

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**Proposta de Classificação de Relevância de Quedas d'água  
como Subsídio à Conservação**

**Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira**

**Belo Horizonte**

**2016**

**Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira**

**Proposta de Classificação de Relevância de Quedas d'água  
como Subsídio à Conservação**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental

Linha de pesquisa: Geomorfologia

Orientador: André Augusto Rodrigues Salgado

Coorientador: Frederico Wagner de Azevedo Lopes

Belo Horizonte

2016

O48p  
2016 Oliveira, Carmélia Kerolly Ramos de.  
Proposta de classificação de relevância de quedas d'água como subsídio à conservação [manuscrito] / Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira. – 2016.  
122 [5] f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: André Augusto Rodrigues Salgado.  
Coorientador: Frederico Wagner de Azevedo Lopes.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2016.  
Área de concentração: Análise Ambiental.  
Linha de pesquisa: Geomorfologia.  
Bibliografia: f. 107-113.  
Inclui apêndices.

1. Geomorfologia – Minas Gerais – Teses. 2. Patrimônio geológico – Teses. 3. Geoconservação – Teses. 4. Quedas d'água – Minas Gerais – Teses. I. Salgado, André Augusto Rodrigues. II. Lopes, Frederico Wagner de Azevedo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. IV. Título.

CDU: 551.4(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



## FOLHA DE APROVAÇÃO

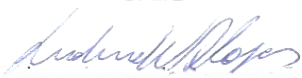
**Proposta de Classificação de Relevância de Quedas d'água como Subsídio à Geoconservação**

**CARMÉLIA KEROLLY RAMOS DE OLIVEIRA**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOGRAFIA, área de concentração ANÁLISE AMBIENTAL.

Aprovada em 11 de março de 2016, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a). Andre Augusto Rodrigues Salgado - Orientador  
UFMG

  
Prof(a). Frederico Wagner de Azevedo Lopes  
Universidade Federal de Minas Gerais / UFMG

  
Prof(a). Paulo de Tarso Amorim Castro  
UFOP

  
Prof(a). Ursula Ruchkys de Azevedo  
UFMG

Belo Horizonte, 11 de março de 2016.

Sete quedas por mim passaram,  
e todas sete se esvaíram.

|...|

Sete quedas por nós passaram,  
e não soubemos,  
ah, não soubemos amá-las,  
e todas sete foram mortas,  
e todas sete somem no ar,  
sete fantasmas, sete crimes  
dos vivos golpeando a vida  
que nunca mais renascerá.

Carlos Drummond de Andrade

Aos meus pais, Iolanda e Lázaro pelo amor e incentivo de sempre.  
Ao meu irmão Lázaro por todo carinho.  
À Luiza, sobrinha amada.  
Ao Enzo, pelo apoio, amor e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter concluído esse trabalho.

A minha mãe Iolanda, por ser meu maior exemplo e incentivadora.

Ao meu pai Lázaro, pelo carinho e incentivo.

Ao meu irmão Lázaro, pelo apoio e pelas conversas.

A princesa Luiza, que fez minha vida mais feliz e se tornou meu maior motivo para ser cada vez melhor.

A minha vó Divina, pelo exemplo de força.

Ao Enzo, pelo amor, paciência e confiança. Além das infinitas ajudas em excel e word. Te amo.

Ao George, Clô, Livia, Rógelis e Ângelo, pelo carinho.

Ao meu orientador Dr. André Augusto Rodrigues Salgado, pela colaboração e confiança desde a graduação.

Ao meu coorientador Dr. Frederico Wagner de Azevedo Lopes, pelo incansável apoio e amizade ao longo dessa caminhada.

Aos membros da banca Professor Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro e Professora Dra. Úrsula Ruchkys de Azevedo, pelas importantes contribuições e críticas pertinentes. Agradeço também ao Flávio Fonseca do Carmo, pela valiosa ajuda e sugestões no seminário de dissertação.

Aos amigos do mestrado, pelas conversas e infinitos auxílios. Especialmente ao Michael Sordi, Breno Marent, Rodrigo Lemos, Manuela, Cecília e Raquel. Vocês foram fundamentais nesse processo, tanto pelas ajudas quanto pela amizade.

Aos participantes do painel Delphi, pela colaboração e significativa contribuição para esse trabalho.

Ao Instituto Prístino, pelo apoio técnico e financeiro, que tornou possível esse trabalho. Especialmente ao Flávio Fonseca do Carmo e Luciana Kamino.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	IX
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	XI
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</b> .....	XII
<b>RESUMO</b> .....	XIII
<b>ABSTRACT</b> .....	XIV
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
2.1 - Geodiversidade e Patrimônio Geológico.....	18
2.2 - Geoconservação .....	21
2.3 - Proteção do Patrimônio Geológico no Brasil: instrumentos legais para proteção.....	24
2.4 - Técnica <i>Delphi</i> , Protocolo de Avaliação Rápida e Métodos Multicritérios de Auxílio à Decisão .....	30
<b>3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA</b> .....	36
3.1 - Aiuruoca/Serra da Mantiqueira.....	38
3.2 - Carrancas .....	39
3.3 - Quadrilátero Ferrífero .....	41
3.4 - Serra do Cipó .....	42
3.5 - Planalto de Diamantina .....	44
<b>4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	46
4.1 - Levantamento de indicadores por meio da técnica Delphi.....	47
4.1.1 - Seleção dos painelistas .....	47
4.1.2 - <i>Feedback</i> do painel <i>Delphi</i> e perfil dos especialistas.....	48
4.1.3 - Execução das Rodadas de respostas do <i>Delphi</i> .....	49
4.2 - Protocolo de Classificação de Quedas D' água .....	50
4.3 - Aplicação da metodologia em campo .....	51
4.4 - Sistema de auxílio à decisão .....	52
<b>5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	54
5.1 - Levantamento de critérios para a classificação de quedas d'água.....	54
5.2 - Proposta do Protocolo de Avaliação de Relevância de Quedas d'água .....	61
5.3 - Descrição dos critérios .....	62
5.3.1 - Aspectos Visuais .....	62
5.3.2 - Aspectos de Balneabilidade .....	64
5.3.3 - Aspectos sociocultural/científico/educativo .....	64
5.3.4 - Dimensões do Poço .....	65
5.3.5 - Aspectos da Praia Fluvial .....	65
5.4 - Efetivação do sistema de auxílio à decisão .....	66
5.5 - Aplicação e estudos de caso .....	69
5.5.1 - Serra da Mantiqueira na região de Aiuruoca .....	69
5.5.2 - Carrancas .....	73
5.5.3 - Quadrilátero Ferrífero.....	77
5.5.4 - Serra do Cipó e Tabuleiro.....	82
5.5.5 - Planalto de Diamantina e Serro.....	87
5.6 - Aplicação do método multicritério proposto .....	92

<b>6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	100
<b>7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	105
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	107
<b>APÊNDICES</b> .....	114
APÊNDICE 1 - Carta convite enviada aos painelistas da pesquisa <i>Delphi</i> .....	114
APÊNDICE 2 - Formulário de retorno da 1ª rodada da pesquisa e 2ª rodada do painel <i>Delphi</i> .....	122

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência de execução de uma pesquisa Delphi.....	31
Figura 2 - Regiões de aplicação do protocolo na Estrada Real .....	37
Figura 3 - Serra da Mantiqueira na região de Aiuruoca/MG .....	38
Figura 4 – Mirante da Serra de Carrancas em Carrancas/MG.....	40
Figura 5 – Conjunto de Serras do Quadrilátero Ferrífero .....	42
Figura 6 - Paisagem típica da Serra do Cipó – Lapinha.....	43
Figura 7 – Campos rupestres no Planalto de Diamantina .....	45
Figura 8 - Fluxograma das etapas da pesquisa .....	46
Figura 9 – Cachoeira das Fadas: Poço de água cristalina.....	70
Figura 10 – Cachoeira do Fundo: Queda singular e marcante do Vale do Matutu .....	71
Figura 11 - Cachoeira dos Garcias: Ícone da região de Aiuruoca .....	72
Figura 12 - Cachoeira dos Macacos: Última queda do complexo dos Macacos .....	73
Figura 13 – Cachoeira da Fumaça: Queda que ilustra o brasão da cidade de Carrancas .....	74
Figura 14 – Cachoeira Véu da Noiva: Corredeira de águas cristalinas .....	75
Figura 15 – Cachoeira das Esmeraldas: Poço de cor exuberante e entorno preservado .....	76
Figura 16 - Cachoeira do Índio: Queda pertencente ao exuberante Complexo da Zilda .....	77
Figura 17 – Cachoeira do Capivari: Diversidade natural e ótimo estado de conservação.....	78
Figura 18 – Cachoeira do Santo Antônio: Grande importância ambiental e turística .....	79
Figura 19 – Cachoeira das Andorinhas: Marca a Nascente do Rio da Velhas .....	80
Figura 20 – Cachoeira Chica Dona (queda a montante da estrada): Reconhecido destino turístico da região Metropolitana de Belo Horizonte.....	81
Figura 21 – Cachoeira Chica Dona (queda a jusante da estrada): Bela e de fácil acesso .....	82
Figura 22 – Cachoeira da Farofa: Símbolo do Parque Nacional da Serra do Cipó .....	83
Figura 23 – Cachoeira do Tabuleiro: Maior queda de Minas Gerais.....	84
Figura 24 – Cachoeira Rabo de Cavalo: Atração principal do APA do Peixe Tolo.....	85
Figura 25 – Cachoeira Grande: Local de intensa visitação na Serra do Cipó .....	86
Figura 26 – Cachoeira dos Cristais: Atrativo emblemático no Parque Estadual do Biribiri....	87
Figura 27 – Cachoeira das Fadas: Principal destino turístico em Conselheiro Mata .....	88
Figura 28 - Cachoeira do Telésforo: Combinação da paisagem serrana, cachoeira, rio e um enorme banco de areias claras .....	89
Figura 29 – Queda em corredeira da cachoeira do Telésforo.....	90
Figura 30 – Cachoeira do Moinho: Local com beleza e história na região do Serro.....	91

Figura 31 – Queda principal da cachoeira do Moinho.....	91
Figura 32: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água em Aiuruoca .....	95
Figura 33: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água em Carrancas .....	96
Figura 34: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água no Quadrilátero Ferrífero	97
Figura 35: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água na Serra do Cipó .....	98
Figura 36: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água no Planalto de Diamantina .....	99

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Formação básica dos painelistas .....	48
Tabela 2 - Resultado da 1º rodada do Delphi dos critérios pré-selecionados .....	55
Tabela 3 - Novos parâmetros sugeridos pelos participantes .....	56
Tabela 4 - Resultado da 2º rodada do Painel Delphi: % de inclusão, médias e medianas, dos parâmetros pré-selecionados e os sugeridos pelos respondentes.....	58
Tabela 5 - Parâmetros com percentual de inclusão acima de 90% e seus respectivos pesos nas duas rodadas do painel Delphi.....	59
Tabela 6 - Parâmetros selecionados dentre os seis mais relevantes para composição do índice, conforme opinião dos painelistas.....	60
Tabela 7 - Protocolo de Classificação de Quedas D'água .....	61
Tabela 8 - Pesos dos critérios para classificação de relevância das quedas d'água .....	67
Tabela 9 - Modelo da classificação final de relevância das quedas d'água .....	69
Tabela 10 - Pesos e notas das quedas d'água do estudo de caso .....	93
Tabela 11 - Classificação de relevância final obtido para quedas d'água do estudo de caso ..	94

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ANT	Áreas Naturais Tombadas
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
GPS	Sistema Global de Posicionamento por Satélite
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMAD	Métodos Multicritério de Auxílio à Decisão
MAUT	Teoria de Utilidade Multiatributo
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
SIGEP	Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## RESUMO

A proteção do patrimônio natural abiótico está em voga no cenário acadêmico e nos órgãos ambientais. Entretanto, faltam legislações específicas e critérios técnicos sobre a temática, especialmente em relação ao patrimônio geológico/geomorfológico. Com as quedas d'água não é diferente, pois não existe legislação ou trabalhos referentes à geoconservação desses ambientes. Isto ocorre apesar das mesmas possuírem grande relevância de uso para a sociedade brasileira e importância ambiental. Neste contexto, este trabalho teve por objetivo levantar, através da metodologia *Delphi*, critérios que possibilitaram propor um protocolo para classificação da relevância das quedas d'água como suporte à legislação ambiental. O protocolo gerado foi testado em campo em 20 (vinte) das cachoeiras importantes e de reconhecida beleza cênica do trecho mineiro da Estrada Real visando verificar se a definição de critérios teoricamente levantada pelos especialistas – técnica *Delphi* – era coerente com a realidade. Para evitar supervalorizar um único tipo de ambiente, as 20 cachoeiras selecionadas para teste do protocolo estavam igualmente divididas em cinco diferentes regiões da Estrada Real: (i) quatro na Serra da Mantiqueira (região de Aiuruoca); (ii) quatro na Serra de Carrancas; (iii) quatro no Quadrilátero Ferrífero; (iv) quatro na Serra do Cipó/ Espinhaço Meridional e; (v) quatro no Planalto de Diamantina. Após o teste do protocolo nas cachoeiras selecionadas, foi possível através de um método multicritérios de auxílio à decisão enquadrar as quedas d'água visitadas nas seguintes classes de relevância de acordo com sua pontuação: (i) extrema; (ii) alta; (iii) média e; (iv) baixa. Os resultados demonstraram que foi possível se criar um protocolo de classificação de quedas d'água de acordo com sua relevância e que este protocolo é aderente à realidade de ocorrência destas na natureza (trecho mineiro da Estrada Real). Logo, critérios de natureza física, geomorfológica, ambiental e paisagística podem e devem e ser utilizados de forma integrada na análise das quedas d'água e as mesmas podem ser classificadas e protegidas de acordo com sua relevância.

**Palavras-chaves:** Quedas d'água, patrimônio geológico, geoconservação, técnica *Delphi*, análise multicritério.

## ABSTRACT

The protection of the abiotic natural heritage is in vogue in scientific discussions and environmental agencies. However, there is a lack of specific legislation and technical criteria on the subject, especially concerning the geological / geomorphological heritage. With the waterfalls is no different, because there is no legislation or specific works on the geoconservation of these environments, despite their having a very relevant use for Brazilian society and environmental importance. In this context, this study aimed to raise, through the Delphi methodology, a criteria list to propose a protocol for classification of the relevance of waterfalls in support of environmental legislation. The generated protocol, which was field-tested in twenty (20) of the most important waterfalls and recognized scenic beauty of Estrada Real, in Minas Gerais state, to verify the application of criteria, raised by experts consulted by the Delphi technique, was consistent with reality. To avoid overvaluing a single type of environment, the 20 waterfalls protocol selected for testing were equally divided into five different regions of the Estrada Real: (i) four in the Mountain range (Aiuruoca region); (ii) four in the Serra de Carrancas; (iii) four in the Quadrilátero Ferrífero; (iv) Four in Serra do Cipó and; (v) four on the Planalto de Diamantina. After the protocol test, in the selected waterfalls, a multi-criteria method was used to frame the waterfalls visited, in the following classes, according to their scores: (i) extreme; (ii) high; (iii) medium and; (iv) low. The results showed that it was possible to create a waterfall classification protocol according to their relevance and that this protocol is adherent to the reality of those occurring in nature (Estrada Real in Minas Gerais stretch). Therefore, physical, geomorphological, environmental and landscape criteria, can and should be used in an integrated manner in the analysis of waterfalls and they can be classified and protected according to their relevance.

**Keywords:** Waterfalls, geological heritage, geoconservation, Delphi technique, multi-criteria analysis.

## 1 - INTRODUÇÃO

As medidas e ações governamentais relacionadas à proteção da natureza no mundo, geralmente têm como objetivo principal a conservação ou preservação<sup>1</sup> da fauna e da flora, sendo as feições geológicas e geomorfológicas abordadas indiretamente, ou mesmo negligenciadas. Ou seja, na abordagem tradicional dos trabalhos relacionados à conservação da natureza, existe uma tendência em priorizar a biodiversidade e minimizar a geodiversidade (BRILHA, 2005).

A geoconservação é um tema relativamente recente na academia e vem tomando corpo nos debates científicos, especialmente na área das geociências. Por geoconservação entende-se “a conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e (geo) patrimoniais” (SHARPLES, 2002, p. 6). Esse conceito também envolve o arcabouço legal das feições geológicas e geomorfológicas, a valorização da geodiversidade, educação geocientífica das comunidades locais e o geoturismo sustentável, que podem, inclusive, ser meios para arrecadar recursos e mobilizar a economia local (BRILHA, 2005).

Sabe-se que nem toda geodiversidade necessita de proteção ou conservação. Deste modo, os elementos abióticos que precisam de proteção são denominados de patrimônio geológico. As quedas d’água são elementos de valor patrimonial, pois as cachoeiras e seu entorno possuem valor de ordem científica (biodiversidade e geodiversidade), ambiental, estética, cultural, religiosa e turística. Apesar de sua reconhecida importância para a sociedade como meio de lazer, não existem leis específicas nas resoluções ambientais, inclusive àquelas referentes aos recursos hídricos, para proteção das cachoeiras, bem como critérios para classificar sua relevância.

Deste modo, por meio de uma classificação de relevância, pode-se tratar a questão da geoconservação e do patrimônio geológico de uma forma aplicada, como faz, por exemplo, a classificação de relevância de cavidades naturais proposta Instrução Normativa MMA N° 2, de 20 de agosto de 2009. A referida classificação interferiu diretamente na forma de conservação e nas atividades econômicas relacionadas a esse patrimônio, e é constituída por critérios que abrangem aspectos bióticos, espeleológicos, paleontológicos, arqueológicos e

---

<sup>1</sup> **Conservação** significa proteção de recursos naturais com utilização racional que garanta a sustentabilidade de sua existência para as futuras gerações. **Preservação** quer dizer proteção integral com intocabilidade para evitar perda de biodiversidade (espécie, ecossistema ou bioma) e para perenidade dos recursos naturais. (Agenda 21 Comperj, 2015)

culturais que podem, se a cavidade alcançar relevância máxima, impedir que a mesma sofra interferência por qualquer tipo de empreendimento, inclusive de mineração.

Em grande parte da paisagem cultural e dos bens naturais protegidos, a água é um elemento dominante da paisagem e tem papel fundamental na valorização dessas áreas. No que tange os recursos hídricos, existem leis bem consolidadas como a Política Nacional de Recursos Hídricos, promulgada pela - Lei Federal n.º 9.433/97 – a qual define critérios de classificação de qualidade das águas - Resolução CONAMA n.º 357/2005 – que estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e de balneabilidade – CONAMA n.º 274/2000 – que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, abrangendo aspectos referentes à gestão dos corpos d'água e padrões de qualidade das águas em função dos usos atribuídos.

No entanto, essas leis não são específicas para às quedas d'água, e com o crescimento do ecoturismo nas últimas décadas, as cachoeiras são áreas cada vez mais procuradas e pressionadas por atividades turísticas e também empresariais – usinas de geração de energia elétrica, mineração, PCHs e outras. Entretanto, a proposta de classificação de relevância das quedas d'água está diretamente conectada com as leis que regem os recursos hídricos, uma vez que esses são ambientes fluviais e também apresentam diversos tipos de uso, inclusive para recreação.

Assim, torna-se imprescindível o desenvolvimento de trabalhos que subsidiem o processo de gestão deste patrimônio. Sobretudo em razão de que existem poucas medidas legais específicas para a conservação ou proteção do patrimônio geológico/geomorfológico no Brasil. Apesar de normalmente eles estarem inseridos dentro de unidades de conservação, não existem leis diretas e específicas para proteção do patrimônio natural abiótico, exceto para as cavidades naturais. Por isso, propor um sistema de critérios que possibilite classificar a relevância das quedas d'água é importante tanto para auxiliar as formas de uso quanto para proteger esses ambientes.

Paralelamente, a complexidade de formas de relevo e a grande diversidade de litotipos existentes no Brasil e, especialmente no Estado de Minas Gerais refletem na existência de grande quantidade de quedas d'água, diversificadas quanto à forma, tamanho, tipo de rocha, altura, existência de poço, entre outros fatores. Tais ambientes variados são utilizados para passeios, contemplação, recreação, lazer, prática de esporte e outras atividades e por isso estão sujeitas a serem degradadas pelo mau uso do turismo e por empreendimentos econômicos nos cursos d'água e no entorno dessas feições.

No Brasil, a Estrada Real<sup>2</sup> é um bom exemplo do quadro acima apresentado, pois, além da reconhecida concentração de suas exuberantes cachoeiras, espalhadas pelos caminhos - Novo, Velho, Diamante, Sabarabuçu - esta rota turística possui rica diversidade de ambientes naturais, sendo uma importante forma de divulgação destes atrativos junto ao público em geral.

