



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE AQUÁTICA
CONTINENTAL - CEPTA**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto
Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - PIBIC/ICMBio**

Relatório Final

(2020-2021)

**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS ÚMIDAS COM OCORRÊNCIA
DE PEIXES RIVULÍDEOS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO NO
CERRADO.**

Estudante: Monique Priscila Bezerra

Orientador: Wellington Adriano Moreira Peres

Coorientadora: Izabel C. Boock de Garcia

Instituição do coorientador: ICMBio/CEPTA

Pirassununga

Agosto/2021

RESUMO

Rivulidae, com 468 espécies válidas, é uma família de peixes de pequeno porte, endêmica das Américas. A maioria das espécies possui ciclo de vida anual ou sazonal. Na portaria MMA n° 445/2014 constam 125 espécies de rivulídeos ameaçadas de extinção. Essas espécies ocorrem em áreas altamente vulneráveis às atividades humanas, devendo ser frequentemente monitoradas para evitar perda de espécies. Nesse sentido, o presente estudo avaliou alterações da cobertura vegetal em áreas de ocorrência de seis espécies de Rivulidae ameaçadas de extinção da bacia do rio São Francisco. A cobertura vegetal foi avaliada em 17 Ottobacias de nível 7, que somam 1.087 km², com ocorrência de pelo menos uma dessas espécies, por meio do índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI). Em 2016 o NDVI mostrou que 1,19% dos 1087 km² eram cobertos por água, 12,95% por solo exposto, 29,85% por cobertura vegetal baixa, 42,35% por cobertura vegetal moderada e 13,63% por cobertura vegetal alta. No ano de 2021 foi verificada redução de 6,05% na cobertura de água, 10,85% do solo exposto, 7,96% de cobertura vegetal moderada e, 10,09% da cobertura vegetal alta. Por outro lado, houve incremento de 15,83% da cobertura vegetal baixa. Essas alterações estão ligadas aos diferentes usos do solo, com destaque para as áreas convertidas em pastagens, bem como a seca que a região tem enfrentado nos últimos dois anos. A redução nas áreas com cobertura vegetal moderada e alta indicam a diminuição na qualidade do habitat das espécies, corroborando as informações do livro vermelho.

Palavras-chaves: Rivulidae; NDVI; PAN Rivulídeos.

ABSTRACT

Rivulidae, with 468 valid species, is a family of small fish, endemic to the Americas. Most species have an annual or seasonal life cycle. Ordinance MMA n° 445/2014 contains 125 species of rivulids threatened with extinction, occurring in areas highly vulnerable to human activities, and must be frequently monitored to avoid loss of species. In this sense, this study evaluated changes in vegetation cover in areas of occurrence of six species of Rivulidae threatened with extinction in the São Francisco river basin. The vegetation cover was evaluated in 17 level 7 Ottobasins, which add up to 1,087 km², with the occurrence of at least one of these species, through the normalized difference vegetation index (NDVI). In 2016, the NDVI showed that 1.19% of the 1087 km² were covered by water, 12.95% by exposed soil, 29.85% by low vegetation cover, 42.35% by moderate vegetation cover and 13.63% by cover tall vegetable. In 2021 there was a reduction of 6.05% in water coverage, 10.85% of exposed soil, 7.96% of moderate vegetation cover and 10.09% of high vegetation cover. On the other hand, there was an increase of 15.83% in low vegetation cover. These changes are linked to different land uses, with emphasis on areas converted into pastures, as well as the drought that the region has faced in the last two years. The reduction in areas with moderate and high vegetation cover indicate a decrease in the quality of the species' habitat, corroborating the information in the red book.

Keywords: Killifish; NDVI; Red List.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS, TABELAS

Tabela 1- Lista das espécies de peixes rivulídeos ameaçados de extinção na porção de Cerrado da bacia hidrográfica do rio São Francisco, estado de Minas Gerais.....	09
Figura 1- Mapa da área de estudo.....	09
Figura 2- Cobertura de vegetação na área de ocorrência de peixes rivulídeos ameaçados de extinção no bioma Cerrado, bacia do rio São Francisco, em 2016 e 2021 (Imagens de Satélite Landsat-8, bandas 4-5; órbita/ponto 219 070, 219 071, 219 072, em 07/07/2016 e 19/06/2021).....	11,12 e 13
Tabela 2- Valores referentes a área total de 17 Ottobacias e 5 classes, entre 2016 e 2021.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. OBJETIVOS.....	08
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	08
4. RESULTADOS.....	09
5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	14
6. RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO.....	15
7. AGRADECIMENTOS.....	16
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

A família Rivulidae (ordem Cyprinodontiformes) é uma das quatro mais diversificadas entre as 39 famílias de peixes de água doce do Brasil. Ocorre nas Américas, do sul da Florida até a Argentina, e possui atualmente 456 espécies válidas (ICMBIO, 2013; FRICKE, ESCHMEYER & FONG, 2020). Apresentam corpo cilíndrico alongado de 2 a 11 cm de comprimento padrão, cabeça achatada, boca levemente para cima, ausência de espinhos nas nadadeiras, nadadeira caudal arredondada, e dimorfismo sexual. Apresentam também cores vistosas e nadadeiras alongadas nos machos, sendo de grande interesse na aquarofilia (COSTA, 1998).

