



# Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira



caliandra



ORGANIZADORES

Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villaça Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes



## CONSELHO EDITORIAL

### **Membros internos:**

Prof. Dr. André Cabral Honor (HIS/UnB) - **Presidente**

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof. Dr. Rafael Sânzio Araújo dos Anjos (GEA/UnB)

### **Membros externos:**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ilía Alvarado-Sizzo (UniversidadAutonoma de México)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marine Pereira (UFABC)

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)



A UnB quem faz  
**é a gente**

Organizadores: Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villança Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Título: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira

Volume: 1

Local: Brasília

Editor: Selo Caliandra

Ano: 2022

Parecerista: João Cândido André da Silva Neto

Capa: Luiz H S Cella



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília  
Heloiza Faustino dos Santos - CRB 1/1913

R454            Revisões de literatura da geomorfologia brasileira [recurso eletrônico] / organizadores Osmar Abílio de Carvalho Júnior ... [et al.]. – Brasília : Universidade de Brasília, 2022.  
1057 p. : il.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso: World Wide Web:  
<<http://caliandra.ich.unb.br/>>.  
ISBN 978-65-86503-85-2.

1. Geomorfologia - Brasil. I. Carvalho Júnior, Osmar Abílio de.

CDU 551.4

## Lista de autores

Abner Monteiro Nunes Cordeiro  
Adão Osdayan Cândido de Castro  
Alberto Oliva  
Alex de Carvalho  
Ana Camila Silva  
André Augusto Rodrigues Salgado  
André Luiz Carvalho da Silva  
André Paulo Ferreira da Costa  
Antônio Carlos de Barros Corrêa  
Antonio José Teixeira Guerra  
Antônio Pereira Magalhães Junior  
Antonio Rodrigues Ximenes Neto  
Archimedes Perez Filho  
Beatriz Abreu Machado  
Breno Ribeiro Marent  
Bruno Venancio da Silva  
Carlos de Oliveira Bispo  
Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira  
César Augusto Chicarino Varajão  
Claudia Rakel Pena Pereira  
Cristiano da Silva Rocha  
Cristina Helena Ribeiro Augustin  
Daniel Françoso de Godoy  
Daniel Peifer  
Danielle Lopes de Sousa Lima  
Danilo Vieira dos Santos  
David Hélio Miranda de Medeiros  
Delano Nogueira Amaral  
Dirce Maria Antunes Suertegaray  
Edison Fortes  
Edivando Vitor do Couto  
Eduardo Souza de Moraes  
Edwilson Medeiros dos Santos  
Éric Andrade Rezende  
Fabiana Souza Ferreira  
Fábio Perdigão Vasconcelos  
Fabrizio de Luiz Rosito Listo  
Fabrizio do Nascimento Garritano  
Felipe Gomes Rubira  
Flávio Rodrigues do Nascimento  
Francisco Dourado  
Francisco Edmar de Sousa Silva  
Francisco Leandro de Almeida Santos  
Frederico de Holanda Bastos  
Gisele Barbosa dos Santos  
Giselle Ferreira Borges  
Guilherme Borges Fernandez  
Hugo Alves Soares Loureiro  
Idjarrury Gomes Firmino  
Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia  
Jáder Onofre de Moraes  
Jémison Mattos dos Santos  
João Paulo de Carvalho Araújo  
José Fernando Rodrigues Bezerra  
Juliana Sousa Pereira  
Julio Cesar Paisani  
Jurandyr L. Sanches Ross  
Karine Bueno Vargas  
Kleython de Araújo Monteiro  
Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes  
Leonardo dos Santos Pereira  
Leonardo José Cordeiro Santos  
Letícia Augusta Faria de Oliveira  
Lidriana de Souza Pinheiro,  
Lígia Padilha Novak  
Luiz Fernando de Paula Barros  
Manoel do Couto Fernandes  
Marcel Hideyuki Fumiya,  
Marcelo Martins de Moura Fé  
Marcos César Pereira Santos  
Maria Bonfim Casemiro  
Mariana Silva Figueiredo  
Marli Carina Siqueira Ribeiro  
Martim de Almeida Braga Moulton  
Michael Vinicius de Sordi  
Mônica dos Santos Marçal  
Neiva Barbalho de Moraes  
Nelson Ferreira Fernandes  
Nelson Vicente Lovatto Gasparetto  
Oswaldo Girão da Silva  
Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra  
Otávio Cristiano Montanher  
Paulo Cesar Rocha  
Paulo de Tarso Amorim Castro  
Paulo Roberto Silva Pessoa  
Pedro Val  
Peter Christian Hackspacher  
Rafaela Soares Niemann  
Raphael Nunes de Souza Lima  
Roberto Marques Neto

Roberto Verdum  
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa  
Rubson Pinheiro Maia  
Sandra Baptista da Cunha  
Sarah Lawall  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
Sérgio Murilo Santos de Araújo  
Silvio Carlos Rodrigues  
Silvio Roberto de Oliveira Filho  
Simone Cardoso Ribeiro  
Tania Cristina Gomes

Thais Baptista da Rocha  
Thiago Gonçalves Pereira  
Thiago Pereira Gonçalves  
Thomaz Alvisi de Oliveira  
Tulius Dias Nery  
Úrsula de Azevedo Ruchkys  
Vanda de Claudino-Sales  
Vanessa Martins Lopes  
Vinícius Borges Moreira  
Vitor Hugo Rosa Biffi

## PREFÁCIO

O presente livro consiste em um conjunto de revisões sobre os avanços teóricos e tecnológicos nos diversos temas da Geomorfologia. Concebido para estar em uma plataforma on-line com acesso gratuito, o livro destina-se aos cursos de graduação e pós-graduação que utilizam os conhecimentos geomorfológicos, incluindo Geografia, Geologia, Ecologia, Engenharia, Planejamento Territorial, entre outros. Para atender o escopo e o desafio imposto, a obra possui um total de 36 capítulos que congregam 111 pesquisadores das diversas regiões do Brasil, trazendo relatos relevantes de nossa paisagem e dos avanços alcançados pela Geomorfologia brasileira. Os capítulos do livro estão segmentados em contextos temáticos e geográficos de estudo, incluindo: dinâmica fluvial, ambientes costeiros, evolução de vertentes, micro relevo, ambientes cársticos, geomorfologia regional, geomorfologia estrutural; mapeamento geomorfológico, patrimônio natural, mitigação de riscos naturais; interações pedo-geomorfológicas, etnogeomorfologia, modelos numéricos, novas abordagens tecnológicas em geomorfologia. Além de abranger os conceitos e o estado da arte na análise dos processos e sistemas geomorfológicos, os capítulos realizam uma visão crítica dos diversos temas abordados.

Na última década, inúmeros avanços foram alcançados com o aumento da disponibilidade de dados de monitoramento da superfície terrestre, métodos computacionais e compartilhamento de experiências. A grande quantidade de dados e métodos resulta em novos desafios de análise e processamento na busca de respostas científicas dentro de uma apreciação crítica. A concepção desse livro integra revisões e discussões sobre essas novas abordagens teóricas, instrumentais e tecnológicas que passam a ter um fator primordial para estabelecer os novos rumos da ciência geomorfológica.

Dada a magnitude continental do nosso território, não é surpreendente que a paisagem brasileira seja evidenciada e detalhada em suas peculiaridades nos textos. Portanto, vários capítulos exploram e refletem a natureza distinta da paisagem e da biota brasileira, revelando os processos naturais e as perturbações antrópicas que alteram o meio ambiente e desencadeiam processos erosivos, movimento de massa, inundações, entre outros. Nesse contexto, as pesquisas aplicadas são extremamente oportunas devido à alta demanda para solução de problemas prementes e complexo de nossos ambientes e sociedade, necessitando continuamente de alternativas, novos conceitos, perspectivas tecnológicas e inovações metodológicas. Muitos capítulos abordam revisões sobre trabalhos aplicados na investigação geomorfológica e resolução de problemas, normalmente desencadeados por perturbações humanas com consequências variadas nos diferentes sistemas.

Os editores abnegaram a oportunidade de contribuir com capítulos para garantir a imparcialidade na seleção dos textos que compõe o livro. Por fim, os editores agradecem especialmente a União de Geomorfologia Brasileira e a todos os colaboradores que contribuíram com seus conhecimentos específicos para a elaboração dessa obra abrangente e de grande relevância para o conhecimento da Geomorfologia nacional.

Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Maria Carolina Villaça Gomes  
Renato Fontes Guimarães  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

# SUMARIO

## 1. CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS EM TORNO DA PESQUISA EM GEOMORFOLOGIA: DO PROJETO AO ARTIGO CIENTÍFICO

André Augusto Rodrigues Salgado  
Alberto Oliva

----- 16

## 2. ARQUIVOS FLUVIAIS QUATERNÁRIOS NO INTERIOR CONTINENTAL: O CONTEXTO SERRANO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Antônio Pereira Magalhães Junior  
Luiz Fernando de Paula Barros  
Alex de Carvalho  
Letícia Augusta Faria de Oliveira

----- 39

## 3. PROCESSOS DE REORGANIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO BRASIL

Breno Ribeiro Marent  
Éric Andrade Rezende  
Michael Vinícius de Sordi  
André Augusto Rodrigues Salgado

----- 76

## 4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS FLUVIAIS: SUBSÍDIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VALORES PATRIMONIAIS

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira  
Paulo de Tarso Amorim Castro  
Úrsula de Azevedo Ruchkys

----- 98

## 5. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Claudia Rakel Pena Pereira  
Sandra Baptista da Cunha

----- 124

6. AJUSTAMENTO FLUVIAL À AGROPECUÁRIA, URBANIZAÇÃO E RESERVATÓRIO E ANÁLISE CIENTOMÉTRICA DO IMPACTO DESSAS ATIVIDADES NOS RIOS BRASILEIROS	
Eduardo Souza de Morais Otávio Cristiano Montanher	
-----	143
7. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DO BRASIL ASSOCIADA AO ATUAL CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL	
Giselle Ferreira Borges Neiva Barbalho de Morais Ana Camila Silva Leonardo dos Santos Pereira Sarah Lawall	
-----	176
8. CONTROLE TECTONO-ESTRUTURAL DOS SISTEMAS DE DRENAGEM: REVISÃO LITERÁRIA E PROPOSTAS METODOLÓGICAS	
Idjarrury Gomes Firmino Karine Bueno Vargas Edison Fortes	
-----	212
9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DOS RIOS NO BRASIL	
Mônica dos Santos Marçal Adão Osdayan Cândido de Castro Raphael Nunes de Souza Lima	
-----	240
10. INUNDAÇÕES E CONCEITOS CORRELATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE COMPARATIVA.	
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa Paulo Cesar Rocha	
-----	265
11. SISTEMAS LACUSTRES INTERIORES: AVANÇOS E TÉCNICAS DE ESTUDO	
Gisele Barbosa dos Santos Paulo de Tarso Amorim Castro	
-----	278

12. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DE PLANÍCIES COSTEIRAS:  
DO QUATERNÁRIO AOS EVENTOS ATUAIS

Guilherme Borges Fernandez  
Thais Baptista da Rocha  
Silvio Roberto de Oliveira Filho  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
André Luiz Carvalho da Silva  
Thiago Gonçalves Pereira  
Martim de Almeida Braga Moulton

----- 308

13. MORFOLOGIA COSTEIRA EM LITORAIS URBANOS

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra  
Fábio Perdigão Vasconcelos  
Cristiano da Silva Rocha  
Maria Bonfim Casemiro  
Danilo Vieira dos Santos  
Francisco Edmar de Sousa Silva  
Delano Nogueira Amaral