Neste contexto, este trabalho objetiva propor um sistema de critérios de classificação de quedas d'água - de ordem física, geomorfológica, ambiental e paisagístico. Com esses critérios será possível gerar arcabouço técnico-científico para decisão política acerca da proteção, conservação, planos de manejo e projetos de tombamento. Entende-se que toda queda d'água apresenta algum grau relevância, entretanto, dada a necessidade de uso antrópico dos recursos naturais, nem todas podem ser preservadas e, para ajudar a decidir qual deve ser protegida e qual pode ser usada, devem ser criados critérios claros e científicos que embasem essa decisão.

A proteção das quedas d'água é de fundamental importância em razão da sua relevância para o ambiente natural e cultural. Como objetivos específicos, buscar-se-á:

- Propor critérios teóricos de classificação de relevância de quedas d'água, através de uma plataforma *Delphi* com especialistas em geomorfologia, geologia, engenharia, gestão ambiental e turismo;
- Desenvolver um protocolo para classificação de relevância de quedas d'água, visando subsidiar o processo de gestão, proteção e até tombamento das quedas d'água.
- Avaliar a aplicação do protocolo proposto por meio da classificação de 20 importantes (de alto potencial turístico ou de reconhecida beleza cênica) quedas d'água localizadas em cinco regiões da Estrada Real: (i) quatro na Serra da Mantiqueira na região de Aiuruoca/MG; (ii) quatro na Serra de Carrancas em Carrancas/MG; (iii) quatro no Quadrilátero Ferrífero nos municípios Caeté/MG, Rio Acima/MG, Itabirito/MG, Ouro Preto/MG e Santa Bárbara/MG; (iv) quatro na região da Serra do Cipó nos municípios de Conceição do Mato Dentro e de Santana do Riacho e; (v) quatro no Planalto de Diamantina na Serra do Espinhaço Meridional /MG;
- Enquadrar as quedas d'água amostradas de acordo com as classes de relevância propostas pelo sistema desenvolvido: Extrema, Alta, Média e Baixa, utilizando o método multicritério de auxílio à decisão.

---

<sup>2</sup> A Estrada Real é a maior rota turística do país. São mais de 1.630 Km de extensão, passando por Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Hoje, a Estrada Real resgata as tradições do percurso valorizando a identidade e as belezas da região. Além de promover o desenvolvimento socioeconômico e a preservação do patrimônio histórico, cultural e ambiental (INSTITUTO ESTRADA REAL, 2014).

## 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 - Geodiversidade e Patrimônio Geológico

A geodiversidade compreende os aspectos abióticos da Terra. Guarda os testemunhos de um passado geológico bem como todos os processos naturais que atuam sobre as paisagens, modificando-as (BRILHA, 2005). Seus recursos também são de grande importância para a economia e para o desenvolvimento das sociedades, a partir da utilização e da transformação de bens minerais e energéticos. Diante desses dois usos a princípio conflitantes: econômico e patrimonial é preciso buscar o equilíbrio entre a utilização e a proteção dos desses recursos naturais, tornando-se necessário atribuir relevância e definir quais elementos da geodiversidade, precisa de um cuidado especial quanto a sua conservação.

No panorama científico, a geodiversidade é relativamente recente quando comparado com a biodiversidade. Pereira (2010) destaca que os progressos quanto à conservação da geodiversidade foi mais lento comparado à conservação da biodiversidade. Este termo foi utilizado pela primeira vez no ano de 1993, na Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, no Reino Unido. O termo surgiu com o intuito de apresentar uma analogia com o termo biodiversidade enfatizando que a natureza é composta por elementos bióticos e abióticos (SHARPLES, 1993).

Posteriormente a esta conferência os membros da comunidade científica trabalharam no desenvolvimento de novos conceitos, com o propósito de aprimorar e definir o objeto de estudo da geodiversidade. Com um artigo intitulado “Geodiversity”, publicado na revista Earth Science Newsletter do Reino Unido, Stanley (2001) define geodiversidade como “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”. Esse mesmo autor afirma que a biodiversidade faz parte da geodiversidade e traz o critério cultural para o conceito de geodiversidade (LOPES E ARAUJO, 2011).

Já Gray (2004), definiu geodiversidade como “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”. Ou seja, para esse autor, de forma geral a geodiversidade está relacionada diretamente com o que se pode entender como patrimônio natural abiótico.

O Brasil também colaborou para a definição da geodiversidade, e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a partir do lançamento do Mapa Geodiversidade do Brasil, no ano de 2006, definiu geodiversidade como:

O estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (CPRM, 2006, s/p).

Na literatura existem cientistas que defendem que a geodiversidade está diretamente relacionada com fósseis, rochas e minerais. Já outros acreditam na geodiversidade como um conceito mais amplo, que engloba gênese e processos (NASCIMENTO et al., 2008). Por sua vez, Sharples (2002) atenta para a importância de se diferenciar patrimônio geológico de geodiversidade. O patrimônio geológico tem forte e estreita relação com a geodiversidade, mas não se deve tomá-los como sinônimos.

Segundo Gray (2004), nem toda diversidade apresenta necessidade de ser protegida ou conservada, a porção dos elementos abióticos que necessitam de atenção e proteção é o patrimônio geológico.

O patrimônio geológico é composto por conjunto de sítios geológicos (geossítios) que possuem elevado valor científico e educativo e, que devem ser valorizados e preservados pelo seu conteúdo, apresentando elementos que testemunhem a história da Terra. Para Brilha (2005), o patrimônio geológico se configura como:

O conjunto de geossítios (ou locais de interesse geológico) inventariados e caracterizados de uma dada região, sendo os geossítios locais bem delimitados geograficamente, onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro (BRILHA, 2005 p.52).

Pereira (2006) argumenta que o patrimônio geológico deve ser valorizado e conservado pelo seu conteúdo, sendo eles testemunhos da história da Terra e com significativo valor. Para Fonseca (2009), o patrimônio geológico compõe o patrimônio natural mais pretérito do planeta Terra, caracterizando-se como importante ferramenta para o entendimento dos fenômenos geológicos que ocorreram num passado remoto.

Com o aumento das pesquisas nesta temática, vários estudos vêm sendo desenvolvidos e diversas categorias de patrimônios geológicos estão sendo desmembradas e conceituadas de forma mais específica. Com isso podemos entender o patrimônio geológico em vários

desdobramentos como o patrimônio geomorfológico, paleontológico, mineralógico, hidrológico, etc. Neste contexto, o patrimônio geomorfológico, por exemplo, pode ser traduzido pelo local de interesse geomorfológico. Para Panizza e Piacente (1993), as geoformas e os processos que as geram adquiram valor científico, histórico/cultural, estético e/ou socioeconômico, derivado da percepção humana. Este patrimônio é representado pelas formas de relevo atuais, os depósitos correlativos da evolução passada e presente do relevo (RODRIGUES e FONSECA, 2008).

Em 2015, Brilha publicou o artigo: *Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review*. Neste trabalho este autor propõe duas formas distintas de classificar, inventariar e quantificar os elementos da geodiversidade: geossítios e sítios da geodiversidade. O primeiro termo é destinado à escolha de potenciais geossítios, ou seja, sítios geológicos com valor científico elevado destacando eventos que melhor representam um determinado material ou processo geológico, com melhor estado de conservação possível, que apresentam raridade, e onde referências científicas significativas foram obtidas e publicadas. Já os sítios da geodiversidade representam a ocorrências da geodiversidade que não têm valor científico significativo, mas por possuírem relevante valor educativo e/ou turístico devem ser conservados para permitir o uso sustentável pela sociedade. Estes sítios também podem ter um importante significado cultural para a identidade das comunidades locais.

De acordo com Brilha (2015), somente o geossítios devem ser considerados patrimônio geológico, pois somente estes apresentam valor científico. Mas de acordo com próprio autor (2005) o conceito de patrimônio geológico é: “[...] onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade com singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outro”.

A ideia de considerar somente patrimônio geológico lugares com elevado valor científico para geologia e geomorfologia não parece à opção mais acertada. Pois o patrimônio geológico está diretamente ligado com a importância cultural, educativa e turística de um dado local, entende-se que não é ideal excluir ou renomear elementos da geodiversidade por não apresentar extraordinário valor científico para a geologia. As quedas d’água se apresentam como elementos de valor patrimonial, pois as cachoeiras e seu entorno possuem valor de ordem científica (biodiversidade e geodiversidade), ambiental, estética, cultural e turística.

Nos estudos relacionados à geodiversidade nota-se que as paisagens naturais têm um apelo estético significativo, que extrapolam sua importância geológica e geomorfológica, por comporem parte da beleza e do cenário dos seus locais de origem. Goldie (1994) diz que “o

desejo de conservar essas formas de relevo para o bem comum deriva em grande parte da valorização local e pessoal de seu valor científico e estético”. As quedas d’água se caracterizam como essas paisagens, ou seja, nem sempre apresentam um elevado valor científico, mas tem um valor cênico de reconhecida importância no âmbito mundial.

O reconhecimento de um patrimônio geológico pelo valor cênico é muito respeitável, mas não se pode ignorar a importância do valor científico desses ambientes. O conhecimento científico relacionado ao patrimônio geológico também é ferramenta fundamental de proteção da geodiversidade, pois a mesma é alvo de diferentes ameaças, principalmente relacionadas a empreendimentos exploratórios. Sendo assim, um valor complementa o outro.

Neste contexto, como todos os patrimônios naturais, as quedas d’água estão expostas a principalmente a ameaças antrópicas. As ameaças mais comuns são: à construção de obras de infraestrutura, como barragens para a construção de usinas hidroelétricas e contenção/disposição de rejeitos, além de abertura de cavas de mineração e dejetos de efluentes tóxicos urbanos e industriais. Todas essas atividades afetam de forma direta e indireta as quedas d’água em si e o entorno desses ambientes. Ainda podemos destacar as atividades turísticas e recreativas como ameaças antrópicas ao patrimônio natural, pois essas atividades quando realizadas de forma irregular, acompanhada de vandalismo e sem um plano de manejo adequado, são altamente prejudiciais à natureza.

Este fato é relevante em termos de quedas d’água, pois o ecoturismo no Brasil está se consolidando como uma importante atividade econômica, principalmente em locais relacionados às águas. As atividades relacionadas ao ecoturismo, turismo ecológico, desde que bem coordenadas e estruturadas podem servir de auxílio para a conservação do patrimônio geológico, pois é possível aliar atividade turística com educação ambiental (BRILHA, 2005). No entanto, nem sempre isso acontece e muitas atividades ecoturísticas tem se caracterizado por degradar o patrimônio natural. Logo, o conhecimento é a chave para a manutenção dos patrimônios naturais. Neste sentido, Gray (2004) ressalta que a falta de conhecimento é a maior ameaça ao patrimônio geológico.

## **2.2 - Geoconservação**

As ações humanas, infelizmente, diversas vezes aceleram os processos naturais e, por isso, tem destruído muito do que é raro e importante no ambiente. Considerando que as alterações realizadas pela ação humana são inevitáveis, torna-se necessário estimular a conscientização a respeito dos recursos naturais e a partir disso tentar mitigar os impactos e as

perdas. Conservar está diretamente ligado a uma forma de gestão sustentável e consciente do meio físico (BRILHA, 2005).

As ações relacionadas à conservação dos elementos naturais abióticos (geodiversidade) apresentam um histórico antigo, como, por exemplo, a extração de pedra dos Rochedos Salisbury em Edimburgo, na Escócia, que se tornaria um evento de destruição tão sério da paisagem da cidade que foi tomada uma ação legal em 1819 para impedir maior impacto (GRAY, 2004). Já em 1836, a Alemanha estabeleceu a primeira reserva de natureza geológica do mundo em Siebengebirge, enquanto o Parque Nacional de Yellowstone, EUA, foi criado em 1872, em grande parte por sua beleza cênica e maravilhas geológicas (GRAY, 2004).

Apesar dos exemplos anteriores referentes à conservação de elementos da geodiversidade, o emprego do termo geoconservação foi primeiramente definido por Sharples (2002) como sendo “a conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e (geo) patrimoniais”. O mesmo autor resume o conceito de geoconservação, da seguinte maneira:

A geoconservação tem como objetivo a preservação da diversidade natural (ou geodiversidade) de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, mantendo a evolução natural (velocidade e intensidade) desses aspectos e processos (SHARPLES, 2002 p.2).

A geoconservação é o termo utilizado para as estratégias de conservação da geodiversidade. Segundo Brilha (2005), o referido termo tem como objetivo a conservação e gestão do patrimônio geológico e processos naturais a ele associados. Deste modo pode-se destacar como princípios básicos da geoconservação para Sharples (2002):

- ✓ manutenção da geodiversidade;
- ✓ proteger a integridade dos locais de interesse geológico;
- ✓ minimizar os impactos;
- ✓ garantir a interpretação da geodiversidade para visitantes;
- ✓ promover a manutenção da biodiversidade dependente da geodiversidade.

Alguns autores na tentativa de fundamentar a importância da geoconservação atribuem valor de interesse ao patrimônio geológico. As ações de proteger ou conservar se justificam quando se atribui um valor, que pode ser econômico, cultural, estético, sentimental, etc.

Entretanto não é possível proteger toda geodiversidade, nem mesmo todo patrimônio geológico. A geoconservação somente se concretiza após um longo e detalhado processo de reconhecimento e definição do que deve ser denominado patrimônio geológico, contendo sua caracterização, relevância, vulnerabilidade, quantificação dos interesses e valores (BRILHA, 2005). Dentre os autores que propõe essa valorização do patrimônio geológico para ‘geoconservar’ podemos destacar Gray (2004), que no seu trabalho pontua valores referentes à geodiversidade, como: valor intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo. Já Pereira (2006) utiliza os seguintes valores para avaliar o patrimônio geomorfológico: o científico, o ecológico, o cultural e o econômico. Fica claro que a geodiversidade é de extrema importância, pois têm inúmeros recursos e processos importantes que são sensíveis as perturbações humanas, necessitando de manejo adequado para evitar a degradação (SHARPLES, 2002).

Nesse segmento as principais estratégias de geoconservação envolvem: (i) a proteção dos geossítios (geomorfossítios ou recursos de interesse geológico); (ii) informar e conscientizar a população e autoridades; (iii) efetivar inclusão da educação ambiental de crianças, jovens e adultos; (iv) estimular o geoturismo de acordo com um plano de manejo bem definido (BORBA, 2011).

Brilha (2005) considera que para consolidar a geoconservação de um dado geossítio é fundamental adotar estratégias que consistam na formulação e aplicação de uma metodologia de pesquisa que sistematizam as tarefas no âmbito da conservação do patrimônio geológico. Este autor agrupa as estratégias na seguinte sequência: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação e por fim monitorização. Essas práticas podem conservar a diversidade natural de aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solo, colaborando para a manutenção destes elementos (NASCIMENTO et al., 2008).

Inventariar é o primeiro passo da estratégia de geoconservação, consiste no levantamento dos geossítios e reconhecimento de toda a área de estudo, sendo selecionados apenas aqueles que apresentam características excepcionais. Cada geossítio deve ser apontado nas cartas topográficas e geológicas, juntamente com registro fotográfico e caracterização da área. Os levantamentos realizados na etapa de campo complementam-se com consulta à bibliografia sobre a área de estudo (BRILHA, 2005).

A quantificação ainda é pouco desenvolvida, pois dentre os especialistas da área essa etapa é considerada a mais complexa, pois exige a atribuição de valores, estabelecendo que um geossítio é mais importante que outro (BRILHA, 2005). Para fazer a quantificação é

fundamental metodologias precisas, a fim de que o cálculo de relevância seja objetivo e integre diversos critérios (BRILHA, 2005; PEREIRA, 2006).

A classificação define o enquadramento do patrimônio geológico às leis existentes (BRILHA, 2005). A partir da avaliação de cada geossítio, são estabelecidas medidas de conservação de acordo com o nível de vulnerabilidade e degradação encontradas. No Brasil o Sistema Nacional de Unidade de Conservação define as categorias de unidades de conservação, mas biodiversidade representa a maior parte protegida nas unidades de conservação, sendo a geodiversidade ainda pouco abordada e conservada nas categorias existentes (NASCIMENTO et al.,2008).

A etapa de conservação deve evoluir com a avaliação de cada geossítio, analisando o grau de vulnerabilidade e degradação. Desta maneira, torna-se possível elencar e conhecer os geossítios com grande risco de degradação e juntamente com seu grau de relevância estabelecer medidas de proteção (BRILHA, 2005).

As etapas de valorização e divulgação dos geossítios são muito importantes e o planejamento inadequado pode levar a destruição do mesmo (LOPES e ARAÚJO, 2011). O processo de valorização deve preceder a etapa de divulgação. A valorização é entendida como as práticas de interpretação e informação que ajudam os visitantes a reconhecer o valor dos geossítios (BRILHA, 2005). A divulgação está relacionada com a propagação do geossítio para a coletividade. Nesse sentido, o planejamento detalhado desta etapa é fundamental, pois a adaptação de cada geossítio está relacionada com suas características e com seu grau de vulnerabilidade (LOPES e ARAÚJO, 2011).

Finalmente o monitoramento, tem como objetivo estabelecer ações reais para a manutenção da relevância dos geossítios, e cada geossítio deve ter sua estratégia de conservação devido às suas peculiaridades (BRILHA, 2005).

### **2.3 - Proteção do Patrimônio Geológico no Brasil: instrumentos legais para proteção**

No Brasil, na abordagem dos trabalhos relacionados à conservação da natureza, há uma forte tendência em priorizar a biodiversidade e minimizar a geodiversidade. Ao longo do século XX diversos instrumentos relacionados à proteção do patrimônio natural foram implementados em várias escalas, mas na realidade ainda são poucas as iniciativas legais relacionadas ao patrimônio geológico no território nacional.

No contexto brasileiro, uma das mais importantes formas de proteção do patrimônio natural é regulamentada pela Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC),

nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que através do art. 225, incisos I, II, III e VIII, estabelece critérios e normas para a elaboração e gestão das unidades de conservação. No entanto apenas um artigo faz referência ao patrimônio natural abiótico: “proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural”. (Art.4. SNUC, 2000).

As categorias de unidades de conservação previstas no SNUC são: proteção integral e uso sustentável. A primeira categoria apresenta como característica principal a manutenção dos ecossistemas sem alterações causadas por influência humana, admitido apenas o uso indireto dos atributos naturais. Com tal característica, seu principal foco é a proteção, na maioria delas sequer permite atividades que envolvam consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais. Já a segunda categoria possui como objetivo conjugar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos, conciliando a presença humana nas áreas protegidas.

As categorias de unidades de conservação citadas acima têm como prioridade a classificação e proteção da biodiversidade. Desta forma, as categorias que melhor enquadram o patrimônio geológico e geomorfológico são: Parque Nacional, Monumento Natural, Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural. Na esfera estadual e municipal, a classificação do patrimônio poderá ocorrer de acordo com a lei do local onde o patrimônio está inserido (NASCIMENTO et al., 2008).

Assim como grande parte do patrimônio geológico, no Brasil algumas quedas d'água estão sendo protegidas quando inseridas em unidades de conservação, não sendo apresentados critérios específicos legais de conservação. Inegavelmente grande parte dos elementos da geodiversidade não são protegidos pelo seu real valor científico, cultural, econômico e estético, mas estão diluídos entre os objetos de valor biológico, estético e cultural (LIMA, 2008). Para Fonseca (2009) “a proteção do patrimônio geológico em áreas de conservação é confundida com a componente paisagística e estética”.

Ainda elencando os instrumentos indiretos para a conservação do patrimônio geológico podemos citar também o Decreto nº 80.978, de 12 de dezembro de 1977, que torna público a Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, de 1972, e os instrumentos operados pelos órgãos de proteção ao patrimônio cultural, tais como o tombamento, a garantia e a declaração como paisagem cultural (RIBEIRO et al., 2013).

No que se refere especificamente às cachoeiras, o tombamento de áreas naturais e de quedas d'água é uma medida adotada para a proteção. Mas nem sempre o tombamento de quedas d'água apresenta um parecer técnico-científico ligado aos valores ambientais desses

locais. Muitos dos relatórios de tombamento adotam apenas parâmetros culturais e relatos de moradores negligenciando os aspectos físicos e biológicos que compõem esse patrimônio geológico. Vale ressaltar que o termo tombamento advém do sistema jurídico português que define o verbo tomar ao ato de tomar, registrar ou inventariar bens (RIBEIRO, 2010). Segundo Ribeiro (2010), o artigo 1º do Decreto-Lei nº 25/37 é o principal dispositivo legal sobre o tema, os bens tombados são os que apresentam interesse público, por seu caráter histórico-cultural, ou por representar monumento natural, e desde que inscritos em um dos quatro Livros do Tombo. O ato de tomar é determinado pela Constituição Federal de 1988, sendo comum à União, aos estados e aos municípios, o inciso IX do artigo 30 da Constituição aborda da competência do município para proteger o patrimônio histórico-cultural local (RIBEIRO, 2010).

Para Machado (2007), o tombamento institui a função social da propriedade, que através do poder público, protege e conserva o patrimônio privado ou público, levando em conta os aspectos históricos, artísticos, naturais, paisagísticos e culturais, para utilização das presentes e futuras gerações. A valia do tombamento para os bens naturais é possível tanto pelo prescrito na Constituição Federal e na legislação quanto pelo critério de relevância o bem possa ter para a sociedade (RIBEIRO, 2010).