Os peixes desta ordem são popularmente chamados de killifish, uma derivação da palavra holandesa "Kilde", que significa riacho ou poça, uma alusão às poças temporárias e charcos onde a maioria dos animais são encontrados (SÁNCHEZ et al, 2013). Embora a muitos dos membros da família sejam sazonais, existem espécies não anuais que habitam brejos e riachos perenes, sendo encontradas durante todo o ano (ICMBIO, 2013; COSTA, 2010a).

Os rivulídeos anuais, ou peixes anuais, se reproduzem na estação chuvosa e enterram seus ovos no substrato e quando o ambiente seca, todos os peixes morrem, restando apenas os ovos, em diapausa, que irão eclodir na próxima estação chuvosa, iniciando um novo ciclo (ICMBIO, 2013).

A destruição de habitats relacionada às atividades humanas, como agricultura, pecuária, represamentos e urbanização tem comprometido a sobrevivência dessas espécies. De fato, na portaria MMA nº 445/2014, são listadas 125 espécies de rivulídeos ameaçados de extinção, o que corresponde a 40% do total das espécies ameaçadas de peixes de água doce do Brasil (BRASIL, 2014).

Na bacia do rio São Francisco são reconhecidas 26 espécies de Rivulidae ameaçadas de extinção (SALVE, 2021; GBIF, 2021), entre elas *Hypsolebias guanambi* (Costa & Amorim 2011), *Hypsolebias hellneri* (Berkenkamp 1993), *Hypsolebias magnificus* (Costa & Brasil 1991), *Hypsolebias nielseni* (Costa 2005), *Hypsolebias rufus* (Costa, Nielsen & de Luca 2001) e *Hypsolebias stellatus* (Costa & Brasil 1994).

Hypsolebias guanambi ocorre em duas poças sazonais próximas as margens da BR – 030 no município de município de Guanambi/BA (Figura 1). A distribuição restrita e ameaças como a possibilidade de acidentes na estrada que leve a contaminação da água,

extração ilegal de argila e coleta ilegal com fins ornamentais, justificam a categorização do risco de extinção da espécie como Vulnerável (VU) (ICMBIO, 2018).

Hypsolebias hellneri possui registros de ocorrência em sete poças sazonais próximas as margens do médio rio São Francisco, entre os municípios de Francisco/MG e Malhadas/BA (Figura 1) (SALVE, 2021). Entretanto, atualmente a espécie tem sido encontrada em somente três localidades: Itacarambi/MG, Mocambinho/MG e Malhada/BA (ICMBIO, 2018). O desaparecimento das demais populações da espécie decorre da destruição das poças por atividades agrícolas com drenagem, contaminação por agrotóxicos e desmatamento, além da coleta ilegal com fins ornamentais (ICMBIO, 2018). Essas ameaças justificam a categorização do risco de extinção de *H. hellneri* como Em Perigo (EN) (ICMBIO, 2018).

Hypsolebias magnificus possui registros de ocorrência em cinco localidades nas várzeas do médio rio São Francisco, entre os municípios de Jaíba/MG e Malhada/BA (Figura 1) (SALVE, 2021). Recentemente a espécies tem sido encontrada somente em três localidades: Gameleiras/MG, Jaíba/MG e Malhada/BA (ICMBIO, 2018). Nas demais localidades a espécie desapareceu em decorrência de atividades agrícolas, tais como drenagem das várzeas, desmatamento e contaminação das águas por agrotóxicos, além da coleta por aquaristas (ICMBIO, 2018).

Hypsolebias nielsenii possui dois registros de ocorrência na várzea do rio São Francisco na área urbana do município de Pirapora/MG (Figura 1). Um desses registros é um alagado localizado a pouco mais de 200 m da margem direita do rio São Francisco, o qual foi severamente impactado pelo aterro da rodovia BR 365 e pela deposição irregular de entulho da construção civil e lixo doméstico. O outro registro está localizado em uma poça sazonal na porção leste de Pirapora. A distribuição restrita e destruição dos habitats de *H. nielsenii* justificam a categorização do risco de extinção da espécie como Em Perigo (EN) (ICMBIO, 2018).

Hypsolebias rufus possui apenas um registro de ocorrência em uma poça temporária localizada a cerca de 2000 m do rio São Francisco às margens da rodovia MG – 674, município de Ibiaí/MG (Figura 1). A distribuição restrita e ameaças como a possibilidade de acidentes na estrada que leve a contaminação da água e destruição de habitat, justificam a categorização do risco de extinção da espécie como Criticamente em Perigo (CR) (ICMBIO, 2018).