----- 351

14. DELTAS DOMINADOS POR ONDAS: TRAJETÓRIA CONCEITUAL,  
DINÂMICA E EVOLUÇÃO A PARTIR DE EXEMPLOS DO COMPLEXO  
DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Thaís Baptista da Rocha  
Sérgio Cadena de Vasconcelos  
André Paulo Ferreira da Costa  
Beatriz Abreu Machado  
Mariana Silva Figueiredo  
Lígia Padilha Novak  
Thiago Pereira Gonçalves  
Guilherme Borges Fernandez

----- 381

15. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO  
LITORAL BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES  
PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGI-  
CAS EM AMBIENTES COSTEIROS

Felipe Gomes Rubira  
Archimedes Perez Filho

----- 410

16. VALES INCISOS SUBMERSOS DA PLATAFORMA  
CONTINENTAL SEMIÁRIDA DO BRASIL

Antonio Rodrigues Ximenes Neto  
Lidriana de Souza Pinheiro  
David Hélio Miranda de Medeiros  
Paulo Roberto Silva Pessoa  
Jáder Onofre de Moraes

----- 445

17. GEOMORFOLOGIA EÓLICA CONTINENTAL E OS  
CAMPOS DE DUNAS HOLOCÊNICAS DO PAMPA NO RIO  
GRANDE DO SUL, BRASIL

Tania Cristina Gomes  
Roberto Verdum

----- 471

18. EROSÃO POR VOÇOROCAS: ESTADO DA ARTE

Juliana Sousa Pereira  
Silvio Carlos Rodrigues

----- 499

19. MONITORAMENTO DA EROSÃO HÍDRICA NO BRASIL:  
DOS MÉTODOS MANUAIS AOS DIGITAIS

Hugo Alves Soares Loureiro  
Antonio José Teixeira Guerra  
José Fernando Rodrigues Bezerra  
Leonardo dos Santos Pereira  
Fabrizio do Nascimento Garritano

----- 526

20. MOVIMENTOS DE MASSA: ESTADO DA ARTE,  
ESCALAS DE ABORDAGEM, ENSAIOS DE CAMPO E LABORATÓRIO  
E DIFERENTES MODELOS DE PREVISÃO

Fabrizio de Luiz Rosito Listo  
Tulius Dias Nery  
Carlos de Oliveira Bispo  
Fabiana Souza Ferreira  
Edwilson Medeiros dos Santos

----- 560

21.	MORFOGÊNESE DE MICRORRELEVOS SIMILARES A MURUNDUS NA PAISAGEM	
	Vinícius Borges Moreira Archimedes Perez Filho	
	-----	593
22.	APLAINAMENTO NO NOROESTE DO PARANÁ: DE MODELOS POLICÍCLICO À MORFOTECTÔNICA QUATERNÁRIA	
	Marcel Hideyuki Fumiya Edivando Vitor do Couto Leonardo José Cordeiro Santos	
	-----	615
23.	GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO E GEOARQUEOLOGIA: ASPECTOS CONCEITUAIS, METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES NO SUL DO BRASIL	
	Vitor Hugo Rosa Biffi Marcos César Pereira Santos Julio Cesar Paisani Nelson Vicente Lovatto Gasparetto	
	-----	648
24.	TERMOCRONOLOGIA APLICADA À EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO NORDESTE SETENTRIONAL DO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO	
	Francisco Leandro de Almeida Santos Flávio Rodrigues do Nascimento Peter Christian Hackspacher (In Memoriam) Marli Carina Siqueira Ribeiro Bruno Venancio da Silva & Daniel França de Godoy	
	-----	677
25.	A TAXONOMIA DO RELEVO E A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA REGIONAL	
	Jurandyr L. Sanches Ross Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia	
	-----	701

26.	RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA	
	Frederico de Holanda Bastos Danielle Lopes de Sousa Lima Abner Monteiro Nunes Cordeiro Rubson Pinheiro Maia	
	-----	733
27.	REVISITANDO OS MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO	
	Daniel Peifer Cristina Helena Ribeiro Augustin	
	-----	759
28.	SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO	
	Karine Bueno Vargas Idjarrury Firmino Michael Vinicius de Sordi	
	-----	793
29.	A GEOMORFOLOGIA NOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM: ENFOQUE EVOLUTIVO E DINÂMICO NA INTERPRETAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS	
	Roberto Marques Neto Thomaz Alvisi de Oliveira	
	-----	813
30.	ESTADO DA ARTE DOS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA SÍNTESE (E VÁRIAS TESES)	
	Vanda de Claudino-Sales Antonio Carlos Barros Côrrea Kleython de Araújo Monteiro Rubson Pinheiro Maia	
	-----	845
31.	AS SUPERFÍCIES DE EROSÃO DO “BRASIL ORIENTAL”	
	César Augusto Chicarino Varajão	
	-----	875

32. ETNOGEOMORFOLOGIA - RELAÇÕES ENTRE POPULAÇÕES TRADICIONAIS E A PAISAGEM FÍSICA	
Simone Cardoso Ribeiro Vanessa Martins Lopes Osvaldo Girão da Silva Antônio Carlos de Barros Corrêa	
-----	886
33. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DAS PESQUISAS SOBRE O PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO NO BRASIL	
Vanda de Claudino-Sales Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes	
-----	910
34. USO DO LIDAR NA GEOMORFOLOGIA: APLICAÇÕES E DESAFIOS FUTUROS	
João Paulo de Carvalho Araújo Rafaela Soares Niemann Francisco Dourado Manoel do Couto Fernandes Nelson Ferreira Fernandes	
-----	927
35. MODELOS NUMÉRICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO (LEMS) E SUA IMPORTÂNCIA PARA ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM	
Nelson F. Fernandes Daniel Peifer Pedro Val	
-----	953
36. SOLO HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL	
Jémison Mattos dos Santos Sérgio Murilo Santos de Araújo Dirce Maria Antunes Suertegaray	
-----	1000

37. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL:  
REVISITANDO TEORIAS, MÉTODOS E ESTUDOS  
DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

Frederico de Holanda Bastos  
Abner Monteiro Nunes Cordeiro  
Marcelo Martins de Moura Fé

----- 1029

#### 4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS FLUVIAIS: SUBSÍDIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VALORES PATRIMONIAIS

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira<sup>1</sup>, Paulo de Tarso Amorim Castro<sup>1</sup> & Úrsula de Azevedo Ruchkys<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geologia - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto – Campus Morro do Cruzeiro, 35400-000, Ouro Preto MG Brasil; carmeliageo2008@gmail.com; ptcastro@ig.com.br

<sup>2</sup> Departamento de Cartografia e Programas de Pós- Graduação em Geografia e em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6.627, 31270-901, Belo Horizonte, Brasil; tularuchkys@yahoo.com.br

---

**Resumo:** O reconhecimento dos valores patrimoniais em cursos d'água é imprescindível para inventariar, classificar, valorizar e gerir os sistemas fluviais. A avaliação e classificação de um rio ou segmento de rio como patrimônio fluvial é uma tarefa transdisciplinar de entender os elementos naturais na ótica sistêmica, onde as esferas bióticas, abióticas e humana interajam. O patrimônio fluvial se caracteriza não por trechos de rios comuns, mas de rios com aspectos singulares em termos de geodiversidade, histórico-culturais, ecológicos, serviços geossistêmicos, qualidade ambiental e de paisagens com alta qualidade cênica. Nesse contexto, o capítulo tem o objetivo de apresentar os avanços sobre os estudos sobre os sistemas fluviais no âmbito sistêmico, e apresentar uma proposição de reconhecimento de valores patrimoniais num segmento do Rio Cipó/MG.

**Palavras-Chave:** Patrimônio Fluvial, Análise Integrada, Geossistema.

**Abstract:** The recognition of the property values of watercourses is essential to inventory, classify, value, and manage river systems. The evaluation and classification of a river or river segment as river heritage is a transdisciplinary task and must understand the natural elements from the systemic perspective, where the biotic, abiotic, and human spheres interact. The river heritage is characterized not by stretches of common rivers but by rivers with unique aspects in terms of geodiversity, historical-cultural, ecological, geosystemic services, environmental quality, and landscapes with high scenic quality. In this context, the chapter aims to present the advances in studies on river systems in the systemic sphere and perform a proposition for the recognition of property values in a segment of the Cipó River/MG.

**Keywords:** River Heritage, Integrated Analysis, Geosystem.

## 1. INTRODUÇÃO

A Terra possui um grande conjunto de canais fluviais, estimam-se bilhões de cursos d'água (OLLERO, 2017). Todos esses rios apresentam funcionalidades diversas para a sociedade, mas essa malha fluvial surpreende pela diversidade, não existindo rios iguais (KOZLOWSKI, 2004; OLLERO, 2017).

Os rios e canais conectam paisagens, territórios e ecossistemas, constituindo a maior infraestrutura verde (natural) da Terra, independentemente de sua importância funcional, estado ecológico ou qualidade cênica (OLLERO, 2011; 2017). A diversidade fluvial forma por si só um patrimônio natural magnífico e inestimável, com grande dinâmica, diversidade e complexidade geomorfológica, ecológica, ambiental e paisagística da rede fluvial como diferentes níveis em termos patrimoniais (OLLERO, 2017).

Os sistemas fluviais compreendem os cursos d'água, os processos da dinâmica fluvial e o entorno (SCHUMM, 1977). Todos os componentes do sistema são elementos da geodiversidade e podem apresentar valores ecológicos, científicos, ambientais, estéticos, econômicos, culturais, religiosos e turísticos, estando associados aos serviços da geodiversidade e compondo o geopatrimônio de uma determinada região (PIEKARZ, 2011; SALAMUNI *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O reconhecimento dos valores relacionados aos sistemas fluviais tem aumentado e gerado reflexões e críticas associadas aos impactos ambientais, pois as intervenções, sejam estruturais ou provenientes de alguma forma de exploração ao longo do rio e da bacia hidrográfica, refletem mudanças do padrão do rio, supressão da vegetação do entorno, destruição de habitats, comprometimento da qualidade das águas e das características físico-químicas atingindo o ecossistema como um todo (SARAIVA, 1999). O conjunto de funções fluviais é eficiente para o planeta e para as pessoas, devendo ter valor e proteção. Para garantir que todas essas funções possam ser desenvolvidas corretamente, o sistema fluvial deve ter naturalidade (diversidade, complexidade, dinâmica hidrogeomorfológica) e continuidade (unidade, conectividade, espaço) (OLLERO, 2017; PEROTTI *et al.*, 2019).

A identificação dos elementos patrimoniais ao longo dos cursos d'água necessita de uma análise integrada na investigação longitudinal, transversal e temporal do segmento fluvial, em uma perspectiva interdisciplinar desses dados. As pesquisas relacionadas aos sistemas fluviais devem considerar as esferas (litosfera, biosfera, hidrosfera e atmosfera), os recursos, as relações, usos e os impactos sobre o ecossistema, além de considerar a esfera humana na concepção integrada (GEOLEARNING, 2006).

