extremamente frágil. Este estudo teve como objetivos apresentar dados históricos para a ictiofauna da Bacia do São Francisco e compará-los com dados ocorrentes em cavernas e trechos superficiais de São Roque de Minas, estado de Minas Gerais, além de verificar dados físico-químicos, riqueza e diversidade. Dados históricos também foram levantados, para comparar a ictiofauna subterrânea ocorrente na Bacia do São Francisco. Foram realizadas três ocasiões de coletas utilizando métodos combinados. A Bacia do Rio São Francisco apresentou 26 espécies em trechos hipógeos de rios, 8 restritos a habitats subterrâneos, sendo a maioria encontrada no estado da Bahia. Para a região de São Roque de Minas foram registradas 13 espécies, sete em trechos hipógeos. Concomitantemente, os dados levantados para a região foram analisados visando a diversidade da ictiofauna, verificando similaridade de espécies e grau de higridez, testando a hipótese de as cavernas representarem um filtro ambiental para a ictiofauna local.

Palavras-chave: Brasil; Cavernas; Ictiofauna; Filtros; Fator de Condição; Bacia do São Francisco.

GENERAL ABSTRACT

The subterranean (or hypogean) environment is formed by interconnected spaces of the subsoil or subsurface filled with water or air and has a marked characteristic of darkness in deeper areas and little variation in abiotic conditions, such as high relative humidity and constant temperature. One of the characteristics observed in many caves and other subterranean habitats is the tendency for food scarcity, where most of the time the supply of food is by allochthon origin, thus influencing the richness and distribution of the fauna. These factors, among others, make the hypogean environment extremely fragile. This study aimed to present historical data for the ichthyofauna in the São Francisco basin and to compare them with data occurring in caves and epigeal stretches of São Roque de Minas region, Minas Gerais state, in addition to verifying physico-chemical data, richness and diversity. Three collection occasions were carried out using combined methods. Historical data were also used to compare the subterranean ichthyofauna occurring in the São Francisco Basin. The rio São Francisco River basin presented 26 species in hypogean stretches of rivers, eight troglobitic restricted to subterranean habitats, most of which are found in the state of Bahia. For the São Roque de Minas region, 13 species were recorded, seven in hypogean stretches. Concomitantly, the data collected for the region were analyzed aiming at the diversity of the ichthyofauna, verifying similarity of species and degree of health, testing the hypothesis that the caves represent an environmental filter for the local ichthyofauna.

Key words: Brazil; Caves; Ichthyofauna; Filters; Condition Factor; São Francisco basin.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	6
CAPÍTULO I	8
A comparison in epigeal and hypogeal ichthyofauna of the São Francisco River Basin	8
Abstract	9
Resumo	10
1. Introduction	11
2. Material and Methods	14
3. Results	16
4. Discussion	17
5. Acknowledgements	19
6. References	20
CAPÍTULO II	34
DIETA E FATOR DE CONDIÇÃO PARA A ICTIOFAUNA DO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE DE MINAS, MINAS GERAIS, BRASIL	34
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 Área de estudo	40
2.2 Amostragens	41
2.3 Análise dos dados	44
2.3.1 Dieta	44
2.3.2 Fator de Condição	45
3. RESULTADOS	46
4. DISCUSSÃO	62
5. CONCLUSÃO	68
6. AGRADECIMENTOS	69
7. REFERÊNCIAS	70
Anexo 1.	75

INTRODUÇÃO GERAL

A maioria das cavernas (cavidade natural subterrânea) é formada em rochas sedimentares, principalmente carbonáticas, que fazem parte de um sistema geomorfológico chamado carste. Estas compreendem componentes subterrâneos do relevo cárstico, o qual é de natureza solúvel (AULER et al., 2001). Assim, o carste é o resultado de um processo natural, que ocorre pela dissolução e lixiviamento de rochas calcárias (UNESCO, 1972). Em cavernas normalmente pode-se observar uma zonação de acordo com a luminosidade, comumente chamadas de zona de entrada, de penumbra e afótica (JUBERTHIE, 2000).

O ambiente subterrâneo (hipógeo) é formado por espaços interconectados do subsolo ou subsuperfície, que podem ser preenchidos por água ou ar e tem como característica marcante a escuridão permanente em zonas mais profundas e pouca variação nas condições abióticas, como umidade e temperatura do ar (HÜPPOP, 2000). A ausência de luz (exceto próximo às entradas das cavidades) e a tendência à estabilidade ambiental é promovida pelo efeito-tampão da rocha circundante (POULSON; LAVOIE, 2000). Sendo assim, forma-se um ambiente com um regime seletivo e diferenciado.

Além disso, o ambiente hipógeo é relativamente limitado em termos energéticos quando comparado ao meio epígeo (ambiente superficial). Considerando-se as peculiaridades do ambiente subterrâneo, os animais subterrâneos podem apresentar adaptações comportamentais, fisiológicas e morfológicas (POULSON, 1963; CULVER, 1982; HÜPPOP, 2000).

A tendência à escassez alimentar é uma característica comum em habitats subterrâneos como as cavernas e, em parte, isto se deve ao fato da ausência de organismos fotossintetizantes. Para a maioria das cavernas o alimento é de origem alóctone, sendo trazido por enxurradas, fezes de animais, como guano, dentre outros (HÜPPOP, 2000). Cavernas inundadas sazonalmente estão sujeitas a mudanças drásticas na disponibilidade de alimento, qualidade de água, concentração de oxigênio dissolvido na água, temperatura, predadores e competidores. Assim sendo, em estação chuvosa ou logo após esta, deve ocorrer maior abundância de alimento, porém, cessado esse período, os animais podem sofrer com a escassez (HÜPPOP, 2000).

Os organismos encontrados no meio subterrâneo são classificados em categorias ecológico-evolutivas, independentemente de sua classificação zoológica taxonômica. A classificação mais simples e mais utilizada foi proposta por Schiner (1984) - Racovitza

(1907), dividindo estes organismos em três categorias: troglógenos - organismos encontrados regularmente no meio subterrâneo, porém retornam periodicamente à superfície para completar seu ciclo de vida; troglófilos – são cavernícolas facultativos, ocorrendo e completando seus ciclos de vida tanto no meio hipógeo quanto no epígeo, e compreendem a maioria dos invertebrados encontrados em cavernas brasileiras; troglóbios – são restritos ao meio subterrâneo, podendo apresentar modificações associadas ao isolamento neste ambiente, portanto são incapazes de colonizar o meio epígeo.

As características do ambiente subterrâneo muitas vezes resultam em condições de vida distintas daquelas do meio epígeo, ocasionando dificuldades de colonização e reprodução que impedem que organismos epígeos fixem suas populações neste habitat. Sendo assim, a tendência de colonização ocorre por meio de organismos que vivem em ambientes obscuros (fendas, sob rocha, em folhiço, sob troncos) que não dependem da visão para orientação, possuem hábitos noturnos, toleram elevada umidade e possuem um baixo metabolismo (TRAJANO; BICHUETTE, 2006). Os habitats aquáticos subterrâneos podem proporcionar um ambiente mais diversificado sendo que estes se conectam com a superfície por meio de fissuras, fendas e mesmo cavernas (TRAJANO; BICHUETTE, 2006).

Ainda, em camadas superiores das rochas cársticas pode formar-se o epicarste, um sistema de espaços nos quais é retida a água de percolação na rocha, formando-se assim um aquífero suspenso que proporciona o gotejamento no teto da caverna. Alguns organismos que vivem na porção não saturada (aérea) e na saturada (aquífero) do epicarste são arrastados pela água do gotejamento para o interior das cavernas, proporcionando assim uma rica e diversificada fauna (TRAJANO; BICHUETTE, 2006).

A ictiofauna de cavernas da América do Sul é dominada por Siluriformes, fato esperado pois componentes dessa Ordem possuem hábitos noturnos e orientam-se principalmente por quimio e mecanorrecepção, características úteis na colonização de habitats subterrâneos (BICHUETTE, 2003, TRAJANO; BICHUETTE, 2010). O aporte e disponibilidade de alimento podem variar entre diferentes habitats subterrâneos e entre cavernas. Em geral, os animais subterrâneos dependem de alimentos trazidos de fora da caverna (fonte alóctone) e tendem a ser carnívoros ou onívoros oportunistas (TRAJANO, 2010). Os Siluriformes apresentam maior potencial para a vida subterrânea por serem em geral carnívoros noturnos, generalistas e detritívoros (TRAJANO, 2003).

Cerca de 36 espécies de peixes subterrâneos brasileiros apresentam características troglomórficas (estados de caracteres taxonômicos relacionados ao isolamento no meio subterrâneo) (M. E. Bichuette, com. pess.), sendo que 22 foram formalmente descritas (GALLÃO; BICHUETTE, 2018). É incomum os registros de peixes não restritos a cavernas, podendo ser troglófilos ou mesmo troglógenos (BICHUETTE; TRAJANO, 2003).

Para o estado de Minas Gerais, duas espécies exclusivamente subterrâneas foram descritas até o momento: a piaba branca *Stygichthys typhlops* Brittan & Böhlke, 1965 (Characiformes), endêmica de águas freáticas da drenagem do Córrego Escuro no município de Jaíba, e o bagre *Trichomycterus itacarambiensis* Trajano & de Pinna, 1996 (Siluriformes), endêmico da Gruta Olhos d'Água, município de Itacarambi (GALLÃO; BICHUETTE, 2018).

A ecologia de peixes troglóbios abrange trabalhos sobre distribuição espacial, densidade populacional, uso do habitat, ciclo de vida, alimentação e, quando possível, estes parâmetros são comparados às populações epígeas (TRAJANO, 2001; BICHUETTE, 2003). A alimentação é um agente central de seleção em cavernas, influenciando o tamanho da população e a densidade de espécies (TRAJANO; BICHUETTE, 2010).

O conhecimento da dieta fornece base para compreensão das relações entre ictiofauna, inundações e os demais componentes do sistema aquático. As mudanças sazonais são capazes de acarretar alterações físicas e químicas da água, além de alterações na dinâmica populacional e reprodutiva de peixes (NIKOLSKY, 1963; WOOTON, 1992; BENNEMANN, 2006). Dessa maneira, estudos acerca da dieta dos peixes contribuem para o entendimento da ecologia local e estrutura trófica do ecossistema (BASILE-MARTINS et al., 1983).

Além disso, estudos relacionados ao crescimento e o fator de condição são fundamentais para saber sobre nutrição, higidez e doenças que podem estar relacionados diretamente com o desenvolvimento dos peixes. Em estudos de dieta e fator de condição em peixes hipógeos, deve-se considerar a sazonalidade, visto que a aporte de alimento pode diminuir nas estações secas, e que cavernas, quando comparadas ao ambiente epígeo, tendem a ser escassas em alimentos (TRAJANO et al., 2004).

A Bacia do Rio São Francisco é a terceira maior drenagem Neotropical e está contida em uma área de mais de 645.067 km² (GODINHO; GODINHO, 2003). A nascente deste rio está localizada na região da Serra da Canastra, oeste de Minas Gerais, e sua bacia estende-se pelos estados brasileiros de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (GODINHO; GODINHO, 2003). Compreende algumas regiões mais bem estudadas em relação à ictiofauna devido à realização de grandes projetos, tais como a Usina Hidrelétrica de Três Marias, o Projeto Manuelzão na Bacia do Rio das Velhas, o projeto de Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, dentre outros. Nos últimos anos a paisagem dessas regiões vem se transformando devido a ações como mineração, atividades agrícolas e agropecuárias, pequenos centros elétricos e assoreamento dos tributários decorrente de desmatamentos.

A Ictiofauna para toda a Bacia do Rio São Francisco é composta por 241 espécies descritas pertencentes à 110 gêneros e 32 famílias das ordens Clupeiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cypriniformes, Sinbranchiformes e Cichliformes (BARBOSA et al., 2017). Ainda são poucos os trabalhos que comparam cavernas com rios e riachos superficiais na Bacia do São Francisco, entretanto recentemente RATTON et al. (2018) realizou um estudo de comparação de um trecho subterrâneo de uma caverna localizada em Pains, Bacia do Alto São Francisco, Minas Gerais. Estes obtiveram resultado de 28 espécies distribuídas em três ordens, sendo a mais diversa a ordem Characiformes, com 57% de representatividade, seguindo pela ordem Siluriformes, ainda os autores observaram uma similaridade de espécies entre os trechos epígeos e subterrâneos do riacho estudado.

Estudos para o Médio São Francisco, conduzido por MATTOX et al. (2008), para a área cárstica da Serra do Ramalho, estado da Bahia, neste, ao comparar a ictiofauna epígea e hipógea, observou que das 49 espécies registradas em cavernas e riachos superficiais, cinco espécies ocorreram dentro de cavidades, resultando pouco mais de um quarto do total registrado na literatura para a bacia do Rio São Francisco. Já, TRAJANO et al. (2009) compararam a ictiofauna de riachos de cavernas da região de Cordisburgo, estado de Minas Gerais, e observaram uma riqueza de 17 espécies no total, sendo quatro espécies ocorrentes nas cavernas; SECUTTI; BICHUETTE (2013) observaram uma riqueza de 12 espécies para a região de Presidente Olegário, estado de Minas Gerais, com uma representatividade de duas espécies ocorrentes em cavidades. Tal fato demonstra que

embora ainda sejam poucos trabalhos que contemplem ambos os ambientes, o potencial para estes estudos comparativos da ictiofauna hipógea e epígea nesta Bacia é grande.

Dissertação estruturada em capítulos, que se trata de artigos independentes a serem submetidos em periódicos científicos.

O primeiro capítulo tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico e amostragens adicionais sobre a ictiofauna epígea e hipógea do município de São Roque de Minas, Minas Gerais, pertencente a Bacia do Alto São Francisco. Para isto, foram amostrados trechos de rios hipógeos de duas cavidades (Gruta do Tesouro e Loca da Cultura) e trechos epígeos nas proximidades destas.

O segundo capítulo tem como objetivo estudar a dieta e o fator de condição para ictiofauna ocorrente em trechos epígeos e hipógeos desta região, testando a hipótese de que as cavernas representam um filtro para a ictiofauna.

REFERÊNCIAS

- AULER, A.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. As grandes cavernas do Brasil. **Grupo Bambuí de Pesquisa Espeleológicas**, p. 228, 2001.
- BARBOSA, J. M.; SOARES, E. C.; CINTRA, I. H. A.; HERMANN, M.; ARAUJO, A. R. R. Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources Resources**, v. 5, n. 1, p. 70–90, 2017.
- BASILE-MARTINS, M. A.; CIPÓLI, M. N.; GODINHO, H. M. Alimentação do mandi *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) de trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca.**, vol. 13, no. 1, p. 17-19, 1983.
- BENNEMANN, S.T.; CASATTI, L.; OLIVEIRA, D. C. Alimentação de peixes: proposta para análise de itens registrados em conteúdos gástricos. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 0-0, 2006.
- BICHUETTE, M. E. Distribuição, biologia, ecologia populacional e comportamento de peixes subterrâneos, gênero *Ituglanis* (Siluriformes: Trichomycteridae) e *Eigenmannia* (Gymnotiformes: Sternopygidae) da área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás. 2003.
- BICHUETTE, M. E.; TRAJANO, E. Epigeal and subterranean ichthyofauna from the São Domingos karst area, Upper Tocantins River basin, Central Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 63, n. 5, p. 1100–1121, 2003.
- CULVER, D. Cave live: evolution and ecology. **Harvard University Press**, Cambridge, MA (USA), 1982.
- GALLÃO, J. E.; BICHUETTE, M. E. Brazilian obligatory subterranean fauna and threats to the hypogean environment. **ZooKeys**, v. 746, p. 1–23, 2018.
- GODINHO, H. P.; GODINHO, L. ÁGUAS, PEIXES E PESCADORES DO SÃO FRANCISCO DAS MINAS GERAIS, p. 468, 2003
- HÜPPOP, O. Effects of winter fishery activities on resting numbers, food and body condition of large gulls *Larus argentatus* and *L. marinus* in the south-eastern North Sea. **Marine Ecology progress Series**, v. 194, p. 241–247, 2000.
- JUBERTHIE, C. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In: WILKENS, H.; CULVER, D. C.; HUMPHREYS, W. F. (Eds.). *Ecosystems of the World. Subterranean Ecosystems*. Amsterdam: **Elsevier Science**, p. 17–39, 2000.
- MATTOX, G. M. T.; BICHUETTE, M. E.; SECUTTI, S.; TRAJANO, E. Surface and subterranean ichthyofauna in the Serra do Ramalho karst area, northeastern Brazil, with updated lists of Brazilian troglobitic and troglophilic fishes. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 145–152, 2008.
- NIKOLSKY, G. V. The ecology of fishes. London: **Academic Press**. p, 352, 1963.

POULSON, T. L. Cave Adaptation in Amblyopsid Fishes. v. 70, n. 2, p. 257–290, 1963.

POULSON, T. L.; LAVOIE, K. H. Ecosystems of the World: **Subterranean Ecosystems**. 2000.

RATTON, P.; FERREIRA, R. L.; POMPEU, P. S. Fish community of a small karstic Neotropical drainage and its relationship with the physical habitat. **Marine and Freshwater Research**, 2018.

SECUTTI, S.; BICHUETTE, M. E. Ictiofauna da área cárstica de Presidente Olegário, estado de Minas Gerais, com ênfase nas espécies subterrâneas. **Revista da Biologia**, v. 10, n. 2, p. 13–20, 2013.

TRAJANO, E. Ecology of subterranean fishes: an overview. **Environmental Biology of Fishes**, v. 62, n. 1-3, p. 133-160, 2001.

TRAJANO, E. Ecology and Ethology of subterranean Catfishes. **Science Publishers, Inc**, 2003.

TRAJANO, E. Olíticas De Conservação E Critérios Ambientais: **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 135–146, 2010.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. **Biologia subterrânea**. 2006.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. **Subterranean Biology**, v. 7, p. 1–16, 2010.

TRAJANO, E.; REIS, R. E.; BICHUETTE, M. E. *Pimelodella spelaea*: A New Cave Catfish from Central Brazil, with Data on Ecology and Evolutionary Considerations (Siluriformes: Heptapteridae). n. 2, p. 315–325, 2004.

TRAJANO, E.; SECUTTI, S.; MATTOX, G. M. T. Epigeal and subterranean ichthyofauna in Cordisburgo karst area, eastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 277–281, set. 2009.

UNESCO. Glossary and Multilingual Equivalents of Karst Terms. United Nations Educational. **Scientific and Cultural Organization**. Paris, France, p. 72, 1972.

WOOTON, R.J. Fish ecology. New York: **Chapman and Hall**, p. 212, 1992.

CAPÍTULO I

A comparison in epigean and hypogean ichthyofauna of the rio São Francisco basin

Gabriela Crestana Rabello^{1,2} and Maria Elina Bichuette²

- 1- Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, São Paulo, Brasil. gabicrestana@gmail.com (corresponding author), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7211-9487>
- 2- Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, UFSCar, Rodovia Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, São Paulo, Brasil. lina.cave@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9515-4832>

Running head: epigean and hypogean ichthyofauna of São Francisco

Abstract: The rio São Francisco basin is the third largest drainage in the Neotropical region and has more than 9,000-recorded caves, many of them with drainages. This Basin has a number of threats, including in its tributaries, which generally supply groundwater and subterranean streams. The richness is unique in relation to troglobitic fish and there is a great potential for trogliphilic populations. In total, we list 26 species in hypogean waters, 8 restricted to subterranean habitats (troglobitic), most of them in caves in the state of Bahia. Only five studies compared the epigean and hypogean ichthyofauna for the Upper and Medium portions of rio São Francisco basin, including the unpublished data presented here. We observed a particularly poor ichthyofauna (4-8 species), with few exceptions (12 species for the Presidente Olegário region). Although Brazil best represents the South American subterranean ichthyofauna, there are great gaps in its knowledge in the rio São Francisco basin, and many threats, mainly related to mining production and deforestation for agriculture. When we consider the lack of incentive for long-term studies, whether of natural history, of the structuring and functioning of communities or of population parameters, the scenario worsens.

Key Words: Subterranean ichthyofauna, São Francisco basin, Threats, Conservation, Serra da Canastra.

Resumo: A Bacia do Rio São Francisco é a terceira maior drenagem da região Neotropical e apresenta uma riqueza de mais 9.000 de cavernas, muitas delas com corpos d'água. Esta Bacia possui uma série de ameaças, inclusive nos seus tributários que geralmente abastecem águas freáticas e riachos subterrâneos. A riqueza é única em relação aos peixes troglóbios e há um potencial gigantesco para populações troglófilas. No total elencamos 26 espécies em trechos hipógeos de rios, 8 restritas a habitats subterrâneos (troglóbias), a maioria em cavidades no estado da Bahia. Apenas cinco trabalhos compararam a ictiofauna epígea e hipógea para as poções Alta e Média da Bacia do São Francisco, incluindo os dados inéditos apresentados aqui e, em todos, esta apresentou-se particularmente pobre (4-8 espécies), com poucas exceções (12 espécies para a região de Presidente Olegário). Apesar do Brasil ser um dos países que melhor representa a ictiofauna subterrânea sul-americana, nota-se grandes lacunas no conhecimento desta na Bacia do Rio São Francisco, e grandes ameaças, principalmente relacionadas à produção minerária e desmatamentos para agricultura. Quando consideramos a falta de incentivo para estudos a longo prazo, sejam de história natural, de estruturação e funcionamento de comunidades ou de parâmetros populacionais, o cenário agrava-se.