Hypsolebias stellatus pode ser encontrada em várias poças temporárias ao longo da várzea do rio São Francisco no município de São Francisco/MG (ICMBIO, 2018; SALVE, 2021) (Figura 1). A espécie também ocorre no município de Bonfinópolis de Minas/MG (ICMBIO, 2018). Os principais vetores de ameaças a conservação de *H. stellatus* estão relacionadas a expansão urbana e atividades agrícolas, que destroem ou danificam as poças temporárias onde a espécie vive. Em razão dessas ameaças *H. stellatus* teve o risco de extinção categorizado como Em Perigo (EN) (ICMBIO, 2018).

Uma das estratégias adotadas pelo ICMBio para diminuir as ameaças à essas espécies foi a elaboração do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Peixes Rivulídeos Ameaçados de Extinção – PAN Rivulídeos, aprovado em 2013 e que atualmente está em fase de planejamento para um segundo ciclo, com previsão de publicação em 2020, sob coordenação do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental – CEPTA.

O avanço das tecnologias relacionadas às informações geográficas obtidas por sensoriamento remoto tem fornecido importantes ferramentas para o monitoramento de ambientes naturais e das alterações antrópicas nos ecossistemas (FEITOSA et al, 2004; LEDA et al, 2016). Com a utilização dessas ferramentas é possível identificar a origem e as características dos agentes que modificam o espaço, permitindo o mapeamento e a verificação da extensão e da intensidade das alterações provocadas pelo homem (LOCH; KIRCHNER, 1988). Entre as diversas possibilidades de aplicação de dados de sensoriamento remoto no monitoramento ambiental, se destacam os estudos referentes à análise de cobertura do solo com a obtenção de índices de vegetação que possibilitam avaliar a dinâmica de alterações em um determinado ambiente ao longo do tempo (JENSEN, 2000).

Dentre as técnicas de tratamento e processamento de imagens digitais que possibilitam a exploração de dados de sensores remotos, destaca-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que permite identificar a presença de vegetação e caracterizar sua distribuição espacial e sua evolução no decorrer do tempo (LOBATO et al., 2010).

Este índice é obtido pela razão entre a diferença da média da reflectância do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (R), derivados da subtração e soma dos mesmos canais, dados pela seguinte equação:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Onde: NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; NIR = banda do infravermelho próximo; R = banda do vermelho (COSTA et al, 2020).

Os valores de NDVI variam de -1 a 1, sendo que os valores negativos normalmente indicam a presença de corpos d'água, valores positivos baixos indicam solo exposto e valores mais elevados indicam diferentes densidades de vegetação.

Considerando que as principais ameaças aos rivulídeos estão relacionadas à destruição de habitats por atividade antrópica, pretende-se avaliar o uso e ocupação do solo nas áreas de ocorrência dos rivulídeos ameaçados de extinção no bioma Cerrado, utilizando índices de vegetação, priorizando áreas que necessitem de ações de conservação (tema 11 - Identificação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas sobre a biodiversidade e medidas de mitigação que afetem UCs ou espécies da fauna ameaçada).

2. OBJETIVOS

Avaliar o uso e ocupação do solo nas áreas de ocorrência dos rivulídeos ameaçados de extinção no bioma Cerrado, especialmente na bacia do rio São Francisco, através da análise temporal de imagens de satélite, utilizando como referência os índices de vegetação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange os registros de ocorrência de espécies de rivulídeos ameaçados de extinção na bacia hidrográfica do rio São Francisco, no trecho entre os municípios de Pirapora/MG e Malhada/BA (Figura 1). Esses registros de ocorrência foram obtidos na base de dados do PAN Rivulídeos e no Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade (SALVE, 2021).

As áreas com provável relevância para a conservação das espécies de Rivulidae foram definidas por meio da seleção das Ottobacias nível 7 onde há registro de pelo menos uma população de rivulídeos.

O mapeamento da cobertura do solo foi realizado por meio de processamento e classificação de imagens coletadas pelos sensores embarcados no satélite Landsat-8, disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Foram selecionadas 3 cenas (órbita/ponto 219/070, 219/071, 219/072) de 07 de julho de 2016 e 21 de junho de 2021, que foram processadas para a correção do número digital

(DN) para reflectância do topo da atmosfera para em seguida gerar o NDVI. Os processamentos foram realizados por meio dos softwares gratuitos QGis versão 3.10.10 e Google Earth Pro versão 7.3.4.8248.

Os valores de NDVI foram divididos em cinco classe: classe I (água) de -1 a -0,1; classe II (solo exposto) de -0,1 a 0,3; classe III (cobertura vegetal baixa) de 0,3 a 0,4; classe IV (cobertura vegetal moderada) de 0,4 a 0,55 e; classe V (cobertura vegetal alta) de 0,55 a 1. As classes foram validas por meio da avaliação de imagens de alta resolução disponíveis nos QGis versão 3.10.10 e Google Earth Pro versão 7.3.4.8248.