O tratamento de rios do ponto de vista patrimonial pode contribuir para a valorização de produções culturais a ele associadas, dos povos e comunidades que vivem em seu entorno, fomentando a prática do turismo e contribuindo para sua conservação

(RODRIGUES, 2019). O desafio das geociências no entendimento e inserção da porção fluvial na concepção de geodiversidade e geopatrimônio é pensar o rio como um elemento natural e cultural (GERMAN *et al.*, 2006; GEOLEARNING, 2006; SCHÜTT & FÖRCH, 2007; KOZLOWSKI, 2004; SIMIĆ, 2011; GRAY, 2013; RODRIGUES, 2019).

As estratégias, metodologias, protocolos e aplicações para reconhecer os valores patrimoniais associados aos sistemas fluviais são alternativas para sua conservação, manutenção e restauração. Em todo o mundo a abordagem da natureza de maneira interdisciplinar e holística é a grande quebra de paradigma das ciências naturais. O presente capítulo se propõe a apresentar as abordagens integradas relacionadas aos sistemas fluviais, além de exemplificar a identificação de elementos patrimoniais ao longo de um segmento do Rio Cipó, localizado na serra homônima no Estado de Minas Gerais.

## **2. GEODIVERSIDADE E GEOPATRIMÔNIO**

A geodiversidade compreende os aspectos abióticos (geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos) da Terra. Além disso, guarda os testemunhos da história de evolução da Terra, como os processos naturais que atuam sobre as paisagens, transformando-as (BRILHA, 2005). O conceito e abordagem científica da geodiversidade é relativamente recente quando comparada com a biodiversidade. Este conceito foi exposto em 1993, pela primeira vez, na Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, no Reino Unido. Seu surgimento teve o intuito de enfatizar que a natureza é composta por elementos bióticos e abióticos, criando uma analogia com o conceito de biodiversidade (BORBA, 2011).

Pra Stanley (2001), a geodiversidade representa “a ligação entre pessoas, paisagens e cultura; é a variação dos ambientes geológicos, fenômenos e processos que constituem essas paisagens, rochas, minerais, fósseis e solos, os quais sustentam a vida na Terra”. Este autor considera a biodiversidade parte integrante da geodiversidade e inclui critério cultural na concepção da geodiversidade. Segundo Murray Gray (2004), a geodiversidade está relacionada com a “variedade natural de aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo, incluindo suas coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas”.

Na definição de Kozlowski (2004), a geodiversidade é entendida como “a variedade natural da superfície da Terra, referindo-se a aspectos geológicos e geomorfológicos, solo e águas superficiais, bem como outros sistemas gerados, como resultados de processos naturais (endógenos e exógenos) e atividade humana”. A definição de Kozlowski (2004) é uma das primeiras a incluir os cursos d’água como um dos elementos da geodiversidade.

A relevância da geodiversidade depende das interações entre as esferas constituintes do geossistema (atmosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera) (JOHNSON *et al.*, 1997; BERTRAND, 2004; PEROTTI *et al.*, 2019). Como ressalta Gray (2013), a geodiversidade não é apenas uma questão de características diferentes da Terra, mas suas influências, estruturas, sistemas e contribuição para as paisagens. A complexidade da

geodiversidade é um desafio para sua avaliação. Os elementos da geodiversidade podem apresentar importância e valores patrimoniais, nesse caso constituem o geopatrimônio (geoheritage) e necessitam de medidas de proteção ou conservação (GRAY, 2004; 2013).

O geopatrimônio representa a porção da geodiversidade dotada de valores de diferentes ordens que necessitam de conservação e proteção (REYNARD & BRILHA 2018; RODRIGUES, 2019). Ele engloba diversos pontos notáveis da geodiversidade, como: patrimônio geológico, patrimônio geomorfológico, patrimônio espeleológico, patrimônio fluvial, patrimônio petrológico, patrimônio mineralógico, patrimônio hidrológico, patrimônio construído, patrimônio paleontológico, dentre outros (SERRANO & RUIZ-FLAÑO 2007; RODRIGUES, 2019).

O patrimônio se define como o conjunto de bens que possuem valores e características peculiares, demandando medidas especiais de conservação, para manutenção para futuras gerações no melhor estado possível (GRANDGIRARD, 1997). O conceito de patrimônio ultrapassa a escala local e temporal (ALVARENGA, 2019). O geopatrimônio apropria-se do prefixo *geo*, uma vez que se pode considerar que está associado à teoria de Gaia postulada por Lovelock (1995), na qual a Terra, com seus constituintes vivos e não vivos, em constante troca e interação, apresenta dinamismo no funcionamento (RUCHKYS *et al.*, 2018). Nesse sentido, o geopatrimônio, apesar de estar ligado ao prisma da diversidade não viva da natureza, orienta para uma visão sistêmica da Terra.

A conservação dos elementos da geodiversidade dotados de valores é atribuída pelas medidas de geoconservação, entendidas com uma reunião de estratégias e metodologias para a proteção efetiva do geopatrimônio, tanto pelas pesquisas científicas quanto pelos órgãos ambientais e de proteção do patrimônio (BRILHA, 2005; PEREIRA, 2006; ALVARENGA, 2019).

## **2.1. Conservação dos Sistemas Fluviais**

Assim, como todos os outros componentes do geopatrimônio, os elementos fluviais estão expostos a diferentes tipos de intervenções. As obras de construção de barragens para a construção de usinas hidroelétricas e contenção/disposição de rejeitos, aberturas de cavas de mineração e dejetos de efluentes tóxicos urbanos e industriais são intervenções mais comuns nesses ambientes, afetando de forma direta e indireta os sistemas fluviais.

As alterações e intervenções antrópicas são inevitáveis, porém medidas para mitigar os impactos e perdas são essenciais, além de maior conscientização a respeito dos recursos naturais. A conservação está diretamente relacionada com uma gestão sustentável dos elementos da natureza (BRILHA, 2005). Neste sentido, Gray (2004) alerta que o desconhecimento é a maior ameaça ao geopatrimônio, uma vez que ele é composto por elevado valor científico e educativo e que necessita ser valorizado e preservado pelo seu conteúdo, mantendo elementos que testemunhem a história de evolução da Terra.

Quando se trata de medidas de geoconservação de cursos d'água e bacias hidrográficas, os trabalhos e os exemplos são ainda mais reduzidos, pois a temática ainda é recente e está em desenvolvimento (SIMIC, 2011; KOZLOWSKI, 2004; RODRIGUES, 2019). Mesmo com as leis referentes às águas no Brasil, o entendimento e especificidade na legislação para a conservação dos elementos da geodiversidade dos sistemas fluviais não são direcionados e específicos ou simplesmente não existem (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O século XX foi marcado por diversos instrumentos referentes à proteção do patrimônio natural, em várias escalas, mas as iniciativas legais voltadas para o geopatrimônio fluvial no território nacional foram incipientes. No Brasil, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), nº 9.985, de 18 de julho de 2000, é um dos mais importantes instrumentos de proteção do patrimônio natural, por meio do art. 225, incisos I, II, III e VIII, estabelece critérios e normas para a elaboração e gestão das unidades de conservação. O artigo 4 é o principal relacionado ao patrimônio natural abiótico: “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural” (Art.4. SNUC, 2000).

No que tange aos instrumentos para a conservação do geopatrimônio de forma indireta, destaca-se a Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, de 1972, o Decreto nº 80.978, de 12 de dezembro de 1977, os instrumentos operados pelos órgãos de proteção ao patrimônio cultural, especificamente o tombamento, a garantia e a declaração como paisagem cultural (RIBEIRO *et al.*, 2013). A importância do tombamento para os bens naturais é representada tanto pelo prescrito na Constituição Federal e na legislação quanto pelo critério de relevância que aquele bem possa ter para a sociedade (RIBEIRO, 2010). Levando em consideração a dimensão, a diversidade natural e a rica rede hidrográfica, o Brasil tem um número inexpressivo de tombamentos e ferramentas específicas para geoconservação de corpos d'água, rios e quedas d'água.

Apesar disso, existem pesquisas e iniciativas realizadas por todo mundo, ligadas ou não aos conceitos de geodiversidade, geoconservação e geopatrimônio, mas todas estão pautadas na análise sistêmica dos rios, englobando critérios físicos, ambientais e sociais, a fim de conservar e gerir os sistemas fluviais para as futuras gerações (Tabela 1). O entendimento dos rios como patrimônio está se consolidando, tanto em pesquisas acadêmicas, órgãos ambientais, formas de gestão, legislações quanto na mobilização da sociedade civil.

As pesquisas e ações para avaliação e classificação dos cursos d'água de forma integrada estão ganhando força, entretanto é fundamental aprimorar os estudos, as metodologias e as técnicas referentes à manutenção do geopatrimônio fluvial nacional e mundial. As ações governamentais para a proteção dos sistemas fluviais devem ser mais técnicas e efetivas, não averiguando ou protegendo somente um componente do rio.

**Tabela 1.** Iniciativas mundiais de análise integrada para avaliação, classificação dos sistemas fluviais.

INICIATIVAS	PAÍIS/ANO	DESCRIÇÃO
<b>Canadian Heritage Rivers System (CHRS)</b>	CANADÁ 1984	Reconhecimento nacional aos excelentes rios do Canadá e incentiva sua gestão de longo prazo a conservar seus valores naturais, culturais e recreativos para o benefício e desfrute dos canadenses, agora e no futuro. O CHRS celebra a importância dos rios para os povos indígenas, exploradores, viajantes e colonos, para a indústria e a economia, para a paisagem, para o meio ambiente e para o bem-estar (CHRS, 2018). O programa utiliza critérios de ordem física, biológica, cênica, paisagística e cultural para nomear e classificar os segmentos como rio patrimônio.
<b>American Heritage Rivers Initiative (AHRI)</b>	ESTADOS UNIDOS 1997	AHRI foi criada em 1997 pela Ordem Executiva 13061, com três objetivos: proteção ambiental e recursos naturais, revitalização econômica, e preservação histórica e cultural. Organizações comunitárias em rios designados estão fazendo a diferença com projetos para restaurar os habitats fluviais, fortalecendo as economias locais, celebrando a história e cultura regional, ensinando manejo de bacias hidrográficas, e reconstruir o orgulho da comunidade (AGI, 2016).
<b>Programa de Ríos Patrimoniales, Ríos de Alto Valor Natural y Ríos Recreacionales</b>	PORTO RICO 2014	Criado pela Lei nº 180-2014 em 29 de outubro de 2014. O programa tem como objetivo reconhecer o valor patrimonial dos rios, integrando natureza e o acervo cultural ao longo dos rios, além de identificar o estado atual dos rios e seu valor patrimonial, para buscar ferramentas e medidas que priorizem a proteção e restauração do valor funcional dos cursos d'água (MARRERO, 2016).
<b>Respeito integral</b>	EQUADOR 2008	O artigo 71 da Constituição de 2008, afirma que a natureza “tem direito ao respeito integral por sua existência e pela manutenção e regeneração de seus ciclos de vida, estrutura, funções e processos evolutivos”. (O'DONNEL & TALBOT-JONES, 2018).
<b>Respeito integral</b>	BOLÍVIA 2010	Concede direitos positivos à natureza - isto é, direitos a algo específico (restauração, regeneração, respeito). Segundo resolve a questão da legitimidade da maneira mais abrangente possível: concedendo-a todos (O'DONNEL & TALBOT-JONES, 2018).