Palavras chave: Ictiofauna subterrânea, bacia do São Francisco, Ameaças, Conservação, Serra da Canastra

Introduction

A brief history of the studies at rio São Francisco basin

The rio São Francisco basin is the third largest drainage in the Neotropical region and comprises an area of more than 645,067 km², extending over several Brazilian states, such as Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas and Sergipe (Godinho, Godinho, 2003). The headwaters of the rio São Francisco is located in the Serra da Canastra region, west of Minas Gerais, southeastern Brazil, comprising an area of 1,978 km².

Some regions are best studied, due hydroelectrical projects, such the “UHE Três Marias”, the “Manuelzão Project” at Rio das Velhas Basin and the project about the “Ecological-Economic Macro-zoning of the rio São Francisco River basin”. In recent years, the landscape along the rio São Francisco basin has suffering transformations as a result of anthropic actions such as mining, agriculture and small hydroelectric plants. Still, many tributaries are silted due to deforestation of margins, causing several impacts to the ichthyofauna (Motta, Gonçalves, 2016).

Studies about the ichthyofauna of the rio São Francisco basin began in the 18th century with European expeditions (Britski *et al.*, 1984). From then on, other naturalists took part in expeditions to the São Francisco basin: Richard Burton traveled the basin in 1869, departing from Sabará, on the Rio das Velhas, to its mouth in the Atlantic Ocean. Burton (1977, reedited) mentioned important species, such as *Hoplias malabaricus*, *Salminus salminus* and species of the genus *Brycon*, among others; Lütken (1875) advanced his studies with the publication of a monograph on the Rio da Velhas, this being the largest and main tributary of the rio São Francisco, describing 55 species and adding more than a dozen species to the one previously registered for this Basin (Britski, 2001).

Almost 100 years later, Fowler (1948, 1950, 1951, 1954) made the first compilation on Brazilian fish, in which 124 species are listed for the entire rio São Francisco basin. In the following decade, Travassos (1960) listed 139 species for the Basin, including records for its estuary. A classic publication, the “Manual de Identificação de Peixes da Região de Três”, by Britski *et al.* (1984), brought the record of 73 species for this region and 132 species for the whole rio São Francisco basin. Sato, Godinho (1999, 2003) reported 133 and 152 species for the Basin. In the same

year, Reis et al. (2003) compiled 208 species records, from the headwaters to the river mouth of the Basin, with 193 species in the state of Minas Gerais (Machado *et al.*, 2005).

According to Alves (2005), the rio São Francisco basin has potential for almost 300 species. In relatively recent studies, 244 species were listed, of which 214 are native to the rio São Francisco basin (Barbosa, Soares, 2009). Belonging to 32 families and 110 genera, which are distributed among the Clupeiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cypriniformes, Synbranchiformes and Cichliformes (Barbosa, Soares, 2017).

Regarding taxonomic works, there is a dominance of fish descriptions for the Order Characiformes and, more than 40 descriptions only for the Family Characidae; followed by the Order Siluriformes, with 25 species described for the family Loricariidae (Alves, Leal, 2010). Ichthyofaunistic studies for the rio São Francisco are extensive and wide, however, recent studies show that the ichthyofauna of its smallest tributaries (including headwater streams), where small, miniaturized fish are generally registered, are still scarce (Casatti, Castro, 2006).

Subterranean ichthyofauna from caves and other habitats of rio São Francisco basin

The subterranean or hypogean environment comprises interconnected subsoil spaces, with variable dimensions, from millimeters to large dimensions (caves), which were formed in solid rock and are filled with water or air (Juberthie, 2000). Organisms regularly found in this environment are classified considering their ecological-evolutionary histories. Two categories are registered for the Brazilian subterranean ichthyofauna; trogliphils - capable of effectively colonizing both the hypogean and epigeal environments, are cave facultative organisms and troglobites - restricted to the subterranean environment, unable to establish epigeal populations (Holsinger, Culver, 1988), fish that occur in phreatic waters are called phreatobite.

Brazil stands out as a country rich caves, with more than 18,000 officially registered, of which, more than 9,000 are found in the states of Minas Gerais and Bahia, in the rio Francisco basin (Rubbioli *et al.*, 2019).

The Brazilian subterranean ichthyofauna is composed mainly by small fish, resembling the pattern observed in streams (Trajano, Bichuette, 2010), with few exceptions, as the case of some individuals of *Rhamdia enfurnada* Bichuette & Trajano,

2005, a troglobite from a cave in the medium São Francisco basin. The first description of a troglitic fish for the rio São Francisco basin occurred in 1965, the “piaba” *Stygichthys typhlops* Brittan & Böhlke, 1965, endemic of phreatic waters in the Jaíba region, Minas Gerais, a medium portion of the basin. Additional data about this unique and relict species was published more than four decades later (Moreira *et al.*, 2010), detailing its morphology, aspects of natural history and behavior. Data on feeding, reproduction and preference of microhabitats showed the fragility of this species (Simões *et al.*, 2013).

Carvalho, Pinna (1986) discussed the occurrence of specimens of *Rhamdiopsis* catfish (Siluriformes) and electric-fish of genus *Sternarchorhynchus* (Gymnotiformes) in hypogean habitats in Minas Gerais state. This work also provides ecological and morphological data for the troglitic catfish *Trichomycterus* from Gruta Olhos D’Água in the municipality of Itacarambi (Minas Gerais), which was described 10 years later as *T. itacarambiensis* Pinna & Trajano, 1996. Several studies, of an ecological and behavioral nature, were conducted for the bagrinho *T. itacarambiensis* (e.g., Trajano, Menna-Barreto, 1996; Trajano, 1997a, 1997b; Trajano *et al.*, 2009).

For the upper São Francisco basin, the cavities in the municipality of Presidente Olegário have a particularly rich fauna, with a record of 12 species belonging to the Characiformes, Siluriformes and Cyprinodontiformes. Of these, two non-troglitic species were recorded in cave habitats (Vereda da Palha and Gruta da Juruva): *Trichomycterus brasiliensis* Lütken, 1874 and *Parotocinclus* sp. (Secutti, Bichuette, 2013), both forming trogliphilic populations inside caves of Presidente Olegário.

Ratton *et al.* (2018) carried out comparative studies in subterranean (Gruta do Éden) and epigean stretches located at upper São Francisco Basin, Minas Gerais, listing 28 species in total. Characiformes were the most diverse, with 57% of representativeness, followed by Siluriformes. The authors observed a relative similarity of species between the epigean and hypogean stretches, however, of the 28 species, only eight occurred in the hypogean stretches.

During an exploration and mapping in the karst area of Serra do Ramalho, medium São Francisco basin, two troglomorphic catfish were discovered: the heptapterid *Rhamdia enfunada* Bichuette & Trajano, 2005 (endemic of Gruta do Enfunado) and the trichomycterid *Trichomycterus rubbioli* Bichuette & Rizzato, 2012

(endemic of Água Clara-Peixes cave system). For the same region, 44 species were registered in epigeal drainages and, in addition to these, five species were found only in caves (two of them troglobitic), totaling a richness of 49 species, which represents 25% of total recorded in caves of the rio São Francisco basin (Mattox *et al.*, 2008).

Trajano *et al.* (2009) brought data for other stretches in the Upper part of the São rio Francisco basin, at Cordisburgo region (Minas Gerais), totaling 17 species, four occurring in caves and, one of them troglobitic (genus *Rhamdiopsis*).

Brazil emerges as the country with the largest representation in subterranean fish for South America, standing out for the richness of species, morphological, taxonomic, ecological and phylogenetic diversity (Trajano, Bichuette, 2010). Much of this collection is deposited in the scientific collection of the Laboratório de Estudos Subterrâneos of the Universidade Federal de São Carlos (LES / UFSCar). This collection has more than 2,400 specimens from different taxonomic groups, of which 70% of the lots were collected in Brazilian caves, 35% are lots of species confirmed as troglobitic and 30% are lots of species collected at rio São Francisco basin tributaries and caves (Rizzato, Bichuette, 2013; M.E Bichuette, obs. pess.).

This study brings a historical survey, with additional data on the ichthyofauna in caves and epigeal drainages of São Roque de Minas, Minas Gerais, part of upper São Francisco basin, discussing the main threats and considering the lack of information about distribution and occurrences. The rio São Francisco and its tributaries represent the most threatened drainages in Brazil, and the indication of unique habitats, such as the hypogean ones, in addition to this fragile fauna, demonstrate the need of best knowledge and application for effective protection actions.

Material and Methods

Bibliographic surveys were carried out in search of articles, including historical ones, on the ichthyofauna of the São Francisco basin that considered cavities / caves. This survey considered articles published in national and international scientific journals in different databases. The searches were carried out until October 30, 2020.

Concomitant to the historical survey, sampling was carried out in caves and epigeal stretches of rivers in the Serra da Canastra region, the limits of the headwaters of the rio São Francisco (upper portion of the basin).

The study was conducted in two limestone caves (Gruta do Tesouro - S 20° 19.354' W 46° 16.412' and Loca da Cultura - S 20° 21.985' W 46° 12.047') and three epigeal drainages (Córrego Ribeirão da Usina - S 20° 19.136' W 46° 16.970', Açude - S 20° 22'12" W 46° 12'12" and Córrego Cruz Grande - S 20°25'61.38" W 46°32'67.99"), all located in the municipality of São Roque de Minas, state of Minas Gerais (Fig. 1). No one of these localities has legal protection, all outside of the limits of Serra da Canastra National Park (SCNP).

FIGURE 1

Three samplings were performed, contemplating the end and the beginning of the rainy season (April 2019, October 2019 and August 2020). The collection method used for the cave streams was the same for the epigeal ones, with the active search using hand nets, pit traps, in addition to the use of trawls and sieves for epigeal streams (Fig. 2).

FIGURE 2

The stream that crosses the cave Gruta do Tesouro is relatively homogeneous, with a bottom formed by gravel, pebbles and rocks and variation in relation to depth (0.9 m to 2.0 m), low to moderate current and width (0.9 m to 2.20 m) (Fig. 3).

The stream of the Loca da Cultura cave runs through a tunnel (conduit) with widths ranging from 1.0 m to 1.80 m and small depths (maximum 0.25 m) (Fig. 4). The current is moderate along the entire stretch and the substrate is homogeneous, with gravel, pebbles and sand.

After collection, the fish were anesthetized in a lethal benzocaine solution, fixed in a 10% formaldehyde solution and preserved in a 70% alcohol solution.

The classification and identification of fish were done in a laboratory with specialized bibliography (Nelson, 2006; Britski *et al.*, 2007; Helfman *et al.*, 2009; Arratia *et al.*, 2010; Langeani, Rêgo, 2014), in addition to consulting experts of some groups (Characiformes – Dr. André Esguícero – LIRP/FFCLRP/USP).

FIGURE 3

FIGURE 4

Results

In the present work, 20 articles were found referring to the underground ichthyofauna for the São Francisco Basin, comprising the years 1965 and 2018. Of these, 48% were published in the last decade (2010 - 2019). The state of Minas Gerais stands out with 65% of the published works and Bahia with 35%. The municipality of Itacarambi, in the northern region of Minas Gerais, was the region with most studies about subterranean ichthyofauna, with 52% of published works.

According to the themes of the articles, 21% are related to population studies, 16% are related to ichthyofaunistic surveys, both in epigeal rivers and in hypogean habitats, 16% present data on diet, behavior and reproduction, 16% are taxonomic descriptions, 16% on ecology and morphology, 5% on locomotor rhythmicity (physiology and behavior), 5% related to management and 5% on material from scientific collections.

Considering the Basin as a whole, 26 species of fish were recorded in the hypogean environment, of which eight were troglobitic (Tab. 1, Fig. 5). These species belong to the Characiformes (families Characidae, Erythrinidae and Prochilodontidae), Siluriformes (families Heptapteridae, Loricariidae, Pseudopimelodidae and Trichomycteridae) and Gymnotiformes (family Sternopygidae) Orders. Figure 5 shows the spatial distribution of occurrences of these species, both from the historical survey and from the additional data of the present work.

TABLE 1

FIGURE 5

Considering the additional data, seven species (from a total of 13) were recorded in two caves in the Serra da Canastra region, in São Roque de Minas, Upper Rio São Francisco (Tab. 2), one of them troglobitic of the genus *Ituglanis* (Siluriformes: Trichomycteridae).

TABLE 2

Discussion

Although studies in the São Francisco basin started in the 18th century, we observed many gaps in the knowledge about its ichthyofauna in small tributaries and hypogean drainages. Since Burton (1869) and Lütken (1875) with the description of several species, several other works have been carried out and added species to the Basin (Britski, 2001).

The bibliographical survey indicated that studies considering ichthyofauna in hypogean habitats in the rio São Francisco basin fall short of those involving the ichthyofauna of higher order rivers. The register of only of 20 articles over a period of 55 years since the first description of an subterranean fish for this basin (*Stygivhthys typhlops* em 1965) compared to the beginning of studies for the Basin as a whole in 1869 and 1875 (151 years), demonstrates the neglect in relation to its subterranean aquatic habitats. This fact is aggravated when we observe that in the two main states crossed by the rio São Francisco (Minas Gerais and Bahia) there are about 9,000 cavities of the 18,000 that occur in Brazil (Rubbioli *et al.*, 2019). It is clear that the gaps involving data on general biodiversity and long-term ecological projects poses a greater threat to these unique habitats and the fish that occur there. Another factor that makes it impossible to protect this unique ichthyofauna is the delay in formal descriptions of the species, for example, the case of the troglobitic catfish of the genus *Rhamdiopsis*: *Rhamdiopsis* sp. 1 was discovered in 1997 and so far remains without a formal description, and the drainage in its possible type-locaty is dry (Jonas E. Gallão, 2020, pers. com.) and there are no more records of the species in loco or live specimens in captivity, only in scientific collections; *Rhamdiopsis* sp. 2, from the Cordisburgo region, was discovered in 2004 and so far has not been formally described. Since the discovery, 23 and 16 years ago respectively, a formal description is awaited for effective proposals for the protection and conservation of their habitats to take place, from action plans and assessment in threatened fauna lists. (M. E. Bichuette, 2020, pers. obs.).

Besides that, we observed a strong bias in the studies, of the 20 published articles, 65% are about the subterranean ichthyofauna in state of Minas Gerais, but the majority of the studies are about of only one species, *T. itacarambiensis* (52% of the studies). Therefore, there is a great gap about the knowledge in another portions and regions of the rio São Francisco basin, since more descriptive artcles, considering knowledge of

general biodiversity and natural history aspects until ecological tests such as structuring and functioning of communities, long-term studies, etc.

The region of São Roque de Minas (upper São Francisco) presented an expected richness for the subterranean ichthyofauna of the rio São Francisco basin, with seven species recorded in the cave drainages, one of them troglobitic. Comparatively, Mattox *et al.* (2008) recorded five species in caves from Serra do Ramalho region; Trajano *et al.* (2009) four species in caves from Cordisburgo region; Secutti, Bichuette (2013), 12 species for caves from Presidente Olegário region and, Ratton *et al.* (2018) eight species for one cave from Pains region. For other basins, the richness in caves was significantly higher. Bichuette, Trajano (2003) registered 38 species for caves located in the upper Tocantins basin. The discrepancy between species richness for cavities in the rio São Francisco and rio Tocantins basins is related to the high diversity of fish historically present in an Amazon basin, such as the Tocantins basin (Ribeiro *et al.*, 1995; Ferreira *et al.*, 2011), compared to the potential for the rio São Francisco basin (Barbosa *et al.*, 2017). Allied to historical factors, we must also consider that Bichuette, Trajano (2003) conducted collections in large cave systems at Goiás state, representing the higher flow subterranean drainages of Brazil, so, a rich ichthyofauna is expected to occur.

The São Francisco basin suffers several impacts that harm aquatic environments and contribute to the reduction of ichthyofauna (Langeani *et al.*, 2009) with emphasis on hydroelectric, mining, agricultural and coal activities, in addition to deforestation actions, at small or large scale (ANA, 2014). Considering the state of Minas Gerais, the fact is aggravated because there are many cases of introduction of species and, this state harbours 193 of the 241 species described for the basin as a whole (Machado *et al.*, 2005). In 2014 the part of the headwaters of the rio São Francisco dried up, thus suffering one of the worst water crises in history, which makes the implementation of the “Plano de Preservação e Recuperação das Nascentes da Bacia do Rio São Francisco” in 2016 (Motta, Gonçalves, 2016).

We emphasize that among the eight troglobitic species endemic of this basin, three remain without formal description, with no possibility, at the moment, of effective protection actions. Among those described, four are included on the Brazilian List of Threatened Fauna (Gallão, Bichuette, 2018), however, without action plans applied for monitoring and / or effective actions.

Finally, we emphasize that in 2009 the Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav) of Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) proposed the “Plano de Ação Nacional para Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco- PAN Patrimônio Espeleológico da BHSF”, since the Basin stands out both for the great number of caves and for the multiplicity of threats to the speleological heritage. This plan was established for five years, ending in 2016 (Cavalcanti *et al.*, 2011) and there are still few projects to monitor its biodiversity and no one specifically for the ichthyofauna.

Acknowledgements

We thank the field assistants at São Roque de Minas, J. S. Gallo, B. Button, A. Esguícero, J. E. Gallão; L. de Assis for producing the maps; to A. Esguícero for the identification of the specimens of the order Characiformes; to N. S. Faria and L. Cláudio for access to the caves on their properties in São Roque de Minas; to J. S. Gallo and J. E. Gallão for the images of Figures 2 and 3; to the Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais of UFSCar (PPG-ERN UFSCar) for the infrastructure to develop the work; to the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Financial Code 001 for the scholarship and financial support to GCR; to the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for financial support to MEB (Research Productivity Scholarship– process 310378/2017-6); to the Sistema Brasileiro de Biodiversidade/ICMBIO for the collection permit (number 28992); to J. E. Gallão and T. Zepon for critical reading and suggestions for work.

References

Agência Nacional de Águas - ANA. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/SaoFrancisco.aspx>. Acessado em 20/09/2014.

Alves CBM. Transposição do São Francisco: as incoerências e os peixes. *Jornal do Biólogo-Informativo do Conselho Regional de Biologia-4ª Região*, Belo Horiz. 2005; 6–7.

Alves, CBM, Leal CG. Aspectos da conservação da fauna de peixes da Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais. In: Instituto Estadual de Florestas - MG. *MG Biota*, Belo Horizonte 2010; 2(6): 26-50. Available from: https://www.google.com/url?q=http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/ambientais/peixe_vivo/publicacoes/Documents/MG_Biota%25202%25C2%25AA%2520Edi%25C3%25A7%25C3%25A3o.pdf&sa=D&ust=1607119997827000&usg=AOvVaw0D7iXnnuexKLYq-Eps0xmh

Arratia HG, Nelson JS, Schultze H, Wilson MVH. *Origin and Phylogenetic Interrelationships of Teleosts*. München: Germany; 2010.

Barbosa JM, Soares EC. Perfil da ictiofauna da Bacia do São Francisco: Estudo Preliminar. *Rev Bras Eng Pesca*. 2009; 4(1):155–72. <https://doi.org/10.18817/repesca.v4i1.140>

Barbosa JM, Soares EC, Cintra IHA, Hermann M, Araújo ARR. Perfil da ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. 2017; 5(1):70–90. <https://doi.org/10.2312/ActaFish.2017.5.1.70-90>

Bichuette ME, Trajano E. Epigeal and subterranean ichthyofauna from the São Domingos karst area, Upper Tocantins River basin, Central Brazil. *J Fish Biol*. 2003; 63(5):1100–21. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00227.x>

Britski HA, Andreucci RD, Menezes NA, Carneiro J. Coalescence of teeth in fishes. *Rev Bras Zool*. 1984; 2(8):459–84. <https://doi.org/10.1590/s0101-81751984000400001>

- Britski HA. Sobre a obra Velhas-Flodens Fiske [Peixes do Rio das Velhas]. In: Alves CBM, Pompeu PS, organizers. Peixes do Rio das Velhas: passado e presente. Belo Horizonte: SEGRAC; 2001. p. 15-22
- Britski HA, Silimon, KZS, Lopes BS. Peixes do Pantanal: Manual de identificação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007.
- Burton, RF. Explorations of the highlands of the Brazil: with a full account of the gold and diamond mines. Also, canoeing down 1500 miles of the great River São Francisco, from Sabará to the sea. Tinsley Brothers, 1869.
- Burton, R. Viagem de Canoa de Sabará ao Oceano Atlântico. São Paulo: Edusp; 1977.
- Carvalho AM, Pinna MCC. Estudo de uma população hipógea de *Trichomycterus* (Ostariophysi, Siluroide, Trichomycteridae) da Gruta Olhos D'Água, MG. Espeleo-Tema. 1986; 15:53-64. Available from: http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/Espeleo-Tema_v15_053-064.pdf
- Casatti L, Castro RMC. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the Rio São Francisco, southeastern Brazil. Neotrop Ichthyol. 2006; 4(2):203-14. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252006000200006>
- Cavalcanti LF, Lima MF, Meguerditchian I, Medeiros RC, Lamblém HS. Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco. Anais do 31º Congr Bras Espeleol. 2011:247-56.
- Ferreira E, Zuanon J, dos Santos G, Amadio S. A ictiofauna do Parque Estadual do Cantão, Estado do Tocantins, Brasil. Biota Neotrop. 2011; 11(2):277-84. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200028>
- Fowler, HW. Os peixes de água doce do Brasil. Arq Zool. 1948; 6: 1-204.
- Fowler, HW. Os peixes de água doce do Brasil. Arq Zool. 1950; 6: 205-404.
- Fowler, HW. Os peixes de água doce do Brasil. Arq Zool. 1951; 6: 405-625.
- Fowler, HW. Os peixes de água doce do Brasil. Arq Zool. 1954; 9: 1-400.