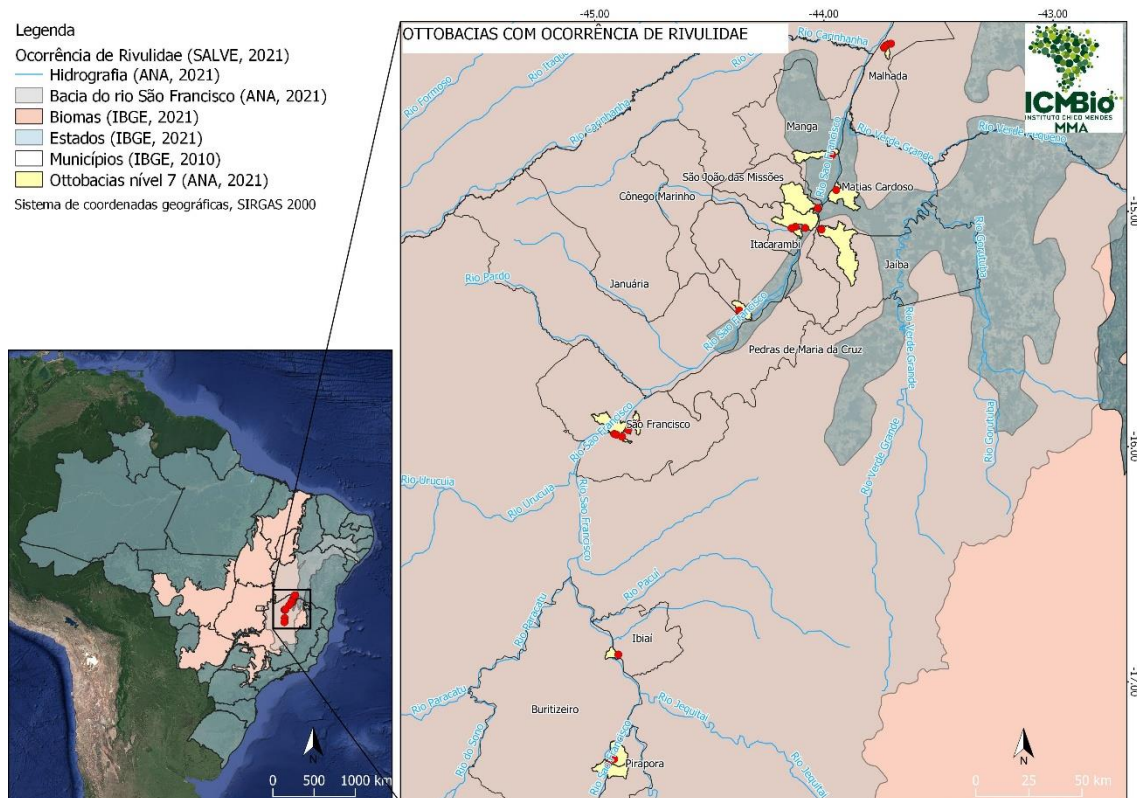


Figura 1- Mapa da área de estudo.

4. RESULTADOS

Foram identificados no sistema Salve 21 registros de ocorrência de seis espécies do gênero *Hypsolebias* ao longo da área de estudo, conforme apresentadas na Tabela 1. Esses registros de ocorrência estão distribuídos em 17 Ottobacias de nível 7, as quais tiveram as áreas avaliadas quanto a cobertura vegetal (Figura 2, Tabela 2).