Segundo Ab'Sáber (2004), é possível determinar alguns critérios para o tombamento natural, como: áreas em que exista interesse de uma proteção integrada dos elementos ecológicos; a diferenciação entre paisagens reconhecidamente comuns e paisagens reconhecidamente de exceção; as áreas de introdução ou reintrodução de espécies; e as áreas com amostras de ecossistemas primários em via de extinção.

As Áreas Naturais Tombadas (ANTs), de acordo com os critérios técnicos, não se instituem em unidades de conservação. Dentro das categorias de unidades de conservação definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), não há a inclusão da ANT como uma categoria de proteção ambiental (DETONI, 2012).

Para Ab'Sáber (2004) o tombamento somente se justifica em uma área que, por razões paisagísticas, ecológicas, hídricas ou ambientais, necessite de proteção integral. O tombamento do patrimônio natural é uma importante medida para a proteção e conservação da natureza, mas percebe-se que na maioria dos casos a legislação do tombamento é voltada para proteção do patrimônio histórico, cultural e arquitetônico.

Diante do exposto, fica claro a necessidade de melhores metodologias e critérios relacionados ao reconhecimento do patrimônio natural abiótico, consolidação dos conceitos referentes à paisagem e ao patrimônio, para que o tombamento seja mais eficiente e

direcionado. A relevância cultural ou natural do bem tombado faz com que o órgão responsável pelo seu tombamento garanta a sua proteção desde a época do decreto lei n ° 25 de 30 de novembro de 1937.

O Brasil possui exemplos de quedas d'água tombadas, mas comparado com o patrimônio cultural edificado, o patrimônio natural é menos reconhecido. Em Minas Gerais a cachoeira de Argemita, localizada na Serra da Bocaina dentro do município de Ibiá, tornou-se Patrimônio Cultural de Ibiá e agora está protegida por lei definitivamente. O tombamento foi feito pelo Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental de Ibiá, pois o local é propriedade privada e estava sendo ameaçada pela construção de uma pequena central hidrelétrica.

No Estado de Mato Grosso a Secretaria de Cultura do (SEC/MT) tombou a Cachoeira do Prata, localizada no Rio do Prata, como Patrimônio Histórico e Artístico Estadual. A área de tombamento considerada é de entorno 63 km de curso d'água da Cachoeira do Prata ao Reservatório PCH São Lourenço. O patrimônio tombado fica igualmente protegido de qualquer ação que lhe impeça ou reduza a visibilidade ou paisagem estética e ambiental, tanto do bem, quanto de sua área de entorno e vizinhança. Este tombamento ocorreu, pois a Cachoeira do Prata faz parte da história de Mato Grosso.

Outra queda d'água tombada no Brasil é a Cachoeira de Iauaretê, que se localiza na região do Alto Rio Negro, distrito de Iauaretê, município de São Gabriel da Cachoeira (AM), um lugar Sagrado dos Povos Indígenas dos Rios Uaupés e Papuri. Sua inscrição no Livro de Registro dos Lugares foi realizada em 2006 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Os exemplos acima citados são reconhecidos e tombados como patrimônio cultural. Sendo assim, pelo menos em termos legais para o tombamento, os critérios físicos e naturais desses locais não representam a porção mais importante desses lugares, que também deveriam ser reconhecidos como patrimônios naturais. O patrimônio natural compreende áreas de importância preservacionista e histórica, beleza cênica, enfim, áreas que transmitem à população a importância do ambiente natural (PARANÁ, 2015).

O Parque Nacional do Iguaçu é um exemplo antigo de patrimônio natural tombamento no país. Tombado pela UNESCO como patrimônio natural da humanidade em 1986, as Cataratas do Iguaçu, apresentam 2.700 m de extensão. São inúmeros saltos e quedas que oscilam entre 150 e 270, de acordo com o volume de água do rio. (ICMBIO, 2015).

Também no Estado do Paraná, um excepcional patrimônio natural de reconhecida beleza e importância encontram-se tombado como patrimônio submerso. Ao contrário das cataratas do Iguaçu, as Sete Quedas foram destruídas, em 1982. Em nome do progresso

econômico (construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu), destruiu-se um dos principais cartões-postais do Brasil e do mundo. Hoje esse patrimônio natural, que foi a maior cachoeira do mundo em volume d'água, encontra-se no fundo do lago artificial de Itaipu.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), em 1992, criou o conceito de paisagem cultura, incluída como uma tipologia nova de reconhecimento de bens culturais. Além disso, o reconhecimento dos bens naturais de valor excepcional em escala mundial, nacional ou local motiva ações de proteção e conservação. Por exemplo, o Rio de Janeiro foi instituído em julho de 2012 pela UNESCO como paisagem cultural. Os locais valorizados na cidade com o título foram à entrada da Baía de Guanabara, o Pão de Açúcar, o Corcovado, a Floresta da Tijuca, o Aterro do Flamengo, o Jardim Botânico, a Praia de Copacabana. Outras belezas incluem a Enseada de Botafogo, o Parque do Flamengo, o Forte e o Morro do Leme, o Forte de Copacabana e a pedra do Arpoador (RIBEIRO et al., 2013). Além do Rio de Janeiro, a UNESCO apresenta uma lista com outros bens naturais e culturais no Brasil. Um fato interessante é que diversos desses locais tem uma relação direta com a presença da água (RIBEIRO et al., 2013).

Outra iniciativa idealizada pela UNESCO foi o Programa Geoparques em 1999, com o intuito de reforçar os programas de conservação do patrimônio geológico. Para a UNESCO um geoparque se define como:

Um território com limites bem definidos que tenha uma área suficientemente grande para que sirva ao desenvolvimento econômico local com determinado número de sítios geológicos de importância científica especial, beleza ou raridade que seja representativa da história geológica, dos processos ou eventos de uma área (UNESCO, apud BRILHA, 2005 p.119).

Em 2006, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM – criou o Projeto Geoparques, que tem como característica o levantamento, descrição e o diagnóstico de áreas com potencial para futuros geoparques e também o inventário e quantificação dos geossítios. O primeiro geoparque brasileiro foi instituído em 2006: o Geopark Araripe se configura com o primeiro geoparque das Américas. Entretanto vale ressaltar que, sendo o Brasil detentor de grande geodiversidade, a CPRM possui uma Tabela com mais de 30 geoparques potenciais no país (SCHOBENHAUS e SILVA, 2012).

Existem outras medidas de proteção do patrimônio natural que não estão no âmbito legal, mas que ajudam muito na promoção de medidas para a geoconservação. Uma dessas medidas foi à criação da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos – SIGEP em 1997, pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), dando início a esse tipo

de iniciativa no país. Com a criação da comissão foi possível elencar os geossítios brasileiros para a lista indicativa global de sítios geológicos (GILGES – Global Indicative List of Geological Sites) (PEREIRA, 2010). Atualmente as ações da SIGEP estão paralisadas aguardando deliberações legais.

Indubitavelmente os ambientes naturais necessitam de conhecimento técnico-científico sobre as áreas de interesse e de ferramentas legais que legitimem esses patrimônios geológicos. Inclusive, o Brasil apresenta um exemplo interessante relacionado às cavidades naturais, este patrimônio recebeu uma legislação específica para sua conservação, por meio da Instrução Normativa MMA N° - 2, de 20 de agosto de 2009. A referida legislação prevê a análise e classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, porventura existentes na área do empreendimento e potencialmente afetadas pelo mesmo, de acordo com a metodologia estabelecida na Instrução Normativa nº 2/ 2009, interferindo diretamente na forma de conservação e nas atividades econômicas relacionadas. Após a classificação são estudadas formas de compensação aos impactos gerados em cavidades de baixa ou média relevância, ou determina a preservação de cavidades de alta ou extrema relevância.

O exemplo das cavidades naturais se enquadra como exceção no país, pois a maioria dos patrimônios abióticos brasileiros não são devidamente reconhecidos e muito menos apresentam legislações para sua proteção ou conservação. A falta de legislação específica para a conservação de muitos patrimônios geológicos advém principalmente do desconhecimento da sociedade e da gestão pública, sobre a relevância da fração abiótica da natureza. Por esse motivo, diversos locais e recursos naturais de alta relevância estão sofrendo interferências irreversíveis, como o exemplo das Sete Quedas no Paraná. A geodiversidade está ameaçada de diferentes formas, em múltiplas escalas e em graus distintos, podendo ser evidenciada desde a destruição de um pequeno afloramento até a degradação completa de uma paisagem natural.

Notoriamente existem alguns instrumentos legais e outros alternativos referentes ao patrimônio natural abiótico no Brasil. Mas, de acordo com o que foi citado, existem lacunas graves no que tange a proteção ou conservação da geodiversidade. Muito disso se deve à falta de estudos de geoconservação no Brasil e também pela falta de informação sobre o tema. Entretanto, não podem ser negligenciados os esforços existentes nesse rumo, pois existem medidas que, mesmo de forma indireta e não tão específicas, são fundamentais para a conservação dos elementos abióticos no país. Mas não se pode contar apenas com as medidas em vigor. Necessário se torna aprimorar os estudos, as metodologias e as técnicas referentes à manutenção do patrimônio geológico nacional e mundial. Essa pesquisa se propõe exatamente

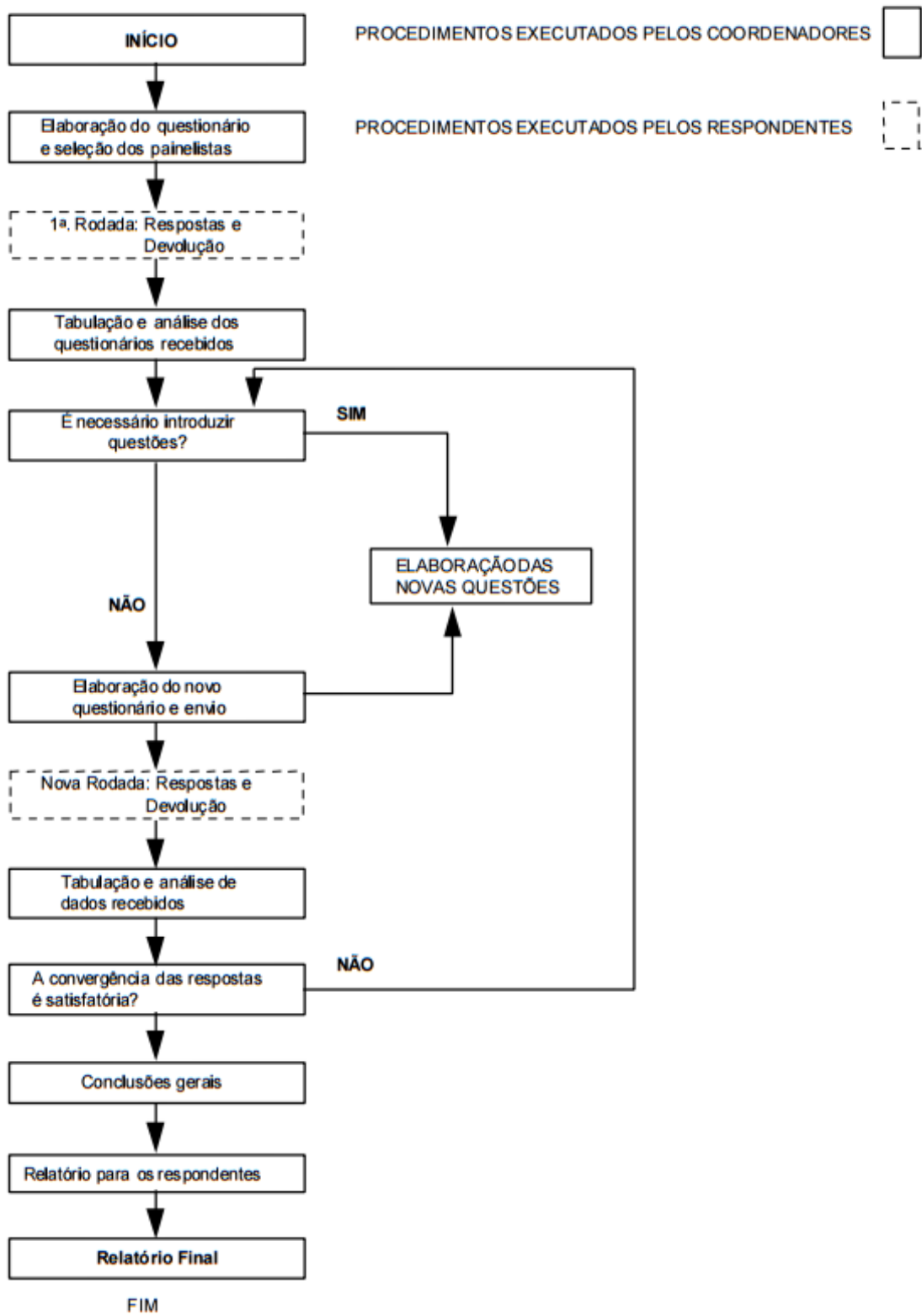
a esse papel: de contribuir com as pesquisas sobre o patrimônio geológico no Brasil em um tipo de geossítio muito apreciado, mas completamente desprotegido: as quedas d'água. A tentativa de criar um conjunto de critérios que possa classificar a relevância das quedas d'água é uma forma de iniciar pesquisas e ferramentas que auxiliem na proteção desses ambientes e de tantos outros.

#### **2.4 - Técnica *Delphi*, Protocolo de Avaliação Rápida e Métodos Multicritérios de Auxílio à Decisão**

A metodologia *Delphi* começou a ser disseminada no início da década de 50, baseada nos trabalhos desenvolvidos pelos cientistas Olaf Helmer e Norman Dalker, pesquisadores da *Rand Corporation* (ESTES e KUESPERT, 1976; MAGALHAES JR, 2014). A *Rand Corporation* tinha como objetivo original desenvolver uma técnica para aprimorar o uso da opinião de especialistas na previsão sobre os mais variados assuntos, principalmente os militares estratégicos (MARTINS, 2012). O *Delphi* foi criado como um método de baixo custo e rápido para obter a opinião de especialistas em um assunto. Terminou sendo muito usado para a solução de problemas complexos e hoje é o método “ad hoc” mais conhecido em todo mundo (Figura 1) (MAGALHAES JR.; CORDEIRO NETTO; NASCIMENTO, 2003; MARTINS, 2012).

A metodologia baseia-se no uso estruturado da experiência, do conhecimento e da criatividade de um painel de especialistas, partindo do pressuposto que o julgamento coletivo organizado gera resultados melhores e mais confiáveis do que individualmente (MAGALHAES JR.; CORDEIRO NETTO; NASCIMENTO, 2003). Segundo Linstone e Turoff (1975) o *Delphi* pode ser definido como “um método para estruturar um processo de comunicação grupal de maneira que o processo é efetivo em permitir a um grupo de indivíduos, como um todo, a lidar com um problema complexo”.

Figura 1 - Sequência de execução de uma pesquisa *Delphi*



Fonte: WRIGHT e GIOVINAZZO (2000).

Para Linstone e Turoff (1975), uma pesquisa Delphi apresenta as seguintes características:

- ✓ garantia do anonimato dos participantes;
- ✓ revisão das opiniões durante as rodadas de pesquisas (possibilitando a reavaliação frente às opiniões dos demais participantes)
- ✓ representação estatística dos resultados.

Assim, procura-se reduzir a subjetividade imposta por um dado tema de pesquisa por meio da consulta a determinado grupo de especialistas (LINSTONE e TUROFF, 1975).

Linstone e Turoff (1975) e Giovinazzo (2001) ressaltam alguns cuidados para a aplicação correta da metodologia *Delphi* como:

- ✓ formulação de um questionário bem estruturado, sem ambiguidades;
- ✓ análise das divergências encontradas, para não gerar abandono dos dissidentes nem criação de um consenso artificial;
- ✓ apropriar-se de técnicas para análise dos resultados e apresentação aos especialistas participantes;
- ✓ não apresentar um grande número de rodadas, tentando reduzir a taxa de abandono.

O método *Delphi* é recomendável na escassez ou ausência de dados quantitativos, ou se dados levantados não podem ser projetados para o futuro com segurança. Além da escassez de dados quantitativos o *Delphi* é recomendado para pesquisas que apresentam um tema recente e também não dispõe de dados históricos, como é o caso do presente trabalho (GIOVINAZZO, 2001; MARTINS, 2012). Segundo Kayo e Securato (1997), a utilização de especialistas ainda é considerado um critério de grande importância, pois confere maior credibilidade a muitas pesquisas, visto que procura agregar a participações de profissionais que são formadores de opinião e possuem maior capacidade de avaliação das questões em foco.

A presente pesquisa optou pelo *Delphi* eletrônico, ou seja, realizado pela internet. Além da redução de custos de materiais e envio, de acordo com Giovinazzo e Fischmann (2001), conserva as mesmas premissas de uma pesquisa *Delphi* tradicional, ou seja, é mantido o anonimato dos painelistas, a representação estatística da distribuição dos resultados e o *feedback* de respostas do grupo para reavaliação nas rodadas subseqüente. Os resultados da primeira rodada são divulgados na Internet, para que possam ser considerados pelo grupo no preenchimento da segunda rodada.

Já o protocolo de avaliação rápida (PAR) foi criado em meados da década de 1980 nos Estados Unidos, na ocasião os órgãos ambientais demonstraram necessidade de se fixar métodos de avaliação qualitativos, pois as pesquisas quantitativas apresentavam alto custo e demora na execução. Segundo Rodrigues et al. (2010), os protocolos foram adequados para fornecer dados sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos. Os PARs são instrumentos úteis também nos estudos de geomorfologia fluvial, pois geram informações importantes para a compreensão da dinâmica desses sistemas bem como auxiliam o entendimento dos elementos físicos que determinam sua qualidade ambiental (RODRIGUES et al., 2010).

Por fim, os métodos multicritério de auxílio à decisão (MMAD) iniciaram na década de 70. Este tipo de análise é composta por um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar pessoas e instituições a tomarem decisões, sob a influência de uma variedade de critérios (GOMES, 2002).

Qualquer método de análise multicritério implica na obrigação de diferenciar anteriormente o objetivo que o decisor pretende alcançar, quando se objetiva comparar entre si, diversas alternativas de decisão, utilizando o uso de múltiplos critérios (GOMES, 2002). Como todo método científico a análise multicritério engloba prós e contras de uma multiplicidade de pontos de vista, tornando mais próximo da forma que os humanos tomam decisões (FIGUEIRA, 2005).

Gomes et al. (2004) elenca os conceitos básicos para construção de um sistema de auxílio à decisão:

- ✓ Decisor(es) ou tomador(es) de decisão: indivíduo ou grupo de indivíduos que fazem escolhas e assumem preferências.
- ✓ Analista(s): cientista(s) ou técnico(s) responsável por interpretar e quantificar a opinião do(s) decisor(es), tratando-as da maneira mais objetiva possível e buscando resultado para a decisão. Devem interagir e atuar sempre com os decisores, em um processo de aprendizagem constante.
- ✓ Conjunto de escolha ou conjunto de alternativas: trata-se da lista de opções disponíveis.

- ✓ Atributo: os atributos são características que representam propriedades ou capacidades das alternativas para satisfazer a necessidades e/ou desejos, embora em diferentes “quantidades” ou “intensidades”.
- ✓ Critério: um critério é uma função que reflete as preferências do decisor quanto a um atributo, no sentido de que, como toda função, pode indicar, por intermédio de um conjunto de regras se uma dada alternativa é preferível ou indiferente à outra.
- ✓ Pesos: para o decisor, em geral e em razão de suas preferências, alguns atributos terão maior importância que outros. A medida da importância relativa dos atributos para o decisor denomina-se peso ou ponderação.

As escolas Francesa e Americana são as precursoras nos métodos multicritério de auxílio à decisão. De acordo com a escola Americana para que um determinado critério ou atributo seja considerado pouco importante diante de outros critérios, ele receberá um peso ou valor atribuído, inferior ao peso atribuído àqueles de maior importância (GOMES, 2002). Nela estão compreendidos os métodos da Teoria de Utilidade Multiatributo (MAUT), que assume que todos os estados são comparáveis num processo decisório, e os métodos de análise hierárquica, sendo conhecida nessa última família a análise hierárquica de pesos (AHP) (GOMES, 2002; MARTINS, 2012).

Já a escola francesa desenvolveu os métodos de subordinação e síntese, que são aplicados à comparação de alternativas discretas, ou seja, a utilização destes métodos não implica uma preferência por parte do decisor. Esta Escola não admite essencialmente a comparação entre todas as alternativas, não obrigando o analista fazer uma estruturação hierárquica dos critérios existentes (GOMES, 2010; MARTINS, 2012).

A presente pesquisa utilizou a Teoria de Utilidade Multiatributo (MAUT), devido à facilidade de aplicação do mesmo (tendo em vista a utilização futura pelos tomadores de decisão no contexto de classificação de relevância de quedas d'água) e pelo fato das opções serem nitidamente definidas e comparáveis, necessitando somente da definição das escalas de mensuração de cada parâmetro (GOMES, 2010; MARTINS, 2012).