Gallão JE, Bichuette ME. Brazilian obligatory subterranean fauna and threats to the hypogean environment. *Zookeys*. 2018; 746:1–23.

<https://doi.org/10.3897/zookeys.746.15140>

Godinho HP, Godinho L. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas; 2003.

Helfman GS, Collette BB, Facey DE, Bowen BW. The diversity of fishes: Biology, evolution, and ecology. John Wiley & Sons; 2009.

Holsinger JR, Culver DC. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of Eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. *Brimleyana*. 1988; 14:1–162.

Juberthie C. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In: Wilkens H, Culver DC, Humphreys WF, editors. *Ecosystems of the world*, vol. 30: Subterranean ecosystems. Amsterdam: Elsevier; 2000, p. 17–39.

Langeani F, Buckup PA, Malabarba LR, Py-Daniel LR, Lucena CAS, Rosa RS, Zuanon JAS, Lucena ZMS, Britto MR de, Oyakawa OT, Gomes-Filho G. Peixes de água doce. In: *Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil*. Curitiba: UFPR; 2009. p. 211–30.

Langeani F, Rêgo ACL. Guia ilustrado dos peixes da bacia do Rio Araguari. Uberlândia: Grupo de Mídia Brasil Central; 2014.

Lütken, CF. *Velhas-Flodens Fiske. Et Bidrag til Brasiliens Ichthyologi*. Kjoebenhavn, 1875.

Machado, ABM, Martins, CS, Drummond, GM, organizers. *Lista da fauna Brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; 2005.

Mattox GMT, Bichuette ME, Secutti S, Trajano E. Surface and subterranean ichthyofauna in the Serra do Ramalho karst area, northeastern Brazil, with updated lists of Brazilian troglobitic and troglophilic fishes. *Biota Neotrop*. 2008; 8(4):145–52.

<https://doi.org/10.1590/s1676-06032008000400014>

Motta EJO, Gonçalves NEW (organizers). Plano de Nascente São Francisco: Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do Rio São Francisco. Brasília: Editora IABS; 2016. Available from: <https://www.codevasf.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-do-rocha/publicacoes/arquivos/planonascentesaofrancisco1.pdf>

Moreira CR, Bichuette ME, Oyakawa OT, de Pinna MC, Trajano E. Rediscovery and redescription of the unusual subterranean characiform *Stygichthys typhlops*, with notes on its life history. J Fish Biol. 2010; 76(7):1815–24. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02625.x>

Nelson JS. Fishes of the World. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.

Ratton P, Ferreira RL, Pompeu PS. Fish community of a small karstic Neotropical drainage and its relationship with the physical habitat. Mar Freshw Res. 2018; 69(8): 1312–20. <https://doi.org/10.1071/MF17167>

Reis, RE, Kullander, SO, Ferraris, CJ, editores. Check list of the freshwater fishes of South and Central America (CLOFFSCA). Porto Alegre: Edipucrs; 2003.

Ribeiro MCLB, Petrere M, Juras AA. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia – Tocantins river basin, Brazil. Regulated Rivers: Research & Management. 1995; 11:325–350. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450110308>

Rizzato PP, Bichuette ME. A coleção de ictiologia do Laboratório de Estudos Subterrâneos da UFSCar : Uma coleção científica focada nos peixes subterrâneos do Brasil. An do 32º Congr Bras Espeleol. 2013; 2013:61–69. Available from: http://www.cavernas.org.br:80/anais32cbe/32cbe_061-069.pdf

Rubbioli E, Auler AS, Menin DS, Brandi R, Cavernas. Atlas do Brasil Subterrâneo. Brasília: IABS; 2019.

Sato Y, Godinho HP. Peixes da bacia do Rio São Francisco. In: Lowe-McConnell RH, organizer. Estudos ecológicos de comunidades tropicais. São Paulo: Edusp; 1999. p; 401–16.

Sato Y, Godinho HP. Migratory fishes of the São Francisco River. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. Migratory fishes of South America. Victoria: World Fisheries Trust; 2003. p. 195–231.

Secutti S, Bichuette ME. Ictiofauna da área cárstica de Presidente Olegário, estado de Minas Gerais, com ênfase nas espécies subterrâneas. *Revista da Biologia*. 2013; 10(2):13–20. <https://doi.org/10.7594/revbio.10.02.03>

Simões LB, Rantin B, Bichuette ME. Notes on feeding and reproduction of the threatened phreatic fish *Stygichthys typhlops* Brittan & Böhlke, 1965 (Characiformes: Characidae) from eastern Brazil. *Speleobiology Notes*. 2013; 5:1–8. Available from: https://www.nsm.buffalo.edu/Research/SPELEOBIOLOGY_NOTES/index.php/Speleo/article/viewFile/56/38

Travassos, H. Catálogo dos peixes do Vale do Rio São Francisco. *Boletim da Sociedade Cearense de Agronomia*. 1960; 1:1–66.

Trajano E. Food and reproduction of *Trichomycterus itacarambiensis*, cave catfish from south-eastern Brazil. *J Fish Biol*. 1997a; 51(1):53–63. <https://doi.org/10.1006/jfbi.1997.0425>

Trajano E. Population ecology of *Trichomycterus itacarambiensis*, a cave catfishes from eastern Brazil (Siluriformes, Trichomycteridae). *Environ Biol Fishes*. 1997b; 50:357–69. <https://doi.org/10.1023/A:1007366119261>

Trajano E, Bichuette ME. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. *Subterr Biol*. 2010; 7:1–16. Available from: https://www.researchgate.net/publication/221675890_Diversity_of_Brazilian_subterranean_invertebrates_with_a_list_of_troglomorphic_taxa

Trajano E, Menna-Barreto L. Free-running locomotor activity rhythms in cave-dwelling catfishes, *Trichomycterus* sp., from Brazil (Teleostei, Siluriformes). *Biol Rhythm Res*. 1996; 27(3):329–35. <https://doi.org/10.1076/brhm.27.3.329.12958>

Trajano E, Secutti S, Mattox GMT. Epigeal and subterranean ichthyofauna in Cordisburgo karst area, eastern Brazil. *Biota Neotrop*. 2009; 9(3):277–81. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032009000300026>

Figure Legends

Fig. 1. Map of the study area at Serra da Canastra region, São Roque de Minas, state of Minas Gerais.

Fig. 2. Epigeal streams and drainages from Serra da Canastra region, São Roque de Minas, state of Minas Gerais. a, Córrego Ribeirão da Usina; b, Açude; c, Córrego Cruz Grande.

Fig. 3. Hypogean drainage of Gruta do Tesouro cave, Serra da Canastra region, São Roque de Minas, state of Minas Gerais.

Fig. 4. Conduit and hypogean drainage of Loca da Cultura cave, Serra da Canastra region, São Roque de Minas, state of Minas Gerais.

Fig. 5. Distribution and occurrences of ichthyofauna in caves located in the domain of the São Francisco River Basin, Brazil.

Table legends

Tab. 1. Ichthyofauna recorded in hypogean habitats of São Francisco River Basin, Brazil, based in the literature data. Bold, troglobitic species. MG, Minas Gerais state; BA, Bahia state.

Tab. 2. Ichthyofauna recorded in hypogean drainages and epigeal streams of Serra da Canastra region, São Roque de Minas, state of Minas Gerais. Bold, troglobitic species.

Table 1.

TAXA	CAVE	REGION	STATE	PORTION OF THE BASIN	REFERENCES
Order Characiformes					
Family Characidae					
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Gruta do Éden, Lapa dos Peixes	Pains, Serra do Ramalho	MG, BA	Upper, Medium	(Ratton et al., 2018), (Mattox et al., 2008)
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	Gruta do Éden, Lapa dos Peixes	Pains, Serra do Ramalho	MG, BA	Upper, Medium	(Ratton et al., 2018), (Mattox et al., 2008)
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	Gruta do Éden	Pains	MG	Upper	(Ratton et al., 2018)
<i>Stygichthys typhlops</i> Brittan & Böhlke, 1965	Mina do Mandioqueu	Jaíba	MG	Medium	(Moreira et al., 2010), (Simões et al., 2013)
Family Erythrinidae					
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Gruta do Éden, Gruta do Enfurnado	Pains, Serra do Ramalho	MG, BA	Upper, Medium	(Ratton et al., 2018), (Mattox et al., 2008)
Family Prochilodontidae					
<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850	Gruta Água Clara, Lapa dos Peixes	Serra do Ramalho	BA	Medium	(Mattox et al., 2008)
Order Siluriformes					
Family Heptapteridae					
<i>Imparfinis minutus</i> (Lütken, 1874)	Gruta do Éden	Pains	MG	Upper	(Ratton et al., 2018)
<i>Pimelodella lateristriga</i> (Lichtenstein, 1823)	Gruta do Éden	Pains	MG	Upper	(Ratton et al., 2018)

<i>Pimelodella</i> sp.	Lapa dos Peixes	Serra do Ramalho	BA	Medium	(Mattox et al., 2008)
<i>Rhamdia enfunada</i> Bichuette & Trajano, 2005	Gruna do Enfunado	Serra do Ramalho	BA	Medium	(Bichuette, Trajano, 2005), (Mattox et al., 2008), (Trajano et al., 2009a)
<i>Rhamdiopsis krugi</i> Bockmann & Castro, 2010	Caves of Chapada Diamantina	Iraquara, Itaetê, Nova Redenção, Palmeiras	BA	Medium	(Bichuette et al., 2015), (Bockmann, Castro, 2010)
<i>Rhamdiopsis</i> sp. 1	Toca do Gonçalves	Campo Formoso	BA	Medium	(Trajano et al., 2016), (Bichuette et al., 2015)
<i>Rhamdiopsis</i> sp. 2	Gruta do Salitre	Cordisburgo	MG	Upper	(Felice et al., 2008), (Mattox et al., 2008)
<i>Rhamdia</i> sp.	Lapa dos Peixes	Serra do Ramalho	BA	Medium	(Mattox et al., 2008)
Family Loricariidae					
<i>Hypostomus lima</i> (Lütken, 1874)	Gruta do Éden	Pains	MG	Upper	(Ratton et al., 2018)
<i>Parotocinclus</i> sp.n	Gruta da Juruva, Lapa Vereda da Palha, Caverna Antônio Osório	Presidente Olegário	MG	Upper	(Secutti, Bichuette, 2013)
Family Pseudopimelodidae					
<i>Pseudopimelodus charus</i> (Valenciennes, 1840)	Gruta do Éden	Pains	MG	Upper	(Ratton et al., 2018)
Family Trichomycteridae					
<i>Triachomycterus rubbioli</i> Bichuette & Rizzato 2012	Gruna Água Clara, Lapa dos peixes	Serra do Ramalho	BA	Medium	(Mattox et al., 2008), (Trajano et al., 2009a)

<i>Trichomycterus brasiliensis</i> Lütken, 1874	Gruta da Juruva	Presidente Olegário	MG	Upper	(Secutti, Bichuette, 2013)
<i>Trichomycterus itacarambiensis</i> Trajano & de Pinna, 1996	Olhos d'Água	Itacarambi	MG	Medium	(Carvalho, Pinna, 1986), (Trajano, Pinna, 1996), (Trajano, 1997), (Trajano et al., 2009b)

Tab. 2

TAXA	Gruta do Tesouro cave	Loca da Cultura cave	Córrego Ribeirão da Usina	Córrego Açude	Córrego Cruz Grande
Order Siluriformes					
Family Heptapteridae					
<i>Phenacorhamdia</i> sp.		2	3		
<i>Rhamdia</i> cf. <i>quelen</i>		1	5		
Family Loricariidae					
<i>Hypostomus</i> sp.		1	2		
Family Trichomycteridae					
<i>Ituglanis</i> sp.	8				
Order Characiformes					
Family Characidae					
<i>Hyphessobrycon santae</i> (Eigenmann, 1907)	3				

<i>Psalidodon rivularis</i> (Lütken, 1875)	11	7	45	12
<i>Psalidodon fasciatus</i> (Cuvier, 1819)		4		
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867		13		
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)		4		
Family Erythrinidae				
<i>Hoplias</i> sp.		1		
Order Perciformes				
Family Cichlidae				
<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)			1	
Order Gymnotiformes				
Family Gymnotidae				
<i>Gymnotus</i> sp.		2		
Family Sternopygidae				
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966	1			

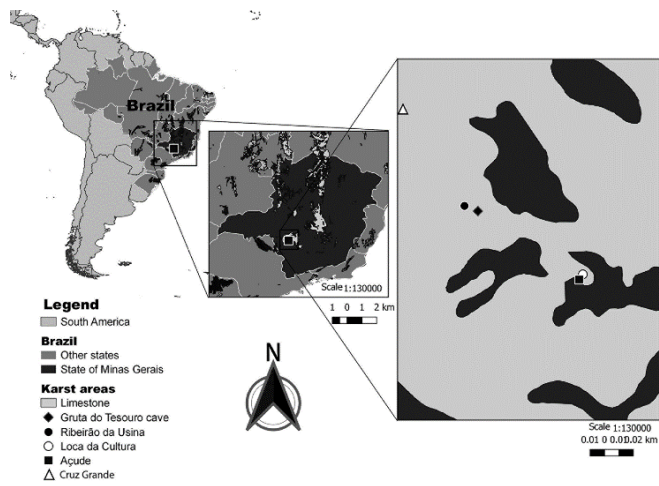


Fig. 1.

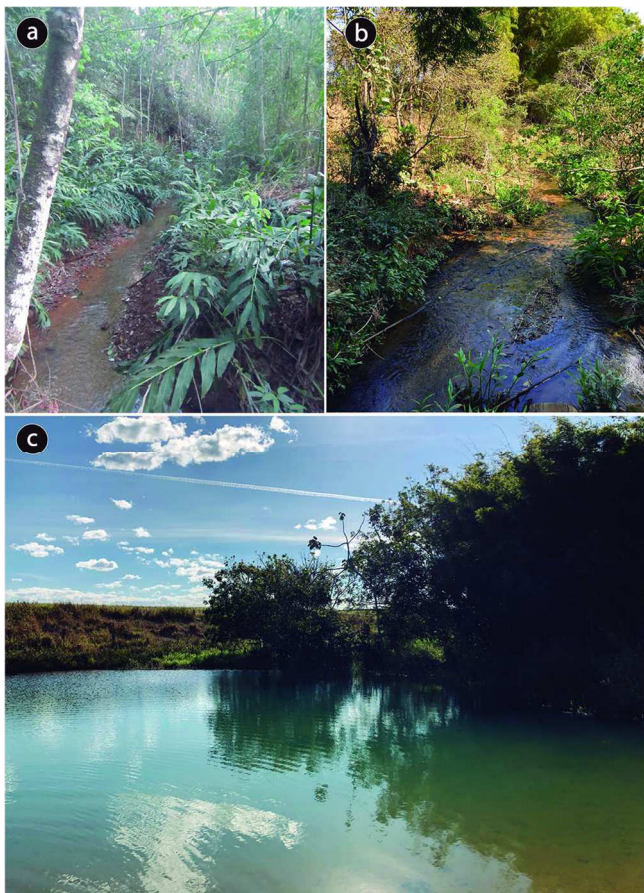


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

CAPÍTULO II

DIETA E FATOR DE CONDIÇÃO PARA A ICTIOFAUNA DO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE DE MINAS, MINAS GERAIS, BRASIL

Gabriela Crestana Rabello e Maria Elina Bichuette

RESUMO

O ambiente subterrâneo (ou hipógeo) é formado por espaços interconectados do subsolo ou subsuperfície preenchidos por água ou ar e tem como característica marcante a escuridão permanente nas zonas mais profundas das cavernas e pouca variação nas condições abióticas, como umidade e temperatura do ar. Uma das características observadas em muitas cavernas e outros habitats subterrâneos é uma tendência à escassez de alimento e, na maioria destes habitats o alimento é de origem alóctone. Trabalhos relacionados com fator de condição foram conduzidos para diversas espécies de peixes subterrâneos no Brasil, os quais mostraram que os valores de fator de condição são em geral baixos indicando um regime de restrição alimentar, o que representaria um filtro. No presente trabalho, estudamos a diversidade da ictiofauna em trechos de riachos epígeos e hipógeos da região da Serra da Canastra, Bacia do Alto São Francisco, verificando similaridade de espécies e grau de higidez nestas, testando a hipótese de as cavernas representarem um filtro ambiental para a ictiofauna. Foram realizadas três viagens de coleta, Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020, para captura de dados de riqueza, abundância e medidas de comprimentos-padrão e pesos para cálculo do Fator de Condição de Fulton (K). Foram registradas 13 espécies e 126 espécimes, destacando-se as Ordens Characiformes (seis espécies) e Siluriformes (quatro espécies). Observamos que as cavernas representam filtros em relação ao Fator de Condição para as espécies de Characiformes, e não necessariamente para os Siluriformes. Ainda, observamos que em termos de ocorrência, os rios epígeos podem funcionar como filtros para uma espécie de Siluriformes (*Ituglanis* sp.) e uma de Characiformes (*Hyphessobrycon santae* Eigenmann, 1907).

Palavra-chave: Cavernas; Filtros; Fator de Condição; Brasil; Bacia do São Francisco.

ABSTRACT

The subterranean (or hypogeous) environment is formed by interconnected spaces of the subsoil or subsurface filled with water or air and has as a striking feature the permanent darkness in the deepest areas of the caves and little variation in abiotic conditions, such as humidity and air temperature. One of the characteristics observed in many caves and other underground habitats is a tendency for food scarcity, and in most of these habitats the food is of foreign origin. Studies related to condition factor were conducted for several species of ground fish in Brazil, which showed that the condition factor values are generally low, indicating a dietary restriction regime, which would represent a filter. In the present work, we studied the diversity of the ichthyofauna in stretches of epigeal and hypogean streams in the region of Serra da Canastra, Upper rio São Francisco basin, verifying similarity of species and degree of hygiene in them, testing the hypothesis that the caves represent an environmental filter for the ichthyofauna. Three collection trips were carried out, April and October 2019 and August 2020, to capture data on wealth, abundance and standard length and weight measurements for calculating the Fulton Condition Factor (K). Thirteen species and 126 specimens were recorded, with the Characiformes (six species) and Siluriformes (four species) standing out. We observed that the caves represent filters in relation to the Condition Factor for the species of Characiformes, and not necessarily for the Siluriformes. Furthermore, we observed that in terms of occurrence, the epigeal rivers can act as filters for a species of Siluriformes (*Ituglanis* sp.) and for one Characiformes (*Hyphessobrycon santae* Eigenmann, 1907).

Key words: Caves; Filters; Condition Factor; Brazil; São Francisco basin.

INTRODUÇÃO

Planícies de inundação são áreas que periodicamente são alagadas pelo transbordar dos rios e lagos (JUNK; WELCOMME, 1990). É comum em rios tropicais as comunidades de peixes usarem esses ambientes de inundações como habitat de alimentação, reprodução e refúgio (WELCOMME, 1979). A estação seca é determinante para isolar áreas alagadas, desmembrando do canal principal do rio, formando assim várias lagoas e poços, estes podem se permanecerem por toda estação seca e posterior voltarem a fazer parte do canal principal ou podem secar totalmente (LOWE-MCCONNELL, 1975).

Os períodos sazonais são capazes de mudar a dinâmica populacional de peixes, fazendo com que diversos organismos ocupem esses locais inundados em busca de alimento e/ou abrigo (BENNEMANN, 2006).

Quando mudanças sazonais são notáveis influenciam a dieta de peixes, principalmente quando relacionado às mudanças na quantidade e disponibilidade de recursos alimentares, podendo causar também alterações físico-químicas da água e na reprodução dos peixes (NIKOLSKY, 1963; WOOTON, 1992). Sendo assim, o conhecimento da dieta dos peixes fornece conhecimento importante para entendimento da estrutura trófica de ecossistemas aquáticos (BASILE-MARTINS et al., 1983).

Estudos relacionados ao crescimento e ao fator de condição são fundamentais para entender a nutrição, higidez e doenças relacionadas diretamente com o desenvolvimento dos peixes.