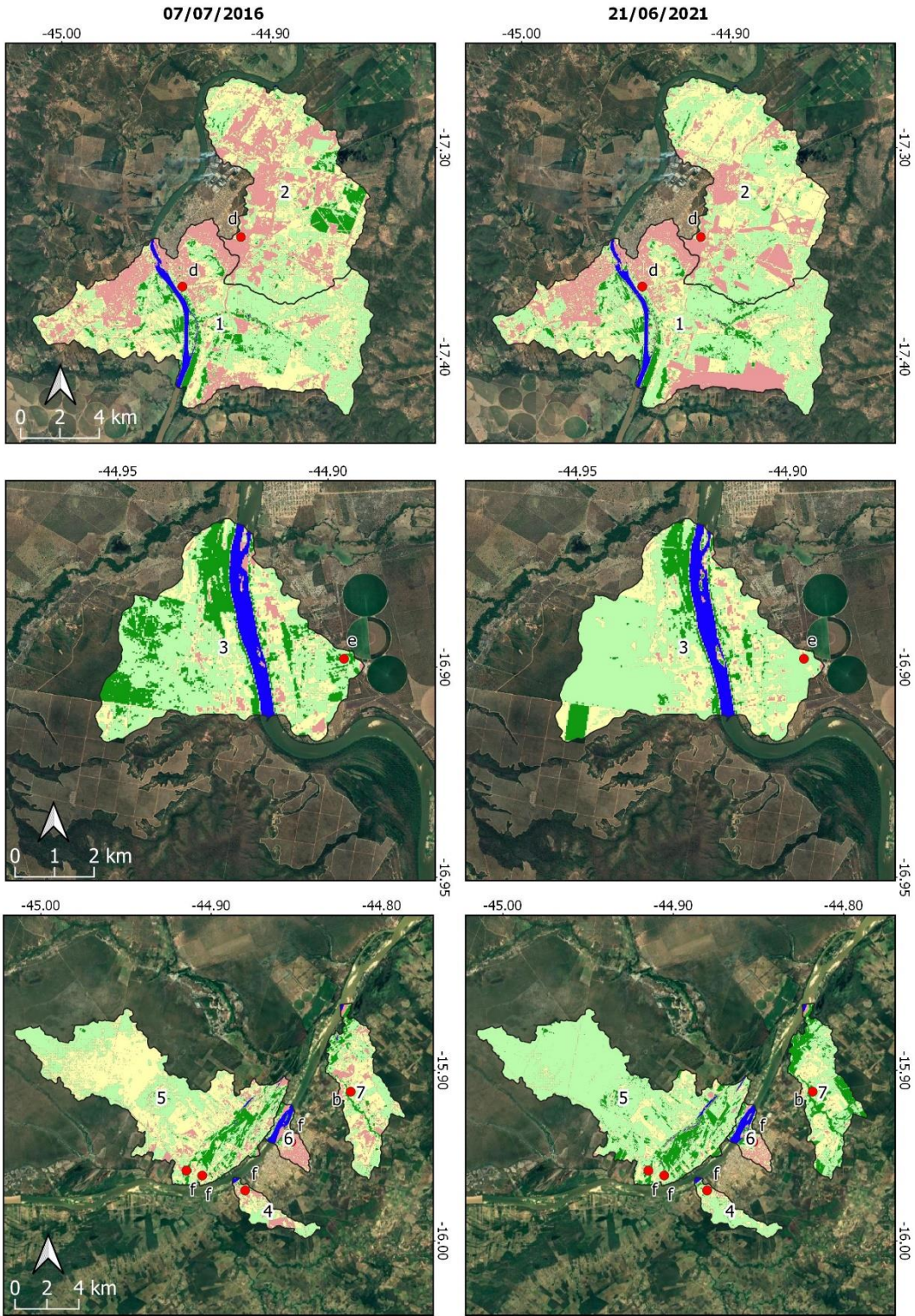
Em 2016 o NDVI mostrou que os 1,19% dos 1087 km² eram da classe I, 12,95% da classe II, 29,85% da classe III, 42,35% da classe IV e 13,63% da classe V. No ano de 2021 foi verificada redução de 6,05% da classe I, 10,85% da classe II, 7,96% da classe

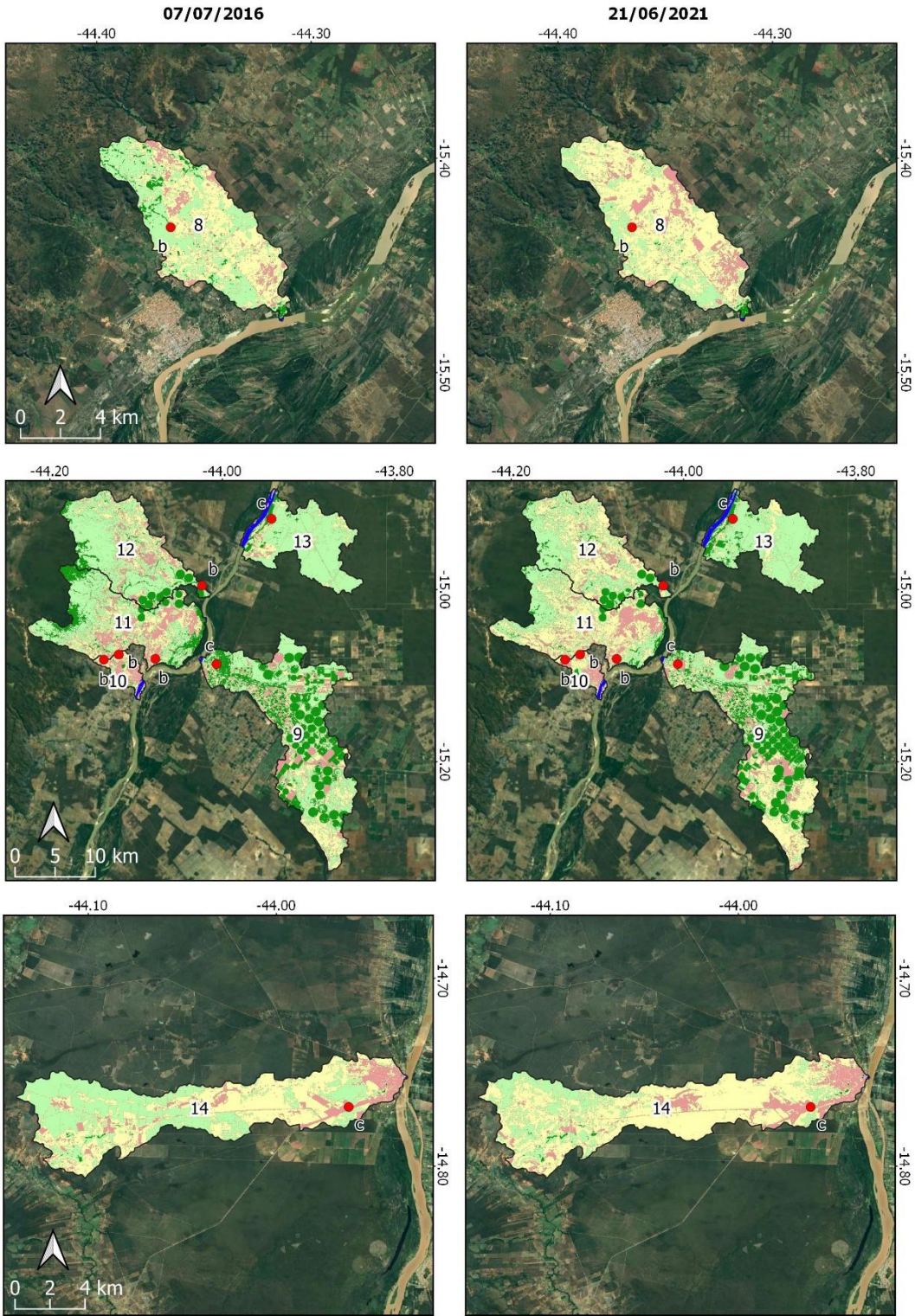
IV e, 10,09% da classe V. Por outro lado, houve incremento de 15,83% da classe III (Tabela 2).