O MAUT é o único método analítico considerado uma teoria, devido à sua consistente fundamentação (GOMES, 2007). A finalidade oculta ao uso da MAUT é a associação de uma medida de valor a cada alternativa, produzindo uma ordem de preferência entre as alternativas (FIGUEIRA, 2005).

O valor cardinal de uma alternativa é formado por um conjunto de valores, onde cada valor nesse conjunto é o valor assumido pela alternativa “i” em cada um dos “n” critérios. Isto é, caso um determinado atributo seja considerado com baixa relevância diante de outros atributos, ele receberá um peso (valor atribuído) menor que o peso atribuído àqueles de maior relevância (GOMES, 1998).

Para Gomes (1998), a Teoria da Utilidade Multiatributo admite que: i) todas as alternativas são comparáveis; ii) existe transitividade na relação de preferências; iii) existe transitividade nas relações de indiferença. Deste modo, o MAUT entende que o indivíduo tomador de decisão juntamente com o analista, é capaz de apontar diversas alternativas discretas para avaliação e estrutura os critérios de uma forma que as alternativas são avaliadas de uma forma hierárquica (GOMES et al., 2004).

Gomes et al. (2004), sugere que na Análise de Decisão envolvendo Múltiplos Critérios algumas etapas devem ser seguidas, apresentadas a seguir.

- ✓ Definir os tomadores de decisão.
- ✓ Identificar as alternativas.
- ✓ Determinar os critérios importantes para o processo de decisão.
- ✓ Avaliação das alternativas em relação aos critérios. Esta etapa as alternativas são avaliadas em cada critério. O avaliador(s) atribui notas ou conceitos a cada alternativa para cada critério.
- ✓ Decidir a importância relativa aos critérios.
- ✓ Definir a avaliação global de cada alternativa.

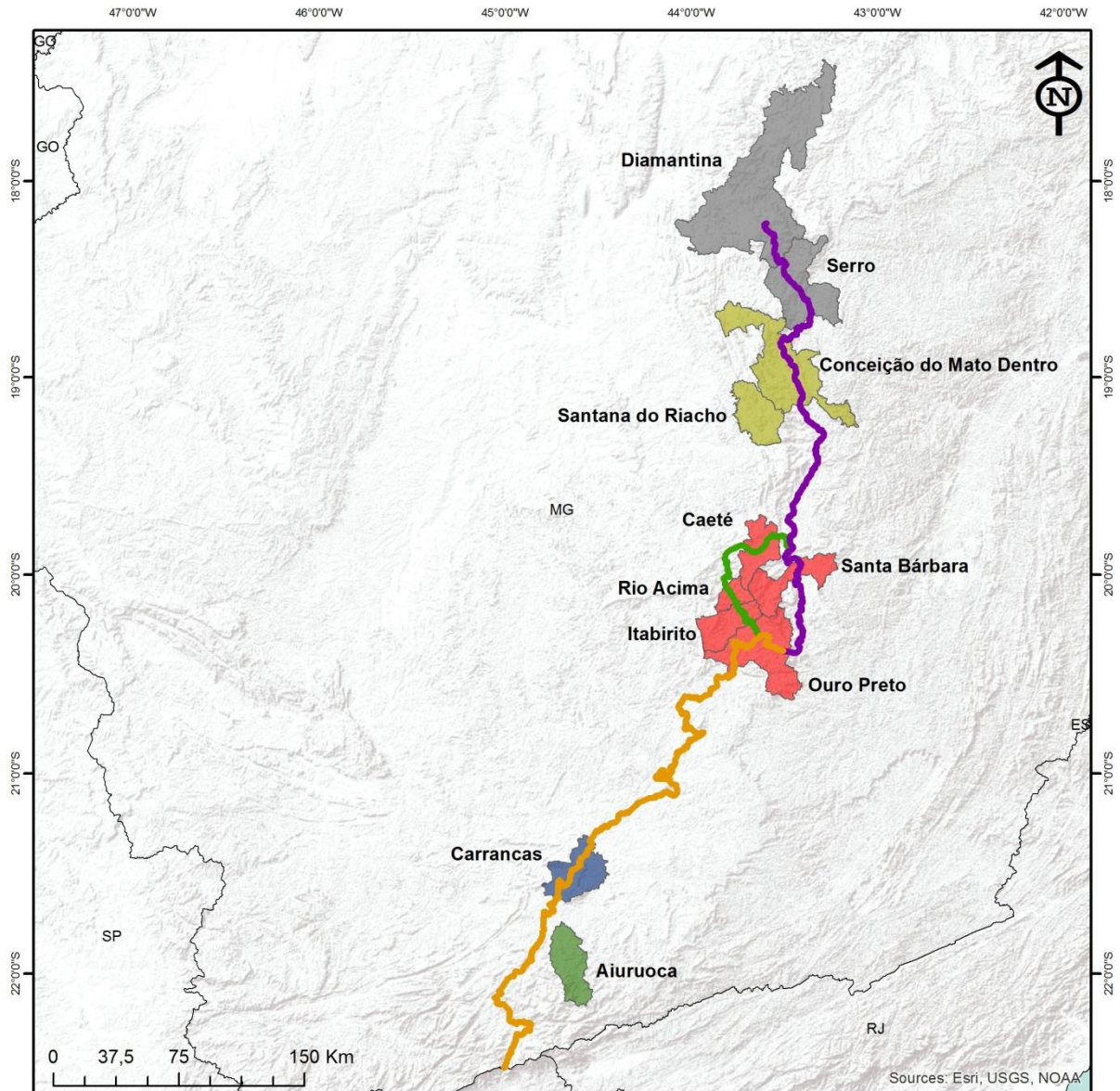
### **3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

A exuberância paisagística de Minas Gerais é reconhecida nacionalmente. O estado reúne grande variedade e riqueza de elementos bióticos e abióticos. Nele está inserida, em sua maior parte, a Estrada Real. Esta rota exhibe significativa geodiversidade, contemplando em seus caminhos inúmeros marcos naturais e arquitetônicos do Brasil. Tais marcos evidenciam, também, a natureza do conhecimento intuitivo dos colonizadores, cujas expedições eram organizadas para a busca de recursos minerais (CALAES e FERREIRA, 2009).

O estado de Minas Gerais apresenta grande diversidade de paisagens expressas por diferentes litotipos, formas de relevo e tipos de vegetação. Toda esta complexidade geológica e geomorfológica apresenta reflexo direto na existência de quedas d'água no estado, tanto na quantidade, tipos, tamanhos de quedas, existência ou não de poço entre outras características. A Estrada Real em toda sua extensão em Minas Gerais é notadamente uma rota que atravessa áreas com grande diversidade e quantidade de quedas d'água.

Desta forma, a pesquisa tem como área de estudo cinco regiões distintas da Estrada Real pertencentes aos caminhos dos diamantes, sabarabuçu e o velho. Foram visitadas 20 quedas d'água ao todo, quatro em cada uma das cinco regiões (Figura 2). A escolha dessas regiões foi feita pelo fato de apresentarem grande diversidade de rochas, paisagens, tipos de cachoeiras e vegetações. Deste modo, a grande diversidade de ecossistemas oferecidos possibilita testar a proposta de classificação de relevância de quedas d'água em diferentes contextos naturais.

Figura 2 - Regiões de aplicação do protocolo na Estrada Real



**Caminhos Estrada Real**

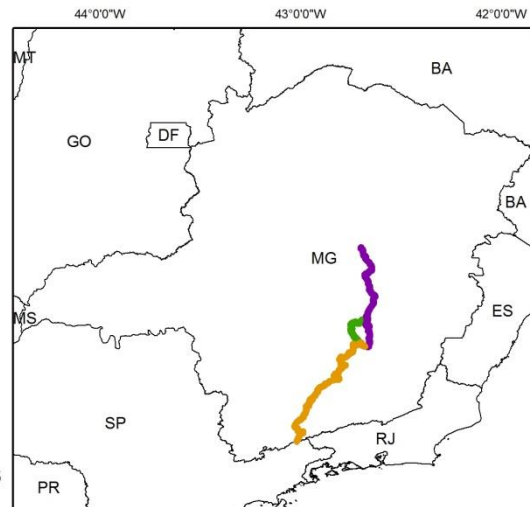
- Velho
- Diamantes
- Sabarabuçu

Estados

**Regiões Estrada Real**

- Serra da Mantiqueira em Aiuruoca
- Carrancas
- Regiões Quadrilátero Ferrífero
- Serra do Cipó
- Planalto de Diamantina

Fonte: IBGE, 2013; Estrada Real, 2015  
Elaboração: Carmélia Oliveira



### 3.1 - Aiuruoca/Serra da Mantiqueira

Aiuruoca encontra-se na porção sul de Minas Gerais, mas especificamente dentro da Província Mantiqueira aos pés do pico do Papagaio, próximo ao Parque Nacional do Itatiaia. No interior do município existe ainda outra unidade de conservação: o Parque Estadual do Papagaio. A região situa-se numa área de rochas ígneas ácidas, representadas por granitos de granulação fina e grosseira. Os granitos e os gnaisses sustentam serras com cristas alinhadas predominantemente NE-SW, concordante com as grandes tendências estruturais regionais. O relevo é caracterizado por morros de encostas abruptas e picos rochosos, com vales muito encaixados (Figura 3). Os topos se configuram como pães de açúcar como o exemplo do Pico do Papagaio.

Figura 3 - Serra da Mantiqueira na região de Aiuruoca/MG



Fonte: Carmélia Oliveira

A rede de drenagem é bem distribuída e faz parte da bacia do Rio Grande (principal nascente do Rio Paraná). O Rio Aiuruoca (cuja nascente é a mais alta do país, com 2 450 m de altitude e localizada no Pico do Itatiaia) tem o curso no sentido sul-norte, banhando a sede municipal. Seus principais afluentes são os ribeirões do Tamanduá, da Água Preta e do Papagaio além do Córrego dos Nogueiras e o Córrego do Cangalha. O rio Angaí, que drena as áreas, central e norte do município de Aiuruoca, tem como tributários principais o Ribeirão das Posses e o Ribeirão do Maia.

O clima da região se caracteriza ao tipo Tropical de Altitude, atingindo 32°C no auge do verão e podendo atingir 3°C no inverno. O clima local é diretamente influenciado por efeitos orográficos, onde a Mantiqueira é uma barreira para a umidade oriunda do atlântico, acarretando em alta pluviosidade na região.

Os solos são rasos, predominando os Cambissolos Háplicos e subordinadamente Cambissolos Húmicos. Solos mais espessos ocorrem somente nas baixas vertentes, gerados a partir do acúmulo de material coluvionar. A área abriga um importante remanescente de Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa) no estado, e formações mistas de campos, matas e áreas de enclave com matas de araucária.

### **3.2 - Carrancas**

A geologia local é caracterizada por rochas do Neoproterozóico, com a ocorrência de biotita, gnaisse bandado e intercalações de filito cinzento, quartzito, biotita-xisto, anfibolito, rochas ultramáficas e metacalcário (LOPES, 2007). O relevo apresenta colinas de topo arredondado, vertentes côncavo-convexas e planícies aluvionares abertas, que constituem superfícies com altitudes entre 1.000 e 1.100m (MARQUES et al., 2002). No entanto, as porções mais elevadas altimetricamente, que apresentam a forma de uma pequena serra alongada, são sustentadas pelos quartzitos (Figura 4).

A bacia do Ribeirão de Carrancas integra a bacia do Rio Capivari, que por sua vez, insere-se na Bacia do Rio Grande. A região apresenta diversas corredeiras e quedas d' água e poços, utilizados para a recreação de contato primário. Dentre essas áreas, destaca-se como uma das áreas mais visitadas, a Cachoeira da Fumaça, localizada no leito do Ribeirão Carrancas.

O clima em Carrancas é caracterizado como Tropical de Altitude, sendo os verões amenos e úmidos com média máxima anual de 26,2°C e os invernos frios e secos, com média mínima de 13,9°C. A precipitação média anual é de 1.059 mm, distribuídas em duas estações,

com cerca de 80% das chuvas concentradas entre setembro e abril, e uma estação seca entre maio e agosto.

Os solos predominantes são os Latossolos, Cambissolos, Latossolos Vermelho escuros e Solos litólicos (GIAROLA et al., 1997). A vegetação local corresponde à faixa de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, predominando os campos herbáceos contínuos. As áreas de vegetação de porte arbóreo correspondem às matas ciliares e fragmentos ao longo da bacia (LOPES, 2007). No topo da serra, sobre os quartzitos, predomina a vegetação herbácea de campos e campos rupestres entre afloramentos rochosos.

Figura 4 – Mirante da Serra de Carrancas em Carrancas/MG



Fonte: Carmélia Oliveira

### 3.3 - Quadrilátero Ferrífero

Por conta de sua complexidade geológica o Quadrilátero Ferrífero é foco de estudos diversos desde o século XIX. Localiza-se na porção sul do Cráton do São Francisco, o qual corresponde a uma unidade tectônica de idade arqueana, que foi retrabalhada durante o Ciclo Brasileiro (ALMEIDA, 1977).

A região é uma das maiores províncias minerais do país, caracterizada por quatro grandes conjuntos litoestratigráficos: Complexos Bação, Santa Bárbara, Caeté, Belo Horizonte e Bonfim, compostos por terrenos granito-gnáissicos de idade arqueana; Supergrupo Rio das Velhas, formado por uma sequência vulcanosedimentar arqueana tipo “*greenstone belt*”; Supergrupo Minas, formado por metassedimentos clásticos e químicos de idade proterozoica; e Grupo Itacolomi, formado por metassedimentos clásticos proterozoicos (VARAJÃO et al., 2009).

O relevo do Quadrilátero Ferrífero se configura de duas formas, a saber: regiões com superfícies planálticas, com morfologia suave devido às formações graníticas e gnáissicas e regiões muito íngremes, com predomínio de cristas e vales encaixados, associados aos afloramentos de quartzitos, itabiritos e de canga (SILVA, 2007) (Figura 5). Além do forte controle litológico, o modelado atual do relevo também é resultado da erosão diferencial, que se manifesta pelos grandes arcabouços estruturais, como sinclinais e anticlinais, estruturada pelos quartzitos e itabiritos do Supergrupo Minas e do Grupo Itacolomi, e pelo rebaixamento dos complexos (SALGADO et al., 2004).

O Quadrilátero Ferrífero tem sua superfície drenada por duas importantes bacias hidrográficas: a Bacia do Rio São Francisco a oeste e a Bacia do Rio Doce a leste. A rede hidrográfica é controlada pela estrutura das rochas, desta forma, comumente aparecem vales profundos e encaixados e trechos encachoeirados (BARBOSA e RODRIGUES, 1965).

O clima é caracterizado, como temperado-quente, com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. Regionalmente, o clima sofre influência das expressivas variações de altitude favorecendo o surgimento de microclimas locais, que apresentam condições de temperatura e umidade diferentes daquelas encontradas em áreas relativamente próximas (SILVA, 2007). A temperatura média anual situa-se em torno de 20° C e a precipitação média varia entre 1300 mm, na porção leste, a 2100 mm, na porção sul, em Ouro Preto (HERZ, 1978).

O Quadrilátero Ferrífero apresenta grande diversidade de solos, mas a partir do levantamento pedológico do Estado de Minas Gerais (CETEC, 1983), pode-se destacar

algumas unidades: Afloramentos de Rocha (AR), Cambissolos com A moderado e Solos Litólicos com A fraco, Cambissolos distróficos com A fraco e (Latosolos Vermelho-Amarelos distróficos com A moderado (VARAJÃO et al., 2009). A cobertura vegetal do Quadrilátero Ferrífero é extremamente relacionada ao substrato litológico. Nas áreas sobre granitos-gnaiss, sobre rochas carbonáticas e sobre xistos e filitos predomina a Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica Interior) e, secundariamente, o cerrado. Nas terras altas, sobre substrato de quartzito, itabirito e canga, ocorrem, respectivamente, os campos rupestres e os campos ferruginosos (SILVA, 2007).

Figura 5 – Conjunto de Serras do Quadrilátero Ferrífero



Fonte: Carmélia Oliveira

### 3.4 - Serra do Cipó

A Serra do Cipó situa-se na porção sul da Cadeia do Espinhaço. A região como um todo é caracterizada por formações rochosas quartzíticas, em cristas e escarpas, onde se inserem diques de anfibolitos, xistos, filitos, ardósia, folhelhos e calcário marmorizado

(SCHAEFER et al., 2008). O relevo da Serra do Cipó é basicamente constituído por serras; encostas íngremes e escarpas com campos rupestres; patamares com campos de gramíneas e rupestres, vales estruturais, colinas e platôs quartzíticos (Figura 6).

O Rio Cipó é o mais importante e de maior volume de água e dá nome ao local, em função da serra que lhe acompanha o trajeto. Entretanto, os rios e cursos d'água que drenam a Serra do Cipó se dividem em duas bacias hidrográficas: a bacia do Rio São Francisco a oeste da serra e a do Rio Doce, a leste.

O clima da Serra do Espinhaço Meridional é diretamente influenciado pelo fator orográfico, sendo caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril), invernos mais frescos e secos (junho a agosto). A precipitação e a temperatura médias anuais variam de 1250 mm a 1550 mm e 18° a 19°C, respectivamente (NEVES et al., 2005).

Figura 6 - Paisagem típica da Serra do Cipó – Lapinha



Fonte: André Salgado

Os solos da região são bastante diversificados: latossolos, argissolos, cambissolos, neossolos, espodossolos, gleissolos e organossolos. Entretanto, prevalecem os afloramentos rochosos e os neossolos litólicos. As formações vegetais são muito variadas, a fitofisionomia predominante é a do Cerrado na porção oeste da serra. Já na porção leste, a Mata Atlântica se destaca. No topo da serra, graças à presença dos Neossolos quartzíticos, ocorrem os Campos Rupestres, bioma famoso por sua rica diversidade e alto grau de endemismo (VALENTE, 2009).

### **3.5 - Planalto de Diamantina**

O Planalto de Diamantina está situado na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), na região centro-norte de Minas Gerais. O Espinhaço Meridional representa um cinturão orogênico que limita o sudeste do Cráton do São Francisco, e estende-se por cerca de 300 km na direção N-S, desde o Quadrilátero Ferrífero (Serra do Ouro Branco) até a região de Olhos d'Água (ALMEIDA ABREU, 1995). A geologia da SdEM é caracterizada predominantemente por quartzitos distintos que, juntamente com suas características estruturais, conferem um arranjo arqueado e topograficamente elevado ao orógeno.

De acordo com Saadi (1995), a SdEM é geomorfologicamente caracterizada, no estado de Minas Gerais, por um conjunto de terras altas, com forma de bumerangue de direção geral norte-sul e convexidade orientada para oeste. As formas de relevo são muito desgastadas pelos processos erosivos. Entretanto, são marcantes na paisagem da Serra do Espinhaço as áreas de rochas quartzíticas que apresentam relevo protuberante e rugoso com afloramento rochoso entremeado por campo rupestre (AB'SABER, 2003) (Figura 7).

A Serra do Espinhaço, além de ser considerado um divisor de águas, funciona como um limitador da paisagem da região. A rede hidrográfica da área de estudo insere-se nas bacias dos rios São Francisco a oeste e Jequitinhonha e Doce a leste. O clima da região é caracterizado nas porções nordeste, leste e sudeste como clima úmido. O padrão de chuvas acumuladas durante o ano varia em torno de 1400 a 1700 mm. A temperatura média anual oscila entre 18 a 23°C (BARBOSA, 2009).