Estudar a dieta e o fator de condição em peixes hipógeos é de extrema importância já que no geral habitats hipógeos são em maioria escassos em alimento, proveniente principalmente do meio epígeo (TRAJANO et al., 2004). Desta forma, cadeias tróficas subterrâneas incluem grande dependência de itens alóctones, ou seja, o aporte de nutrientes é principalmente proveniente do meio externo como guano, detritos vegetais, carcaças e raízes, muitas trazidas por enxurradas nas épocas chuvosas, com influência sazonal (TRAJANO; BICHUETTE, 2006).

O Fator de condição é um indicador do grau de higidez de um indivíduo ou até de populações inteiras, apresentando relações com as condições alimentares recentes. Esse dado gerado pela relação entre o peso e o comprimento do indivíduo (VAZZOLER, 1996).

A característica mais marcante do meio subterrâneo é a ausência permanente de luz e a tendência à estabilidade ambiental, sendo assim organismos fotossintetizantes não se

estabelecem aí, por isso a produção primária está restrita a bactérias quimiossintetizantes que são existentes na maioria das cavernas. Entretanto, estas bactérias não são suficientes para sustentar um número significativo de outros organismos, por isso o sustento é basicamente por recursos alimentares alóctones (TRAJANO; BICHUETTE, 2006).

Sendo assim quando se estuda o aporte de alimento, seja diretamente nas cavernas ou por meio de dieta nos organismos, espera-se que este varie entre as zonas das cavernas. Na zona de entrada os detritos vegetais são mais importantes e abundantes, enquanto nas zonas mais profundas o guano é mais importante, outro ponto relevante é o grau de decomposição, ou seja, os detritos vegetais mais recentes suportam uma fauna decompositora diferente dos detritos mais antigos, onde há menor carga energética (DODONOV et al., 2013).

A região da Serra da Canastra – Minas Gerais, vem sendo bastante estudada, DODONOV em 2013, estudou o aporte alimentar em duas cavernas nesta região, a Gruta do Tesouro e a Gruta do Zeferino I, ambas cavernas apresentaram detritos vegetais mais abundantes nas zonas de entrada e penumbra enquanto o guano foi mais abundante nas zonas de penumbra e afótica, como de esperado, onde a quantidade de alimento vai diminuindo ao se adentrar na cavidade (DODONOV et al., 2013).

As cavernas da América do Sul são dominadas por peixes da ordem Siluriformes (bagres e cascudos), fato esperado pois componentes desta Ordem de Ostaryophysii possuem, em geral, hábitos noturnos e orientam-se principalmente por quimio- e mecanorrecepção, características úteis na colonização de habitats subterrâneos (TRAJANO; BICHUETTE, 2010).

A família Trichomycteridae é a segunda mais rica em espécies da ordem Siluriformes, abrangendo mais de 334 espécies validas (FRICKE et al., 2020) este elevado número está relacionado com sua ampla distribuição na região Neotropical e está agregado ao fato de ter uma das maiores diversidades de hábitos de vida e especializações alimentares (BOCKMANN; CASTRO, 2010). Estes possuem hábitos alimentares variados, explorando o substrato e algumas espécies podem explorar também a coluna d'água, alimentando-se de inseto como também apresentam uma dieta mais herbívora com hábitos raspadores (DE PINNA, 1992; BOCKMANN, 2010; DE PINNA et al., 2010).

A literatura é relativamente abundante quando se trata de peixes subterrâneos, cerca de 1.600 referências, porém esses estudos são de grande maioria relacionados à sistemática, genética, morfologia, fisiologia e comportamento em laboratório, concentrados em poucos táxons, especialmente nos Characiformes *Astyanax mexicanus*

De Filippi, 1853. Menos de 4 % dos estudos compreendem a ecologia de peixes subterrâneos, envolvendo hábitos alimentares e fator de condição. Trabalhos envolvendo fator de condição em conjunto com dieta foram conduzidos para diversas espécies de peixes subterrâneos brasileiros. O estudo conduzido por TRAJANO; BICHUETTE (2007) para o cascudo *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987 mostrou uma tendência de queda do fator de condição ao longo das estações secas, sendo relacionada a diminuição na disponibilidade de alimento. Resultados semelhantes foram observados para os bagres troglóbios *Trichomycterus itacarambiensis* Trajano & Pinna, 1996 de uma caverna do norte de Minas Gerais (TRAJANO, 1997), *Ituglanis mambai* Bichuette & Trajano, 2004 do nordeste do estado de Goiás (BICHUETTE; TRAJANO, 2008), ambos tricomictéridos; e para o bagre heptapterídeo *Pimelodella spelaea* Trajano, Reis & Bichuette, 2004, também de cavernas do nordeste do estado de Goiás (TRAJANO et al., 2004). Em todos estes trabalhos os menores valores de fator de condição foram registrados no final da estação seca indicando um regime de restrição alimentar, devido a menor disponibilidade de alimento nestas ocasiões.

Em termos de diversidade ictiofaunística para a Bacia do São Francisco, poucos trabalhos foram conduzidos contemplando cavernas em comparação aos rios e riachos superficiais. RATTON et al. (2018) registraram uma riqueza elevada de peixes em uma caverna localizada em Pains, Bacia do Alto São Francisco, estado de Minas Gerais. No total a riqueza foi de 28 espécies distribuídas em três ordens, sendo que o grupo mais diversificado foi Characiformes, com 57% de representatividade. Ainda, os autores observaram uma similaridade de espécies entre os trechos epígeos e subterrâneos do riacho estudado. Para o Médio São Francisco há outros estudos que compararam a ictiofauna epígea e hipógea; MATTOX et al. (2008) para a área cárstica da Serra do Ramalho, estado da Bahia, com 49 espécies registradas em cavernas e riachos superficiais (sendo cinco espécies ocorrendo em cavernas), o que representou pouco mais de um quarto do total registrado na literatura para a bacia do Rio São Francisco; TRAJANO et al. (2009) compararam a ictiofauna entre riachos e cavernas da região de Cordisburgo, estado de Minas Gerais, e observaram uma riqueza de 17 espécies no total, sendo quatro espécies ocorrentes nas cavernas; SECUTTI; BICHUETTE (2013) observaram uma riqueza de 12 espécies para a região de Presidente Olegário, estado de Minas Gerais, com uma representatividade de duas espécies ocorrentes em cavidades. Tal fato demonstra que há um potencial grande em estudos comparados da ictiofauna hipógea e epígea para a Bacia do São Francisco.

No presente trabalho estudamos dieta e fator de condição para ictiofauna ocorrente em trechos epígeos e hipógeos da região da Serra da Canastra, Bacia do Alto São Francisco, testando a hipótese de as cavernas representarem um filtro a ictiofauna.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido em duas cavidades de litologia calcária e três córregos epígeos localizados no município de São Roque de Minas, estado de Minas Gerais, nos domínios da Serra da Canastra, bacia do Alto Rio São Francisco (Figura 1). A Serra da Canastra possui uma área de 197.971,96 hectares, pertencente ao Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), abrangendo seis municípios no estado de Minas Gerais: São Roque de Minas, Vargem Bonita, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista do Glória e Capitólio, o Parque está inserido no domínio fitogeográfico do Cerrado, perfazendo cerca de 25% do território brasileiro (FERRI, 1980).

A bacia do Rio São Francisco é a terceira maior drenagem Neotropical e está contida em uma área de mais de 630.000 km² (SATO; GODINHO, 1999). O Rio São Francisco tem sua nascente localizada nos limites do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), na região sudoeste do estado de Minas Gerais, esta bacia cobre 7,6% do território nacional (WELCOMME, 1985).

O clima da região é normalmente caracterizado por duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa durante o verão e uma seca durante o inverno. A temperatura média na época mais fria pode chegar abaixo de 18°C e nos meses mais quentes não chega a ultrapassar 22°C, esta área retrata características de pluviosidade anual entre 1.000 e 1.500mm (SOUZA, 1993).

As duas cavernas em estudo foram: Gruta do Tesouro (S20° 19.354' W46° 16.412') e Loca da Cultura (S20° 21.985' W46° 12.047'), os três córregos amostrados foram: Córrego Ribeirão da Usina (S20° 19.136' W46° 16.970'), Açude (S20° 22' 12" W46° 12' 12") e Córrego Cruz Grande (S20°25'61,38" W46°32'67.99"). Ambas as cavernas estudadas são compostas por rocha calcária (carbonática) da Unidade Geomorfológica Bambuí (AULER et al., 2001). Estas não estão dentro dos limites do Parque Nacional da Serra da Canastra, portanto não possuem proteção legal.

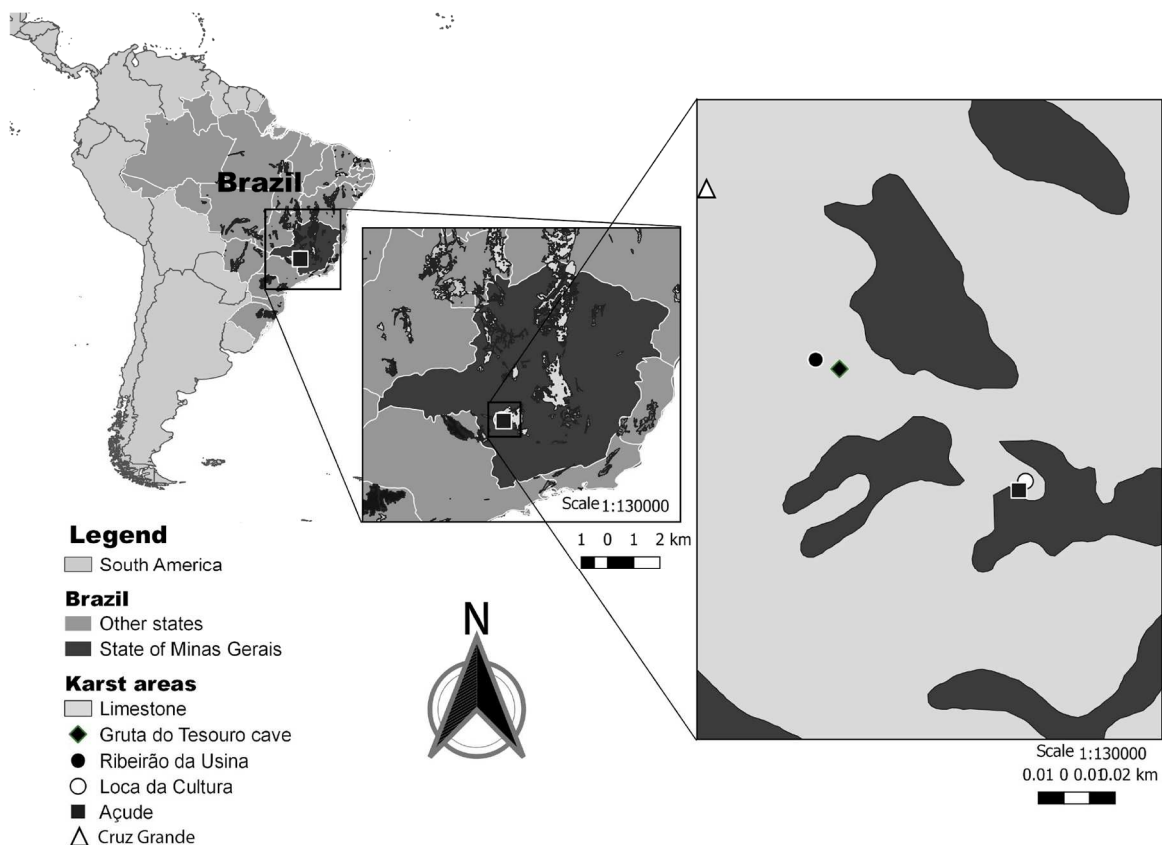


Figura 1- Área de estudo localizado no estado de Minas Gerais, Bacia do Alto São Francisco. Assis, L.

Amostragens

As amostragens foram realizadas compreendendo o final e o início da estação chuvosa e estação seca, ao todo foram feitas três viagens de campo sendo em Abril de 2019, Outubro de 2019 e Agosto de 2020, apenas o Córrego Cruz Grande foi amostrado uma única vez em Agosto de 2020.

Ambas as cavidades foram divididas em trechos nas diferentes zonas, nestas foram determinadas o tempo de amostragem, o método de amostragem e as características do trecho de estudo, como substrato e fluxo lótico ou lêntico, onde se caracteriza como lótico um sistema aquático que está em constante deslocamento e como lêntico um sistema aquático caracterizado por águas mais paradas, sem grandes correntezas (Figura 2).

Para a Gruta do Tesouro foram distribuídas seis bases com 12 m de comprimento cada uma, estas foram sinalizadas com fita plástica colorida. Para cada base foi feito um esforço amostral de 30 minutos e aferido dados de qualidade da água, incorporando dados de profundidade e largura. O riacho que atravessa a caverna encontra-se majoritariamente com características homogêneas, apresentando fundo formado por cascalho, seixos e matações, com ampla variação em relação à profundidade, fluxo e largura (0,9 m a 2,20

m), passando de 0,5 m de profundidade em alguns trechos até poções variando de 0,9 a 2,0 m. No entorno da caverna encontra-se uma área de pastagem, onde observamos presença de gado.

Para a caverna Loca da Cultura, distribuímos quatro bases com 10 m de comprimento entre elas. Para cada base foi feito um esforço amostral de 30 minutos e aferido dados de qualidade da água, incorporando dados de profundidade e largura entre as margens. Nesta cavidade, o córrego corre uniformemente formando um túnel (conduto) com larguras variando entre 1,0 a 1,80 m e profundidades atingindo no máximo 0,25 m. A correnteza é lótica ao longo de todo o trecho e o substrato é homogêneo, apresentando cascalho, seixos e areia. Ao final do conduto, observa-se um poção onde o teto fica baixo impossibilitando o avanço humano. No entorno da caverna encontra-se uma plantação de soja que chega bem próxima a boca da entrada, aproximadamente 5 metros em linha reta.



Figura 2- Marcação de base de estudo nas cavidades da região da Serra da Canastra, Minas Gerais. a: Gruta do Tesouro, b: Loca da Cultura.

Além do estudo da ictiofauna hipógea, conduzimos um estudo nos córregos epígeos próximos às cavidades. Nestes, amostramos a ictiofauna em trechos do Córrego Ribeirão da Usina situado à jusante da Gruta do Tesouro, Córrego do Açude situado à montante da Loca da Cultura, sendo que este segue em direção à caverna, sendo a principal drenagem que forma o seu riacho e o Córrego Cruz Grande que está situado mais próximo a cidade de São Roque de Minas, sendo este o mais distante das cavidades em estudo (Figura 3).

Para ambos os córregos as amostragens foram feitas com redes de arrasto, redes de mão, peneiras, pulsa explorando a vegetação ripária nas margens. Para cada córrego foi estimado um tempo de esforço amostral de 30 min, realizado por três pessoas, o Córrego Ribeirão da Usina e o Córrego Cruz Grande foram amostrados em um trecho de 60 m, com 1,50 m de largura e profundidade variando de 0,30 a 1,40m. As amostragens realizadas no Açude foram feitas em um trecho de 30 m de extensão com a profundidade variando de 0,30 a 1,50 m, devido sua profundidade acentuada não conseguimos ampliar a área de amostragem. No entorno do Córrego Ribeirão da Usina foi possível observar pisoteio de gado, sendo que a paisagem é de pasto com pouca vegetação (por volta de 2 metros) ao longo da margem do córrego. Para o Açude observamos que ele vem sendo usado como represa para os moradores onde cultivam peixes e usam de lazer, está bem próximo a plantação de soja e sua drenagem abastece o córrego de dentro da Caverna Loca da Cultura, já o Córrego Cruz Grande, embora ele seja relativamente mais próximo a cidade, ele se encontra bem preservado com uma longa mata ao seu entorno.



Figura 3- Córregos epígeos estudados na região da Serra da Canastra, Minas Gerais. a: Córrego Cruz Grande, b: Córrego Ribeirão da Usina, c: Açude.

As variáveis físico-químicas da água, tais como potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, condutividade e sólidos totais dissolvidos foram realizadas *in loco* com a sonda multiparamétrico Horiba série U-50. As medições das concentrações das variações limnológicas físico-químicas foram avaliadas tomando por base a Resolução Conama 357 (BRASIL, 2005), que dispõe a classificação dos corpos d'água. Estas medições foram feitas nas cavidades e córregos epígeos.

Após a coleta, os peixes foram anestesiados em solução letal de benzocaína, pesados (P) com dinamômetro (marca Pesola) com precisão de 0,10 g e medidos (comprimento-padrão - CP) com paquímetro com precisão de 0,1 mm. Estes procedimentos foram feitos alguns minutos após a captura, quando os dados foram registrados em caderno de campo

com as identificações de cada indivíduo, data, local, e trecho de captura na caverna ou córrego epígeo. Após os procedimentos a fixação foi feita em solução de formol a 10% por sete dias e posterior preservação em solução de álcool 70%.

A classificação e identificação dos peixes foram feitas em laboratório e seguiu trabalhos clássicos sobre (ARRATIA et al., 2010; HELFMAN et al., 2009; NELSON, 2006), além de consulta a especialista de alguns grupos (Characiformes – Dr. André Esguícero – LIRP/FFCLRP/USP).

Análise dos dados

Dieta

Para o estudo alimentar das espécies coletadas foi realizada o estudo do conteúdo estomacal destas. Este procedimento foi feito com os indivíduos que foram previamente fixados em formol 10 % e posteriormente preservados em álcool 70 %.

No laboratório, foi feita a retirada dos tubos digestivos completa por meio de uma incisão abdominal, os órgãos tais como estômago, gônadas, intestino e bexiga natatória são separados e preservados em eppendorf com solução de álcool 70%.

Após a separação dos órgãos, o estômago e o intestino foram medidos com paquímetro de precisão de 0,1 mm, e o estômago pesado. Para analisar o conteúdo estomacal uma pequena incisão é feita no estômago, e este conteúdo é colocado em uma placa de Petri milimétrica onde é calculado o volume, esta mesma placa é colocada sob o estereoscópio, para assim ser feita identificação até o máximo nível taxonômico possível.

Não foi possível a identificação dos itens de origem vegetal, tais como plantas e algas, já que os fragmentos vegetais encontrados não permitiram uma distinção precisa, sendo assim estes foram classificados como Matéria Orgânica (MO), conforme UIEDA (1983).

Os itens de origem animal foram identificados utilizando referências (e.g., MUGNAI et al., 2010; RAFAEL, 2012). o caso de inseto adultos, quando íntegros, foram identificados até o nível de família; quando estavam presentes apenas fragmentos, até o nível de classe e se os fragmentos estivessem muito digeridos, eram considerados como “fragmentos de insetos”.

Dados de análises de frequência de ocorrência foram feitos para dieta, considerando presença ou ausência e itens encontrados nos estômagos (ZAVALA-CAMIN, 1996),

concomitantemente o método de frequência volumétrica, registrando o volume total de cada item utilizando placa de Petri com fundo milimetrado, comprimindo os itens alimentares com uma lâmina de altura 1mm e transformando o volume em mililitros (LUIZ et al., 1998). Foi observado o sexo dos indivíduos através de distinção das gônadas (VAZZOLER, 1996).

Fator de Condição

O estudo de fator de condição foi feito nas espécies coletadas e preservadas em álcool 70 %.

O fator de condição é um indicador qualitativo do grau de higidez ou de bem-estar do peixe, indicando suas condições alimentares, este cálculo é dado pela relação entre o peso e o comprimento padrão do indivíduo (BAGENAL; TESCH, 1978). Sendo expresso:

$K_1: W_t/L_t^3$ fator de condição de Fulton ou isométrico

$K_2: W_t/L_t^b$ fator de condição alométrico, onde W_t : peso total; L_t : comprimento total ou comprimento padrão; b : coeficiente angular da regressão entre W_t/L_t

Nesta análise o conjunto de indivíduos capturados é representado pela regressão do tipo $\log P = b (\log CP) - a$, onde b , é o coeficiente de regressão e a é o ponto de interseção com o eixo y quando $\log (CP)$ é igual a zero, assim temos a relação entre peso e comprimento padrão.

O fator de condição de Fulton pressupõe um incremento isométrico do peso como função do comprimento do indivíduo, independente da espécie em estudo. A análise de resultados sobre peso em função do crescimento linear, evidencia que o valor de “ b ” da relação W_t/L_t , apresenta variações dentro de uma faixa que varia entre 2,4 e 4,0, sendo que quando comparados $b:3$ pressupõe-se um crescimento isométrico (VAZZOLER, 1996).

Para interpretação das diferenças de tamanhos e pesos dos indivíduos capturados, foram feitos gráficos de distribuição do fator de condição (K) para cada cavidade e córrego de cada ocasião de coleta e gráficos Box-plots para visualizar a dispersão dos dados.

Cabe ressaltar que os valores de Fator de Condição (K) foram calculados para amostras com mais de três indivíduos para cada um dos ambientes.

RESULTADOS

Variáveis ambientais

Os valores mensais de precipitação referente aos anos 2019 e 2020 estão representados na Figura 4. No ano de 2019 a diferença entre a precipitação do mês mais seco para o mais chuvoso foi de 159 mm e no ano de 2020 foi de 259 mm. Para ambos os anos os meses de Abril a Setembro concentraram os períodos secos e nos meses de Dezembro a Fevereiro concentrou-se os maiores volumes de chuvas, passando de 250 mm no ano de 2020. Os valores de precipitação total anual na região foram de 1.391 mm em 2019 e 1.390 mm em 2020.