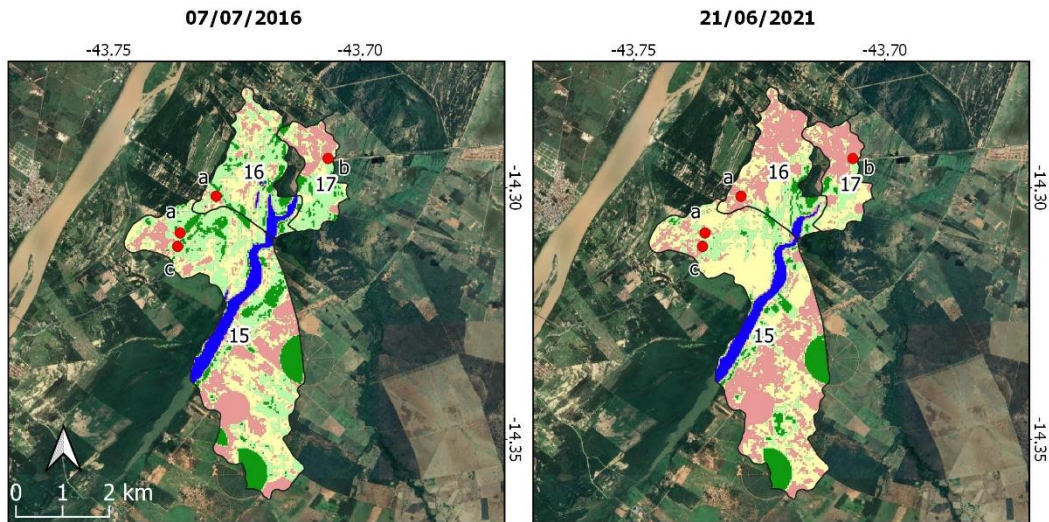
Tabela 1- Lista das espécies de peixes rivulídeos ameaçados de extinção na porção de Cerrado da bacia hidrográfica do rio São Francisco, estados de Minas Gerais e Bahia.

Espécies	Categoria de Ameaça (Portaria MMA nº 445/2014)	Municípios (Estado)
<i>Hypsolebias guanambi</i> (Costa & Amorim, 2011)	Vulnerável (VU)	Guanambi (BA)
<i>Hypsolebias hellneri</i> (Berkenkamp, 1993)	Em Perigo (EN)	São Francisco, Itacarambi, Cônego Marinho (MG)
<i>Hypsolebias magnificus</i> (Costa & Brasil, 1991)	Em Perigo (EN)	Janaúba (MG)
<i>Hypsolebias nielsenii</i> (Costa, 2005)	Em Perigo (EN)	Pirapora (MG)
<i>Hypsolebias rufus</i> (Costa, Nielsen & de Luca, 2001)	Criticamente em Perigo (CR)	Ibiaí (MG)
<i>Hypsolebias stellatus</i> (Costa & Brasil, 1994)	Em Perigo (EN)	São Francisco (MG)

Fonte: Extraído do Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE/ICMBio (2021)







Legenda

- Ocorrência de Rivulidade
- Ottobacias nível 7 (ANA, 2021)
- Água
- Solo exposto
- Cobertura vegetal baixa
- Cobertura vegetal moderada
- Cobertura vegetal alta