Figura 7 – Campos rupestres no Planalto de Diamantina



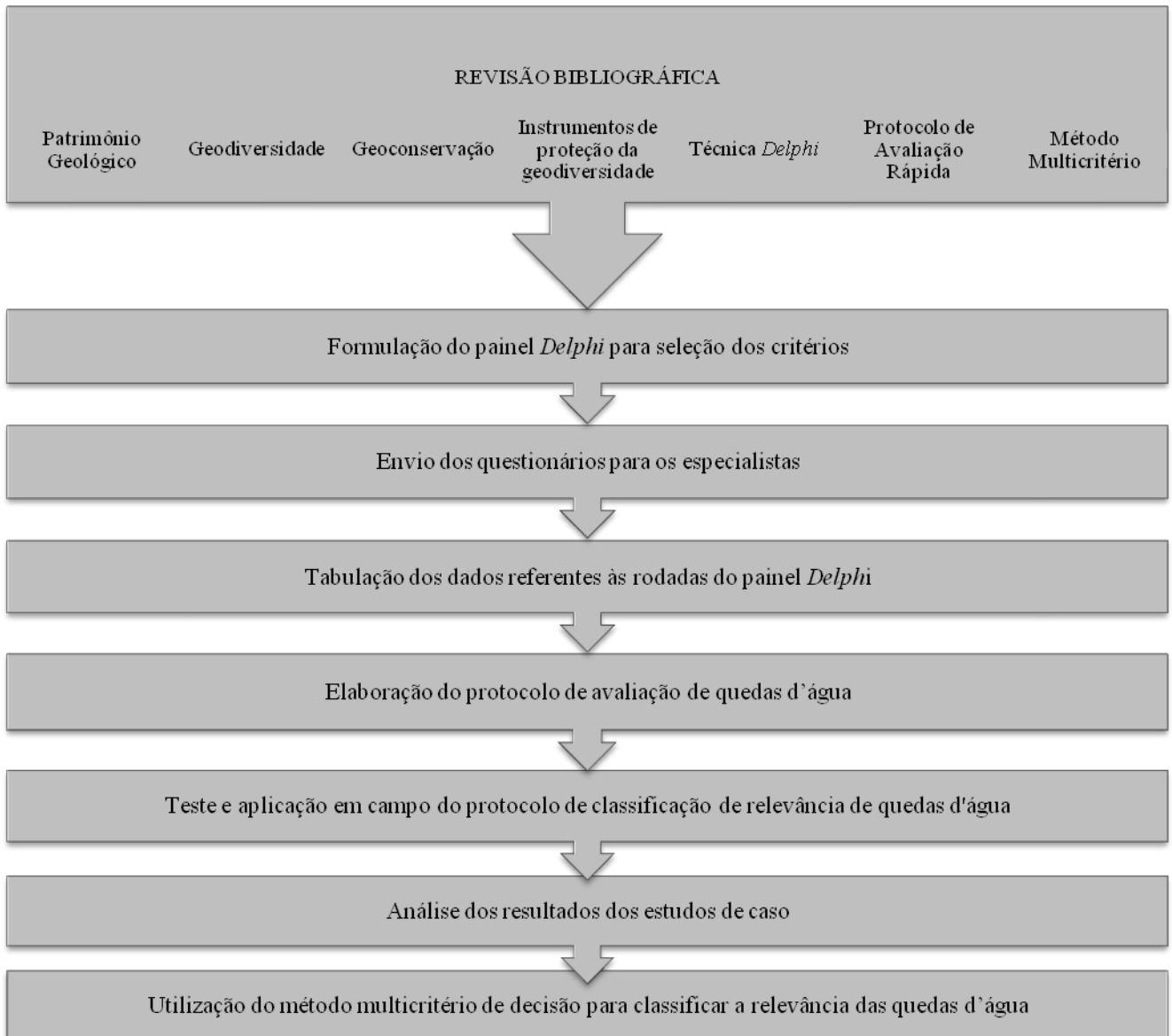
Fonte: Carmélia Oliveira

Os solos mais comumente encontrados na região são: Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo, Neossolo Litólico. Mas existem solos de menor incidência como os: Cambissolo, Argissolo Vermelho, Argissolo Vermelho e pequena concentração de sedimentos e matéria orgânica nos afloramentos rochosos (BARBOSA, 2009). Entretanto, na paisagem, prevalecem os neossolos litólicos e os afloramentos quartzíticos. Já cobertura vegetal é caracterizada pelo predomínio, nos domínios quartzíticos, de espécies típicas de altitude e rupestre, enquanto nas porções mais baixas predomina o cerrado e, ao longo dos cursos de água, as matas ciliares (AUGUSTIN, 1995).

#### 4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para execução dos objetivos propostos, este trabalho foi desenvolvido seguindo as etapas representadas e descritas conforme a Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma das etapas da pesquisa



A primeira etapa foi constituída pela revisão bibliográfica com foco nos seguintes temas: patrimônio geológico, geodiversidade, geoconservação, ferramentas legais e a respeito da preservação da geodiversidade no Brasil, técnica *Delphi*, protocolo de avaliação rápida e método multicritério. Esta etapa embasou todas as demais da dissertação e, de modo geral, se estendeu até o fim do trabalho.

## **4.1 - Levantamento de indicadores por meio da técnica Delphi**

### **4.1.1 - Seleção dos painelistas**

Neste trabalho todos os participantes do painel Delphi foram convidados via e-mail, possibilitando a participação de painelistas de diferentes universidades, instituições e formações. O processo foi realizado em uma única etapa, ou seja, os e-mails foram enviados contendo uma breve explicação sobre a pesquisa no corpo do mesmo, a carta convite e o questionário da pesquisa em anexo. Dessa forma o processo foi mais dinâmico, pois o participante é convidado e tem contato com a pesquisa ao mesmo tempo.

Com o intuito de selecionar critérios que viabilizem a classificação de relevância das quedas d'água, foram selecionados especialistas ligados aos seguintes temas: geomorfologia, turismo, biologia, engenharia, recursos hídricos e órgãos ambientais. O processo de seleção dos painelistas foi realizado, através consulta à Plataforma *Lattes* do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-Ministério de Ciência e Tecnologia. Nesta plataforma estão disponíveis os currículos, grupos de pesquisa, instituição, áreas de atuação e produção técnica e científica dos pesquisadores brasileiros. Alguns especialistas foram indicados a participar da pesquisa, os demais foram encontrados a partir de palavras chave: geoconservação, quedas d'água, cachoeiras, patrimônio geológico e recursos hídricos, geopatrimônio, patrimônio natural e etc. Sendo assim, foram selecionados os participantes com produções técnicas e acadêmicas relacionadas aos temas de interesse da pesquisa. Além da produção de trabalhos envolvidos com a temática, buscou-se priorizar os profissionais com maior titulação. Os convidados estão vinculados às instituições federais de ensino de Minas Gerais (Universidades e Institutos Federais), mas também foram selecionados entre órgãos e nas secretárias públicas de Minas Gerais relacionadas ao meio ambiente.

Após a definição dos convidados, foi encaminhada, via e-mail, uma carta convite, apresentando e descrevendo a proposta da pesquisa, bem como seus objetivos. Juntamente a esta carta convite constava, em anexo, o primeiro questionário da pesquisa (APÊNDICE 1 - Carta convite enviada aos painelistas da pesquisa *Delphi*).

#### 4.1.2 - *Feedback* do painel *Delphi* e perfil dos especialistas

Dentre os 62 especialistas convidados na primeira rodada, 31 responderam a pesquisa, três afirmaram não se sentir habilitados para responder o questionário e os demais não se manifestaram, contabilizando 50% de taxa de retorno. Em relação às áreas de atuação e instituições onde estão vinculados os participantes, obteve-se como resultado um número maior de respondentes vinculados às instituições de ensino superior 71% (universidades e institutos federais). A participação de profissionais atuantes em órgãos públicos relacionados aos recursos hídricos e ao meio ambiente foi sensivelmente menor: 29%. Entretanto, contribuiu de forma prática e objetiva para a seleção dos critérios de relevância das quedas d'água, tendo em vista que estes profissionais são os responsáveis pela execução das políticas ambientais. Quanto a formação dos participantes, estes apresentaram perfis diversos, embora tenha ocorrido um predomínio de geógrafos, turismólogos e biólogos (Tabela 1) que responderam ao questionário desta pesquisa, demonstrando que essas áreas são atuantes e abrangentes no que diz respeito à proteção ambiental.

Além da variedade de formações acadêmicas convidadas para o painel, a qualificação dos respondentes se destacou na pesquisa, com 49 % de doutores e 51 % de mestres. A elevada qualificação muito se deve ao grande número de professores/pesquisadores atuantes em universidades que participaram da pesquisa. Entretanto, destaca-se também a qualificação dos funcionários de órgãos públicos relacionados ao meio ambiente e recursos hídricos com número considerável de mestres e doutores.

Tabela 1 - Formação básica dos painelistas

<b>Formação</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
Geografia	14	45,16
Turismo	5	16,13
Biologia	4	12,90
Engenharia Civil	3	9,68
Geologia	1	3,23
Química	1	3,23
Belas Artes	1	3,23
Sistema de Informação	1	3,23
Pedagogia	1	3,23

### 4.1.3 - Execução das Rodadas de respostas do *Delphi*

A formulação do questionário referente à primeira rodada foi feita através da seleção de 26 parâmetros (APÊNDICE 1) relacionados às quedas d'água e seu entorno, englobando aspectos geomorfológicos, de recreação, ambientais e paisagísticos. O levantamento e escolha dos parâmetros se basearam principalmente: (i) no SNUC; (ii) em adaptações retiradas da Instrução Normativa MMA N° 2, de 20 de Agosto de 2009, referente à relevância das cavidades naturais; (iii) do trabalho de inventariação do patrimônio geológico (BRILHA, 2005) e; (iv) do trabalho de monitoramento de balneabilidade em águas doces do Brasil (MARTINS, 2012). Na carta convite e no questionário essa informação foi suprimida com o intuito de não induzir as respostas dos participantes.

Após analisar os parâmetros selecionados os respondentes tiveram às seguintes possibilidades de resposta: Incluir; Excluir ou Indeciso. Para os parâmetros cujas respostas apontassem “Incluir”, os pesquisadores deveriam atribuir pesos de 1(menor peso) a 5 (maior peso). O participante também poderia sugerir novos parâmetros e seus respectivos pesos, bem como fazer comentários e sugestões.

Quando do retorno dos questionários com as respostas dos participantes, fez-se a tabulação dos dados e foram calculadas as médias e as medianas dos pesos conferidos aos parâmetros avaliados pelo grupo. Ao final da compilação das informações obtidas na primeira rodada, os resultados foram reenviados aos convidados, de forma que o participante poderia ou não reavaliar suas respostas, a partir da visualização da opinião geral dos demais integrantes do painel.

No questionário da segunda rodada (APÊNDICE 2 - Formulário de retorno da 1ª rodada da pesquisa e 2ª rodada do painel *Delphi*), além da avaliação dos parâmetros previamente selecionados, foi solicitado aos participantes a seleção dos seis parâmetros considerados como prioritários para compor o índice, bem como seus respectivos pesos. Assim como na primeira fase, ao final da segunda fase os resultados foram tabulados, sendo calculadas as porcentagens de inclusão, médias e medianas dos pesos.

## 4.2 - Protocolo de Classificação de Quedas D' água

Para execução, aplicação e avaliação dos critérios em campo, utilizou-se uma adaptação do Protocolo de Avaliação Rápida - PARs (EPA, 1987, HANNAFORD et al., 1997, CALLISTO et al., 2002), onde foi criada uma tabela contendo os parâmetros selecionados nas rodadas do *Delphi* e o peso de cada um. Esta tabela foi composta por 26 parâmetros relacionados à geomorfologia, recreação, meio ambiente e aspectos paisagísticos. Após isso, para elaboração do protocolo de avaliação de quedas d'água, foram selecionados apenas aqueles parâmetros que atingiram na segunda rodada do *Delphi* inclusão igual ou superior a 75% e que tenham atingido pelo menos 3 (três) na média dos pesos na segunda rodada do painel *Delphi*.

Os parâmetros que se enquadraram na porcentagem de inclusão e no valor dos pesos foram os seguintes: altura da queda, uso para fins de educação e interpretação ambiental, aspecto visual da preservação da vegetação do entorno, existência de poço, condições de balneabilidade local, beleza cênica e harmonia da paisagem, vazão, existência de praias fluviais no entorno do poço, claridade visual da água, dimensões notáveis em área, volume e extensão, uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (turismo ecológico), presenças de estrutura geológica de interesse científico, importância local ou regional, queda livre, reconhecida beleza cênica nacional, alto índice de visitação.

Porém, nem todos compõem o protocolo de classificação de relevância de quedas d'água, pois alguns deles possuem caráter muito subjetivo, são repetitivos e/ou de difícil mensuração em campo. Nesse sentido, algumas modificações e adaptações foram necessárias para atingir o objetivo de um protocolo de fácil aplicação e manuseio. Nesse sentido destaca-se a versatilidade da técnica *Delphi* ao possibilitar adequações ao painel, sem comprometer os resultados e opinião dos especialistas. Por exemplo, o critério queda livre obteve a pontuação necessária para compor o protocolo, mas a pesquisa leva em consideração todos os tipos de quedas d'água, independente da morfologia da queda (livre ou corredeira), nesse sentido o critério não se faz coerente no protocolo. Além do critério queda livre, outros quatro critérios foram ajustados ou substituídos. São eles: reconhecida beleza cênica nacional, alto índice de visitação, uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (turismo ecológico), dimensões notáveis em área, volume e extensão.

Já os critérios uso para fins de educação e interpretação ambiental, presenças de estrutura geológica de interesse científico e importância local ou regional foram reunidos e

constam no protocolo como: importância histórico-cultural, religiosa, científica e educativa. O mesmo aconteceu com os critérios relacionados ao poço.

Após a sugestão dos painelistas, os critérios existência de poço, largura x comprimento do poço e profundidade do poço foram reunidos e deram origem ao critério dimensões do poço (área e profundidade). Isto fez com que, após tabulação e análise dos dados, nove parâmetros, apresentados a seguir, fossem utilizados na etapa de campo da pesquisa:

- Altura da queda
- Beleza cênica
- Preservação ambiental do entorno
- Condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL)
- Claridade visual (turbidez)
- Fluxo
- Importância histórico-cultural, religiosa, científica e educativa
- Dimensões do poço (área e profundidade)
- Praia Fluvial

O protocolo proposto avalia os parâmetros supracitados em categorias descritas e pontuadas: 1 (extremo baixo), 2 (médio) e 3 (extremo alto). Apenas os extremos receberam nota 3 ou 1.

A pontuação é atribuída de acordo com as medições e observações realizadas em cada queda d'água e seu entorno. Além disso, o protocolo de classificação de quedas d'água tem a intenção de ser um método de fácil compreensão e aplicação, permitindo que demais pesquisadores e técnicos de órgãos ambientais possam utiliza-lo. Por esse motivo cada parâmetro recebe uma descrição que possibilita a avaliação e a pontuação em campo. A maior parte deles podem ser medidos e avaliados *in situ*, mas existem alguns que necessitam de procedimentos posteriores em laboratório ou gabinete.

### **4.3 - Aplicação da metodologia em campo**

As expedições de campo serviram principalmente para testar os parâmetros (protocolo de classificação de relevância de quedas d'água) nas cachoeiras selecionadas da Estrada Real. Para aplicação da metodologia foram escolhidas 20 quedas d'água, igualmente distribuídas em cinco diferentes compartimentos da paisagem do trecho mineiro da Estrada Real. Todas

possuem reconhecida beleza cênica e/ou apresentam um potencial de visitação reconhecido. Se não é possível afirmar que elas são as mais importantes do trecho mineiro da Estrada Real, sem dúvida é possível atestar que estão entre as mais importantes. As quedas d'água selecionadas foram as seguintes:

**Serra da Mantiqueira em Aiuruoca:** Cachoeira das Fadas; Cachoeira do Fundo; Cachoeira dos Garcias; Cachoeira dos Macacos.

**Carrancas:** Cachoeira da Fumaça; Cachoeira Véu da Noiva; Cachoeira das Esmeraldas; Cachoeira do Índio.

**Quadrilátero Ferrífero:** Cachoeira do Capivari; Cachoeira Santo Antônio; Cachoeira das Andorinhas; Cachoeira Chica Dona.

**Serra do Cipó e Espinhaço:** Cachoeira da Farofa; Cachoeira do Tabuleiro; Cachoeira Rabo de Cavalão; Cachoeira Grande.

**Planalto de Diamantina:** Cachoeira dos Cristais; Cachoeira das Fadas; Cachoeira Telésforo; Cachoeira do Moinho

Com o protocolo em mãos, em cada cachoeira inspecionada, foram feitas as medições, observações e coletas necessárias para atender ao conjunto de critérios de avaliação de quedas d'água. Primeiramente foram coletadas as coordenadas geográficas para localização precisa das cachoeiras. Depois foi realizado o registro fotográfico da queda e do entorno. Por fim, foram realizadas as amostragens, medições e a descrição do local. As medições foram realizadas com ajuda de uma trena laser. Foram medidas a altura da queda, a profundidade e área do poço. Outros critérios foram preenchidos a partir de observações do local, como: fluxo, existência de praia fluvial e preservação do entorno. Já o levantamento e avaliação dos níveis de turbidez, das águas dos balneários investigados, seguiu o padrão de amostragem simples, com coletas a 15 cm de profundidade. As amostras seguiam conservadas em isopor refrigerado e ao abrigo da luz, respeitando-se o prazo de 24h para a realização das leituras, através de Turbidímetro Microprocessado e Medidor de Cor, ambos fabricados pela Alfakit Tecnoquímica Ltda.

#### **4.4 - Sistema de auxílio à decisão**

Após a aplicação do protocolo de avaliação, a etapa seguinte consistiu na consolidação do sistema de auxílio à decisão que admitisse a classificação de relevância de quedas d'água. Os critérios foram agrupados de acordo com suas características comuns e outros foram

avaliados individualmente. A partir desse agrupamento foi possível atribuir pesos para cada critério.

Como destacado na revisão bibliográfica, o presente trabalho optou pela utilização da Teoria de Utilidade Multiatributo e para associação dos critérios foi utilizada a função de valor linear aditiva, que avalia os desempenhos das alternativas conforme os múltiplos critérios, através da equação a seguir:

$$v(a) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(a)$$

Onde:

$v(a)$  = nota final da alternativa  $a$

$n$  = número de critérios

$w_i$  = peso calculado para o critério

$v_i(a)$  = pontuação considerado para a alternativa 'a'.

No presente trabalho cada alternativa "a" é uma queda d'água, os critérios estão apresentados no protocolo de avaliação de relevância de quedas d'água. Como mencionado anteriormente os pesos para cada critério foram definidos com base na consulta *Delphi*. Por fim, o sistema de auxílio à decisão proposto foi testado através da aplicação da metodologia proposta em um grupo de quedas d'água. Em seguida, foi realizada uma estatística simples de quartis para definir a pontuação correspondente a cada uma das classes de relevância.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Levantamento de critérios para a classificação de quedas d'água<sup>3</sup>.

Os resultados da primeira rodada do painel Delphi demonstram que, dentre os 26 critérios apresentados para os especialistas nenhum obteve unanimidade, mas quatro critérios obtiveram aceitação de 30 dos 31 respondentes, totalizando 96,77% de inclusão (Tabela 2). Dentre os mais votados, o critério altura da queda obteve o maior peso atribuído (4,58), demonstrando que os aspectos geomorfológicos configuram um critério importante na escolha e definição de um geossítio.

Com 93,55% de inclusão o segundo critério mais votado foi beleza cênica e harmonia da paisagem. Mesmo possuindo um alto grau de subjetividade, a beleza cênica se caracteriza como um importante indicador, tendo em vista que muitos exemplares da geodiversidade são protegidos principalmente pelo potencial cênico.

Na sequência, com índice de inclusão de 90,32% aparecem os critérios vazão e condição de balneabilidade local, indicando a importância dos recursos hídricos e da qualidade das águas na escolha de um patrimônio geológico/geomorfológico com características para proteção. A balneabilidade se destaca, pois apresenta base importante na qualidade das águas de determinada bacia e classifica a bacia ou o balneário como própria ou imprópria para o uso recreacional. Outros critérios com inclusão superior a 80% tiveram relação com os parâmetros geomorfológicos, ou seja, ao caráter físico das quedas d'água e seu entorno, por exemplo: critérios ligados à morfologia da queda d'água (corredeira ou queda livre) ou relacionados ao tipo de uso, como uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (turismo ecológico), que demonstra que o tipo de uso e a utilização desses locais pelo turismo são importante ferramentas para definir a relevância do local (Tabela 2).

---

<sup>3</sup> Resultados parciais publicados em: OLIVEIRA, C. K. R.; SALGADO, A. A. R. ; LOPES, F. W. A. . Classificação de Relevância de Quedas D'água como Subsídio à Gestão do Patrimônio Natural - Resultados de um Painel de Especialistas. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015.

Tabela 2 - Resultado da 1ª rodada do Delphi dos critérios pré-selecionados

PARÂMETROS	% de inclusão	Média/ pesos	Mediana/ pesos
Altura da queda	96,77	4,58	5,00
Existência de poço	96,77	3,81	4,00
Uso para fins de educação e interpretação ambiental	96,77	3,74	4,00
Aspecto visual da preservação da vegetação do entorno	96,77	3,94	4,00
Beleza cênica e harmonia da paisagem	93,55	3,35	5,00
Vazão (quantidade de água)	90,32	3,61	4,00
Condições de balneabilidade local	90,32	4,06	5,00
Existência de praias fluviais no entorno do poço	87,10	3,32	4,00
Corredeira (degraus)	83,87	2,71	3,00
Uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (Turismo ecológico)	83,87	3,19	4,00
Clareza visual da água (turbidez)	83,87	3,42	4,00
Queda livre	80,65	2,94	3,00
Possibilidade de alcançar a queda	80,65	2,74	2,00
Reconhecida beleza cênica nacional	80,65	2,90	3,00
Presença de estrutura geológica de interesse científico	77,42	3,10	4,00
Comprimento x largura do poço	77,42	2,77	3,00
Dimensões notáveis em área, volume e extensão	77,42	3,35	4,00
Alto índice de visitação	77,42	2,87	3,00
Profundidade do poço	74,19	2,23	2,00
Possibilidade de permanência sob a queda	74,19	2,29	2,00
Importância local ou regional	74,19	3,10	4,00
Possibilidade de alcançar o topo	70,97	2,06	2,00
Tipo de leito fluvial do poço (rochoso, arenoso ou argilo-siltoso)	70,97	2,16	2,00
Rochas escorregadias (cobertura por perifíton)	64,52	1,94	2,00
Cor verdadeira	48,39	1,55	0,00
Cor aparente	45,16	1,61	0,00

Ainda com porcentagem superior a 80% a turbidez, revela a importância de critérios relacionados à qualidade dos recursos hídricos. A turbidez está relacionada com a clareza da

água e este é um fator importante para a visitação e beleza cênica, bem como demonstra um indicativo de boa qualidade da água e representa um parâmetro importante para segurança recreacional. Conforme Smith et al. (1995), a percepção de qualidade das águas pelos visitantes está ligada a parâmetros sensoriais como transparência e cor. Deste modo, tais parâmetros poderiam ter maior influência no contato com as águas do que a qualidade microbiológica, que não necessariamente está relacionada à qualidade estética.