<p><b>Tombamentos</b></p>	<p>BRASIL a partir de 1986</p>	<p>- Cachoeira de Argenita: tombamento foi feito pelo Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental de Ibiá.</p> <p>- Cachoeira do Prata: Patrimônio Histórico e Artístico Estadual, no Estado de Mato Grosso.</p> <p>- Cachoeira de Iauaretê: lugar Sagrado dos Povos Indígenas dos Rios Uaupés e Papuri no Estado do Amazonas. Inscrição no Livro de Registro dos Lugares Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).</p> <p>- Cataratas do Iguaçu, Parque Nacional do Iguaçu: patrimônio natural tombado pela UNESCO (1986).</p> <p>- Encontro das Águas dos Rios Negro e Solimões – AM: tombado pelo IPHAN em função da excepcionalidade e do alto valor paisagístico do fenômeno.</p> <p>- Corpos hídricos tombados no Brasil (IPHAN): Lagoa Rodrigo de Freitas no Rio de Janeiro/RJ, a Grutas do Lago Azul e de Nossa Senhora Aparecida em Bonito/MS, Lugares sagrados dos Povos do Xingu em SagihenguKamukuwaká/MT.</p>
<p><b>Tipificação dos corpos d'água</b></p>		<p>A tipificação dos corpos d'água é um exemplo da análise ecossistêmica dos corpos d'água. As características abióticas e bióticas são de fundamental importância e estão relacionados à estrutura morfológica, propriedades da água e às biocenoses presentes (MELO <i>et al.</i>, 2016, CIT, 2017).</p>
<p><b>Protocolo de relevância de quedas d'água</b></p>		<p>Criação de um protocolo de classificação de relevância de quedas d'água, os critérios foram extraídos de uma consulta a especialistas de diversas áreas (técnica <i>Delphi</i>). O protocolo foi validado em 20 quedas ao longo do Estrada Real/MG (OLIVEIRA <i>et al.</i>, 2017).</p>
<p><b>Patrimônio hidrológico</b></p>	<p>PORTUGAL a partir de 1990</p>	<p>Trabalhos abordando a água e seus elementos como patrimônio, inclusão do patrimônio hidrológico na gama do geopatrimônio (SARAIVA, 1999; PEYRET, 2016; PEIXOTO &amp; CARDIELOS, 2016; RODRIGUES, 2019; PEREIRA-RAMOS, 2019).</p>
<p><b>Ecossistema fluvial</b></p>	<p>ESPANHA a partir de 2000</p>	<p>Os trabalhos desenvolvidos na Espanha buscam classificar os rios em diferentes óticas, mas colaborando sempre para a visão integrada do ecossistema fluvial (OLLERO, 2000; CARCAVILLA <i>et al.</i>, 2009; ORTEGA &amp; DURÁN, 2010; OLLERO, 2017).</p>

<b>Gestão integrada</b>	ALEMANHA a partir de 2000	Os pesquisadores alemães são fundamentais para análise e gestão integrada das bacias hidrográficas e o estudo da geosfera no âmbito fluvial (BECK <i>et al.</i> , 2004, FÖRCH & SCHÜTT 2004; GERMAN, 2006).
<b>Patrimônio hidrológico</b>	ITÁLIA 2019	Avaliação da geodiversidade e recursos hídricos no Geopark UNESCO Sesia Val Grande (Itália) (PERROTI <i>et al.</i> , 2019).
<b>Patrimônio hidrológico</b>	SÉRVIA a partir de 2007	Estudos e classificação do patrimônio hidrológico na Sérvia. Estudos relacionados a legislação do país (SIMIĆ, 2011; SIMIĆ <i>et al.</i> , 2012; 2014).
<b>Direitos legais da natureza</b>	NOVA ZELÂNDIA 2017	O Rio Whanganui, na Nova Zelândia recebeu o status legal de pessoa. A lei da Nova Zelândia também designa os representantes do rio: um comitê composto de representantes da comunidade indígena que lutou por esses direitos, garantindo qualquer modificação drástica ou irreversível na calha e nas margens (TANASESCU, 2017; O'DONNELL & TALBOT-JONES, 2018).
<b>Direitos legais da natureza</b>	ÍNDIA 2017	Na Índia os rios Ganges e Yamuna estão usando os direitos legais como uma ferramenta para gerenciar saúde dos rios e dos recursos hídricos (TANASESCU, 2017; O'DONNELL & TALBOT-JONES, 2018).

### 3. GEOSSISTEMA: APLICAÇÃO NA ANÁLISE DOS SISTEMAS FLUVIAIS

O desenvolvimento sustentável se estabelece e evolui com a análise integrada dos elementos naturais e dos recursos. Nesse sentido, incorporar e entender o conceito de geossistema na manutenção da vida e quebrar paradigmas nas ciências naturais se faz indispensável na mitigação das degradações no Planeta (KOZLOWSKI, 2004).

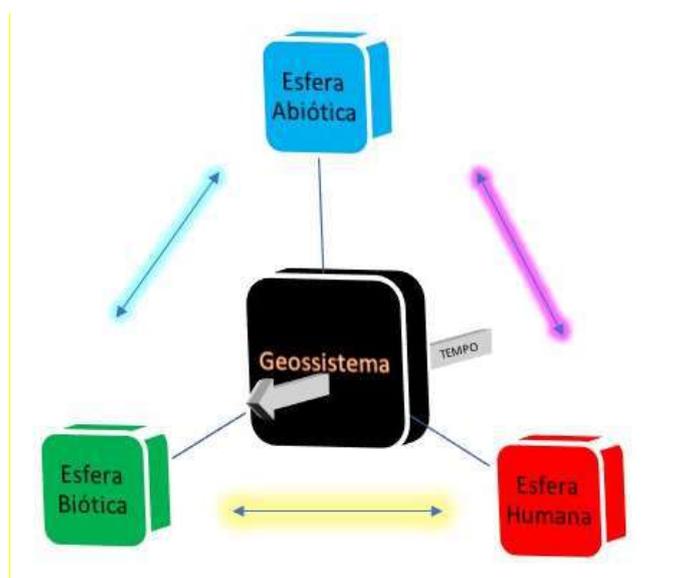
Motivada pela Teoria Geral dos Sistemas do biólogo Ludwig von Bertalanffy em 1937, as pesquisas iniciaram uma ótica sistêmica (GUERRA, 1978; MEIRA & SILVA, 2019). Somente na década de 1960 foi elaborado o método geossistêmico com o intuito de acrescentar a dimensão espacial às concepções sistêmicas (ROSOLÉM & ARCHELA, 2010; MEIRA & SILVA, 2019). A definição do termo geossistema foi fornecida pelo russo Viktor Borisovich Sotchava (1962), que o trata como a conexão dos componentes naturais de forma homogênea ou sistemas dinâmicos abertos hierarquicamente organizados, incluindo o componente humano (SOTCHAVA, 1977, *apud* CAVALCANTI, 2010).

O geossistema pode resultar em diferentes paisagens, com distintos níveis de evolução e diferentes escalas (CHRISTOFOLETTI, 1999). A visão geossistêmica é um campo de investigação também da geografia, devido ao dinamismo e interações dos

componentes biogeográficos, físicos, econômicos e sociais que compõe a paisagem e sua organização (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Dentro do contexto geográfico, as discussões sobre geossistema foram se transformando a partir do conceito inicial de Sotchava (1977). Segundo Bertrand (2004), o geossistema é resultado da interação do potencial ecológico, da exploração biológica e da ação antrópica. A porção natural diz respeito aos processos e dinâmicas tectônicas, climáticas, diversidade de formas de relevo, regimes de drenagem superficial e subterrânea. A porção biológica refere-se à organização ecológica da fauna e flora, bem como suas interações para formação dos solos. As ações culturais, história humana, expressões sociais, interesses políticos, demandas econômicas e intervenções, obras e atividade diversas estão relacionadas a porção antrópica (CAVALCANTI, 2014).

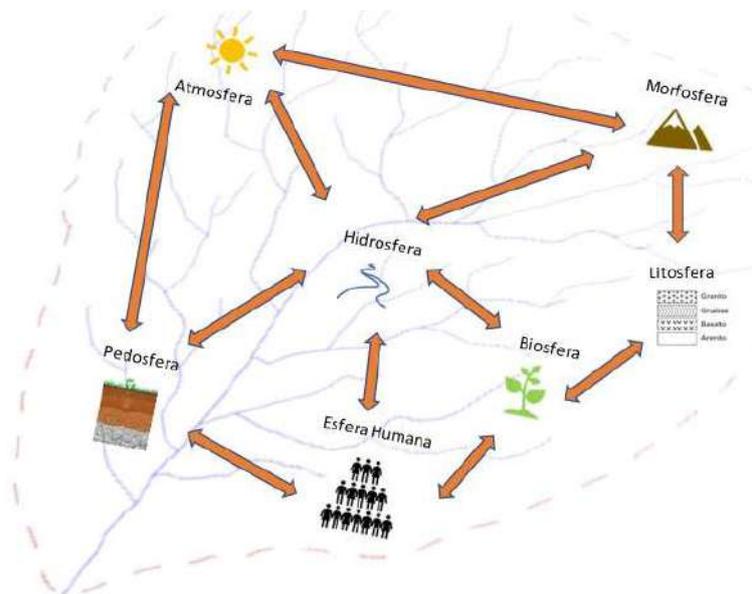
Nesse contexto, pode-se dizer que a abordagem no âmbito sistêmico, considerando as trocas de energia e funcionamento dos elementos que compõem o geossistema é o ponto chave para a avaliação dos elementos da geodiversidade, reduzindo a compartimentação das pesquisas atribuída aos elementos da natureza, permite uma análise completa e dinâmica (MONTEIRO, 2000). As esferas se sobrepõem e interagem através do tempo em toda superfície terrestre, não existindo delimitação de atuação, mas zonas de transição e interfaces (CHRISTOPHERSON, 2012) (Figura 1).



**Figura 1.** Relação das principais esferas da Terra, incluindo a esfera humana. Área branca representa abrangência da geodiversidade nas interações do geossistema. Fonte: Autores.

Os elementos da geodiversidade fluvial e os valores relacionados aos sistemas fluviais controlam os processos (geomorfológicos) que ocorrem nas encostas, e no leito dos rios (erosão, transporte e sedimentação), e os movimentos das águas (SCHUMM *et al.*, 2002). No curso d'água, os aspectos e interações das esferas podem determinar diferentes características ao longo do curso d'água e seu entorno, por exemplo, o tipo de solo, as alterações no solo, água, qualidade da água, morfologia, biota, disponibilidade e

transporte de sedimentos, regime, fluxo, qualidade ambiental e serviços geossistêmicos (Figura 2).



**Figura 2.** Representação das possíveis interação entre as esferas nos sistemas fluviais. Fonte: Autores.

Um sistema de normas e ações, bem como um modelo de interação das variáveis, deve ser criado para alcançar uma avaliação da geodiversidade também em termos de serviços de ecossistêmicos (GRAY, 2018). Em certa medida todos os ecossistemas têm sua origem ligada ao estágio geológico e geomorfológico (HJORT *et al.*, 2015).

Os serviços ecossistêmicos são “os bens e serviços que as pessoas obtêm dos ecossistemas/ natureza/ avaliação completa e gerenciamento cuidadoso para sustentar e melhorar o capital natural para garantir que esses serviços continuem disponíveis para as gerações futuras.” (CBD, 1992). Diante da relevância da geodiversidade para os serviços ecossistêmicos e a partir da classificação da Avaliação de Ecossistemas do Milênio de 2005<sup>1</sup>, Gray (2013) destacou os serviços geossistêmicos com significado direto para geodiversidade composto por 5 serviços (regulação, suporte, provisão, cultural e conhecimento) e 25 bens e processos, a fim de demonstrar a gama de bens e serviços abióticos (GRAY, 2013).