Imagem de fundo: Google Satellite

Figura 2- Cobertura de vegetação na área de ocorrência de peixes rivulídeos ameaçados de extinção no bioma Cerrado, bacia do rio São Francisco, em 2016 e 2021 (Imagens de Satélite Landsat-8, bandas 4-5; órbita/ponto: 219/070, 219/071, 219/072, em 07/07/2016 e 19/06/2021). a - *Hypsolebias guanambi* (Costa & Amorim 2011), b - *Hypsolebias hellneri* (Berkenkamp 1993), c - *Hypsolebias magnificus* (Costa & Brasil 1991), d - *Hypsolebias nielseni* (Costa 2005), e - *Hypsolebias rufus* (Costa, Nielsen & de Luca 2001), f - *Hypsolebias stellatus* (Costa & Brasil 1994). Os números de 1 a 17 se referem as Ottobacias.

Tabela 2- Valores referentes a área total de 17 Ottobacias e 5 classes, entre 2016 e 2021.

Classes	2016 (km ²)	2021 (km ²)	2016 %	2021 %	diferença %
0 (cobertura de água)	13,03	12,28	1,19	1,13	-6,04
1 (solo exposto)	140,83	127,05	12,95	11,69	-10,84
2 (cobertura vegetal baixa)	324,68	385,75	29,85	35,50	15,83

3 (cobertura vegetal moderada)	460,53	426,57	42,35	39,26	-7,95
4 (cobertura vegetal alta)	148,31	134,72	13,63	12,40	-10,08

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A modificação de um ambiente é produto de vários fatores, que podem ou não ser consequência de ações antrópicas. Desvendar a causa da destruição de um ambiente e planejar ações que minimizem tais fatores é de extrema importância para que espécies ali presentes sejam preservadas.

A partir das informações obtidas foi verificado que a região de estudo na bacia do rio São Francisco possui uma alta diversidade de espécies de peixes rivulídeos. Sabe-se que a família Rivulidae, especialmente as espécies de desenvolvimento anual, estão ameaçadas em grande parte devido a destruição dos habitats. As atividades econômicas predominantes na região e que configuram ameaças aos rivulídeos incluem a agricultura e pecuária, além da ocupação urbana nas proximidades do rio São Francisco (ICMBio, 2018).

A análise da evolução da cobertura de vegetação nas 17 Ottobacias permitiu indicar as áreas mais sensíveis e cuja proteção e recuperação devem ser priorizadas, auxiliando também na identificação das causas da destruição dos ambientes.

Avaliando os períodos de 2016 e 2021, pode-se observar uma considerável alteração nos índices de vegetação. A espécie *Hypsolebias guanambi*, que ocorre nas Ottobacias 15 e 16, teve perda de cobertura vegetal; *Hypsolebias hellneri*, nas Ottobacias 7, 8, 10, 11, 12 e 17, teve perda de cobertura vegetal moderada e alta; *Hypsolebias magnificus*, nas Ottobacias 9, 13, 14, 15, teve perda de cobertura vegetal em quase todos os seus locais de ocorrência, exceto nas Ottobacias de 9 a 13, onde foi observado aumento na cobertura vegetal alta; *Hypsolebias nielseni*, nas Ottobacias 1 e 2, teve perda de vegetação alta e diminuição na cobertura da água, porém foi observado aumento na cobertura vegetal, baixa e moderada; *Hypsolebias rufus*, na Ottobacia 3, teve perda de cobertura da água e de vegetação alta, mas crescimento nas outras tipologias de vegetação; *Hypsolebias stellatus*, nas Ottobacias 4, 5 e 6, e teve um equilíbrio entre perda e ganho de vegetação nos locais de ocorrência, sendo na última um aumento.

Os resultados observados indicam a perda na qualidade dos habitats das espécies de rivulídeos na porção de Cerrado na bacia do médio rio São Francisco. Esta parece ser

uma tendência para a região, documentada por Diniz *et al.* (2013), que, ao analisarem o desmatamento nas bacias dos rios São Francisco, Jequitinhonha e Pardo, em Minas Gerais, entre 2010 e 2011, verificaram que o Cerrado foi a fitofisionomia mais ameaçada, sendo a Bacia do São Francisco a que apresentou a maior área degradada.

5. RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO

Os registros de ocorrência das espécies estão distribuídos tanto em áreas rurais como urbanas dos municípios de mineiros de São Francisco, Itacarambi, Cônego Marinho, Janaúba, Pirapora, Ibiaí e São Francisco e no município baiano de Guanambi. De modo geral, recomenda-se que essas áreas sejam incluídas nas rotinas de fiscalização ambiental realizadas pela Polícia Ambiental, IBAMA e Secretarias de Meio Ambiente municipais e estaduais. Além disso, os registros de ocorrência devem ser enviados para os órgãos de fiscalização e licenciamento, para que essas espécies sejam incluídas nos estudos e processos de licenciamento ambiental de todos os tipos de empreendimentos que podem afetar as espécies (p. ex. abertura de loteamentos urbanos, implantação de indústrias, rodovias, parques eólicos e fotovoltaicos, construção de açudes, conversão de vegetação nativa em pastagem ou lavoura, projetos de irrigação, etc).