O critério presença de estrutura geológica de interesse científico apresentou uma inclusão superior a 75%. Isto indica que, para os especialistas participantes, a importância científica das áreas de interesse patrimonial é relevante. Ou seja, é necessário conhecer os elementos da geodiversidade e identificar alguns elementos raros que apresentam elevado valor científico.

A importância local ou regional da queda d'água, não atingiu 75% de inclusão. Entretanto, obteve um peso significativo, demonstrando que o reconhecimento do patrimônio geológico pode ser um indicativo importante para empregar medidas de geoconservação nessas áreas. Como visto anteriormente, muitas medidas de tombamento de ambientes naturais se fazem principalmente por relatos da população e pela importância cultural.

Ao final de cada questionário os participantes poderiam fazer sugestões, observações e comentários. O *feedback* em relação a importância e relevância da pesquisa foi muito positivo, pois 40% participaram de forma direta com comentários e observações. Além disso, foram sugeridos alguns novos parâmetros para inclusão (Tabela 3).

Tabela 3 - Novos parâmetros sugeridos pelos participantes

<b>Parâmetro</b>	<b>% de inclusão</b>	<b>Média-Peso</b>	<b>Mediana-Peso</b>
Interesse cultural da queda	3,22	NR	NR
Área total do poço	3,22	NR	NR
Segurança do visitante (correnteza)	3,22	NR	NR
Limnologia	3,22	NR	NR
Existência de cachoeiras no entorno formando um contexto local/regional	3,22	NR	NR
Quantidade de quedas d'água	3,22	NR	NR
Localização da queda d'água (propriedade privada ou área de proteção)	3,22	NR	NR

Nota: \* NR= Não foram atribuídos pesos.

Após a tabulação dos dados e estatísticas da primeira rodada, os 31 respondentes da primeira etapa receberam o 2º questionário (APÊNDICE 2). Na segunda etapa os especialistas analisam suas respostas da 1º rodada e, se necessário, revisam suas opiniões.

O prazo estipulado na carta convite para revisão e devolução do questionário foi de um mês, mas acabou se estendendo por mais uma semana devido ao baixo retorno nessa segunda etapa. Foram enviados lembretes via e-mail para os painelistas que não haviam respondido a 2º rodada. Essa medida teve importância significativa, pois o número de respostas aumentou consideravelmente após o envio dos lembretes.

Dentre os 31 participantes solicitados 27 devolveram o questionário respondido e quatro não se manifestaram. A taxa de retorno foi bastante satisfatória (87%). A técnica *Delphi* permite aos participantes a revisão e alteração de suas respostas entre as rodadas. Nota-se que as mudanças são realizadas com o intuito de seguir a tendência do painel, neste sentido, 85,2% dos respondentes fizeram alterações na inclusão e nos pesos atribuídos na primeira rodada (Tabela 4). Também estão presentes na tabela os sete critérios sugeridos na primeira rodada. Nenhum deles alcançou grande percentual de inclusão.

Ao final da segunda rodada e tabulação final dos dados, foram realizadas comparações entre os dados da 1º e 2º rodadas. Nota-se que o critério altura da queda permaneceu no topo da lista com maior frequência e peso atribuído. Esse critério atingiu 100% de inclusão após a revisão dos especialistas. Os critérios condição de balneabilidade local e vazão apresentaram importante variação entre as etapas, passando de 90,32% para 100% de inclusão. Demonstrando assim a importância da revisão das opiniões dos especialistas.

A beleza cênica e harmonia da paisagem não atingiram o total de inclusão, mas apresentaram um aumento de 93,5% para 96,30% na inclusão. Porém, o aumento na média do peso se fez mais significativo para o quesito beleza cênica e harmonia da paisagem, que passou de 3,35 para 4,37. O critério é significativo para a composição do protocolo de avaliação de quedas d'água, pois a beleza cênica se caracteriza como um importante critério para o visitante e também para a medidas de proteção.

Além disso, da primeira para a segunda rodada os critérios com mais de 90% de inclusão passaram de 7 para 11. O peso médio atribuído também aumentou. Nessa segunda rodada ficou claro que os especialistas optaram por critérios mais objetivos (com possibilidade de mensuração) para a avaliação de relevância de quedas d'água (Tabela 5).

Devido ao alto número de critérios incluídos (votados) na primeira rodada do painel *Delphi*, na segunda rodada foi pedido que os participantes elencassem seis critérios como os mais importantes e seus respectivos pesos para a classificação de relevância de quedas d'água

(Tabela 6). Essa foi uma alternativa importante para indicar uma direção à pesquisa. O protocolo de classificação de quedas d'água tem por objetivo o fácil manuseio e aplicação, além do baixo custo. A proposta do protocolo é conter critérios mensuráveis ou de fácil obtenção de informação. Sendo assim, os critérios subjetivos podem e fazem parte da classificação, mas em menor número.

Como apresentado na Tabela 6, a altura da queda pela primeira vez não apareceu como o primeiro parâmetro, dando lugar a beleza cênica e harmonia da paisagem com 70,37% de inclusão. Mas esse resultado não representa grande mudança, pois beleza cênica e harmonia da paisagem estavam presentes entre os critérios mais votados em ambas as rodadas.

Tabela 4 - Resultado da 2ª rodada do Painel Delphi: % de inclusão, médias e medianas, dos parâmetros pré-selecionados e os sugeridos pelos respondentes

<b>PARÂMETROS</b>	<b>% de inclusão</b>	<b>Média/ pesos</b>	<b>Mediana/ Pesos</b>
Altura da queda	100	4,56	5
Existência de poço	100	3,81	4
Uso para fins de educação e interpretação ambiental	100	4,15	4
Aspecto visual da preservação da vegetação do entorno	100	4,00	4
Vazão (quantidade de água)	100	3,89	4
Condições de balneabilidade local	100	4,56	5
Beleza cênica e harmonia da paisagem	96,30	4,37	5
Existência de praias fluviais no entorno do poço	96,30	3,44	4
Corredeira (degraus)	96,30	2,78	3
Clareza visual da água (turbidez)	92,59	3,41	4
Dimensões notáveis em área, volume e extensão	92,59	3,48	3
Uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (Turismo ecológico)	88,89	3,37	4
Possibilidade de alcançar a queda	88,89	2,70	3
Presença de estrutura geológica de interesse científico	88,89	3,22	4
Importância local ou regional	88,89	3,37	3
Tipo de leito fluvial do poço (rochoso, arenoso ou argilo-siltoso)	88,89	2,41	2
Rochas escorregadias (cobertura por perifíton)	88,89	2,15	2
Queda livre	85,19	3,00	3
Comprimento x largura do poço	85,19	2,48	3
Profundidade do poço	85,19	2,30	3

Possibilidade de permanência sob a queda	85,19	2,33	2
Reconhecida beleza cênica nacional	81,48	3,04	3
Alto índice de visitação	81,48	3,15	3
Possibilidade de alcançar o topo	74,07	1,89	2
Existência de cachoeiras no entorno formando um contexto local/regional	70,37	2,22	3
Interesse cultural da queda	66,67	2,04	2
Segurança do visitante (correnteza)	66,67	2,22	2
Localização da queda d'água (propriedade privada ou área de proteção)	66,67	2,15	3
Área total do poço	62,96	1,81	2
Limnologia	62,96	1,85	2
Cor verdadeira	55,56	1,56	2
Cor aparente	55,56	1,63	2
Quantidade de quedas d'água	55,56	1,74	2

Tabela 5 - Parâmetros com percentual de inclusão acima de 90% e seus respectivos pesos nas duas rodadas do painel Delphi.

Altura da queda	4,58	4,56
Existência de poço	3,81	3,81
Uso para fins de educação e interpretação ambiental	3,74	4,15
Aspecto visual da preservação da vegetação do entorno	3,94	4,00
Vazão (quantidade de água)	3,61	3,89
Condições de balneabilidade local	4,06	4,56
Beleza cênica e harmonia da paisagem	3,35	4,37
Existência de praias fluviais no entorno do poço	---	3,44
Corredeira (degraus)	---	2,78
Clareza visual da água (turbidez)	---	3,41
Dimensões notáveis em área, volume e extensão	---	3,48

Nota: (----) Não obtiveram 90% de inclusão.

Tabela 6 - Parâmetros selecionados dentre os seis mais relevantes para composição do índice, conforme opinião dos painelistas

PARÂMETROS	% inclusão
Beleza cênica e harmonia da paisagem	70,37
Altura da Queda	59,26
Condições de balneabilidade local	55,56
Importância local ou regional	40,74
Alto índice de visitação	37,04
Uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (Turismo ecológico)	37,04
Uso para fins de educação e interpretação ambiental	33,33
Existência de poço	29,63
Aspecto visual da preservação da vegetação do entorno	25,93
Clareza visual da água (turbidez)	22,22
Presença de estrutura geológica de interesse científico	18,52
Vazão (quantidade de água)	18,52
Reconhecida beleza cênica nacional	14,81
Limnologia	14,81
Existência de praias fluviais no entorno do poço	11,11
Dimensões notáveis em área, volume e extensão	11,11
Interesse cultural da queda	11,11
Segurança do visitante (correnteza)	11,11
Localização da queda d'água (propriedade privada ou área de proteção)	11,11
Existência de cachoeiras no entorno formando um contexto local/regional	11,11
Profundidade do poço	3,70
Tipo de leito fluvial do poço (rochoso, arenoso ou argilo-siltoso)	3,70
Queda livre	3,70
Corredeira (degraus)	3,70
Possibilidade de alcançar o topo	3,70
Área total do poço	3,70
Comprimento x largura do poço	3,70
Quantidade de quedas d'água	3,70

## 5.2 - Proposta do Protocolo de Avaliação de Relevância de Quedas d'água

A partir da finalização da segunda rodada do *Delphi*, análise dos resultados e dos comentários e sugestões dos painelistas, foi possível compor o protocolo de classificação de relevância de quedas d'água<sup>4</sup>. O protocolo utilizado em campo e elaborado com base na opinião dos especialistas do painel *Delphi* está apresentado na (Tabela 7). Os critérios estão dispostos na ordem decrescente dos pesos.

Tabela 7 - Protocolo de Classificação de Quedas D'água

ASPECTOS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO		
		3 pontos	2 pontos	1 ponto
VISUAL	Altura da queda	> 30 m	entre 9-30 m	< 9 m
	Beleza cênica	Alta	Média	Baixa
	Preservação da vegetação do entorno	Preservada (vegetação natural)/ APP preservada	Preservação Parcial (presença de campos de pastagem/ agricultura/ APP parcialmente degradada)	Degradada (residencial/ comercial/ Industrial/ APP totalmente degradada)
	Fluxo	A quantidade de água cobre totalmente a queda	A quantidade de água cobre parcialmente a queda	A quantidade de água cobre pontualmente a queda
BALNEABILIDADE	Condições de balneabilidade <i>E.coli</i> (NMP/100mL)	Excelente	Satisfatória	Imprópria
	Clareza visual turbidez (NTU)	0 a ≤ 2 Excelente	≤ 10 Satisfatória	> 10 Muito Ruim

<sup>4</sup> Resultados parciais publicados em: OLIVEIRA, C. K. R.; SALGADO, A. A. R. ; LOPES, F. W. A. . Proposta de um Protocolo de Avaliação Rápida para Classificação de Quedas D' água. In: III Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico - III GeoBRheritage, 2015, Lençóis.

<b>SÓCIO-CULTURAIS/CIENTÍFICO E EDUCATIVO</b>	Importância histórico-cultural, religiosa e científica	Grande reconhecimento histórico-cultural, religioso regional/ mais de um trabalho científico publicado/ utilização intensa para educação ambiental	Pequeno reconhecimento histórico-cultural, religioso regional/ pelo menos um trabalho científico publicado/ pouca utilização para educação ambiental	Sem reconhecimento histórico-cultural, religioso regional/ sem trabalhos científicos publicados/ sem utilização para fins de educação ambiental
<b>DIMENSÕES DO POÇO</b>	Área do poço e Profundidade	> 500 m <sup>2</sup> de área e profundidade ≥ 1 m	50-500 m <sup>2</sup> de área e profundidade ≥ 1 m	< 50 m <sup>2</sup> de área e profundidade < 1m
<b>ENTORNO DO POÇO</b>	Praia Fluvial (areia, cascalho ou seixo)	Grande extensão	Existente	Inexistente

### 5.3 - Descrição dos critérios

#### 5.3.1 - Aspectos Visuais

- **Altura da queda:** esse critério obteve o maior percentual de inclusão e o maior peso pelos especialistas. Para elucidar a escala de valores referentes à altura da queda, utilizou-se como referência medidas usuais e de fácil percepção humana. Para receber pontuação 3 (três), a queda d'água deve apresentar altura superior a 30 m – equivalente a um prédio de 10 andares. A menor pontuação, por sua vez, é atribuída a quedas com altura inferior a 9 m – equivalente a um prédio de 3 andares.

- **Beleza cênica** as quedas d'água constituem um importante atrativo turístico, e o quesito estético é um fator determinante para a escolha de visitação de uma queda d'água. As quedas d'água ou locais de alta beleza são normalmente impactantes e geram no visitante uma ação contemplativa (SCRUTON, 2013; VIEIRA, 2014). A beleza de uma paisagem está relacionada com a singularidade dos elementos da geologia e geomorfologia. Contribuem também para essa beleza uma variedade de componentes como, por exemplo, a presença de

água e vegetação bem preservada, qualidade panorâmica e falta de degradação do entorno (PEREIRA, 2006). Apesar de ser de difícil avaliação o valor estético de um dado local, existem critérios que viabilizam essa análise como: dimensão das geoformas, conservação, contraste de cores e formas e interação entre os elementos naturais com os aspectos culturais. Porém há, sobretudo, o critério da contemplação. Conforme define Scruton (2013), o belo possui, sim, um alto teor de objetividade. Para esse autor, a beleza pode ser mensurada pelo convite a contemplação. Ou seja, o belo é aquilo que nos induz a contemplar, que nos pacifica os sentimentos durante a observação. Logo, a aplicação desse conceito da filosofia da estética à questão das quedas d'água permitiu mensurar a beleza cênica das mesmas, pois as quedas d'água mais bonitas tendem a convidar um observador a contemplá-las. Sendo assim, as cachoeiras que apresentam alto/extremo convite à contemplação recebem nota 3, as de médio nota 2 e as que possuíam menor impacto nesse sentido recebem nota 1.

- **Preservação da vegetação do entorno:** a preservação da vegetação no entorno e nas proximidades da queda d'água é importante, pois interfere diretamente na beleza da queda d'água e na propensão do usuário a nadar ou não. Neste protocolo a mensuração e observação da Área de Preservação Permanente (APP) é de fundamental importância para avaliar as condições de preservação do entorno da queda d'água. Margens degradadas geram repulsa no visitante e podem ser indicativas de más condições ambientais e contaminação da água. Um patrimônio geológico tende a ser mais valorizado quando as boas condições de conservação precedem a adoção de medidas de geoconservação (BRILHA, 2005). Logo, a nota 3 deve ser concedida apenas para as quedas d'água que não apresentam evidente degradação em seu entorno. A nota 2 é para aquelas que apresentam pequena degradação e a nota 1 deve ser concedida para todas aquelas que possuem seu entorno muito ou mediamente degradado.

- **Fluxo:** o fluxo de água nas quedas compõe um atrativo visual importante e muito apreciado. No presente trabalho o fluxo foi observado e analisado como um aspecto visual, pois não foi realizado o cálculo de vazão. As observações ocorreram na meia estação, caracterizando assim uma média da vazão das quedas analisadas. No preenchimento do Protocolo de Classificação de Quedas D'água o fluxo foi descrito de acordo com as seguintes observações: água cobre totalmente e vigorosamente o leito rochoso da queda (3 pontos); cobre parcialmente o leito rochoso da queda (2 pontos); cobre de forma pontual o leito rochoso da queda (1 ponto).

### 5.3.2 - Aspectos de Balneabilidade

- **Condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL):** a qualidade da água é de suma importância para o entendimento da saúde geral da bacia. Esse critério interfere diretamente nas condições de balneabilidade da queda d'água, permitindo ou não o a recreação de contato primário. Para sua classificação foi usada a resolução CONAMA 274/2000, que estabelece critérios para classificação de balneabilidade a partir dos níveis de coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli* e *Enterococcus*. Para o presente estudo foram utilizadas três classes: águas classificadas como excelentes ou muito boas como nota 3, satisfatórias como nota 2 e as impróprias como nota 1.

- **Clareza visual (turbidez):** a turbidez, medida em unidades nefelométricas (UNT), está relacionada com a clareza da água. Este é um fator importante para a visitação e segurança da atividade recreacional. Conforme Smith et al. (1995), a percepção da qualidade das águas pelos visitantes está ligada a parâmetros sensoriais como transparência e cor. Deste modo, tais parâmetros poderiam ter maior influência no contato com as águas do que a qualidade microbiológica, que não necessariamente está relacionada à qualidade estética. Além disso, conforme Lopes et al. (2014), águas com turbidez mais elevada aumentam o risco de acidentes em atividades que envolvam o contato primário com as águas, devido à redução da visibilidade e percepção de profundidade. As classes e os valores de referência para compor o protocolo são baseados na pesquisa: Proposta Metodológica para Avaliação de Condições de Balneabilidade em Águas Doces no Brasil (LOPES et al., 2014), onde a turbidez é usada como indicador indireto para avaliar a clareza visual das águas. O presente trabalho utilizou esses valores como base para analisar a clareza visual dos poços das quedas visitadas. Para nota 3 a queda d'água deve apresentar turbidez (baixa) menor ou igual a 2 (NTU). Para receber nota 2 a queda d'água deve apresentar turbidez (média) menor ou igual a 10 (NTU). Para receber nota 1 a queda d'água deve apresentar turbidez (alta) maior que 10 (NTU).

### 5.3.3 - Aspectos sociocultural/científico/educativo

- **Importância histórico-cultural, religiosa, científica e educativa:** é estabelecida pela sociedade local ou regional, segundo Gray (2004), o valor cultural está baseado nas relações estabelecidas entre as atividades humanas e as geformas, seja como causa, seja como

consequência. Esta valorização pode se dar pelas expressões artísticas como a pintura, música, cinema, em elementos etnográficos, nas várias formas de literatura, em acontecimentos históricos importantes, ou de caráter religioso ou mitológico. O valor científico do patrimônio geológico está associado à investigação científica, produção científica acerca do local através de elementos disponíveis úteis a essa investigação. E também pelo seu potencial de utilização como recurso didático, não apenas pela existência de elementos com valor científico (ou outros) presentes, mas igualmente pela facilidade em demonstrar esses elementos a público menos especializado (PEREIRA, 2006). Neste contexto, para receber nota 3 a queda d'água deve apresentar evidente e/ou consolidada importância em pelo menos um desses aspectos: histórico-cultural, religiosa, científica ou educativa. Para ser nota 2 deve possuir interesse ou potencial importância em pelo menos um deles. Por fim, a nota 1 é reservada para aquelas quedas d'água que não possuem maior interesse em nenhum desses aspectos.

#### **5.3.4 - Dimensões do Poço**

- **Área do poço/Profundidade do poço:** a profundidade e a área do poço estão muito relacionadas aos fatores ligados à resistência das rochas, a tectônica, ao tipo de queda e ao padrão fluvial do curso d'água. Segundo Brilha (2005), podem existir algumas exceções, mas normalmente um geossítio é mais relevante quanto maior sua extensão. Para estabelecer um valor de referência para a área do poço e facilitar a aplicação em campo, utilizou-se como base as dimensões de uma piscina semiolímpica 500 m<sup>2</sup>, pois as dimensões do poço estão muito relacionadas a práticas recreativas e esportivas na queda d'água. Para a profundidade os valores de referência estão relacionados à possibilidade de mergulho. Uma queda que possui pelo menos 1 m de profundidade permite ao visitante algumas atividades recreativas, entre elas, o mergulho. Sendo assim, a queda que apresentar área igual ou superior a 500 (quinhentos) metros quadrados e profundidade maior ou igual a 1 (um) metro, recebe a pontuação máxima do protocolo - 3 pontos. Já a queda que possui área entre 500 (quinhentos) e 50 (cinquenta) metros quadrados de área e profundidade superior a 1 (um) metro, recebe 2 pontos no protocolo. As demais recebem apenas 1 ponto.