Considerando a relevância e complexidade dos sistemas fluviais para a natureza, manutenção da vida e como recurso, todos os serviços geossistêmicos elencados por Gray (2013) e Gray *et al.*, (2013; 2018) têm relação direta com os ambientes fluviais apresentando bens e processos relacionados a esses ambientes (Tabela 2). Os serviços relacionados aos sistemas fluviais conferem valores mais amplos para a sociedade, além do capital natural exclusivo oriundo da geodiversidade (GRAY *et al.*, 2013).

<sup>1</sup> Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MA): programa de pesquisas relacionado a mudanças ambientais e suas direções para as próximas décadas, principalmente a avaliação compreensiva global sobre os principais ecossistemas mundiais. O estudo teve como foco os serviços dos ecossistemas, nomeadamente o uso e depreciação dos recursos naturais do planeta. (MMA, 2018).

**Tabela 2.** Serviços geossistêmicos relacionados aos cursos d'água.

<b>SERVIÇOS</b>	<b>BENS / PROCESSOS</b>	<b>EXEMPLOS SISTEMAS FLUVIAIS</b>
<b>GEOSSISTÊMICOS</b>	<b>Processos atmosféricos e oceânicos</b>	ciclo hidrológico
	<b>Processos terrestres</b>	regulação climática, processos geomorfológicos, regulação do risco natural, regulação da erosão, pedologia
	<b>Regulação de inundação</b>	infiltração, diques de rio, dunas de areia, planícies de inundação
	<b>Regulação da qualidade da água</b>	filtros naturais como solo e rocha, indicadores biológicos
<b>SUPORTE</b>	<b>Disposição de habitat</b>	fauna e flora aquáticas e do entorno
	<b>Terra e água como plataforma para atividade humana</b>	construção das civilizações e suas atividades
	<b>Aterro e armazenamento</b>	armazenamento de água em aquíferos, lagos, reservatórios
<b>PROVISÃO</b>	<b>Alimentos e bebidas</b>	água doce, água mineral, reservatórios, pesca
	<b>Nutrientes e minerais</b>	plantações e cultivos
	<b>Combustível</b>	hidrelétrica
	<b>Materiais de construção</b>	areia e cascalho
	<b>Produtos ornamentais</b>	pedras preciosas, metais preciosos e semipreciosos
<b>CULTURAL E CONHECIMENTO</b>	<b>Qualidade ambiental</b>	contemplação da natureza, paisagens terapêuticas e recreativas
	<b>Geoturismo e lazer</b>	geoturismo, cachoeiras, recreação, esporte aquáticos
	<b>Significados culturais, espirituais e históricos</b>	locais sagrados, cultos e rituais (rios, lagoas, cachoeiras, nascentes)
	<b>Inspiração artística</b>	artesanatos, literatura, música, pintura
	<b>Desenvolvimento social</b>	atividades sustentáveis de cultivos, preservação de nascentes, plantio de mata ciliar
	<b>História da Terra</b>	evolução da vida, extinção, origem das formas de relevo, paleontologia
	<b>História da pesquisa</b>	identificação de inconformidades, fósseis
	<b>Monitoramento e previsão ambiental</b>	pesquisas sobre qualidade da água, habitat, clima e poluição, evolução relevo, nível de base, capturas fluviais e outros
	<b>Educação e emprego</b>	educação ambiental, guia de viagens, turismo, emprego em unidades de conservação e geoparques

#### 4. SISTEMAS FLUVIAIS COMO GEOPATRIMÔNIO

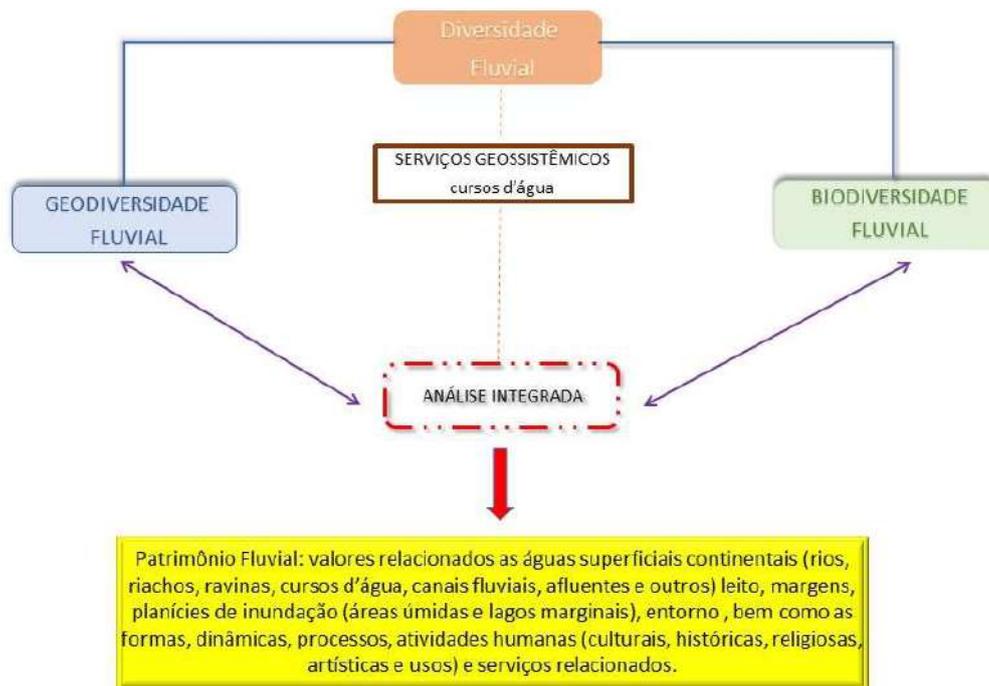
Um curso d'água (rios, ribeirões, riachos, ravinas, canal, afluente, córregos, regos) não é necessariamente um fluxo contínuo de água, como muitas vezes definido, não se resume a um canal com água, morfologia e características padronizadas. Um canal fluvial é um sistema múltiplo e complexo, que tem seu fluxo variável, pode não carregar água continuamente (rios temporários, ravinas, rios efêmeros), mas suas funções são as mesmas de um grande rio ou um rio perene. A interpretação de um rio é uma questão escalar, que se altera em cada trecho e nunca é estática.

As relações e interações das esferas relacionadas aos cursos fluviais por vezes parecem confusas, os rios são marcados por irregularidades, obstáculos, incertezas, dinamismo e resiliência, não sendo previsíveis os resultados relacionados aos canais, entorno e vertentes que pertencem ao sistema. As menores alterações e oscilações relacionadas aos sistemas fluviais afetam todo contexto, os sistemas de entrada, saída, estoque de energia e matéria, morfologia, desníveis, níveis de base e equilíbrio do ciclo hidrológico, o sistema fluvial tem características autorreguladoras, que almejam o equilíbrio e a manutenção (OLLERO, 2017).

Os sistemas fluviais são marcados pela alta diversidade natural, além dos recursos e serviços prestados para a humanidade. As funções culturais e turísticas são cruciais, com manutenção e perpetuação de civilizações, os elementos da geodiversidade fluvial são a espinha dorsal do território (GRAY, 2013; OLLERO, 2017). Todas essas funções e relações são essenciais a natureza e apresentam valores patrimoniais de níveis distintos. Não existindo um rio igual a outro.

De acordo com Simić (2011), o patrimônio hidrológico é parte da diversidade hidrológica de uma área, que diante da abundância, características e elementos se destaca por sua importância (valor), que são refletidos no meio ambiente, recursos, estudos científicos, educacional, sociocultural e estético. A proteção do geopatrimônio fluvial não se caracteriza como mais um ponto da proteção da água, mas um segmento em destaque na proteção da natureza (geossistema), pois a água é um dos principais elementos naturais e deve ser visto com componente fundamental da natureza, não somente como recurso (DELPHIM, 2013; BELIJ & SIMIĆ, 2007).

O patrimônio fluvial na perspectiva deste trabalho se caracteriza a partir da análise integrada dos elementos da diversidade fluvial (geodiversidade e biodiversidade fluvial) e dos serviços geossistêmicos e seus bens e processos, caso existam no rio ou segmento de rio analisado. A partir da análise holística, aplicação de protocolos e metodologias para classificar e definir os elementos da diversidade fluvial que apresentam valores patrimoniais (valores científicos, paisagísticos, cênicos, culturais, turísticos, ecológicos, físicos, educativos, econômicos e outros), possibilitando designar elementos e valores que podem compor o patrimônio fluvial (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema da análise integrada para identificação do patrimônio fluvial. Fonte: Autores.

Os elementos que compõem o geopatrimônio fluvial têm diversos significados, deve-se entender a água também como elemento social, ou seja, a água se configura como o maior patrimônio cultural da Terra. Sob diversos aspectos a água se configura como um dos principais elementos do planeta (DELPHIM, 2013). Os significados da água e suas formas de manifestação são muitos, como: chuva, orvalho, nascentes, rios, cachoeiras, lençóis freáticos, afloramentos, lagos, cavernas, vapor, gelo, nuvens. A água em suas diferentes formas e estado físico, apresenta simbologias diversas (DELPHIM, 2013).

A rede hidrográfica se configura como uma das principais infraestruturas naturais do planeta, sendo responsável pela conectividade de diferentes paisagens. A dinâmica fluvial, dinâmica hidrológica de inundação, geomorfológica da erosão, transporte e sedimentação interligam todo o espaço fluvial em suas dimensões longitudinal, lateral, vertical e temporal (OLLERO, 2017). As pesquisas relacionadas entre geodiversidade e água, ambientes fluviais ou hidrologia estão se tornando componentes fundamentais para avaliação sistemática da própria geodiversidade, contribuindo para não setorização das geociências e os recursos hídricos (PEROTTI *et al.*, 2019).

#### **4.1. Proposta de critérios para identificar e classificar segmentos de rios com valores patrimoniais**

No intuito de desenvolver um conjunto de critérios para avaliação sistêmica e horizontalizada dos sistemas fluviais, Oliveira *et al.* (2019) desenvolveram critérios a partir de revisão bibliográfica de parâmetros utilizados em outros protocolos e inventários nacionais e internacionais de diferentes categorias de geopatrimônio (geomorfológico,

espeleológico), do patrimônio ambiental (balneabilidade e sanitário) e do patrimônio cultural e turístico.

Para exemplificar os múltiplos valores associados aos cursos d'água e elaborar uma proposta de avaliação integrada, utiliza-se aqui como exemplo um segmento do Rio Cipó, localizado na região da Serra do Cipó, porção meridional da Serra do Espinhaço (SdEM), em Minas Gerais. Os critérios elaborados contemplam os valores científicos, ambientais, paisagísticos, turísticos, educacionais: (i) presença de estrutura geológica; (ii) presença de quedas d'água; (iii) características da geomorfologia fluvial; (iv) domínios cársticos; (v) áreas úmidas; (vi) elementos da biodiversidade; (vii) produção científica; (viii) associação com diversidade local; (ix) Intervenções no segmento; (x) registro histórico-cultural-religioso; (xi) beleza cênica; (xii) turbidez; (xiii) acessibilidade; (xiv) infraestrutura; (xv) usos ao longo do segmento; (xvi) preservação do entorno; (xvii) educação ambiental. Estes critérios indicam de forma geral os elementos que podem conter valores, funções geossistêmica e relevância dentro da análise proposta.