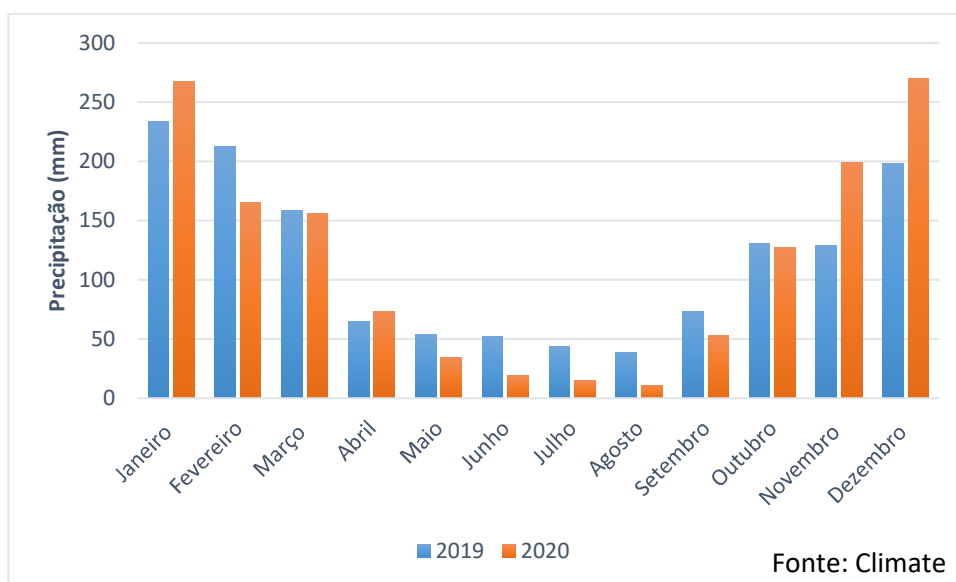


Figura 4- Valores de precipitação mensal para os anos de 2019 e 2020 na estação meteorológica de São Roque de Minas, Minas Gerais. Informações extraídas da base de dados do Climate.

A Tabela 1 apresenta as medidas de variáveis físico-químicas da água para as cavidades Gruta do Tesouro e Loca da Cultura e nos córregos epígeos, Ribeirão da Usina, Açude e Córrego Cruz Grande.

Tabela 1- Variáveis físico-químicas das cavidades Gruta do Tesouro e Loca da Cultura, córregos epígeos Ribeirão da Usina, Açude e Córrego Cruz Grande. cond., condutividade (ms.cm-1); OD, oxigênio dissolvido (mg.l-1); T, temperatura (°C) e sal., salinidade (%); -, mês sem registro.

	Córregos epígeos		
	Ribeirão da Usina	Açude	Cruz Grande
Data	(pH/cond./OD/T/sal.)	(pH/cond./OD/T/sal.)	(pH/cond./OD/T/sal.)
Abril/2019	6,6/0,103/4,4/21,2/0	-	-

Agosto/2020	8,2/0,168/6,4/16,6/0,01	5,8/0,008/6,6/20,6/0	6,3/0,016/7,5/23,1/0
Cavidades			
	Gruta do Tesouro	Loça da Cultura	
Data	(pH/cond./OD/T/sal.)	(pH/cond./OD/T/sal.)	
Abril/2019	7,0/0,123/7,0/20,1/0,01	6/0,039/7,2/22,5/0	
Agosto/2020	7,7/0,167/6,9/16,7/0,01	7,3/0,053/7,3/18,1/0	

Os valores de pH estiveram entre o mínimo de 5,8 (Açude-Agosto 2020) e máximo de 8,2 (Cor. Ribeirão da Usina-Agosto 2020), para os demais córregos epígeos os valores foram mais estáveis, com variação entre 5,8 (Açude) e 6,3 (Cor. Cruz Grande). Os valores de condutividade são baixos, variam entre o mínimo de 0,008 (Açude) e o máximo de 0,168 (Cor. Ribeirão da Usina-Agosto 2020). Para o Oxigênio Dissolvido observa-se que os valores variam entre o mínimo de 4,4 (Cor. Ribeirão da Usina-Abril 2019) e o máximo de 7,5 (Cor. Crus Grande). A temperatura da água variou entre o valor mínimo de 16,6°C (Cor. Ribeirão da Usina-Agosto 2020) e valor máximo de 23,1°C (Cor. Cruz Grande-Agosto 2020), sendo este o parâmetro com maior variação. Os valores de Salinidade foram próximos a zero variando em 0,01 para o Cor. Ribeirão da Usina-2020 (Figura 5).

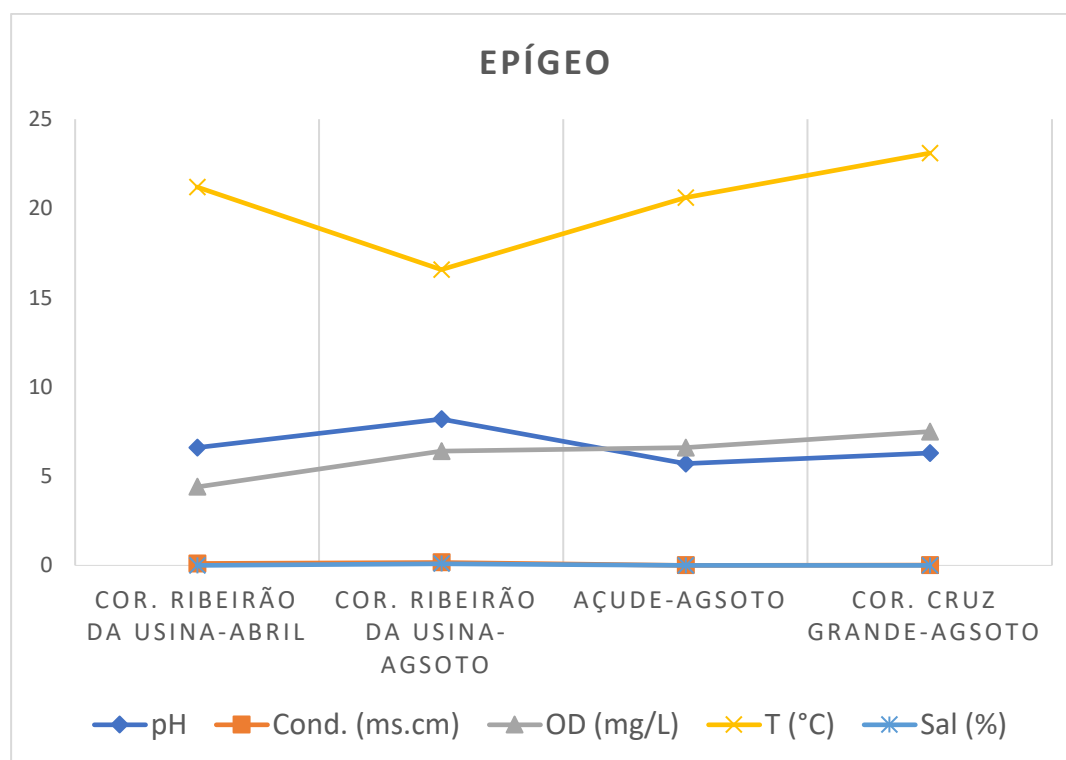


Figura 5 - Flutuações das variáveis ambientais nos córregos epígeos, Cor. Ribeirão da Usina, Açude e Cor. Cruz Grande, município de São Roque de Minas, Minas Gerais, entre Abril de 2019 e Agosto de 2020.

Os valores das variáveis ambientais para o ambiente hipógeo (Gruta do Tesouro e Loca da Cultura) entre Abril de 2019 e Agosto de 2020 estão representados na Figura 6. Os valores de pH e Oxigênio dissolvido tiveram pouca variação em relação aos anos amostrados sendo o valor de mínimo de pH 6,0 (Loca da Cultura-Abril) e o máximo de 7,7 (Gruta do Tesouro-Agosto), para o Oxigênio Dissolvido o valor mínimo foi de 6,9 (Gruta do Tesouro-Agosto) e o máximo 7,3 (Loca da Cultura-Agosto). Os menores valores de Condutividade foram registrados para a Loca da Cultura em ambos os anos (2019 e 2020) sendo 0,039 e 0,053 respectivamente, o valor máximo foi de 0,167 (Gruta da Tesouro-Agosto). A temperatura da água variou entre o valor mínimo de 16,7°C (Gruta do Tesouro-Agosto) e o valor máximo de 22,5°C (Loca da Cultura-Abril), os valores de Salinidade permaneceram em zero para a Loca da Cultura e oscilou até 0,01 para a Gruta do Tesouro.

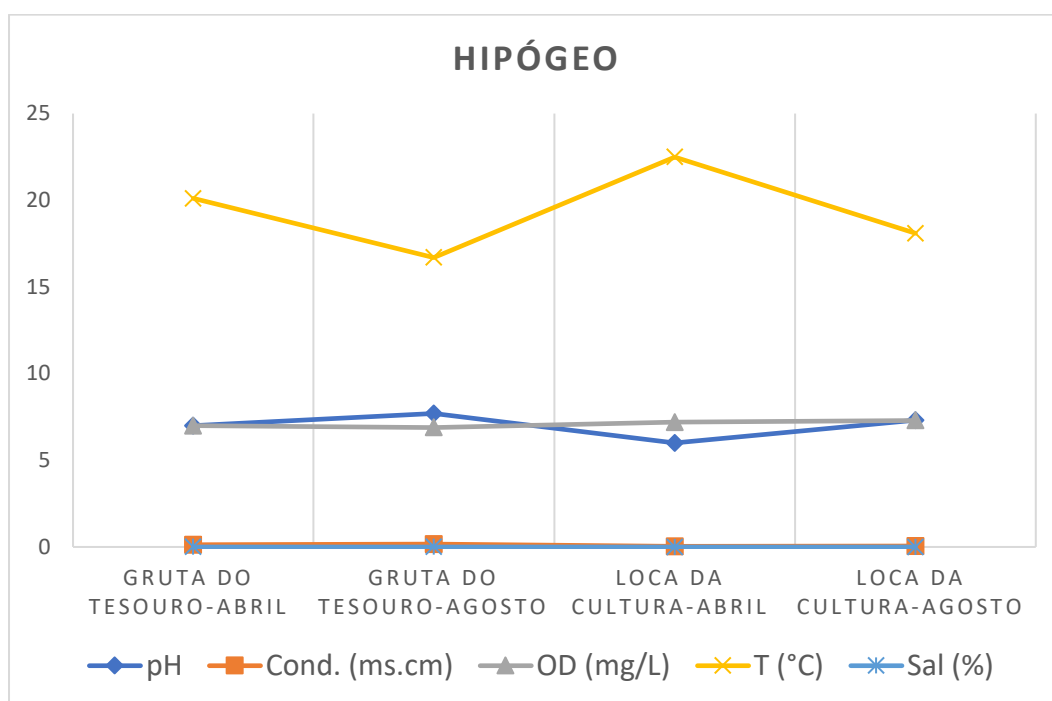


Figura 6 - Flutuações das variáveis ambientais para as cavernas Gruta do Tesouro e Loca da Cultura, município de São Roque de Minas, Minas Gerais, entre Abril de 2019 e Agosto de 2020.

Caracterização da ictiofauna

No total foram registradas 13 espécies e 126 espécimes, das quais 32 foram capturadas em Abril de 2019, 37 em Outubro de 2019 e 57 em Agosto de 2020 (Tabela 2).

Destacam-se as Ordens Characiformes (seis espécies) e Siluriformes (quatro espécies) (Figura 7 e 8). Para a Gruta do Tesouro o registramos duas espécies (*Hyphessobrycon santae* e *Ituglanis* sp), cinco espécies na Loca da Cultura (*Psalidodon rivularis*, *Phenacorhamdia* sp., *Hypostomus* sp., *Eigenmannia trilineata* e *Rhamdia cf. quelen*). Para os córregos epígeos foram registradas nove espécies no Córrego Ribeirão da Usina (*Piabina argentea*, *Psalidodon fasciatus*, *Astyanax lacustris*, *Hoplias* sp., *Gymnotus* sp., *Hypostomus* sp., *Phenacorhamdia* sp., *Psalidodon rivularis* e *Rhamdia cf. quelen*), para o Córrego do Açude foram registradas duas espécies (*Psalidodon rivularis* e *Coptodon rendalli*) e para o Córrego Cruz Grande foi registrada a espécie (*Psalidodon rivularis*).

Tabela 2- Espécies registradas nas cavidades e córregos da Serra da Canastra, estado de Minas Gerais em Abril, Outubro de 2019 e Agosto de 2020. * espécies com cálculo do Fator de Condição (K) para pelo menos uma localidade e/ou coleta.

Táxons	Gruta do Tesouro	Loca da Cultura	Córrego Ribeirão da Usina	Córrego Açude	Córrego Cruz Grande
Ordem Siluriformes					
Família Heptapteridae					
<i>Phenacorhamdia</i> sp. *		2	3		
<i>Rhamdia</i> cf. <i>quelen</i> *		1	5		
Família Loricariidae					
<i>Hypostomus</i> sp.		1	2		
Família Trichomycteridae					
<i>Ituglanis</i> sp. *	8				
Ordem Characiformes					
Família Characidae					
<i>Hyphessobrycon santae</i> (Eigenmann, 1907)*	3				
<i>Psalidodon rivularis</i> (Lütken, 1875)*		11	7	45	12
<i>Psalidodon fasciatus</i> (Cuvier, 1819)*			4		
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867*			13		
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)*			4		
Família Erythrinidae					
<i>Hoplias</i> sp.			1		
Ordem Perciformes					
Família Cichlidae					
<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)				1	
Ordem Gymnotiformes					
Família Gymnotidae					
<i>Gymnotus</i> sp.			2		
Família Sternopygidae					
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966		1			

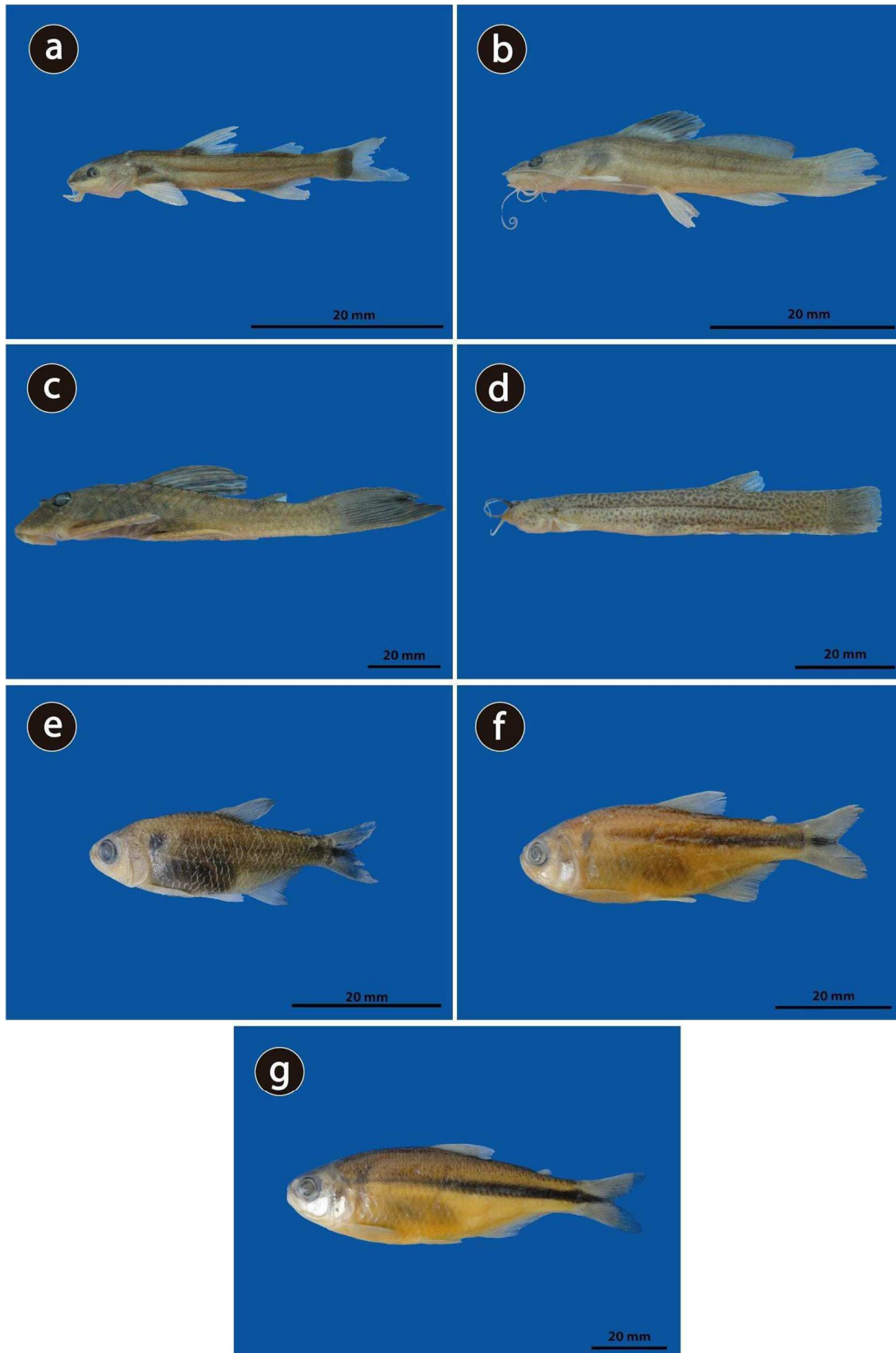


Figura 7 - Peixes registrados nas cavernas e córregos epígeos da região da Serra da Canastra, estado de Minas Gerais. a: *Phenacorhamdia* sp., b: *Rhamdia* cf. *quelen*, c: *Hypostomus* sp., d: *Ituglanis* sp., e: *Hyphessobrycon santae*, f: *Psalidodon rivularis*, g: *Psalidodon fasciatus*.

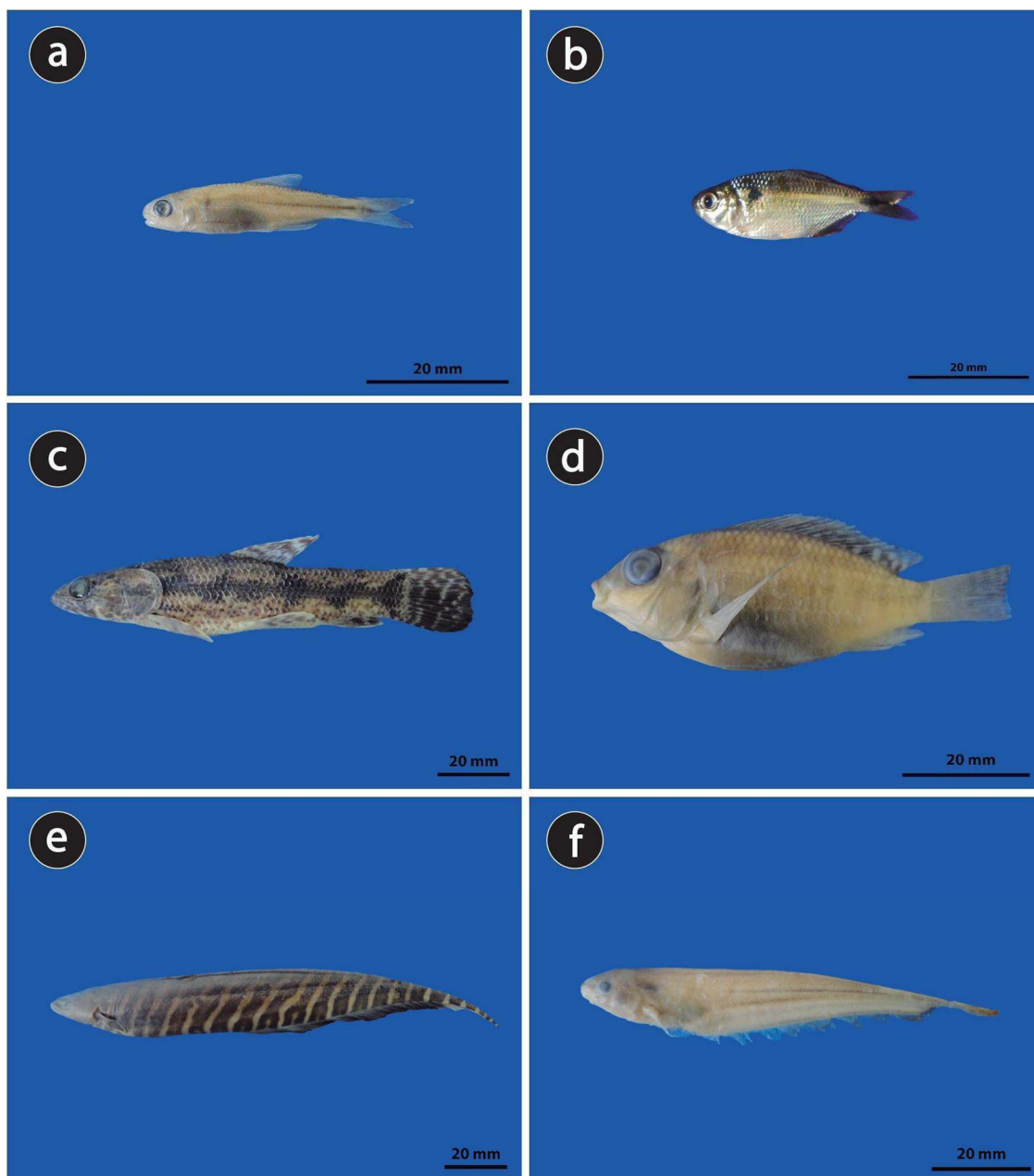


Figura 8 - Peixes registrados nas cavernas e córregos epígeos da região da Serra da Canastra, estado de Minas Gerais. a: *Piabina argentea*, b: *Astyanax lacustris*, c: *Hoplias* sp., d: *Coptodon rendalli*, e: *Gymnotus* sp., f: *Eigenmannia trilineata*.