#### **5.3.5 - Aspectos da Praia Fluvial**

- **Características da praia fluvial:** praia fluvial é a acumulação de sedimentos inconsolidados que margeia um corpo hídrico, formada tanto pela ação das ondas, das

correntes e das marés (ou, nas praias fluviais, por ação das correntes fluviais) (APRH, 2015). As praias fluviais se configuram como um atrativo importante para o turista que procura um local de permanência na cachoeira. A presente pesquisa considerou como praias fluviais as que apresentam matriz arenosa, cascalhos ou pequenos seixos. Para receber a pontuação 3 a queda d'água precisa possuir uma grande faixa de areia ou seixos bem selecionados; a pontuação 2 representa a queda d'água que possui mesmo que pequena uma faixa de areia ou seixos bem selecionados; a pontuação 1 representa a queda d'água que não possui praia fluvial.

#### 5.4 - Efetivação do sistema de auxílio à decisão

Os pesos atribuídos a cada critério foram retirados do painel *Delphi*. Todos os critérios incluídos pelos especialistas receberam um peso de 1 a 5. Após a tabulação de cada rodada foram feitos os cálculos das médias dos pesos atribuídos por cada especialista. Ajustes se tornaram necessários para eliminar números decimais e facilitar o cálculo (Tabela 8).

Os critérios que possuem peso 5 (cinco), são aqueles que na segunda rodada do painel *Delphi* (Tabela 4) atingiram pelo menos 4,5 (quatro inteiros e cinco décimos) na média dos pesos. Exceto beleza cênica, que na segunda rodada obteve média de peso de 4,37. O arredondamento para o peso 5 (cinco) do critério se justifica, pelo fato do mesmo ter recebido maior valor de inclusão entre os seis critérios mais relevantes para especialistas (Tabela 6). Já o critério condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL) encontra-se no painel *Delphi* como condições de balneabilidade local. O ajuste do nome e a especificação da *E.coli* se justifica, pois torna o protocolo mais exequível e rápido. Além do mais, o parâmetro *E.coli* satisfaz o critério balneabilidade na presente pesquisa, pois se caracteriza como bom indicador para avaliação da qualidade da água de uso recreacional de contato primário.

Os critérios que possuem peso 4 (quatro), são aqueles que na segunda rodada do painel *Delphi* atingiram pelo menos 3,5 (três inteiros e cinco décimos) na média dos pesos. Exceto claridade visual (turbidez), que obteve na segunda rodada média de peso de 3,41, nesse caso o arredondamento para 4 (quatro) se justifica por dois motivos: Primeiro a claridade visual de um poço ou curso d'água está diretamente ligado a segurança do banhista. Ou seja, a turbidez é um critério importante para assegurar que o usuário consiga visualizar o fundo do poço ou canal fluvial e, identificar possíveis objetos, galhos de árvores ou pedras no fundo. Segundo, a turbidez é um indicativo de boa qualidade da água. Além do mais, o contato com as águas está ligado a parâmetros sensoriais como transparência e cor. A água

crystalina é supervalorizada nos guias turísticos, nos relatos de viagens e descrição romântica da paisagem.

O parâmetro importância histórico-cultural, religiosa, científica e educativa, também possui peso 4 (quatro). O critério exposto é originário de um agrupamento dos seguintes critérios: uso para fins de educação e interpretação ambiental (peso 4,15), importância local ou regional (peso 3,37), presença de estrutura geológica de interesse científico (peso 3,22) e interesse cultural da queda (peso 2,04). O agrupamento facilitou a compreensão e análise do critério no protocolo. O novo critério adotou o peso de maior valor entre os critérios agrupados.

O critério dimensões do poço (área e profundidade) também recebeu peso 4 (quatro). Cabe ressaltar que, este parâmetro não recebeu esta nomenclatura nas rodadas do painel *Delphi*. Com a existência de mais de um critério relacionado ao poço, os especialistas sugeriram a junção de todos em um só critério. Nessa lógica, o critério dimensões do poço (área e profundidade), surgiu da união dos critérios: existência de poço (peso 3,81), largura x comprimento do poço (peso 2,48) e profundidade do poço (peso 2,30). No intuito de tornar o protocolo mais claro, o critério dimensões do poço (área e profundidade) também adotou o maior peso (3,81) entre os critérios agrupados.

O critério que possui peso 3 (três) foi aquele que, na segunda rodada do painel *Delphi*, atingiu pelo menos 2,5 (dois inteiros e cinco décimos) na média dos pesos. A soma final dos pesos de todos os parâmetros mensurados nessa pesquisa foi de 38 (trinta e oito) (Tabela 8).

Tabela 8 - Pesos dos critérios para classificação de relevância das quedas d'água

<b>Crítérios</b>	<b>Pesos (<math>w_j</math>)</b>
Altura da queda	5
Beleza cênica	5
Condições de balneabilidade <i>E.coli</i> (NMP/100mL)*	5
Preservação da vegetação do entorno	4
Clareza visual (turbidez)	4
Fluxo	4
Importância histórico-cultural, religiosa, científica e educativa	4
Dimensões do poço (área e profundidade)	4
Praia Fluvial	3
<b>Total</b>	<b>38</b>

\* Nos estudos de caso desta dissertação, o critério Condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL) foi retirado da análise final, pois os dados de monitoramento nos canais fluviais visitados não existem ou estão defasados e, dentro do tempo restrito para uma dissertação, não era possível levantar esses dados. Entretanto esse critério é de suma importância no protocolo de avaliação de relevância de quedas d'água. Recomenda-se a permanência do mesmo em futuros estudos que

utilizarem a metodologia desenvolvida na presente pesquisa. Logo, se a soma final dos pesos é de 38 (trinta e oito), com a retirada desse critério (peso 5), ela cai para 33 (trinta e três).

Já a pontuação dos critérios foi definida considerando três níveis de ponderação (3, 2 e 1), sendo adotada uma escala decrescente. Nesse sentido 3 representa a maior pontuação do critério; 2 representa a pontuação média do critério e 1 representa a menor pontuação que um critério pode receber. Não foi adotado grau zero, pois com a adoção da Teoria de Utilidade Multiatributo o zero acentuaria muito os extremos. Deste modo, a nota final de uma queda d'água foi calculada através da equação apresentada a seguir:

$$v(a) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(a)$$

Onde:

$v(a)$  = nota final da queda d'água  $a$ ;

$n$  = número de critérios = 8 critérios;

$w_i$  = peso calculado para o critério  $i$  = varia de 3 a 5;

$v_i(a)$  = pontuação da queda para o critério  $i$  = varia de 1 a 3

De acordo com o sistema proposto, a nota mínima obtida para uma queda d'água é 33 pontos e a nota máxima é 99 pontos.

Após a aplicação do protocolo e utilização da técnica multicritério, as quedas d'água deste estudo foram enquadradas em classes de acordo com sua relevância. As classes foram definidas de acordo com a pontuação alcançada por cada queda d'água. Considerando as notas possíveis obtidas pelas cachoeiras (33 a 99), foi realizada uma estatística descritiva em quartis para definir a pontuação correspondente a cada uma das classes de relevância: **extrema, alta, média e baixa.**

Ao final da classificação, os quartis são representados pela pontuação de cada classe, por cores e sugestão de ações (Tabela 9). O sistema de cores foi baseado no trabalho "Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira", Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007 (MMA, 2007). No presente trabalho a gradação de cores varia do vermelho ao amarelo claro. Onde o vermelho sinaliza extrema relevância da queda e necessidade imediata de conservação. Cada classe de relevância apresenta sugestões de ações a serem tomadas, mas essas ações podem ser alteradas de acordo com a necessidade e especificidade de cada cachoeira e local estudado.

Tabela 9 - Modelo da classificação final de relevância das quedas d'água

<b>Classes de Relevância</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Sugestões de Ações</b>
<b>Extrema</b>	>84 pontos	Criação de unidades de conservação de proteção integral, estudo de capacidade de carga, monitoramento de balneabilidade*, ações de conservação para o entorno, zoneamento, fiscalização, outras ações específicas.
<b>Alta</b>	67 – 83 pontos	Medidas legais para assegurar a preservação do patrimônio geológico, pesquisas científicas, fiscalização, estudo de capacidade de carga para quedas d'água, monitoramento de balneabilidade*, pesquisas e educação ambiental, outras ações específicas.
<b>Média</b>	50 – 66 pontos	Pesquisas científicas, ações para apoiar geoconservação, monitoramento de balneabilidade*, recuperação de áreas degradadas, ações e estrutura para o turismo ecológico, educação ambiental, estudo de capacidade de carga, outras ações específicas.
<b>Baixa</b>	33 – 49 pontos	Ações para apoiar geoconservação, monitoramento de balneabilidade*, medidas socioeconômicas para o turismo, recuperação de áreas degradadas, outras ações específicas.

\* Monitoramento de balneabilidade recomendado para áreas onde o uso recreacional de contato primário seja identificado ou demandado como uso futuro.

## 5.5 - Aplicação e estudos de caso

### 5.5.1 - Serra da Mantiqueira na região de Aiuruoca

#### Cachoeira das Fadas

Esta queda d'água está inserida no Vale do Matutu em Aiuruoca, localizada a 200 m do Casarão do Matutu. O acesso é fácil e não existe cobrança para visitação. A cachoeira apresenta uma queda pequena com aproximadamente 3 m de altura. Esta queda ocorre entre os blocos sobrepostos (Figura 9). O poço apresenta águas transparentes e muito frias. A vegetação é bastante preservada e não apresenta sinais de degradação no entorno imediato (Figura 9). O cenário é belo e muito bem preservado graças a Associação de Moradores e Amigos do Matutu, que orienta os visitantes quanto à proteção do lugar e da importância de um ecoturismo consciente, cuidando para o equilíbrio ecológico da região.

Figura 9 – Cachoeira das Fadas: Poço de água cristaliana



Fonte: André Salgado

### **Cachoeira do Fundo**

Localizada a 4 km do Casarão do Matutu, aproximadamente 1,5 h de caminhada por trilha, é conhecida como cabeceira sagrada do vale, aquela que era venerada pelos antigos habitantes indígenas da região. A queda apresenta importância histórico-cultural para a população do Vale do Matutu, sendo umas das principais cachoeiras da região. A trilha é bem marcada com dificuldade média. Não existe nenhum tipo de estrutura turística na trilha e nem no local, mas as informações são dadas pela sede da Associação de Moradores e Amigos do Matutu (AMA Matutu). Com aproximadamente 120 m de altura, possui várias quedas que se dividem em degraus (Figura 10). Oferece uma visão exuberante e majestosa de águas brancas e abundantes. Não existe um poço propriamente dito, mas há a possibilidade de aproveitar a queda nos blocos de rochas espalhados sob a queda. O caminho até a cachoeira e o entorno são totalmente conservados. O conjunto forma um belo e agradável cenário, mas não tem espaço para muitas pessoas e, fora do rio, só existem alguns blocos onde o visitante pode se sentar.

Figura 10 – Cachoeira do Fundo: Queda singular e marcante do Vale do Matutu



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira dos Garcias**

A cachoeira dos Garcias também está localizada em Aiuruoca, mais especificamente as margens do Parque Estadual Serra do Papagaio. A queda em questão é uma das mais importantes e conhecidas da região de Aiuruoca, e um símbolo para o turismo da cidade. O acesso é fácil e pode ser feito de carro até as proximidades da queda d'água. Existe calçamento em parte do trajeto e não há cobrança para a entrada. Trata-se da cachoeira mais famosa de Aiuruoca. Ela é imponente e de singular beleza (Figura 11). A queda apresenta aproximadamente 25 m de altura. Já o poço possui área de 340 m<sup>2</sup> e é muito apropriado para nadar. Não existem praias fluviais arenosas, a jusante do poço, uma grande extensão de blocos de rochas emersas, possibilitam a permanência do visitante. A vegetação do entorno está bem preservada.

Figura 11 - Cachoeira dos Garcias: Ícone da região de Aiuruoca

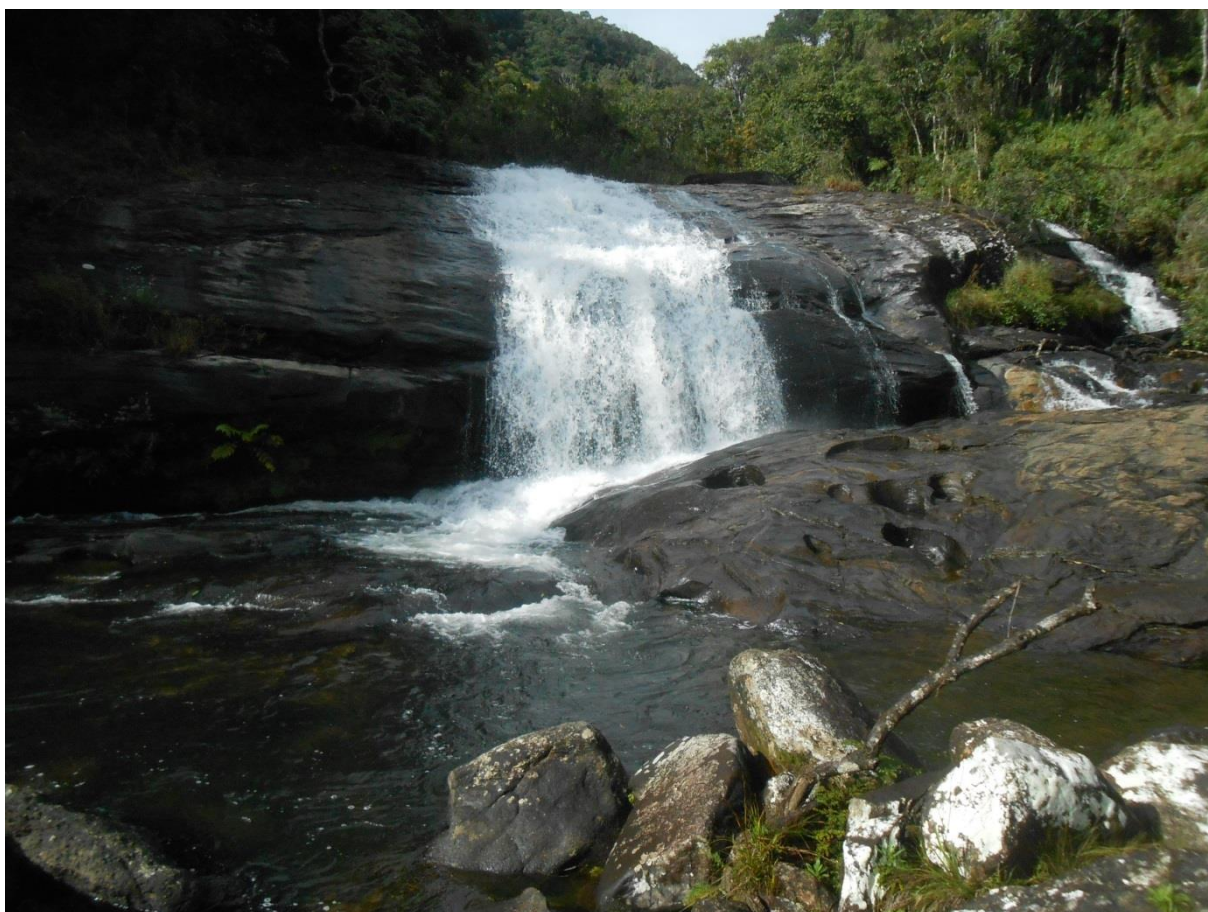


Fonte: Carmélia de Oliveira

### **Cachoeiras dos Macacos**

A cachoeira dos Macacos caracteriza-se por um conjunto de três quedas entre corredeiras, localizadas no Ribeirão da Água Preta. Nenhuma das quedas supera os 4 m de altura, mas a cachoeira oferece, apesar de não formar amplos poços, vários pontos de banho (Figura 12). A água é gelada e muito cristalina. Está localizada na Capitinga, a 4 km ou aproximadamente 1h15 de caminhada do Casarão do Matutu. Não possui praia, mas a vegetação do seu entorno está extremamente bem conservada.

Figura 12 - Cachoeira dos Macacos: Última queda do complexo dos Macacos



Fonte: André Salgado

### 5.5.2 - Carrancas

#### Cachoeira da Fumaça

A cachoeira da Fumaça localiza-se no município de Carrancas, aproximadamente a 6 km da sede municipal. Esta queda d'água está situada ao longo do ribeirão Carrancas. A região de Carrancas apresenta inúmeras quedas d'água, mas a cachoeira da Fumaça é uma das mais importantes e visitadas da região. Esta importância é de tal modo que a mesma encontra-se no brasão do município. Escoa por um paredão alongado, que fica todo coberto de água no período chuvoso e que apresenta uma altura aproximada de 15 m de altura. O poço, com quase 600 m<sup>2</sup> de área, é apropriado para banho, e seu entorno conta com praia grande fluvial (Figura 13). O ambiente e a beleza da cachoeira chamam bastante atenção. Entretanto, a cachoeira e o curso d'água são impróprios para o banho, pois sofrem com a grande poluição, proveniente do esgoto do município de Carrancas e das atividades agropecuárias no entorno da bacia (Lopes, 2008).

Figura 13 – Cachoeira da Fumaça: Queda que ilustra o brasão da cidade de Carrancas



Fonte: Carmélia Oliveira

Neste contexto, atualmente o balneário encontra-se interdito em função de um decreto municipal. Entretanto, apesar da divulgação e placas indicativas, o balneário ainda é utilizado para recreação de contato primário.

### **Cachoeira Vêu da Noiva**

Essa queda d'água faz parte do Complexo da Fumaça. Sua origem se dá pela confluência dos córregos da Serra e do Café, ambos afluentes do Ribeirão de Carrancas. A cachoeira Vêu da Noiva configura-se como uma das cachoeiras mais altas do município de Carrancas com 40 m de queda d'água em corredeira. O poço é pequeno e raso, com água cristalina (Figura 14). A queda localiza-se a poucos metros da cachoeira da Fumaça, mas seu índice de visitação é menor e sua qualidade ambiental é superior.

Figura 14 – Cachoeira Véu da Noiva: Corredeira de águas cristalinas



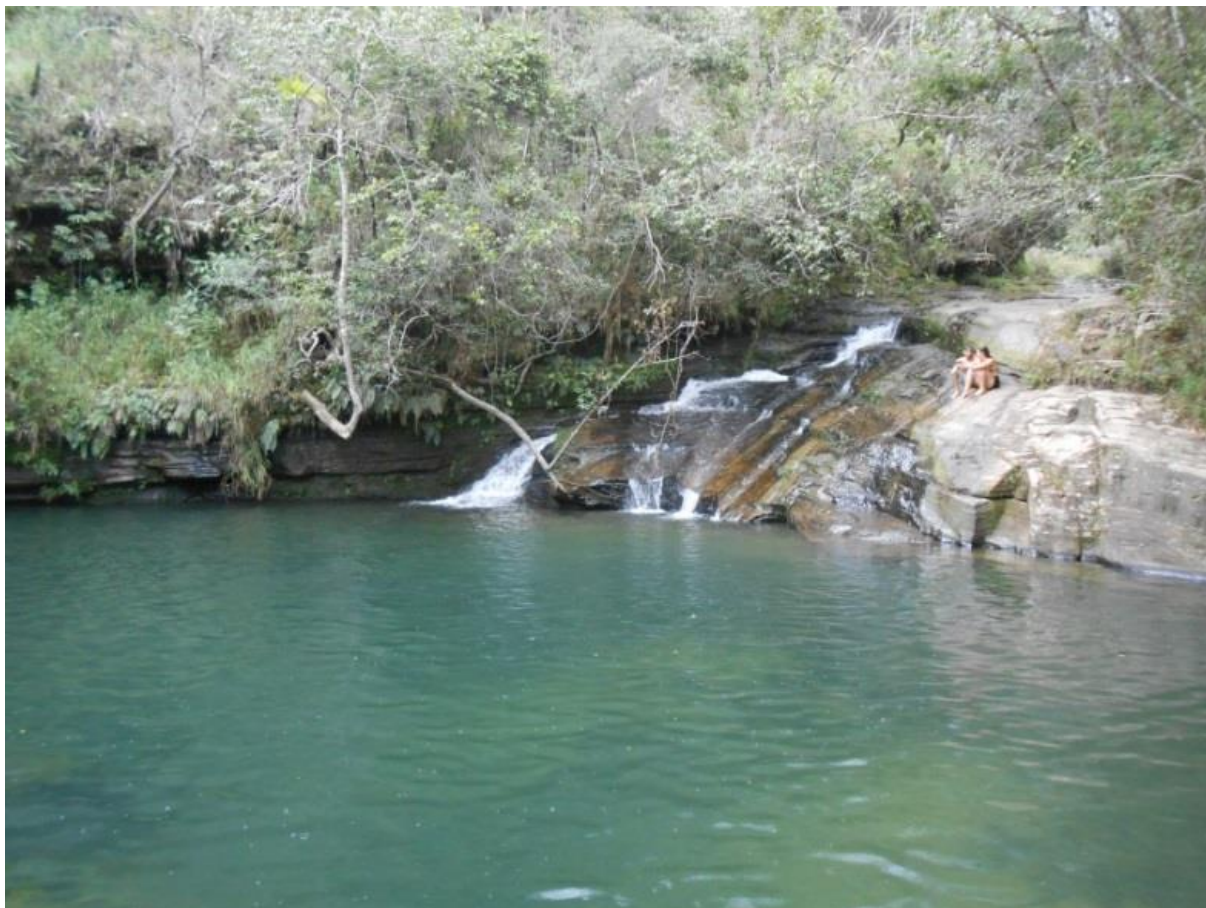
Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira das Esmeraldas**

A cachoeira das Esmeraldas possui uma pequena queda em corredeira, com aproximadamente 5 m de altura. O poço é a grande atração do lugar. Com área de 280 m<sup>2</sup>, é possível nadar com bastante espaço e também mergulhar, pois a profundidade em alguns pontos atinge os 5 m (Figura 15). A água possui tonalidade esverdeada, tornando o local mais bonito e apreciado. Não existem praias fluviais arenosas no entorno, mas os blocos rochosos são grandes e permitem a permanência no local. A vegetação do entorno imediato é aparentemente preservada, mas existem diversas trilhas alternativas em meio à vegetação e ao longo dessas trilhas a área já está um pouco degradada. Vale ressaltar que a cachoeira está

dentro de uma propriedade privada e existe cobrança para visitação. Os proprietários oferecem estrutura como restaurante e bar a aproximadamente a 1 km da queda.