Considerando ajustes de outras metodologias (KERSHNER & SNIDER, 1994; CIT, 2017; ALVARENGA, 2019), adotou-se um padrão de 100 m no perfil longitudinal do canal fluvial, permitindo uma visão geral do leito e das margens, e um padrão mínimo de 500 m transversal a partir de cada margem, estabelecido pela Lei 12.651 (BRASIL, 2012) - fixa para as Áreas de Preservação Permanente. A faixa de 500 m a partir de cada margem se justifica pela importância dos valores culturais e socioculturais no entorno dos cursos d'água, bem como possíveis usos e fontes poluidoras.

#### *4.1.1. Elementos da Geodiversidade Fluvial e possíveis Valores Patrimoniais no segmento do Rio Cipó*

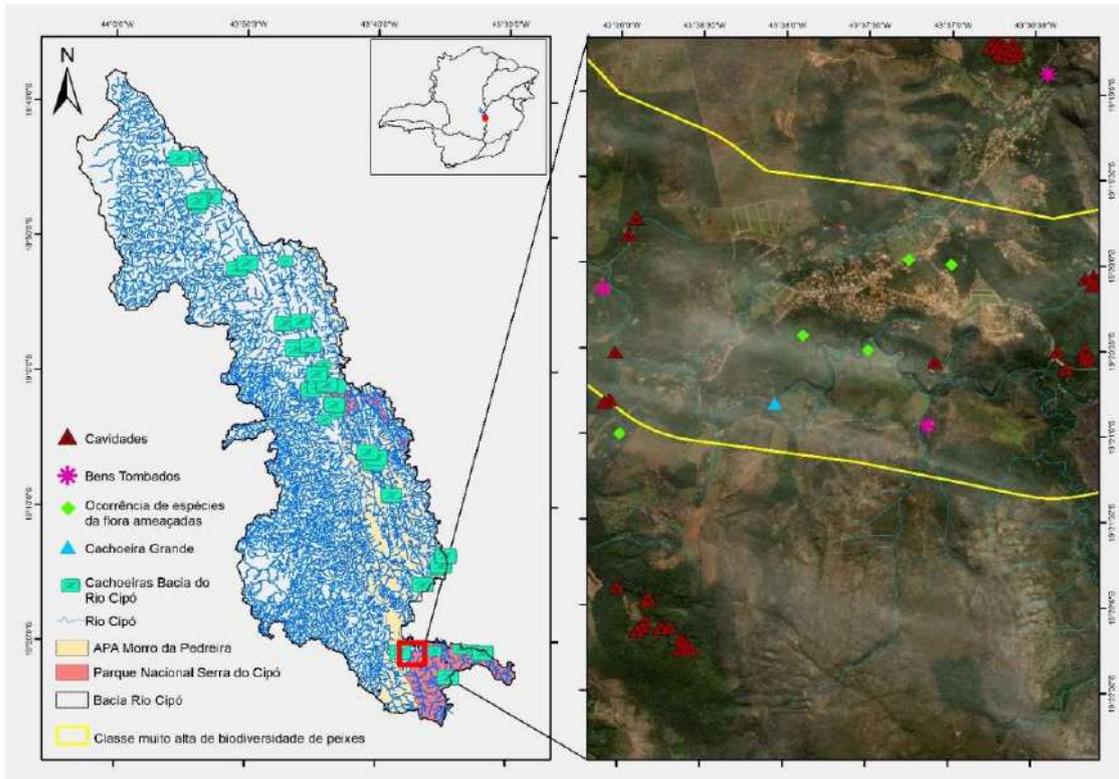
O Rio Cipó é classificado pela Lei nº 15.082, de 27 de abril de 2004, como um rio de preservação permanente. A Lei considera como rios de preservação permanente os cursos de água ou trechos destes com características excepcionais de beleza ou dotados de valor ecológico, histórico ou turístico, em ambientes silvestres naturais ou pouco alterados (ALMG, 2004).

Para análise do Rio Cipó foi considerado um segmento de 5 km de extensão, com início na confluência dos Rios Mascate e Gavião (formadores do Rio Cipó) até a Cachoeira Grande (Figuras 4 e 5). A Cachoeira Grande apresenta alta relevância ambiental e paisagística e constitui grande atrativo turístico da Serra do Cipó (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

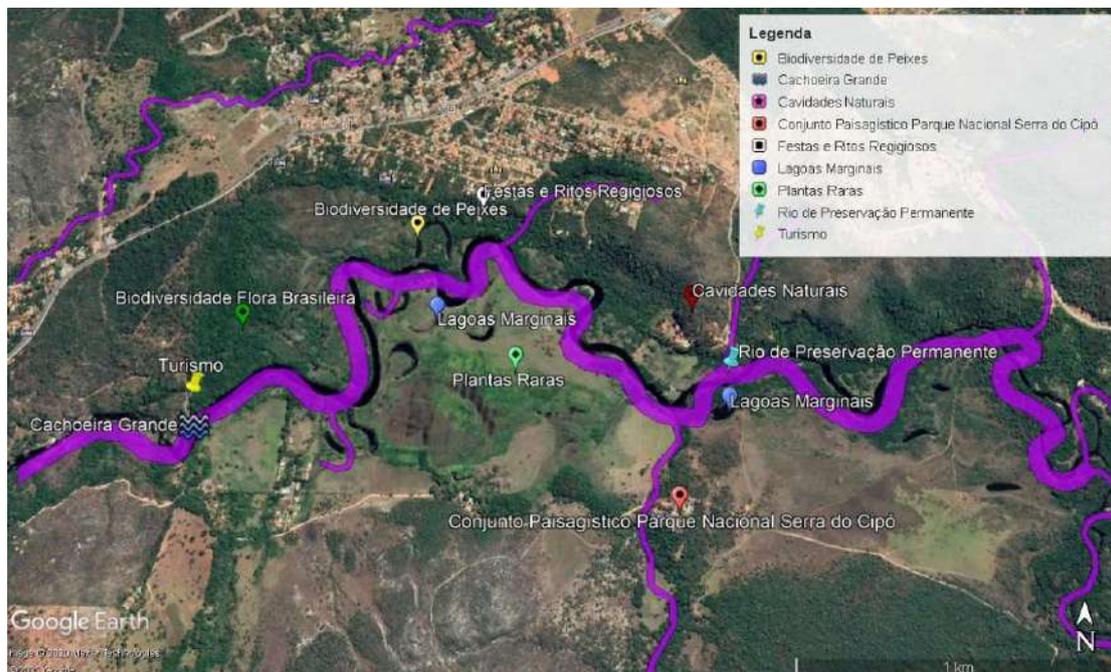
A área destacada está sobre os depósitos de sedimentos aluviais. A mata ciliar e margens bem preservadas conferem naturalidade e integridade do leito, margem e entorno. As nascentes estão no Parque Nacional da Serra do Cipó e apresentam classe especial de água e baixa turbidez (IGAM, 2019).

O rio nesse segmento está na transição do Parque Nacional Serra do Cipó e da APA Morro da Pedreira e totalmente inserido na Reserva da Biosfera do Espinhaço, que possui elementos como cavidades naturais, plantas raras e endêmicas (BIODIVERSITAS, 2005), sítios e bens tombados (Figura 5) (IEPHA, 2019). A grande diversidade de

ambientes e paisagens confere a região uma aptidão natural ao ecoturismo: as cachoeiras são diversas e espalhadas por toda região, assim como os canyons e serras e cursos d'água –considerados cartão postal da Serra do Cipó.



**Figura 4.** Mapa avaliação integrada em segmento do Rio Cipó/MG. Destaque para os elementos da geodiversidade e biodiversidade no Rio Cipó e entorno. Fonte: Instituto Pristino, 2020.



**Figura 5.** Destaque para os elementos da diversidade natural e valores no segmento do Rio Cipó.

Além dos aspectos naturais, o vale do Rio Cipó apresenta marcantes valores históricos e culturais que se expressam pela história, artesanato, música folclórica, literatura, folguedos e danças, teatro, festas religiosas, plantas medicinais e gastronomia (BIODIVERSITAS, 2005) (Tabela3).

Os elementos e valores destacados na figura 4 podem ser analisados na tabela 1, bem como outros dados que corroboram para a percepção do valor patrimonial do segmento. As informações e os dados da tabela 3 são indicativos do patrimônio fluvial neste segmento do Rio Cipó (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Para averiguação dos elementos naturais na área de estudo foram utilizados dados e bases cartográficas obtidos no Atlas Digital Geoambiental do Instituto Prístino (2020), que traz uma compilação de dados espaciais de várias fontes oficiais. A pesquisa também contou com dados de campo e pesquisa bibliográfica sobre a área, a tabela 3 mostra os resultados do levantamento holístico sobre um segmento do Rio Cipó em Minas Gerais, sinalizando aspectos e elementos patrimoniais no sistema fluvial (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

A bacia do Rio Cipó está inserida em um importante e diversificado contexto geológico e geomorfológico, resultando diferentes domínios, tipos de canal, paisagens, formas de relevo, cultura e usos. As informações da Tabela 3 apontam o alto potencial patrimonial no segmento analisado do Rio Cipó, e alerta para a escassez de trabalho que abordam os ambientes fluviais de forma integrada, as informações são encontradas de forma fragmentada e por vez desconexas. A biodiversidade se destaca em toda bacia, no segmento analisado apresenta significativos destaques na biodiversidade de peixes, classes de conservação da fauna brasileira e mineira, e endemismo do entorno do Rio Cipó, biodiversidade de aves (BIODIVERSITAS, 2005).

A região do vale do Rio Cipó contém expressivos exemplares da avifauna do Cerrado, cerca de 26% das 837 espécies inventariadas para o bioma, possuindo espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (RODRIGUES *et al.*, 2005; RODRIGUES & COSTA, 2006). Além das características ambientais propícias para a avifauna, a geologia e geomorfologia têm papel singular para existência e manutenção de algumas espécies. As condições de umidade e incidência de luz oferecidas pela Cachoeira da Farofa desenvolvem micro-habitat específico para algumas espécies de plantas, se tornando o lugar preferido do beija-flor rabo-branco-acanelado (*Phaethornis pretres*). As falhas e fraturas nas Cachoeiras da Farofa e Taioba, são os únicos ambientes que registraram a nidificação do andorinhão-velho (*Cypseloidessenex*) (RODRIGUES *et al.*, 2005; RODRIGUES & COSTA, 2006).

Quanto a biodiversidade de peixes, o Rio Cipó se destaca ainda mais, das 130 espécies de peixe registradas na bacia do Rio das Velhas, 78 espécies, quase 60% da ictiofauna encontra-se no curso do Rio Cipó, com destaque para as lagoas marginais (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA RIO DA VELHAS, 2010). A área destacada apresenta lagoas marginais, refúgio e criadouros de muitos peixes (SATO *et al.*, 1987),

sendo a espécie *Hyphessobrycon cf. gracilis* exclusivamente encontrada nas lagoas do Rio Cipó (VIEIRA *et al.*, 2005). As lagoas no Vale do Rio Cipó estão relacionadas aos condicionantes do relevo, a cacheira grande atua como nível de base no segmento próximo a cabeceira, reduzindo a energia e proporcionando o meandramento do Rio Cipó, os meandros abandonados formam lagoas marginais e ecossistemas aquáticos muito ricos em aspectos físicos e biológicos (VIEIRA *et al.*, 2005).

**Tabela 3.** Elementos da diversidade fluvial, valores da geodiversidade, bens e serviços associados ao segmento do Rio Cipó.