Córregos epígeos mais abundantes em relação às cavidades, quanto a riqueza e abundância, a espécie *Psalidodon rivularis* com 45 exemplares para o Açude e 11 exemplares para a cavidade Loca da Cultura. *Rhamdia* cf *quelen* com cinco exemplares no córrego Ribeirão da Usina e um exemplar para a cavidade Loca da Cultura. O Córrego Ribeirão da Usina apresentou maior riqueza de espécie (nove) enquanto a Gruta do Tesouro apresentou apenas duas espécies (Figura 9).

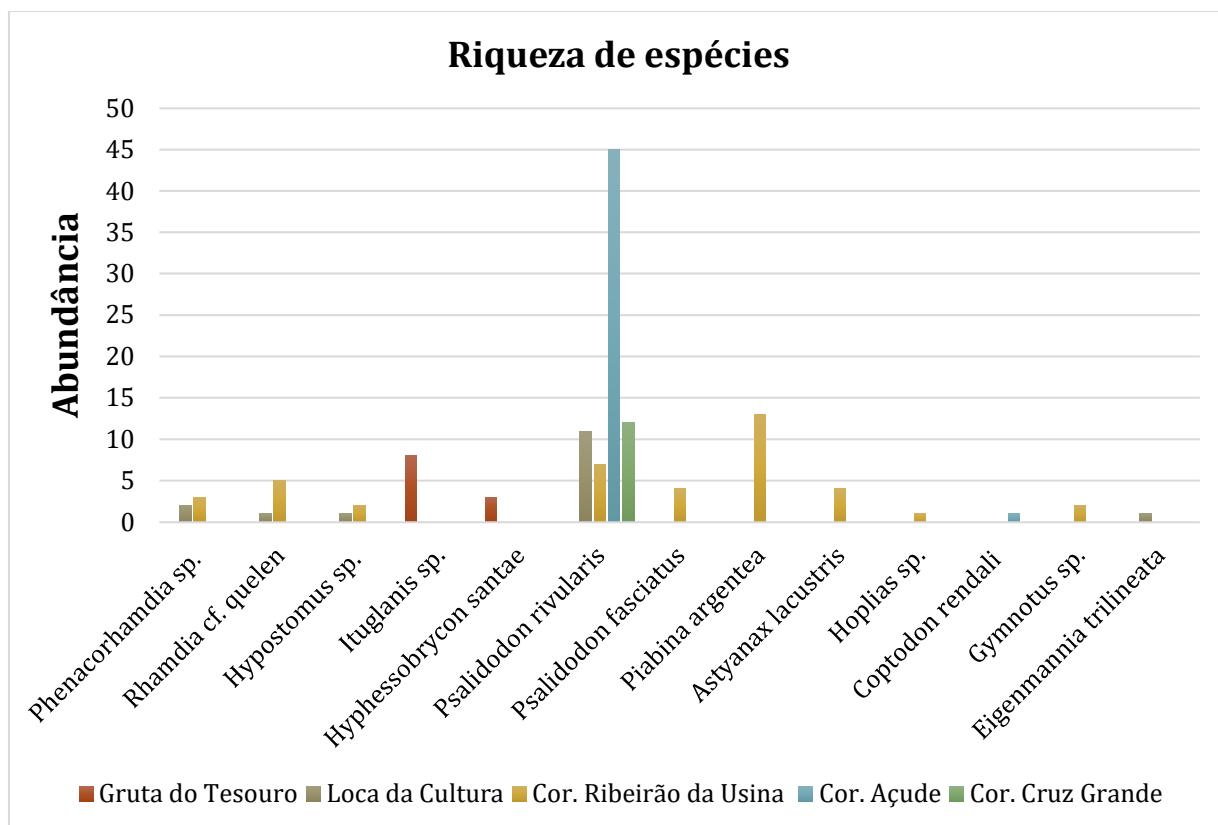


Figura 9 - Riqueza e abundância de peixes registrados nas cavernas e córregos da Serra da Canastra, Minas Gerais.

Considerando as três ocasiões de coleta, Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020, nos ambientes epígeos e hipógeos foi registrado a dominância da Ordem Characiformes com 79% dos exemplares, seguido da Ordem Siluriformes com 18 %, Gymnotiformes com 2% e Perciformes com 1 % (Figura 10).

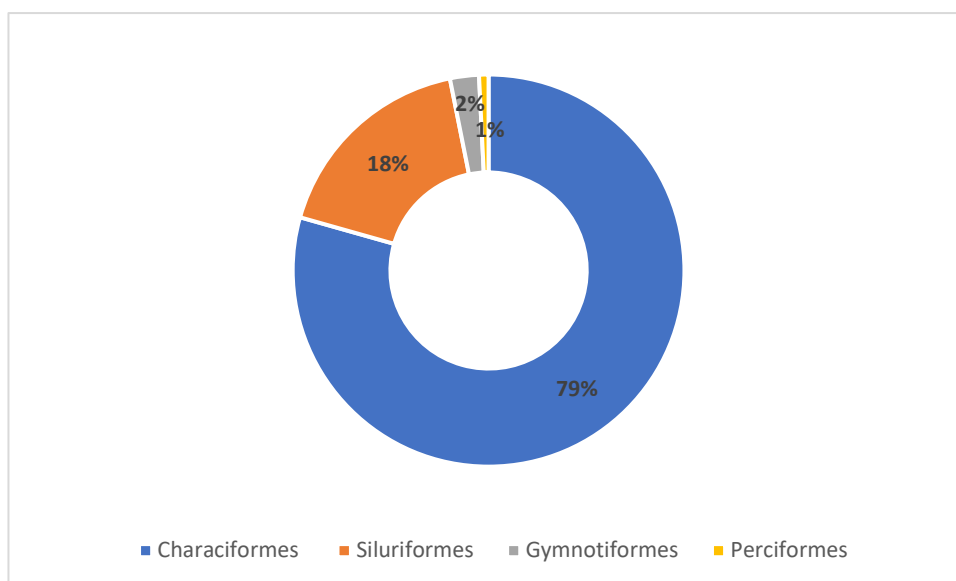


Figura 10 -Representatividade do total de exemplares por Ordem capturados em Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020 para os ambientes epígeos e hipógeos da região de São Roque de Minas- Minas Gerais.

Fator de Condição

Os dados de Fator de Condição, medidas de comprimento-padrão e peso total para todos as espécies registradas nos trechos epígeos e hipógeos estão apresentados no Anexo 1.

Do total de 126 espécimes, 101 são pertencentes da Ordem Characiformes e foi possível realizar o Fator de Condição para 98 exemplares pertencentes a Família Characidae, a Ordem Siluriformes conta com 22 exemplares e foi possível realizar o Fator de Condição para 15 exemplares pertencentes da Família Heptapteridae e Trichomycteridae (Tabela 3).

Para as espécies com mais de um exemplar foi possível a comparação entre peso e comprimento padrão, sendo 10 espécies passíveis de comparação em ambos os trechos amostrados (epígeos e hipógeo) as espécies são *Psalidodon rivularis*, *Rhamdia* cf. *quelen*, *Astyanax lacustris*, *Gymnotus* sp., *Hyphessobrycon santae*, *Hypostomus* sp. *Ituglanis* sp. *Phenacorhamdia* sp., *Piabinha argentea* e *Psalidodon fasciatus*. (Figura 11).

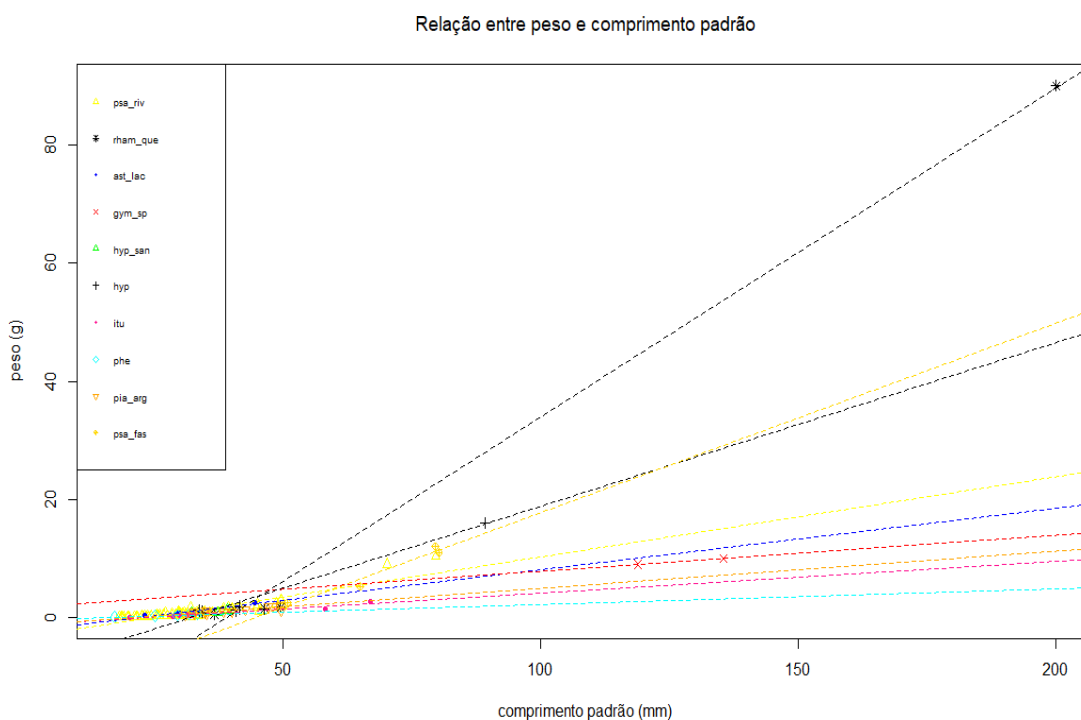


Figura 11 - Relação entre peso e comprimento padrão para as espécies coletadas em São Roque de Minas- MG. Incluindo trechos subterrâneos e epígeos.

Tabela 3- Valores do Fator de Condição para as espécies coletadas em cavernas e córregos epígeos agrupados para as coletas de Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020. Amplitude de variação dos valores do Fator de Condição.

Táxons	Gruta do Tesouro (n)	Loca da cultura (n)	Cor. Ribeirão da Usina (n)	Açude (n)	Cor. Cruz Grande (n)	Fator de Condição (k)
<i>Hyphessobrycon santae</i> (Eigenmann, 1907)	3					2,73; 1,96
<i>Psalidodon rivularis</i> (Lütken, 1875)		11	7	45	12	3,56; 0,29 / 3,32; 0,37 / 10,22; 0,18/ 2,54; 0,33
<i>Psalidodon fasciatus</i> (Cuvier, 1819)			4			12,93; 3,89
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867			13			3,69; 1,28
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)			3			1,86; 1,10
<i>Phenacorhamdia</i> sp.			3			1,12; 0,33
<i>Rhamdia</i> cf. <i>quelen</i>			4			3,32; 2,56
<i>Ituglanis</i> sp.	8					3,30; 0,30

Dos dados anteriormente apresentados na tabela 3, foi calculado o fator de condição (K) para cada Ordem Siluriformes amostrada em Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020. A distribuição do fator de condição para as amostras da Ordem Siluriformes consta na Figura 12, juntamente com as medianas, desvios-padrão e intervalo de confiança. Nesta a média para a população de *Phenacorhamdia* sp. é de 0,8 com uma variação entre 1,12 e 0,33 e para a população *Rhamdia* cf. *quelen* a média foi e 2,9, com uma variação de valores entre 3,32 e 2,56 e para a população de *Ituglanis* sp. a média é de 1,3 com uma variação de valores entre 3,30 e 0,30.

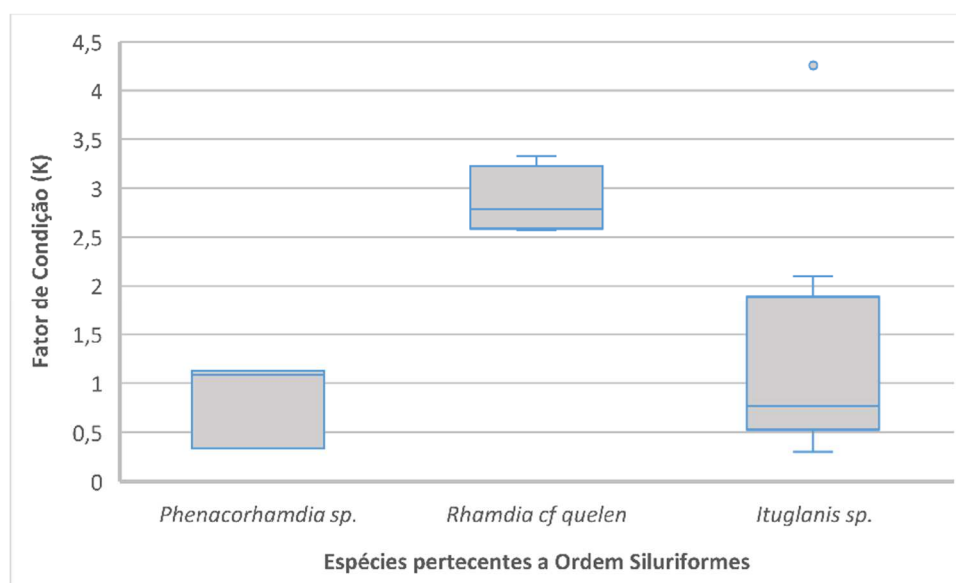


Figura 12 - Mediana, desvio-padrão e intervalo de confiança do Fator de Condição das espécies amostradas para a Ordem Siluriformes em 2019 e 2020 para a região de São Roque de Minas-MG, em trechos epígeos e hipógeos.

A distribuição do fator de condição para as amostras da Ordem Characiformes consta na Figura 13, juntamente com as medianas, desvios-padrão e intervalo de confiança. Este mostra o fator de condição para a população *Hyphessobrycon santae* cuja a média é 2,2 com uma variação de valores entre 2,73 e 1,96, para a população *Psalidodon rivularis* que foi amostrada tanto em cavidade quanto em trechos epígeos, obteve a média de 1,0 para a Loca da Cultura, de 0,5 para o Córrego Ribeirão da Usina, de 1,7 para o Açude e 1,5 para o Córrego Cruz Grande, os valores para toda a população variaram entre 10,22 e 0,29, a população *Piabina argentea* com a média de 2,3 e variação de valores entre 3,69 e 1,28, a população *Astyanax lacustris* obteve a média de 1,5 e variações entre

1,86 e 1,10 e a população *Psalidodon fasciatus* obteve a média de 7,5, com uma variação de 12,93 e 3,89.

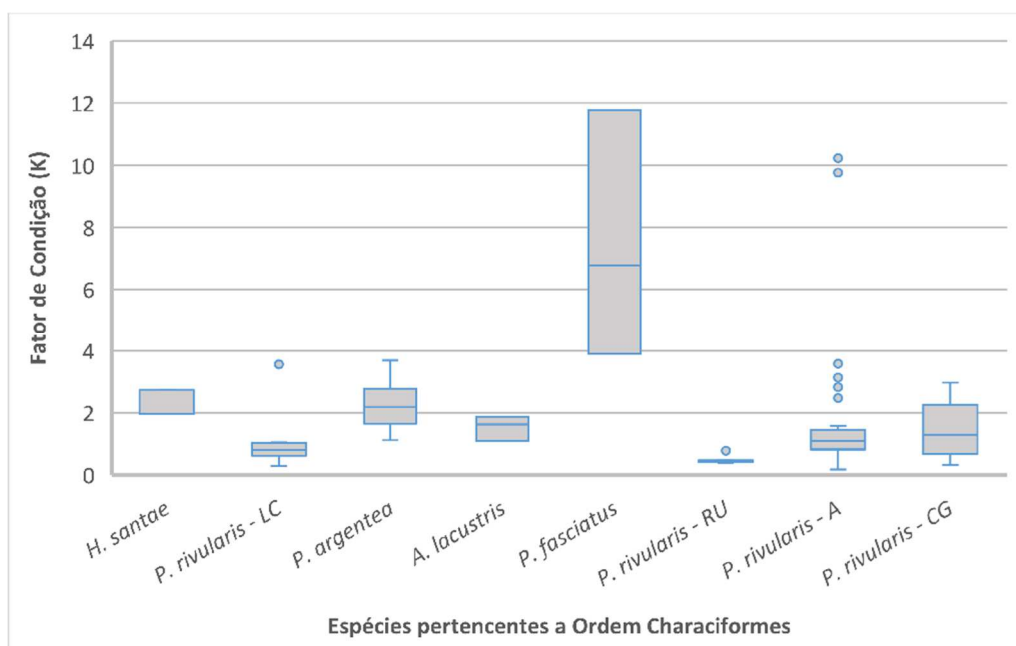


Figura 13 - Mediana, desvio-padrão e intervalo de confiança do Fator de Condição das espécies amostradas para a Ordem Characiformes em 2019 e 2020 para a região de São Roque de Minas-MG, em trechos epígeos e hipógeos.

Dieta

Foram escolhidos representantes de cada espécie para análise de conteúdo estomacal, a Tabela 4 mostra os itens alimentares, volumes e ocorrências para as espécies coletadas em Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020 para os córregos epígeos e hipógeos. A dieta para a Ordem Characiformes foi determinada a partir da análise do conteúdo estomacal de 33 indivíduos e para a Ordem Siluriformes foi determinado com 6 indivíduos. Os itens alimentares foram categorizados em: Matéria Orgânica (M.O), Coleoptera, Formicidae, Nematoda, Fragmentos de insetos e Larva de insetos. Dentre os 39 estômagos analisados 89,7% encontravam-se repletos ou parcialmente repletos.

Tabela 4- Ocorrência de itens alimentares para as espécies coletadas em Abril e Outubro de 2019 e Agosto de 2020, São Roque de Minas, Minas Gerais. Volume (mm³), Condição do Estômago (CE), Número de indivíduos (N), Matéria Orgânica (MO).

Táxons	<i>Psalidodon fasciatus</i>	<i>Piabina argentea</i>	<i>Piabina argentea</i>	<i>Astyanax lacustris</i>	<i>Psalidodon rivularis</i>
Data	30/04/2019	30/04/2019	11/08/2020	30/04/2010	30/10/2019
N	2	3	4	2	3
Volume (média)	32	13	14,6	14	10,6
CE	Repleto	Repleto	Repleto	Pouco Repleto	Repleto

Itens

MO	x	x	x	x	x
Formicidae	x				x
Coleoptera	x				
Larva de insetos		x	x	x	x
Fragmentos de insetos	x	x	x	x	x
Nematoda				x	

Açude

Táxons	<i>Psalidodon rivularis</i>	<i>Psalidodon rivularis</i>	<i>Coptodon rendali</i>
Data	30/10/2019	11/08/2020	30/10/2019
N	4	4	1
Volume (média)	21,5	27,5	120
CE	Pouco repleto	Pouco repleto	Repleto

Itens

MO	x	x	x
Fragmentos de insetos	x	x	
Larva de insetos		x	

Cor. Cruz Grande

Táxons	<i>Psalidodon rivularis</i>
Data	13/08/2020
N	3
Volume (média)	31,3
CE	Repleto

Itens

M.O	x
Fragmentos de insetos	x
Formicidae	x

Loça da Cultura

Táxons	<i>Psalidodon rivularis</i>	<i>Psalidodon rivularis</i>	<i>Psalidodon rivularis</i>
Data	29/04/2019	30/10/2019	13/08/2020
N	4	1	1
Volume (média)	2	9	0

CE	Pouco repleto	Repleto	Vazio
Itens			
M.O	x	x	
Larva de insetos	x		
Gruta do Tesouro			
Táxons	<i>Hypheosobry con santae</i>	<i>Ituglanis sp.</i>	<i>Ituglanis sp.</i>
Data	28/04/2019	29/10/2019	13/08/2020
N	1	3	3
Volume (média)	21	0	6,3
CE	Repleto	Vazio	Pouco repleto
Itens			
M.O	x		x
Fragmentos de insetos			x
Nematoda			x

Os itens alimentares encontrados nos estômagos foram quantificados a partir do método de frequência de ocorrência (FO%). A dieta para os exemplares das Ordem Characiformes e Siluriformes em ambos os ambientes (epígeo e hipógeo) constam na figura 14. A análise do conteúdo estomacal para os trechos epígeos revelou uma maior variedade de itens alimentares quando comparadas com trechos hipógeos.