Outra recomendação importante é a inclusão de atividades envolvendo educação ambiental para estudantes, produtores rurais e população em geral, levando a informação sobre a existência dos rivulídeos em seus municípios e a necessidade de proteção de seus habitats.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao PIBIC e ao CEPTA/ICMbio pela oportunidade de participar desta pesquisa, à coordenadora do CEPTA Dra. Luciana C. Crema.

À Izabel C. Boock de Garcia, ecóloga, mestre em ecologia e conservação, por contribuir tanto com esta pesquisa.

A Dr. Wellington A. M. Peres, biólogo, que gentilmente me orientou.

A equipe do SALVE, por autorizar o uso dos registros de ocorrência de rivulídeos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. M. et al. Análise do comportamento do NDVI e NDWI sob diferentes intensidades pluviométricas no município de Sousa-PB. **Revista Estudos Geoambientais**. v. 1, n. 1, p. 1-11, 2014.

ARENZON, A. et al. The influence of temperature on the embryonic development of the annual fish *Cynopoecilus melanotaenia* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 743-747, 2002.

BLAZEK, R. et al. Rapid growth, early maturation and short generation time in African annual fishes. **EvoDevo**, v. 4, p. 24, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5 de 21 de maio de 2004. **Diário Oficial da União**, n. 102, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de maio de 2004. Seção 1, p. 135-142.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria 189 de 19 de junho de 2013. **Diário Oficial da União**, n. 117, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de junho de 2013. Seção 1, p. 81.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 445 de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, n. 245, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de dezembro de 2014. Seção 1, p. 126-130.

COSTA, W. J. E. M. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: origin and evolution of annualism and miniturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). **Journal of Comparative Biology**, v. 3 (1), p. 33-92, 1998.

COSTA, W. J. E. M. **Catalog of aplocheiloid killifishes of the world**. Rio de Janeiro: Reproarte, 2008.

COSTA, G. J. A. et al. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) na avaliação da cobertura vegetal do município de regeneração, estado do páuaí, brasil. **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, Ano XXXI, n. 2, p. 230-246, Jul./Dez. 2020. ISSN: 2318-2695.

DINIZ, J.M.F.S., REIS, A.A.dos, COSTA, M.N.P., ACERBI JR., F.W., TEIXEIRA, M.D. Análise do desmatamento por classe de fitofisionomias nas Bacias dos Rios São Francisco, Jequitinhonha e Pardo, Minas Gerais. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

ERREA A., Danulat E. Growth of the annual fish, *Cynolebias viarius* (Cyprinodontiformes), in the natural habitat compared to laboratory conditions. **Environmental Biology of Fishes**, v. 61 (3), p. 261–268, 2001.

ESCHMEYER, et al. **CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES.** Disponível em: (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Acesso em 05/05/2017.

FEITOSA, J. R. P. et al. Avaliação de índices de vegetação em áreas irrigadas do sub-médio São Francisco Petrolina-PE, a partir de imagens do satélite Landsat TM-5. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza. XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia.

ICMBIO. **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE.** Dados não publicados. Acesso em: 23 de abr. de 2021

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE/ICMBIO. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 1232p.

HAAS, R. Behavioral biology of the annual killifish, *Nothobranchius guentheri*. **Copeia** v. 1976, p. 80–91, 1976.

JENSEN, J.R. **Remote Sensing of Environment: An Earth Resource Perspective.** 2nd ed. Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2000.

LEDA, V. C. et al. Índices de Vegetação na caracterização da bacia do Ribeirão da Prata, Lençóis Paulista - SP. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, p. 125-135, 2016.

LOCH, C., KIRCHNER, F. F. **Aplicações das imagens de satélites no mapeamento cadastral**. In: SIMPÓSIO. São José dos Campos: INPE, p. 3-6, 1988.

ROSA, R. S., LIMA, F. C. T. **Peixes**. Pp. 9-285. In: Machado, A. B. M., G. M. Drummond & A. P. Paglia (Eds.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília, Ministério do Meio Ambiente**. 906p. 2008.

ROSSI, R. E., et al. Kriging in the shadows: Geostatistical interpolation for remote sensing. **Remote Sensing Environment**, v. 49 (1), p. 32-40, 1994.

SCHEEL, J. J. **Atlas of Killifishes of the Old World**. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, 1990.

SIMPSON, B. R. C. The phenology of annual killifishes. In *Fish Phenology: Anabolic Adaptiveness in Teleosts*, Symposium of the Zoological Society of London, v 44, ed. P. J. Miller), pp. 243–261. Academic Press, London, 1979.

VOLCAN, M. V., FONSECA, A. P. & R. B. ROBALDO. Reproduction of the threatened Annual Killifish *Austrolebias nigrofasciatus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae), confined in a natural environment. **Journal of Threatened Taxa**, v. 3(6), p. 1864-1867, 2011.