<b>VALORES DESTACADOS</b>	<b>SEGMENTO DO RIO CIPÓ</b>
<b>Associação com sistemas cársticos.</b>	Categoria 1 Áreas Prioritárias para a Conservação do Patrimônio Espeleológico: <b>Abismo do Celso</b>
<b>Classe de Biodiversidade: Peixes.</b>	Muito alta
<b>Classe de Biodiversidade: Aves.</b>	Especial
<b>Classe para conservação: Biodiversidade de Minas Gerais.</b>	Muito alta
<b>Classe para Conservação da Biodiversidade Brasileira</b>	Extremamente alta
<b>Classe para conservação da Flora de Minas Gerais.</b>	Especial
<b>Espécies Endêmicas fauna e flora (terrestre e aquática) (Biodiversitas, 2005; Rodrigues et al., 2005; Vieira et al., 2005).</b>	Flora e Fauna
<b>Áreas Prioritárias para Conservação e Uso Sustentável da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.</b>	Prioridade moderada
<b>Presença de áreas úmidas</b>	Lagoas Marginais
<b>Classe de Água (IGAM, 2019).</b>	Especial
<b>Turbidez (dados de campo)</b>	Satisfatória - 4,26
<b>Tombamento.</b>	Municipal: Lei Orgânica de 10/08/1990 do conjunto paisagístico Serra do Cipó, Jaboticatubas, MG
<b>Sítios Arqueológicos.</b>	42 sítios nos Municípios de Jaboticatubas e Santana do Riacho
<b>Expressões culturais, Festas e Ritos Religiosos (Gastronomia, música, dança, artesanato, Boi-damanta, o Samba de roda e o Candombe) (ICMBIO, 2009).</b>	Existente
<b>Potencial Educação Ambiental</b>	Possui
<b>Beleza Cênica</b>	Alta
<b>Potencial e Uso Turístico e Recreação</b>	Alto Potencial
<b>Acesso</b>	Fácil
<b>Esporte Fluvial</b>	Possui
<b>Valores da Geodiversidade</b>	Científico, ambiental, turístico, educativo, cênico
<b>Serviços Geossitêmicos</b>	Regulação, suporte, cultura e conhecimento

A geodiversidade da Serra do Cipó é fator primordial para a existência e manutenção do endemismo na região. Os campos rupestres são ecossistemas que detêm o maior número de espécies endêmicas da fauna, flora e ambientes aquáticos da Serra do Cipó, os campos rupestres estão nas altitudes superiores a 900 metros, solos rasos, pedregosos e arenosos, compondo paisagens únicas (BIODIVERSITAS, 2005). O controle do relevo e a geologia da cadeia do Espinhaço formam uma condição ideal para algumas espécies, os platôs quartzíticos apresentam classe muito alta de endemismo.

A associação com sistemas cársticos, no entorno do rio, como as cavidades e rochas carbonáticas afloradas ocorrem principalmente na porção oeste da Serra do Cipó, área de contato entre a Faixa Orogênica e o Cráton do São Francisco, os mármore do Grupo Bambuí afloram e dão origem as cavidades nessa região (SOUZA *et al.*, 2019).

Com bases nas informações e análises realizadas no Rio Cipó, no segmento analisado, justifica-se tecnicamente o enquadramento na Lei de Rio de Preservação Permanente, pois apresentam elementos de diferentes ordens de valor científico, ambiental, turístico e cultural. Os estudos que englobam a avaliação integrada da natureza são emergenciais, principalmente nas áreas que não apresentam medidas ou legislações específicas, até mesmo em unidades de conservação a percepção holística precisam ser melhor abordada e efetivada no plano de manejo.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAS**

As ciências naturais possuem pressa nos esforços holísticos e integrados para a proteção da natureza. Segundo Kozłowski (2004), os programas acadêmicos, estudos, órgãos ambientais, precisam adotar dois princípios na avaliação e gestão do ambiente natural: conservação da biodiversidade e conservação da geodiversidade. No âmbito dos estudos ambientais os sistemas fluviais vêm no processo de quebra de paradigma e ambicionando a avaliação integrada. A incorporação dos cursos d'água e dos elementos da geodiversidade fluvial nas pesquisas sobre conservação, geopatrimônio e efetivação legal desses ambientes é um avanço importante.

Classificar os elementos patrimoniais dos sistemas fluviais é uma tarefa de esforços múltiplos, tendo em vista a importância e complexidade desses ambientes. Nem só os fatores relacionados à qualidade das águas, biota aquática e geomorfologia fluvial são fundamentais, tudo que pertence ao sistema fluvial, os processos relacionados, transformações e usos são análises importantes.

A formulação de protocolos e metodologias de avaliação integrada dos segmentos fluviais é o caminho para compreensão do sistematizada dos ambientes fluvial, os critérios precisam compreender as esferas e suas interações da calha do rio (regime, geologia, geomorfologia, beleza cênica, integridade do curso d'água), as características da água (qualidade, balneabilidade, fauna e flora), as características do entorno (componentes físicos e biológicos, paisagísticos, cênicos e integridade das margens) e as questões socioculturais (usos, conservação, interação, culturas, gestão e serviços). A constante aplicação, testes e adequações são necessárias e possibilitarão os avanços e

melhorias essenciais a qualquer protocolo ou métodos de inventários e classificação do geopatrimônio.

O exemplo dos valores associados aos cursos d'água no Rio Cipó demonstra a urgência de estudos e avaliações que contemplem os elementos do leito e da margem do rio, no intuito de evidenciar que os cursos d'água possuem riquezas que extrapolam a água, a função ecológica e a morfologia. A avaliação no segmento do Rio Cipó foi realizada no propósito de aplicar os critérios e destacar os elementos do rio e do entono com potencial valor patrimonial. A proposta averigua a condição geral do rio a partir de valores da geodiversidade, colaborando para o entendimento e integração dos elementos, subsidiando tecnicamente a lei que enquadra o rio analisado como Rio de Preservação Permanente (ALMG, 2004).

A identificação, inventariação e classificação do geopatrimônio fluvial são peça chave para compor melhores instrumentos de gestão. Entender os ambientes fluviais como ecossistema complexo, colabora para restauração desses ambientes, elaboração de leis que reconheçam a importância patrimonial, subsídio técnico, proposição de planos de manejo, desenvolvimento econômico para as comunidades locais, mitigação de impactos e outras ações. As experiências mundiais relacionadas à percepção dos valores patrimoniais em segmentos de rio são exemplos positivos de gestão efetiva e integrada do território.

O valor de um curso d'água é inestimável. Todavia, a efetivação do geopatrimônio, só se efetua quando há a consolidação de leis e medidas para conservação. Ao reconhecer os valores patrimoniais dos sistemas fluviais, promove-se a conservação da água, do solo, da vegetação, dos animais, do ar, das pessoas, das culturas. Ao reconhecer e gerir o patrimônio natural promove-se a vida.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a FAPEMIG pela concessão de bolsa de doutorado, ao CNPQ pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa Nível 2 de Úrsula Ruchkys e Paulo de Tarso Amorim Castro.

### **Referências Bibliográficas**

AGI. AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE. **Update and Hearing Summary on American Heritage Rivers Initiative**. 1998. Disponível em <<http://www.agiweb.org/hearings/hertriv.html>> Acesso em 21 set. 2016.

ALMG. Assembléia Legislativa de Minas Gerais. **Lei 15082, 27 de abril de 2004**. Dispõe sobre Rios de Preservação Permanente e dá outras Providências. 2004.

ALVARENGA, L. J. **Conservação do Complexo Geopaisagístico Serra da Canastra, Minas Gerais: contribuições metodológicas do Direito sob o signo da integração**. 2019. (Tese Doutorado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, 2019.

- BECK, J.; BUSCH, K.; ECKHART, E.; FRAYER, J.; HAHL, R.; HUNDHAUSEN, C.; REICHE, ST.; SCHWERTFECHTER, CH.; STUMPTNER, A.; ABEBE, T.; AMARE, G.; AYALEW, N.; BANTHIE, W.; BERHE, T.; KIROS, N.; LEGESSE, G.; MULUNEH, Z.; SIYNUM, B.; TAFERE, M. and WALELIGN, Z.: Soil Erosion Risk and Water Balance of the Gina River catchment. In: SCHÜTT, B. (ed.): **Watershed Management in the Abaya-Chamo Basin, South Ethiopia**. Berlin, 2004. p. 15-73.
- BELIJ, S. & SIMIĆ, S. Hydrological Heritage as Part of the Geoheritage in the System of Nature Protection. **Globus**, v. 32, p. 55- 64, 2007.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3. ed. Petrópolis- RJ: Vozes, 1977.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. **Revista Ra'EGa**, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Brasília, 2000.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage Editora, 2005.
- BRILHA, J.B.R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, v.8, n.2, p. 119-134, 2016.
- BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Pesquisa em Geociências**, v.38, n 1, p. 3-14, jan./abr. 2011.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.D.C. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n.1, p. 91-98, 2002.
- CARCAVILLA, L.; DURÁN, J.J.; GARCÍA-CORTÉS, A. & LÓPEZ MATÍNEZ, J. Geological Heritage and Geoconservation in Spa. In: Past, Present, and future. **Geoheritage**, 1(2): 75-91, 2009.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em Geografia**. 2010. 134 p. (Dissertação Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2010.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 96 p.
- CBD. **Convention on Biological Diversity**. 1992. Disponível em: <https://www.cbd.int/>. Acesso em: 25 fev. 2020.

- CBH RIO DAS VELHAS. **Ictiofauna do Rio das Velhas: Revitalização, Barragens e Conexões com o Rio São Francisco**. Documento Final. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/agbpeixe vivo/item-7- parecerictiofaunaversao11022010>. Acesso em: 13 mai. 2019.
- CHRS. Canadian Heritage Rivers System. **Rios Patrimônio Canadense**, 1984. Disponível em: <https://chrs.ca/en>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1999. 256 p.
- CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas – Uma Introdução à Geografia Física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- CIT. Centro de Informação e Tecnologia. **Ambientes Aquáticos em Minas Gerais: qualidade ecológica** / organizadores Helena Lúcia Menezes Ferreira, Márcia Couto de Melo, Mariana d'Ávila Fonseca Paiva de Paula Freitas, Sylvia Therese Meyer, Mônica de Cássia Souza Campos, Glaysimara Aparecida Felipe. Belo Horizonte: Centro de Inovação e Tecnologia SENAI, 2017.
- DELPHIM, C. F. M. O significado universal da água. In: BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Água e Patrimônio Cultural. Brasília: ANA, DVD**. (Seminário), 2013.
- FERRÃO A.M.A. & BRAGA, L.M.M. Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas: paisagem cultural e parques fluviais como instrumentos de desenvolvimento regional. **Confins** (23) [en ligne], 2015.
- FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Revisão da lista da flora brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte, MG, 2005.
- FÖRCH, G. & B. SCHÜTT. International MSc Integrated Watershed Management (IWM). **Occasional Paper Geographie**, v. 20, p. 7-14, 2004.
- GEOLEARNING; HEUBECK, C.H.; SCHÜTT, B. (Org.). **Departamento de Ciências da Terra**, Freie Universität Berlin, 2006-2008. Disponível em: <https://www.geo.fu-berlin.de/en/v/geolearning/overview/index.html>. Acesso em: 6 fev. 2020.
- GERMAN, L.; MANSOOR, H.; ALEMU, G.; MAZENGIA, W.; AMEDE, T.; STROUD, A. Participatory Integrated Watershed Management Evolution of Concepts and Methods. **African Highlands Initiative (AHI)**. v 11, p. 1-18, 2006.
- GORDON, J.E. & BARRON, H.F. **Scotland's geodiversity: development of the basis for a national framework**. Commissioned report 417. Scottish Natural Heritage, Battleby, United Kingdom, 2011.
- GORDON, J.E.; BARRON, H.F.; HANSOM, J.D.; THOMAS, M.F. Engaging with geodiversity—Why it matters. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 123, p. 1-6, 2012.