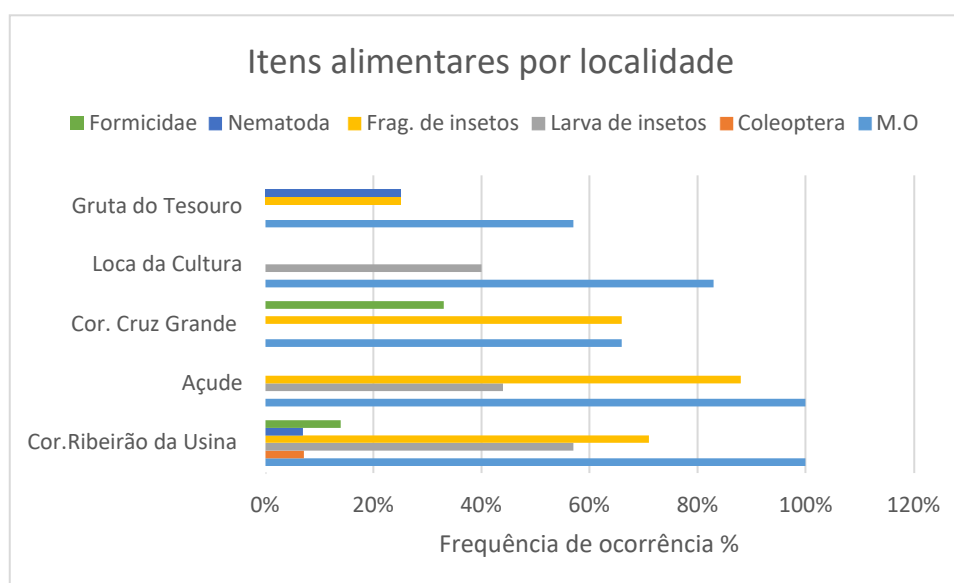


Figura 14- Frequência de ocorrência dos itens alimentares nos estômagos dos exemplares da Ordem Characiformes (n = 33) e Siluriformes (n = 6) para ambos os ambientes epígeos e hipógeos da região de São Roque de Minas - MG.

Itens alimentares encontrados nos estômagos quantificados a partir do método de frequência de ocorrência (FO%) para as Ordem Characiformes e Siluriformes em ambos os ambientes epígeos e hipógeos de acordo com as estações seca e chuvosa. (Figura 15).

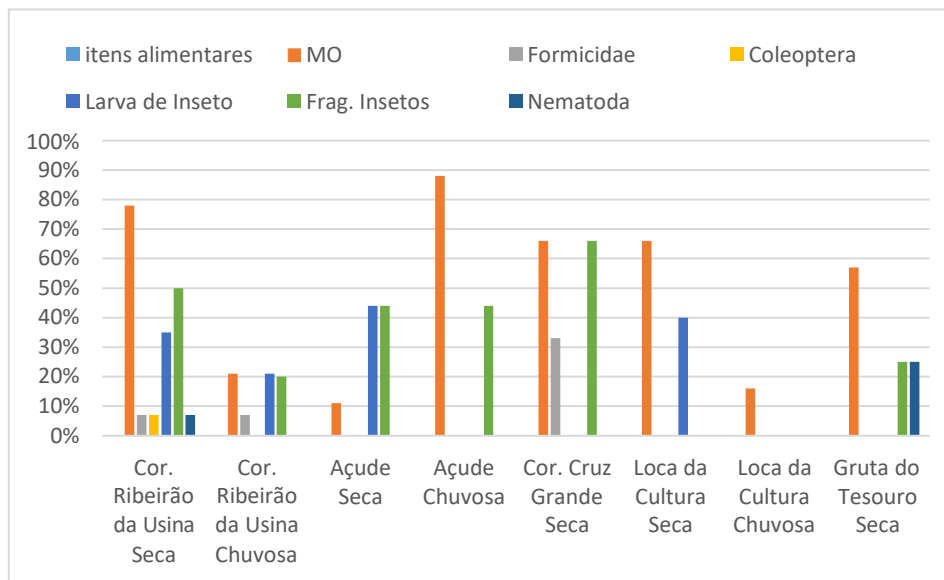


Figura 15- Frequência de ocorrência dos itens alimentares nos estômagos dos exemplares da Ordem Characiformes e Siluriformes para ambos os ambientes epígeos e hipógeos de acordo com as estações seca e chuvosa da região de São Roque de Minas - MG.

Foi possível distinguir o sexo das espécies que foram dissecadas para a análise de conteúdo estomacal. A tabela 5, apresenta dados referentes ao número de machos e fêmeas para as espécies coletadas nas cavernas Loca da Cultura e Gruta do Tesouro nos anos de 2019 e 2020. Do total de 13 exemplares analisados, 38,5% apresentaram-se maduros ou em maturação. Os comprimentos-padrão mínimo para os indivíduos em maturação foram de 37,9 mm para o macho de *Hyphessobrycon santae*, 31,9 mm para o macho de *Ituglanis* sp. e 27,9 para a fêmea de *Psalidodon rivularis*.

Tabela 5- Sexo das espécies coletadas em ambientes hipógeos, Gruta do Tesouro e Loca da Cultura. NI, sexo indeterminado.

Espécies	Gruta do Tesouro			
	Data	Fêmeas	Machos	NI
<i>Hyphessobrycon santae</i>	28/04/2019		x	
<i>Ituglanis</i> sp.	29/10/2019		x	
	29/10/2019			x
	29/10/2019		x	
<i>Ituglanis</i> sp.	13/08/2020		x	
	13/08/2020			x
	13/08/2020			x

Espécies	Loça da Cultura			
	Data	Fêmeas	Machos	NI
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	x		
	29/04/2019			x
	29/04/2019			x
	29/04/2019			x
	30/10/2019			x
	13/08/2020			x

Representado na Tabela 6 os dados referentes aos sexos dos exemplares analisados para o ambiente epígeo nos anos de 2019 e 2020. Do total de 26 exemplares analisados, 73% apresentaram-se maduros ou em maturação. Os comprimentos-padrão mínimo para os indivíduos em maturação foram de 78,1 mm para a fêmea de *Psalidodon fasciatus* e de 61,8 mm para o macho, 34,6 mm para o macho de *Piabina argentea*. e 48,5 para a fêmea, de *Psalidodon rivularis*, 30,4mm para o macho de *Psalidodon rivularis* e 35,5 mm para a fêmea e de 51,9 mm para a fêmea de *Coptodon rendalli*.

Tabela 6 - Sexo das espécies coletadas em ambientes epígeos, Cor. Ribeirão da Usina, Açude e Cor. Crus Grande. NI, sexo indeterminado.

Espécies	Cor. Ribeirão da Usina			
	Data	Fêmeas	Machos	NI
<i>Psalidodon fasciatus</i>	30/04/2019	x		
	30/04/2019		x	
<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019		x	
	30/04/2019		x	
	30/04/2019		x	
	30/04/2019		x	
	11/08/2020	x		
	11/08/2020			x
	11/08/2020			x
	11/08/2020		x	
<i>Astyanax lacustris</i>	30/04/2019			x
	30/04/2019			x
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019			x
	30/10/2019			x
	30/10/2019			x

Espécies	Açude			
	Data	Fêmeas	Machos	NI
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	x		
	30/10/2019		x	
	30/10/2019		x	
	30/10/2019		x	
	12/08/2020		x	
	12/08/2020	x		
	12/08/2020		x	
	12/08/2020		x	

<i>Coptodon rendalli</i>	30/10/2019	x		
Cor. Cruz Grande				
Espécies	Data	Fêmeas	Machos	NI
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020		x	
	13/08/2020		x	
	13/08/2020		x	

DISCUSSÃO

Os valores de precipitação anual na região de São Roque de Minas foram de 1.391 mm para o ano de 2019 e 1.390 mm para o ano de 2020, sendo os meses de Abril a Setembro a estação seca e os meses de Novembro a Fevereiro a estação chuvosa, especificando uma crescente de pluviosidade nesse período. Contudo, chuvas esporádicas são registradas durante a estação seca. Comparando-se com dados históricos para a Serra da Canastra, a pluviosidade anual varia entre 1.000 e 1.500 mm, observando que os valores se mantêm nas médias anuais para a região (SOUZA, 1993).

Contrastando os dados das variáveis ambientais epígeos e hipógeos nota-se que os valores de Temperatura e Condutividade da água não variam tanto quanto os valores de pH e Oxigênio Dissolvido. Os valores de Temperatura para a Gruta do Tesouro e o córrego Ribeirão da Usina (jusante) variaram apenas 1,1°C para o mês de Abril e 0,13°C para o mês de Agosto, para a Loca da Cultura e o Açude (montante) a temperatura variou em 2,5°C no mês de Agosto, já os valores de condutividade variam em 0,02 (ms.cm) da Gruta do Tesouro para o Córrego Ribeirão da Usina no mês de Abril e 0,001 para o mês de Agosto. Essas poucas variações são explicadas porque a condutividade acompanha os valores de temperatura, ou seja, a condutividade aumenta conforme aumenta a temperatura, que pode ocorrer a partir de reações desencadeadas na fauna aquática devido ao aumento da temperatura (CARVALHO et al., 2000).

Outra variável que está relacionada com a temperatura é o Oxigênio Dissolvido, este tende a diminuir conforme aumenta a temperatura, além da inclinação e vazão do trecho em estudo (MAIER, 1987). Para as cavernas, os valores de OD manteve uma constante em torno de 7 (mg/L), já para os córregos epígeos a variação foi notável. Para o córrego Ribeirão da Usina o valor de OD em Abril foi de 4,4 e no mês de Agosto foi de 6,4, perfazendo a tendência de menores valores em temperaturas mais elevadas.

Quanto a variável ambiental pH nota-se uma estabilidade entre seis e sete para as cavidades. Estes valores são típicos de sistemas cársticos (CULVER, 1982). Para os

trechos epígeos notou-se uma maior variação, para o córrego Açude o valor de pH foi de 5,7 e para o córrego Ribeirão de Usina chegou a 8,2. Segundo MAIER (1987) uma pequena diminuição no pH pode estar relacionado ao aumento na matéria orgânica, fato explicado quando se trata de um açude, onde há o aprisionamento de água e consequente o aumento de matéria orgânica.

Em relação a composição da comunidade, foi observada uma dominância de Characiformes, sendo de pequeno e médio porte. LOUREIRO-CRIPPA; HANHN (2006) ressaltam que a família Characidae engloba em grande parte peixes de pequeno porte, com ampla distribuição espacial e ocupando vários níveis da cadeia alimentar. Characidae foi a família com maior representatividade com cinco espécies, POMPEU; GODINHO (2003) registraram 11 espécies para a família Characidae, sendo está a mais abundante, pertencentes ao médio São Francisco. AMORIM et al. (2013) apresentaram 16 espécies pertencentes a mesma família, também sendo a mais abundante dentro das capturadas para o alto São Francisco. Cabe ressaltar que espécies alóctones estão sendo introduzidas na bacia, em reservatórios e açudes como apresentado por ALVEZ et al. (2007), para a região de São Roque de Minas, no presente trabalho registramos a ocorrência da tilápia – *Coptodon rendalli* no açude próximo a caverna Loca da Cultura.

Das cinco espécies registradas para a família Characidae apenas uma (*Hyphessobrycon santae*) foi capturada exclusivamente no ambiente hipógeo (Gruta do Tesouro), além da espécie *Psalidodon rivularis* que foi amostrada em ambos os ambientes, as demais foram amostradas somente nos trechos epígeos. Dados semelhantes foram observados por MATTOX et al. (2008), onde além da família Characidae ser a mais abundante ela também foi comumente encontrada nos ambientes epígeos, com exceção de uma única espécie (*Astyanax fasciatus*) encontrada somente na cavidade Lapa dos peixes, este estudo foi conduzido na região da Serra do Ramalho no médio São Francisco. A mesma dominância da família Characidae foi reportada por SECUTTI; BICHUETTE (2013) para a área cárstica de Presidente Olegário Alto São Francisco.

Os representantes da Ordem Characiformes abrangem quase um terço dos peixes de água doce sul-americanos, estes possuem maior diversidade quanto adaptações, tanto em flexibilidade do regime alimentar quanto a respeito ao habitat onde se vive (VAZ et al., 2000). Sendo assim a dominância da Ordem Characiformes se diz respeito a biologia evolutiva para esses peixes. As espécies registradas para a região de São Roque de Minas em duas cavidades e três córregos epígeos representam aproximadamente 4% da

ictiofauna descrita para toda a bacia e 7,6% em relação a porção de Minas Gerais da bacia do Rio São Francisco (COSTA et al., 1998; BARBOSA; SOARES, 2009).

A Ordem Siluriformes também se destacou com três famílias e quatro espécies, sendo que a espécie *Ituglanis* sp. foi capturada apenas na caverna Gruta do Tesouro e as demais foram encontradas nos dois ambientes (epígeo e hipógeo), demonstrando capacidade de dispersão e especiação, demonstrando assim que a caverna Gruta do Tesouro é de grande importância para a conservação, visto que uma espécie *Ituglanis* sp. um troglófilo está bem estabelecido dentro dela. As cavidades da América do Sul são dominadas por peixes da ordem Siluriformes, isso porque eles possuem componentes e características úteis na colonização de habitats subterrâneos, como hábitos noturno e orientação por quimio- e mecanorrecepção (TRAJANO; BICHUTTE, 2010).

Apesar da família Heptapteridae ter sido a mais abundante com duas espécies (*Phenacorhamdia* sp. e *Rhamdia* cf. *quelen*), a família a Trichomycteridae com apenas uma espécie (*Ituglanis* sp.) obteve maior número de exemplares (oito), todos encontrados somente na caverna Gruta do Tesouro. Quando se fala em riqueza ictiofaunista subterrânea, estas duas famílias apresentam grande número de espécies, fazendo do nosso país um grande potencial para o estudo desses peixes subterrâneos (TRAJANO; BICHUETTE, 2010). Os bagres do gênero *Ituglanis*, são bem representados em ambientes subterrâneos, com cinco espécies descritas (*I. passensis*, *T. bambui*, *I. epikarstivus*, *I. ramiroi* e *I. mambai*) (FERNANDEZ; BICHUETTE, 2002; BICHUETTE; TRAJANO, 2004, 2008).

MATTOX et al. (2008) reportaram a ocorrência das famílias Heptapteridae e Trichomycteridae somente em cavidades. SECUTTI; BICHUETTE (2013) apresentaram dados onde a família Heptapteridae foi encontrado somente no ambiente epígeo e a família Trichomycteridae somente no ambiente hipógeo. Em ambos os trabalhos também foram encontrados exemplares da família Loricariidae nos dois ambientes, tal como o presente trabalho onde a espécie *Hypostomus* sp. foi amostrada na Loca da Cultura e no Cor. Ribeirão da Usina. RATTON et al. (2018) obtiveram dados semelhantes para a região de Pains, no alto São Francisco.

Além dessas famílias mais abundantes também foram registradas as famílias Gymnotidae e Sternopygidae para a Ordem Gymnotiformes nos dois ambientes em estudo. TRAJANO et al. (2009) obteve o mesmo resultado quando estudou a ictiofauna para a região de Cordisburgo-MG, alto São Francisco.

Os valores de fator de condição é um indicativo quantitativo do grau de hígidez ou bem de estar do peixe, refletindo assim as condições alimentares recentes para estes indivíduos. Se o valor de “b” da relação Wt/Lt for igual a 3, o crescimento é isométrico,

se for maior que 3, é alométrico positivo e se for menor que 3 é alométrico negativo (VAZZOLER, 1996). ORSI et al. (2002) explica que se o crescimento é isométrico, o peso acompanha o crescimento em comprimento, mas se for alométrico negativo, o peso é menor que o comprimento e se for alométrico positivo o peso é maior que o comprimento.

Sendo assim, os resultados aqui apresentados para a Ordem Siluriformes, nas três espécies passíveis deste cálculo de fator de condição, observou-se que para as espécies *Phenacorhamdia* sp. e *Ituglanis* sp. obteve-se um crescimento alométrico negativo, ou seja os indivíduos apresentaram o peso menos que o crescimento. Resultados semelhantes foram descritos por BICHUETTE; TRAJANO (2008) onde a espécie *Ituglanis mambai* apresentou valores baixos de fator de condição, o mesmo foi relatado para *Pimelodella spelaea* (TRAJANO et al., 2004) onde discutiram um regime de limitação alimentar que se intensifica ao longo da estação seca, o que se reflete nos dados obtidos para a região de São Roque de Minas, onde os menores valores foram registrados na estação seca.

A espécie *Rhamdia* cf. *quelen*, embora tenha um valor alométrico negativo seu valor foi próximo de 3, indicando a ocorrência de uma tendência de boas condições alimentares, ou seja, a espécie está com um bom grau de hígidez, o mesmo foi observado por DUBOC (2003) onde registrou valores elevados para *Rhamdia quelen* em riachos da Mata Atlântica no sul do Brasil e discute que essa espécie é ativa em busca de alimentos, possuindo uma maior dimensão de nicho. Portanto explica-se o fato de a *Rhamdia* estar com condições melhores para o grau de hígidez. Esta diferença entre as espécies em relação a sua atividade no ambiente pode estar relacionada as diferentes formas de explorar o ambiente através de recursos (PIANKA, 1999).

Quando verificado os valores do fator de condição para a Ordem Characiformes, foi notado uma predisposição de valores alométricos negativos, sendo a espécie *Psalidodon fasciatus* a única com registro de crescimento alométrico positivo. BARBIERI et al. (1982) obtiveram dados parecido para a mesma espécie, o crescimento foi isométrico, discutiram que esse dado pode estar relacionado com a reprodução sendo os meses de setembro a dezembro o melhor indicativo de época reprodutiva. Portanto, os valores aqui encontrados antecedem o período de reprodução, onde os peixes armazenam mais alimento para se prepararem para a reprodução e desova.

Para o mesmo gênero *Psalidodon*, obtivemos valores discrepantes entre as espécies. Analisando o fator de condição para a espécie *Psalidodon rivularis*, que obteve um valor de crescimento alométrico negativo em todos os trechos de ocorrência, sugerindo que o

grau de disponibilidade de alimento nesses ambientes é semelhante. O mesmo foi observado para o restante das espécies de Characiformes, *Hyphessobrycon santae*, *Piabina argentea* e *Astyanax lacustris*. BICHUETTE; TRAJANO (2003) relacionam o baixo valor de fator de condição com o aprisionamento acidental em cavidades, ou seja, peixes da ordem Characiformes normalmente são encontrados acidentalmente em cavernas demonstrando sinais de inanição. Os valores de fator de condição para a Ordem Characiformes estão relacionados com a sazonalidade e época reprodutiva, BOTELHO et al. (2007) discutem maior acúmulo de gordura no outono, devido uma maior intensidade alimentar no final do inverno e na primavera, conseqüentemente menores valores de fator de condição em épocas reprodutivas que são no verão. O que corresponde aos valores encontrados no presente trabalho, sendo a concentração de duas ocasiões de coletas no verão.

A diversidade de itens alimentares é maior nos ambientes epígeos quando comparados com o ambiente hipógeo, sendo a composição da dieta formada por matéria orgânica, insetos como Formicidae e Coleoptera, fragmentos de insetos, larva de insetos e Nematoda. Foram analisados 39 estômagos abrangendo todas as espécies capturadas em todos os trechos amostrados, destes 89,7% encontravam-se repletos ou parcialmente repletos. Mudanças temporais (estações seca e chuvosa) ou em relação a ambientes epígeos e hipógeos no consumo e na abundância de itens alimentares demonstraram uma leve tendência na estação seca e em ambientes epígeos.

Para a Ordem Characiformes os itens principais das dietas das espécies foram matéria orgânica e fragmentos de insetos, o mesmo foi observado por POMPEU; GODINHO (2003) para o médio São Francisco e KNÖPEL (1970) para a Amazônia. De acordo com LOWE-MCCONNELL (1987) em riachos tropicais é comum os peixes dependerem de material alimentar como insetos e matéria orgânica. Para CASATTI; CASTRO (1998) os insetos aquáticos foram os mais importantes para a comunidade de Characiformes. Foi notado uma pequena tendência de maior abundância de itens alimentar durante a estação seca e uma diminuição no período chuvoso, de acordo com BENNEMANN et al. (2005), o ciclo hidrológico interfere na alimentação e na abundância das espécies, dados registrados no presente trabalho.

Para a Ordem siluriformes o único representante foi a espécie *Ituglanis* sp. com seis exemplares, destes três estavam como estômago vazio e o restante apresentava somente matéria orgânica, fragmentos de inseto e um deles possuía um parasita (Nematoda).