- GRANDGIRARD, V. **Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage**. Thèse de doctorat. N.º 1163, Université de Fribourg, Institut de Géographie, 1997.
- GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley e Sons Ltd. 2004.
- GRAY, M. **Geodiversity - Valuing and Conserving Abiotic Nature**. Second ed. Willey Blackwell, Chichester. 2013.
- GRAY, M.; GORDON, J.; BROWN, E. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geosciences in delivering integrated environmental management. **Proc. Geol. Assoc.** v. 124, p. 659-673, 2013.
- GRAY, M. Geodiversidade: a espinha dorsal do geoheritage e da geoconservação. In: **Geoheritage: avaliação, Proteção e Gerenciamento**. Reynard, E., Brilha, J., Eds. Elsevier: Amsterdã, Holanda, p. 13-24, 2018.
- GUERRA, A. J. T. Considerações a respeito da importância da geomorfologia no manejo ambiental. **Boletim Geográfico, Rio de Janeiro**, n. 1, p. 60-67, jul. 1978.
- HJORT, J.; GORDON, J.E.; GRAY, M.; MALCOLM JR.; L.H. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. **Conserv. Biol.** 29 (3), p. 630 – 639, 2015.
- IEPHA. Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico. **Relação de bens protegidos em Minas Gerais apresentados ao ICMS Patrimônio Cultural**, 2019.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Definição Preliminar da Rede de Amostragem Qualidade Bacia do Rio São Francisco Sub-bacia do rio das Velhas**, 2018. Disponível em: [http://www.atlasdasaguas.ufv.br/velhas/impacto\\_ambiental\\_relevante\\_identifica\\_do\\_na\\_bacia\\_do\\_rio\\_das\\_velhas.html](http://www.atlasdasaguas.ufv.br/velhas/impacto_ambiental_relevante_identifica_do_na_bacia_do_rio_das_velhas.html). Acesso em: 30 nov. 2019.
- INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL, **Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental**. Disponível em: < <https://institutopristico.org.br/atlas/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.
- JOHNSON, D. R.; RUZEK, M.; KALB, M. O que é Ciência do Sistema Terrestre. **Anais da International Simpósio de Geociência e Sensoriamento Remoto**, Singapura, p. 688-691. 1997. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/3700802\\_What\\_is\\_Earth\\_system\\_science](https://www.researchgate.net/publication/3700802_What_is_Earth_system_science). Acesso em: 29 nov. 2019.
- KERSHNER, J. L. & SNIDER, W. M. Importance of a habitat-level classification system to design in stream flow studies. In: BOON, P.J.; CALOW, P.; PETTS, G.E. **River conservation and management**. Chapter 12, p. 179-193. 1994.
- KOZLOWSKI, S. The concept and scope of Geodiversity. **Przeгляд Geologiczny**, 52, p. 833-837. 2004.

- LOVELOCK J. **Gaia: um novo olhar sobre a vida na Terra**. Ed. 70, Lisboa, 1995. 168 p.
- MARRERO, N. J. S. **Programa de Ríos Patrimoniales, Rios de Alto Valor Natural y Ríos Recreacionales**, 2016.
- MEIRA, S. A. & SILVA, E. V. Geodiversidade, Geossistema e Planejamento Ambiental: Abordagens Geográficas. In: Lidriana de Souza Pinheiro; Adryane Gorayeb. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. 1ed. Fortaleza: Editora UFC, v. 1, p. 13-25, 2019.
- MELO, M. C.; CASTRO, P. T. A.; FREITAS, M. D. F. P. P.; CORDEIRO, P. F.; FERREIRA, H. L. M. Tipificação de ambientes lóticos em macro e meso escalas em Minas Gerais, Brasil. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 4, p. 80, 2016.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.
- O'DONNELL, E. & TALBOT-JONES, J. Creating legal rights for rivers: lessons from Australia, New Zealand, and India. **Ecology and Society**, 23(1):7, 2018.
- OLLERO, A. **Hidrogeomorfología y geodiversidad: el patrimonio fluvial**. Centro de Documentación del Agua y del Medio Ambiente, Ayuntamiento de Zaragoza, 2017. 111 p.
- OLIVEIRA, C. K. R.; SALGADO, A. A. R.; LOPES, F. W. A. Proposta de Classificação de Relevância de Quedas D'Água como Subsídio à Conservação do Patrimônio Natural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, p. 465-481, 2017.
- OLIVEIRA, C. K. R.; SALGADO, A. A. R.; LOPES, F. W. A.; CASTRO, P. T. A. Geoconservação e Patrimônio geológico: uma discussão sobre a relevância das quedas d'água. **Caderno de Geografia**, v. 27, p. 201-223, 2017.
- OLIVEIRA, C. K. R.; CASTRO, P. T. A.; AZEVEDO, U. R.; PEREIRA, D. M. I.; LOPES, F. W. A. Avaliação e Classificação do Patrimônio Fluvial: Base teórica e metodológica para seleção dos critérios. In: V Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico. **Anais [...]**. Crato, p. 14, 2019.
- ORTEGA, J. A. & DURÁN, J. J. (Eds.). **Patrimonio geológico: Los ríos em roca de la Península Ibérica**. IGME. Madrid, 2010. 497 p.
- PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Nacional de Montesinho**. 2006. 395p. (Tese. Doutorado) Departamento de Ciências – Geologia. Universidade do Minho. Portugal, 2006.

- PEREIRA-RAMOS, A.; LEAL, M., BERGONSE, R., TRINDADE, J., REIS, E. (ed.). **Água e Território: um tributo a Catarina Ramos**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 2019. 413 p.
- PEIXOTO, P. & CARDIELOS, J. P. **A água como património: experiências de requalificação das cidades com água e das paisagens fluviais**. Coimbra: [s.n.]. ISBN 978-989-26-1024-5. 2016. 241 p.
- PEROTTI, L.; CARRARO, G.; GIARDINO, M.; DE LUCA, D. A.; & LASAGNA, M. Geodiversity evaluation and water resources in the Sesia Val Grande UNESCO Geopark (Italy). **Water**, 11(10), 2019.
- PEYRET, P. **Vias de água, paisagens: a noção de património fluvial, Vias de água, paisagens: a noção de património fluvial**. Coimbra, 2016.
- PIEKARZ, G. **Geoturismo no Karst**. Mineropar, Curitiba - PR, 2011. 121 p.
- REYNARD, E. Géomorphosites et paysages. **Géomorphol. Relief Proces. Environ.** 3, 181-188 (in French), 2004.
- REYNARD, E. & BRILHA, J. Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation. In: Reynard, E., Brilha, J. (Eds.), **Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**. Elsevier, Amsterdam, 2018.
- RIBEIRO, D. S. O Tombamento Como Forma de Defesa do Patrimônio Natural da Humanidade. **Cadernos de Direito, Piracicaba**, v. 10(18), p. 37-50, jan./jun. 2010.
- RIBEIRO, M. A; CAMARGO, E.; FRANCA, D. T.; CALANSAS, J. T.; BRANCO, M. S. L. C.; TRIGO, A. J. Gestão da Água e Paisagem Cultural. **Revista UFMG, Belo Horizonte**, v. 20, n.2, p. 44-67, jul./dez. 2013.
- RODRIGUES, M. & COSTA, L. M. Diversidade e Conservação de Aves na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 130, p. 28, 2006.
- RODRIGUES, M. L. Importância do Património Hidrológico para o Geopatrimónio e o Geoturismo. In: PEREIRA, A. R. (org.) **Água e Território um Tributo a Catarina Ramos**. Centro de Estudo Geográfico, Portugal, 2019. 413 p.
- ROSOLÉM, N. P. & ARCHELA, R. S. Geossistema, território e paisagem como método de análise geográfica. In: Seminários Latino-Americano de Geografia Física, 6; Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2. 2010, Portugal. **Anais [...]**. Portugal: Universidade de Coimbra, p. 1-9. 2010.
- RUCHKYS U.; OLIVEIRA C. K. R.; JARDIM H. L.; JORGE L. M. S. ABORDAGEM metodológica da geodiversidade e temas correlatos em Geossistemas Ferruginosos. **Caderno de Geografia**, 28(1), p.1-17, 2018.

- SALAMUNI, E.; NASCIMENTO, E. R.; SILVA, P. A. H.; QUEIROZ, G. L.; SILVA, G. da. Knickpoint Finder: ferramenta para a busca de geossítios de relevante interesse para o geoturismo. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 200-208, 2013.
- SARAIVA, M. DA G. A. N. **O rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território**. [Lisbon]: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.
- SATO, Y.; CARDOSO, E. L. & AMORIM, J. C. C. **Peixes das lagoas marginais do São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais)**. CODEVASF, Brasília, 1987. 42 p.
- SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. Caldwell: The Blackburn Press, 1977.
- SCHUMM, S.; DUMONT, J.; HOLBROOK, J. **Active Tectonics and Alluvial Rivers**. Cambridge University Press, p. 292. 2002.
- SERRANO, E. & RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversity. A theoretical and applied concept. **Geographica Helvetica**, 62(3), p. 140-147, 2007.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanian Parks e Wildlife Service web site. 3. ed. 2002.
- SIMIĆ, S. Hydrological Heritage within the protection of geodiversity in Serbia: Legislation history. *J. Geogr. Inst. Jovan Cvijić SASA*, 61, p. 17- 32, 2011.
- SIMIĆ, S.; GAVRILOVIĆ B.; ŽIVKOVIĆ N.; GAVRILOVIĆ L. Protection of hydrological heritage sites of Serbia: Problems and perspectives. **Geographica Pannonica**, 16(3), p. 84-93, 2012.
- SIMIĆ, S.; MILOVANOVIĆ, B.; JOJIĆ GLAVONJIĆ, T. Theoretical model for the identification of hydrological heritage sites. **Carpathian J Earth Environ Sci**, v. 9, n. 4, p.19- 30, 2014.
- SCHÜTT, B. & FÖRCH, G. Gerenciamento de Bacias Hidrográficas - Uma ferramenta prática de desenvolvimento para o uso sustentável da água. In: Böhn, D. & Rothfuss, E. (eds): **Handbuch des Geographieunterricht**. Editora Aulis. 8/1. p. 244-254. 2007.
- SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Caderno do Instituto de Geografia – USP**. São Paulo: Ed. Lunar, 1977.
- SOUZA, T. A. R.; SALGADO, A. A. R.; AULER, A. S. O Carste em Mármore na Borda Oeste da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, p. 53-68. 2019.
- STANLEY, M. Editorial. **Geodiversity Update**, 2001.
- TANASESCU, M. When a river is a person: from Ecuador to New Zealand, nature gets its day in court. **Open Rivers: Rethinking Water, Place & Community**, n. 8, 2017.

VIEIRA, F.; SANTOS, G. B.; ALVES, C. B. M. A ictiofauna do Parque Nacional da Serra do Cipó e áreas adjacentes. **Lundiana** (UFMG), Belo Horizonte, v. 6, p. 77-87, 2005.