Bagres normalmente possuem uma dieta generalista/oportunista o que é esperado para animais que vivem em áreas pobres de alimentos como ambientes hipógeos, espécies da família Trichomycteridae e Heptapteridae alimentam-se em grande parte de insetos (TRAJANO, 2001). O efeito de escassez alimentar fica claro na alta proporção de espécimes capturados sem ou pouco conteúdos estomacais, TRAJANO (1997) obteve o mesmo registro para *T. itacarambienses* coletados durante a estação seca.

A ocorrência de vários exemplares da família Trichomycteridae possuem uma dieta generalista, *T. brasiliensis*, *T. areolatus*, *T. itacarambiensis* e *I. passensis* substância a ideia de que uma dieta generalista pode representar uma pré-adaptação à vida subterrânea, já presente nos ancestrais epígeos (TRAJANO, 1997; Bichuette, dados não publicados).

A relação entre dieta, fator de condição, ocorrência de espécies em determinados ambientes e análise da qualidade da água proporcionam o entendimento de limites ecológicos. Segundo STRAYER et al. (2003) esses limites podem atuar sobre as espécies, matéria ou energia de diferentes maneiras, os filtros presentes nesses limites podem ser biológicos ou físicos.

Para a maioria das espécies estudadas no presente trabalho tanto epígeo quanto hipógeo, as cavernas formam uma barreira ecológica onde a escassez alimentar representa um filtro, porque a escassez é maior dentro do que fora da cavidade, isso foi demonstrado com os valores do fator de condição. Porém temos a exceção do *Ituglanis* sp., este é o predador de topo dentro da caverna Gruta do Tesouro onde conseguiu estabelecer população. A pouca competição interespecífica e predação possibilitou o aumento dessa espécie no ambiente hipógeo quando comparadas a populações do ambiente epígeo. Além de que esses peixes possuem componentes que o ajudam nesse ambiente, como hábitos noturnos e orientação quimio-e mecanorrecepção (TRAJANO & BICHUETTE, 2010).

A escassez alimentar está relacionada também a entrada de luz na caverna, visto que nas zonas de entradas onde a presença de luz é maior a disponibilidade de alimento normalmente também seja maior (DODONOV et al. 2013). Esse fator ajuda a responder a presença de Characiformes dentro de cavidades, onde normalmente eles se encontram na zona de entrada, pois peixes dessa ordem possuem pouco ou nenhum componente que o ajudem nesse ambiente hipógeo, todas as espécies capturadas nos trechos epígeos são comumente encontradas no Rio São Francisco, e geralmente quando encontradas em ambiente hipógeo são acidentais (SATO et al., 1987). Vide a espécie *Psalidodon rivularis* onde apresentou valor de fator de condição alométrico positivo no ambiente epígeo e a

mesma espécie capturada na caverna Loca da Cultura apresentou valor alométrico negativo.

CONCLUSÃO

A ictiofauna da Serra da Canastra mostrou-se rica em relação ao número de espécies capturadas para duas cavidades em estudo, para a Gruta do Tesouro, *Ituglanis* sp. possui uma população bem estabelecida, já para a caverna Loca da Cultura as espécies capturadas demonstraram ser acidentais. Os valores de Fator de condição para a Ordem Characiformes demonstraram um melhor grau de hígidez nos córregos epígeos quando comparados as cavidades. O córrego Ribeirão da Usina demonstrou ter maior abundância em questão de itens alimentares quando comparado com os outros trechos em estudo. Filtros ecológicos, como disponibilidade de alimentos e filtros físicos como luminosidade e o próprio ambiente subterrâneo foram observados para as duas cavernas aqui estudadas, influenciando os baixos valores do fator de condição para ambas as Ordens estudadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a J.S. Gallo, B. A. Botão, A.Esguícero e J. E. Gallão pela assistência em campo; a M.S. Araújo pela edição de imagens; a L. Assis pela produção dos mapas; a A. Esguícero pela identificação dos exemplares de Characiformes; a N.S. Faria e L. Cláudio pelo acesso às cavernas em suas propriedades; a C. Polaz, E. Nunes, J.E. Gallão e T. Zepon, pelas críticas ao trabalho; J.E.Gallão pela ajuda nos gráficos de regressão; ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar (PPG-ERN UFSCar) pela infraestrutura para desenvolver o trabalho; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código de Financiamento 001 pela Bolsa e financiamento a GCR; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento a MEB (Bolsas de Produtividade em Pesquisa – processos 303715/2011-1, 308557/2014-0 e 310378/2017-6); ao Sistema Brasileiro de Biodiversidade/ICMBIO pela concessão de licença de coleta (número 28992).

REFERÊNCIAS

- ALVES C. B. M.; VIEIRA F.; MAGALHÃES A. L.; BRITO M. F. G. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In: BERT, T.M. (ed). **Ecological and genetic implications of aquaculture activities**. Dordrecht: Springer, pp. 291–314, 2007.
- AULER, A.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. As grandes cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisa Espeleológica, 2001.
- AMORIM, N. P. L.; GIONGO, P.; BELEI, F.; SAMPAIO, W. M. S. Inventário da Ictiofauna do rio Santa Catarina (bacia do Rio São Francisco) no município de Vazante, Minas Gerais. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, 4(1):14-21, 2013.
- ARRATIA, H. G. Origin and Phylogenetic Interrelationships of Teleosts. **Verlag Dr.FRIedrich Pfeil**, München, Germany, 2010.
- BAGENAL, T. B.; TESCH, A. T. Conditions and growth patterns in fresh water habitats. **Blackwell Scientific publications, Oxford. Retrieved**, v. 18, p. 09-16, 1978.
- BARBIERRI, G. S.; DOS SANTOS, M. V. R.; MALAVOLTA, J. Época de reprodução e relação peso-comprimento de duas espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae), 1057-1065 p. 1982.
- BARBOSA, J. M.; SOARES, E. C. Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco: Estudo Preliminar. **Revista Brasileira de Engenharia da Pesca**, 4(1):155-172, 2009.
- BASILE-MARTINS, M. A.; CIPÓLI, M. N.; GODINHO, H. M. Alimentação do mandi *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) de trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, vol. 13, no. 1, p. 17-19, 1983.
- BENNEMANN, S. T.; GEALH, A. M.; ORSI, M. L.; SOUZA, L. M. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Série Zoologia, Porto Alegre**, v. 95, n. 3, p. 247-254, 2005.
- BENNEMANN, S. T.; CASATTI, L.; OLIVEIRA, D. C. D. E. Alimentação de peixes: proposta para análise de itens registrados em Conteúdos gástricos. **Biota Neotropica**, v.6, n.2, p.1-8, 2006.
- BICHUETTE, M. E.; TRAJANO, E. Epigean and subterranean ichthyofauna from the São Domingos karst area, Upper Tocantins River basin, Central Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 63, n. 5, p. 1100-1121, 2003.
- BICHUETTE, M. E.; TRAJANO, E. *Ituglanis mambai*, a new subterranean catfish from a karst area of Central Brazil, Rio Tocantins basin (Siluriformes: Trichomycteridae). **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 1, p. 9–15, 2008.
- BOCKMANN, F. A.; CASTRO, R. M. C. The blind catfish from the caves of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil (Siluriformes: Heptapteridae): Description, anatomy, phylogenetic relationships, natural history, and biogeography. **Neotropical Ichthyology**,

v. 8, n. 4, p. 673–706, 2010.

BOTELHO, M. L. L. A.; GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. "Feeding of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829)(Characiformes) in the Serra do Mar State Park-Santa Virgínia Unit, São Paulo, Brazil." **Brazilian Journal of Biology**, 67.4, 741-748 p, 2007.

BRASIL, Resolução CONAMA. 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional (in Portuguese), 2005.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, 23(5): 618-622, 2000.

CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. **Ichthyological exploration of freshwaters**, v. 9, p. 229-242, 1998.

COSTA, C. M. R.; G. HERMANN; C. S. MARTINS; L. V. LINS, I. R.; LAMAS (org.). Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 94,1998.

CULVER, D. C. Cave life: Evolution and ecology. **Cambridge, Harvard University**, 189 p, 1982.

De PINNA, M. C. A new subfamily of Trichomycteridae (Teleostei, Siluriformes), lower loricarioid relationships and a discussion on the impact of additional taxa for phylogenetic analysis. **Zoological Journal of the Linnean Society**, p. 175-229, 1992.

De Pinna, M. C., Helmer, J. L., Britski, H. A., & Nunes, L. R. A new species of *Trichogenes* from the rio Itapemirim drainage, southeastern Brazil, with comments on the monophyly of the genus (Siluriformes: Trichomycteridae). **Neotropical Ichthyology**, v. 8(4), p. 707-717, 2010.

DODONOV, P. et al. Avaliação in situ do aporte de alimento nas diferentes zonas de uma caverna: estudo de caso e recomendações metodológicas. **Revista da Biologia**, v. 10, n. 2, p. 8–12, 2013.

DUBOC, L. F. Ecologia de bagres heptapterídeos no rio Morato, Guaraqueçaba-PR (Siluriformes: Heptapteridae), 2003.

FERNANDEZ L.; BICHUETTE, M. E. A new cave dwelling species of *Ituglanis* from the São Domingos karst, central Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, 13: 273 – 278 p, 2002.

FERRI, M. G.; MOTOYAMA, S. História das ciências no Brasil. In: História das ciências no Brasil. 1980. p. 468-xiii, 468.

FRICKE, R.; GOLANI, D.; APPELBAUL-GOLANI, B.; ZAJONZ, U. New record of the red scorpionfish, *Scorpaena scrofa* (actinopterygii: scorpaeniformes: scorpaenidae) from

deep waters off israel, gulf of aqaba, red sea. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 50, n. 3, 2020.

HELFMAN, G. S. et al. **The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology**. Second Edi ed. [s.l.] John Wiley & Sons, 2009.

JUNK, W. J. & R. L. WELCOMME. Floodplains, p. 491-524. In: B. C. PATTEN (ed.). *Wetlands and shallow continental water bodies*. The Hague: **Academic Publishing**, v. 1, p. 759, 1990.

KNOPEL, H. A. Food of Central Amazonian fishes; contribution to the nutrient ecology of Amazonian rain-forest-streams. **Amazoniana** 2:257-352 p, 1970.

LOUREIRO-CRIPPA, V. E.; HAHN, N. S. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (Rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. **Neotrop. Ichthyol.** 4(3):357-362, 2006.

LOWE MC-CONNELL, R. H. Ecological studies in tropical fish communities. **Cambridge Univ. Press**, Cambridge, 382 pp, 1987.

LOWE-McCONNELL, R. H. *Fish communities in tropical freshwaters*. London: **Longman**, p. 337, 1975.

MAIER, M. H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55" - 48°55"W; 22°30" - 21°55"S - Brasil): qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**, 39(2): 164-185, 1987.

MATTOX, G. M. T. et al. Surface and subterranean ichthyofauna in the Serra do Ramalho karst area, northeastern Brazil, with updated lists of Brazilian troglobitic and troglophilic fishes. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 145–152, 2008.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos. **Technical Books Editora**, 2010.

NELSON, J. S. **Fishes of the World**. Fourth Edi ed. [s.l.] John Wiley & Sons, 2006. v. 3
NIKOLSKI, G. V. **The ecology of fishes**. 1963.

ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A.; SILVA-SOUZA, A. T. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. A bacia do rio Tibagi. Londrina: **UEL**, p. 425-432, 2002.

PIANKA, E. R. *Evolutionary Ecology* (6th Editon). 1999.

POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco. In *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais* (H.P. Godinho & A.L. Godinho, orgs.). **PUC Minas Gerais, Belo Horizonte**, p. 167-181, 2013.

RAFAEL, J. A. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. 2012.

RATTON, P.; FERREIRA, R. L.; POMPEU, P. S. Fish community of a small karstic Neotropical drainage and its relationship with the physical habitat. **Marine and Freshwater Research**, 2018.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; AMORIN, J. C. C. Peixes das lagoas marginais de São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais), 42 p, 1987.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**, p. 401–413, 1999.

SECUTTI, S.; BICHUETTE, M. E. Ictiofauna da área cárstica de Presidente Olegário, estado de Minas Gerais, com ênfase nas espécies subterrâneas. **Revista da Biologia**, v. 10, n. 2, p. 13–20, 2013.

STRAYER, D. L.; POWER, M. E.; FAGAN, W. F.; PICKETT, S. T. A.; BELNAP, J. A classification of Ecological Boundaries, 723-729 p, 2003.

TRAJANO, E. **Food and reproduction of Trichomycterus itacarambiensis, cave catfish south-eastern Brazil**, 1997.

TRAJANO, E. Ecology of subterranean fishes: An overview. **Environmental Biology of Fishes**, v. 62, n. 1–3, p. 133–160, 2001.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. **Biologia subterrânea**. 2006.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Population ecology of cave armoured catfish , *Ancistrus cryptophthalmus* Reis 1987 , from central Brazil (Siluriformes : Loricariidae). **Ecology of Freshwater fish**, v. 16, p. 105–115, 2007.

TRAJANO, E.; SECUTTI, S.; MATTOX, G. M. T. Epigeal and subterranean ichthyofauna in Cordisburgo karst area, eastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 3, p. 277-281, 2009.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. **Subterranean Biology**, v. 7, p. 1–16, 2010.

TRAJANO, E.; REIS, R. E.; BICHUETTE, M. E. *Pimelodella spelaea*: A New Cave Catfish from Central Brazil, with Data on Ecology and Evolutionary Considerations (Siluriformes: Heptapteridae), n. 2, p. 315–325, 2004.

TRAJANO, E.; SECUTTI, S.; MATTOX, G. M. T. Epigeal and subterranean ichthyofauna in Cordisburgo karst area, eastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 277–281, set. 2009.

UIEDA, V. S. Regime alimentar, distribuição espacial e temporal de peixe (teleostei) em um riacho na região de Limeira, São Paulo. 1983.

VAZ, M. M.; TORQUATO, V. C.; BARBOSA, N. D. C. Guia ilustrativo de peixes da bacia do Rio Grande. CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais e CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerias, Belo Horizonte, 2000.

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

WELCOMME, R. L. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. New York: **Longman**, p. 317, 1979.

WELCOMME, R. L. River Fisheries FAO Fish Tech. **Paper**, v. 262, p. 330, 1985.

WOOTON, R.J. Fish ecology. New York: **Chapman and Hall**, p. 212, 1992.

ZAVALA-CAMIN, L. A. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. 1996.

Anexo 1.

Táxons	Data de coleta	Comprimento-padrão (mm)	Peso (g)	Fator de Condição
Gruta do Tesouro				
<i>Hyphessobrycon santae</i>	28/04/2019	39,1	1,3	2,73
<i>Hyphessobrycon santae</i>	28/04/2019	37,3	0,9	1,96
<i>Hyphessobrycon santae</i>	28/04/2019	32,3	0,8	1,96
<i>Ituglanis</i> sp.	29/10/2019	32,6	0,6	1,25
<i>Ituglanis</i> sp.	29/10/2019	66,9	2,7	3,30
<i>Ituglanis</i> sp.	29/10/2019	32,4	0,4	0,83
<i>Ituglanis</i> sp.	11/08/2020	28,5	0,2	0,48
<i>Ituglanis</i> sp.	13/08/2020	31,4	0,3	0,67
<i>Ituglanis</i> sp.	13/08/2020	20,2	0,1	0,30
<i>Ituglanis</i> sp.	13/08/2020	29,8	0,3	0,70
<i>Ituglanis</i> sp.	13/08/2020	58,2	1,5	2,10
Loça da Cultura				
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	29,2	0,5	1,04
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	25,8	0,3	0,67
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	26,0	0,4	0,89
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	31,7	0,5	0,99
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	29,9	0,5	1,02
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	48,7	2,4	3,56
<i>Psalidodon rivularis</i>	29/04/2019	23,6	0,3	0,70
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	27,5	0,3	0,29
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	31,1	0,5	0,47

<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	34,5	0,8	0,72
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	33,5	0,4	-
<i>Phenacorhamdia</i> sp.	29/04/2019	29,4	0,4	-
<i>Phenacorhamdia</i> sp.	29/04/2019	25,1	0,3	-
<i>Hypostomus</i> sp.	29/04/2019	89,2	16	-
<i>Eigenmannia trilineata</i>	30/10/2019	79,7	2,1	-
<i>Rhamdia</i> cf. <i>quelen</i>	30/10/2019	200	90	-

Córrego Ribeirão da Usina

<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019	47,1	1,8	2,95
<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019	42,7	1,3	2,30
<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019	35,2	0,7	1,42
<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019	32,7	0,6	1,28
<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019	30,9	0,5	1,11
<i>Piabina argentea</i>	30/04/2019	49,6	1,2	1,89
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	47,9	1,9	3,44
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	49,6	2,1	3,69
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	32,5	1,0	2,51
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	40,0	1,0	2,11
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	38,5	1,0	2,18
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	35,0	1,1	2,60
<i>Piabina argentea</i>	11/08/2020	34,7	0,8	1,90
<i>Psalidodon fasciatus</i>	30/04/2019	80,2		11,76
			11,0	
<i>Psalidodon fasciatus</i>	30/04/2019	64,9	5,3	6,78
<i>Psalidodon fasciatus</i>	30/04/2019	50,9	2,5	3,89

<i>Psalidodon fasciatus</i>	30/10/2019	79,5	12,0	12,93
<i>Astyanax lacustris</i>	30/04/2019	29,8	0,7	1,62
<i>Astyanax lacustris</i>	30/04/2019	23,1	0,4	1,10
<i>Astyanax lacustris</i>	30/04/2019	29,6	0,8	1,86
<i>Astyanax lacustris</i>	11/08/2020	44,4	2,5	-
<i>Hoplias</i> sp.	30/04/2019	97,3	15,0	-
<i>Hypostomus</i> sp.	30/04/2019	33,6	1,2	-
<i>Hypostomus</i> sp.	30/10/2019	41,6	1,9	-
<i>Gymnotus</i> sp.	30/04/2019	118,9	9,0	-
<i>Gymnotus</i> sp.	30/04/2019	135,5	10,0	-
<i>Phenacorhamdia</i> sp.	30/04/2019	17,3	0,1	0,33
<i>Phenacorhamdia</i> sp.	30/04/2019	33,3	0,5	1,08
<i>Phenacorhamdia</i> sp.	30/04/2019	31,6	0,5	1,12
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	19,8	0,1	0,43
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	23,8	0,1	0,37
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	19,0	0,1	0,45
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	18,6	0,1	0,46
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	21,1	0,1	0,41
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	22,5	0,2	0,78
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	18,2	0,1	0,46
<i>Rhamdia</i> cf. <i>quelen</i>	30/10/2019	46,3	1,5	2,93

<i>Rhamdia cf. quelen</i>	30/10/2019	49,4	1,8	3,32
<i>Rhamdia cf. quelen</i>	30/10/2019	34,2	1,0	2,56
<i>Rhamdia cf. quelen</i>	30/10/2019	40,8	1,2	2,63
<i>Rhamdia cf. quelen</i>	11/08/2020	36,6	0,5	-

Açude

<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	79,6	10,4	10,22
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	70,1	9,0	9,75
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	39,4	1,8	2,92
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	38,4	1,5	2,47
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	41,5	1,8	2,82
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	39,3	1,8	2,92
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	32,1	1,7	3,13
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	29,6	0,5	0,96
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	31,5	0,7	1,30
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	25,5	0,4	0,83
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	24,3	0,3	0,64
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	23,1	0,3	0,66
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	31,0	0,5	0,94
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	29,6	0,7	1,35
<i>Psalidodon rivularis</i>	30/10/2019	28,9	0,3	0,58
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	20,0	0,1	0,18
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	30,1	0,6	0,93
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	49,5	2,8	3,35
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	37,2	0,9	1,26
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	49,6	3,0	3,58

<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	29,8	0,8	1,25
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	30,5	0,7	1,08
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	45,4	1,0	1,26
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	32,3	0,6	0,90
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	28,4	0,6	0,96
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	32	0,7	1,06
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	34,4	0,8	1,17
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	35,7	0,8	1,15
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	36,2	0,9	1,28
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	30,5	0,6	0,93
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	34,7	1,0	1,45
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	31,5	0,7	1,07
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	33,1	0,9	1,34
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	32,4	0,6	0,90
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	32,2	0,5	0,75
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	30,4	0,7	1,08
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	28,5	0,5	0,80
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	30,7	0,8	1,23
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	29,6	1,0	1,57
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	27,2	0,9	1,47
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	29,1	0,4	0,63
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	21,6	0,1	0,18
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	22,6	0,1	0,18
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	21,5	0,1	0,18
<i>Psalidodon rivularis</i>	12/08/2020	18,8	0,1	0,19
<i>Coptodon rendali</i>	30/10/2020	53,0	5,0	-

Córrego Cruz Grande

<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	49,9	2,0	2,54
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	40,1	1,5	2,17
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	44,9	1,7	2,30
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	45,0	2,2	2,97
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	40,0	1,3	1,88
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	32,1	0,2	0,33
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	33,5	1,0	1,60
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	29,8	0,4	0,68
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	33,5	0,5	0,80
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	33,5	0,6	0,96
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	25,4	0,3	0,55
<i>Psalidodon rivularis</i>	13/08/2020	26,8	0,4	0,72