Figura 15 – Cachoeira das Esmeraldas: Poço de cor exuberante e entorno preservado



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira do Índio (Complexo da Zilda)**

O complexo da Zilda está localizado aproximadamente a 12 km do centro de Carrancas. O local apresenta grande reconhecimento pelas belas e inúmeras cachoeiras, corredeiras, escorregadores, grutas, pinturas rupestres, um conjunto de atrações e muitos exemplos de geodiversidade. Dentro do complexo da Zilda, a cachoeira do Índio foi à escolhida para aplicação do protocolo, pois é a primeira queda do complexo e a de mais fácil acesso. A queda d'água possui 3 m em corredeira. A área do poço após a queda é de aproximadamente 210 m<sup>2</sup> e é adequado para banho. Existe uma praia fluvial arenosa próxima ao mesmo (Figura 16). A cachoeira do Índio não apresenta dificuldade para o acesso, mas existe cobrança para visitação. A beleza e a importância ambiental da área são altas, embora ela esteja um pouco degradada por construções nas margens da cachoeira, pastagem e

agricultura. Devido ao grande fluxo de visitantes foi construído um restaurante a 20 m da margem do rio, desrespeitando a APP do local.

Figura 16 - Cachoeira do Índio: Queda pertencente ao exuberante Complexo da Zilda



Fonte: Carmélia Oliveira

### 5.5.3 - Quadrilátero Ferrífero

#### Cachoeira do Capivari

A cachoeira do Capivari está situada na Serra do Gandarela, mas especificamente no município de Santa Bárbara. Possui beleza e exuberância ímpar. Subdivide-se em duas quedas, totalizando 140 m entre quedas e corredeiras, sendo que, sua porção final possui 70 m de altura, com importante fluxo de água (Figura 17). Destaca-se também a preservação do entorno e a beleza cênica da área. O poço possui uma área de aproximadamente 750 m<sup>2</sup>, com profundidade variável, mas alcançando vários metros nos trechos mais profundos. A água é cristalina e com turbidez muito baixa. O canal fluvial e o entorno são recoberto por blocos de rochas de grande porte, que permitem a permanência no local. O acesso até à trilha para a

queda d'água se faz por estrada de terra muito precária e sem sinalização. A trilha é de aproximadamente 1 h e com dificuldade alta.

Figura 17 – Cachoeira do Capivari: Diversidade natural e ótimo estado de conservação



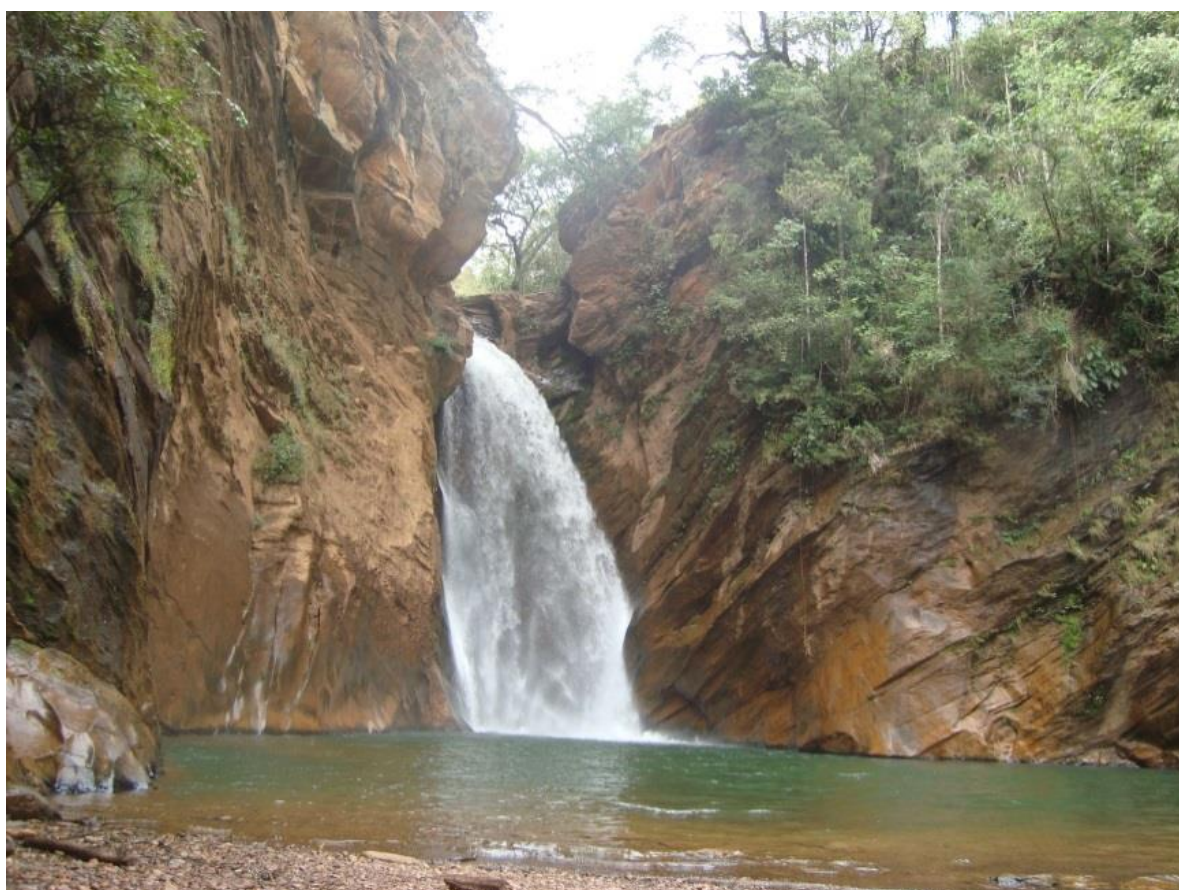
Fonte: Carmélia Oliveira

A cachoeira do Capivari não entrou na proposta do Parque Nacional Águas da Serra do Gandarela. No entanto, medidas de geoconservação são imprescindíveis nesse local, tanto pela sua beleza e imponência quanto pela sua importância ambiental e científica. A área já apresenta reconhecida importância para a biodiversidade, com as RPPNs Capivari I e II de propriedade da Vale. A queda d'água também se encontra próxima a um sítio paleontológico, considerado de importância mundial - com fósseis de vegetação que ocorreu na região entre 10 a 40 milhões de anos. A maior parte dele está no território de Santa Bárbara e é protegida por tombamento municipal Decreto nº 1.081 de 29 de março de 2004 - Conjunto Natural, Paisagístico e Paleontológico (ÁGUAS DO GANDARELA, 2015).

### **Cachoeira Santo Antônio**

A Cachoeira de Santo Antônio localiza-se no Ribeirão da Prata, entre Caeté e Raposos, no Quadrilátero Ferrífero. O ribeirão da Prata dispõe de grande número de quedas, poços e cachoeiras, alguns de rara beleza. A queda do Santo Antônio é a mais famosa e possui altura aproximada de 23 m de queda livre. O poço é largo e propício para banho com aproximadamente 1200 m<sup>2</sup> de área. A água é cristalina e apresenta uma tonalidade esverdeada no poço (Figura 18). No entorno do poço não existe praia fluvial arenosa, mas as margens são repletas de seixos rolados que permitem que o visitante permaneça acomodado. A vegetação do entorno encontra-se parcialmente preservada e notam-se pontos de degradação ao longo da trilha. O acesso é fácil de carro, apesar de a estrada estar em precárias condições. No entorno e na trilha nota-se muito lixo deixado pelos visitantes e não há sistema periódico de coleta.

Figura 18 – Cachoeira do Santo Antônio: Grande importância ambiental e turística



Fonte: Carmélia Oliveira

Mediante a importância ecológica, cultural e hídrica desta região, o ICMBio, órgão federal responsável pelas unidades de conservação, recebeu em 2009 a proposta da criação do

Parque Nacional da Serra do Gandarela. A criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela é importante para a proteção do patrimônio natural e cultural existente, mas a importância se consolida pelo fato da área do parque reunir campos rupestres sobre cangas ferruginosas no contexto do bioma Mata Atlântica (ÁGUAS DO GANDARELA, 2015).

### **Cachoeira das Andorinhas**

A cachoeira em questão encontra-se no Parque Natural Municipal Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto. A queda é muito pequena e é muito utilizada principalmente pelo turismo local (Figura 19). A área é considerada cabeceira do Rio das Velhas e apresenta diversidade de paisagens representativas de Mata Atlântica e do Cerrado. É um patrimônio geológico de reconhecido valor histórico, cultural, paisagístico e turístico. Apesar disso, o entorno está totalmente modificado, quase não existe vegetação preservada e o lançamento de esgoto nos cursos próximos e confluente à queda é um problema grave na área. Além disso a população usa a porção rasa do curso d'água para passagem de pessoas e carros, com blocos e madeiras arranjados.

Figura 19 – Cachoeira das Andorinhas: Marca a Nascente do Rio da Velhas



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira Chica Dona**

Localizada na divisa entre os municípios Rio Acima e Itabirito. A cachoeira Chica Dona possui duas quedas. A primeira, a montante da estrada, possui uma queda em corredeiras de 40 m de altura (Figura 20). A segunda está situada à jusante da estrada com uma queda de aproximadamente 50 m de altura (Figura 21). As duas quedas formam poços de águas cristalinas e propícios para banho, com profundidade aproximada de 1,5 m e sem correnteza. O cenário apresenta uma beleza marcante e ambas são bastante procuradas por visitantes de toda região metropolitana de Belo Horizonte. Vale ressaltar que a queda na porção superior da estrada cobra uma taxa de visitação e possui estacionamento. A queda na parte inferior da estrada não tem cobrança e fica localizada a menos 200 m da estrada. O acesso e a trilha para ambas são fáceis. A vegetação do entorno imediato está apenas parcialmente preservada, pois existe abertura de trilhas alternativas, locais para montagem de barracas e fogueiras. O lixo na área é comum.

Figura 20 – Cachoeira Chica Dona (queda a montante da estrada): Reconhecido destino turístico da região Metropolitana de Belo Horizonte



Fonte: Carmélia Oliveira

Figura 21 – Cachoeira Chica Dona (queda a jusante da estrada): Bela e de fácil acesso



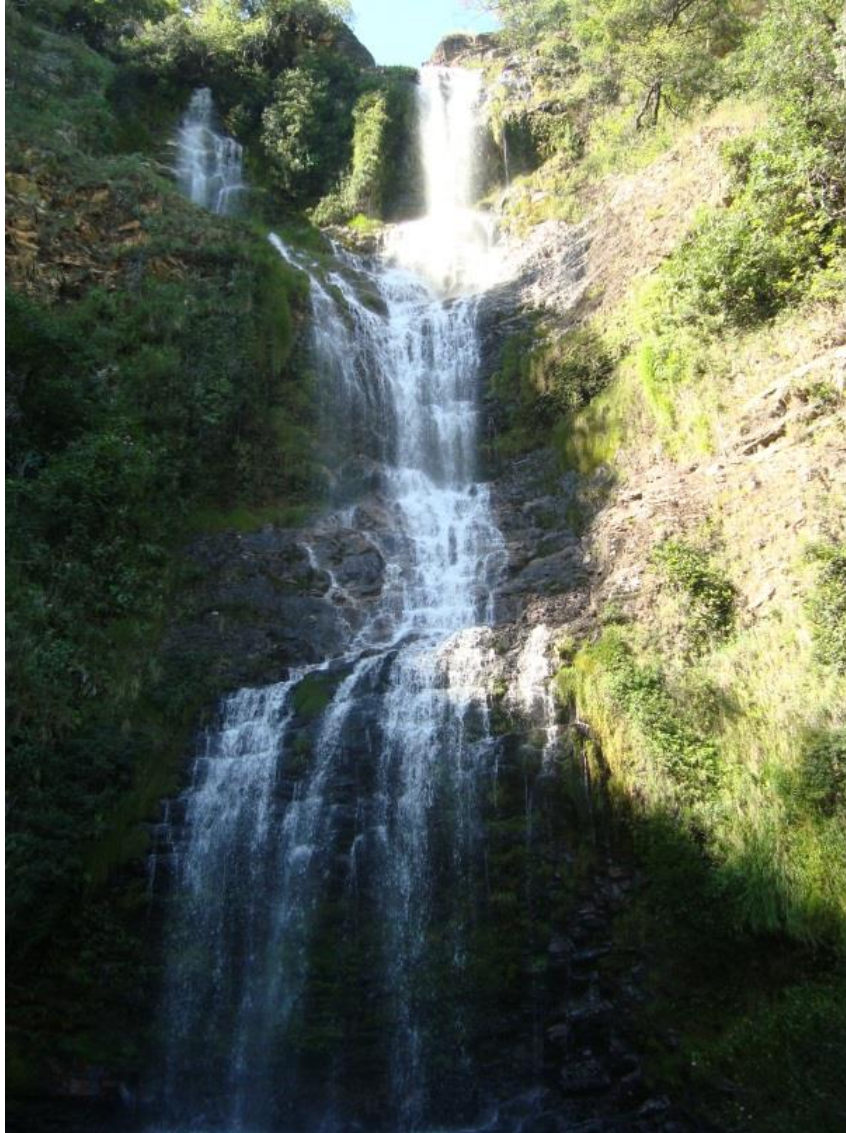
Fonte: Carmélia Oliveira

#### **5.5.4 - Serra do Cipó e Tabuleiro**

##### **Cachoeira da Farofa**

A cachoeira da Farofa está inserida no Parque Nacional da Serra do Cipó, ao contrário de algumas outras famosas da região (Cachoeira Grande, Véu da Noiva, Serra Morena, Capivara) que ficam em área privada. Possui uma beleza exuberante, tanto na queda – com altura superior a 60 m- quanto no poço e no seu entorno (Figura 22). O poço possui aproximadamente 200 m<sup>2</sup> de área. Os blocos rochosos ao redor do dele proporcionam possibilidade de permanência no local. A água é cristalina e de ótima qualidade, e a turbidez é extremamente baixa. O parque oferece boa estrutura para os visitantes, com grande área de estacionamento, banheiros, bebedouros e auditórios. É preciso preencher um formulário indicando horário de entrada e qual atração pretende visitar. A trilha tem uma dificuldade baixa, mas é longa (a partir da portaria são 7 km de caminhada até a queda). A trilha é muito bem sinalizada e possui entorno bem preservado.

Figura 22 – Cachoeira da Farofa: Símbolo do Parque Nacional da Serra do Cipó



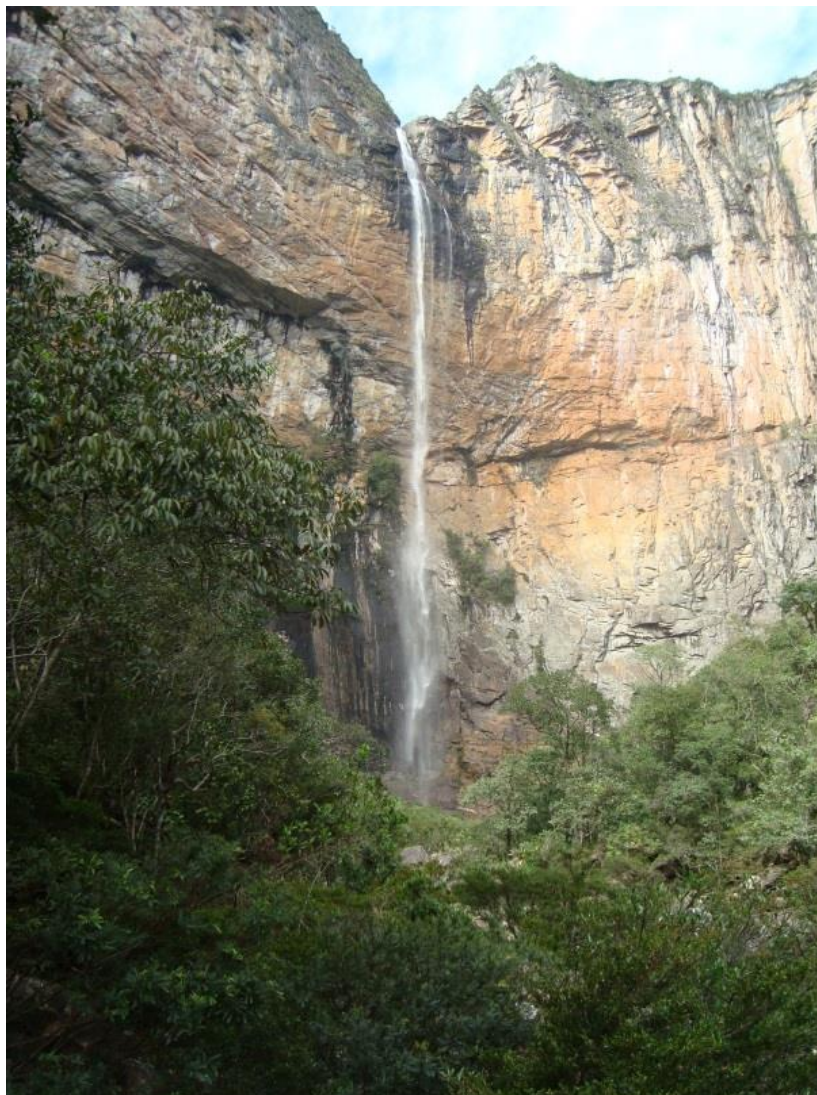
Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira do Tabuleiro**

A cachoeira do Tabuleiro localiza-se no Parque Municipal Ribeirão do Campo, que está inserido no Parque Estadual da Serra Geral do Intendente, no Distrito de Tabuleiro em Conceição do Mato Dentro. Uma das belezas naturais mais visitadas de Minas Gerais, a Cachoeira do Tabuleiro ainda é conhecida como a ‘cachoeira do coração’, devido ao formato do paredão rochoso por onde despencam as águas. Trata-se da queda d’água mais alta de Minas Gerais e a terceira do Brasil. São 273 m de queda livre num paredão de rochas com cores variadas (Figura 23). Um grande poço é formado com cerca de 20 m de profundidade e repleto de grandes blocos, inclusive, submersos. A vegetação predominantemente é o campo rupestre, com capões de mata atlântica e espécies de cerrado. O córrego Ribeirão do Campo,

que deu nome ao Parque, corre formando várias piscinas naturais de água cor de caramelo até encontrar o Rio Preto, próximo à sede do distrito. Sua beleza singular e sua riqueza em termos de biodiversidade e geodiversidade são reconhecidas nacionalmente, tanto que foi considerada pelo Guia Quatro Rodas por duas vezes consecutivas como sendo a cachoeira mais bonita do Brasil. Também foi eleita em 2012, com mais de 40 mil votos, uma das “7 Maravilhas da Estrada Real”. O concurso foi realizado pelo Instituto Estrada Real, órgão ligado à Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg) (PREFEITURA CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO, 2015). O Parque é aberto ao público diariamente, porém a entrada somente é autorizada em condições climáticas favoráveis. É cobrada uma taxa de visitação e o limite de visitantes dentro do Parque é de 200 turistas por dia. A trilha tem grau de dificuldade médio/alto e não são permitidas atividades de esportes de aventura.

Figura 23 – Cachoeira do Tabuleiro: Maior queda de Minas Gerais

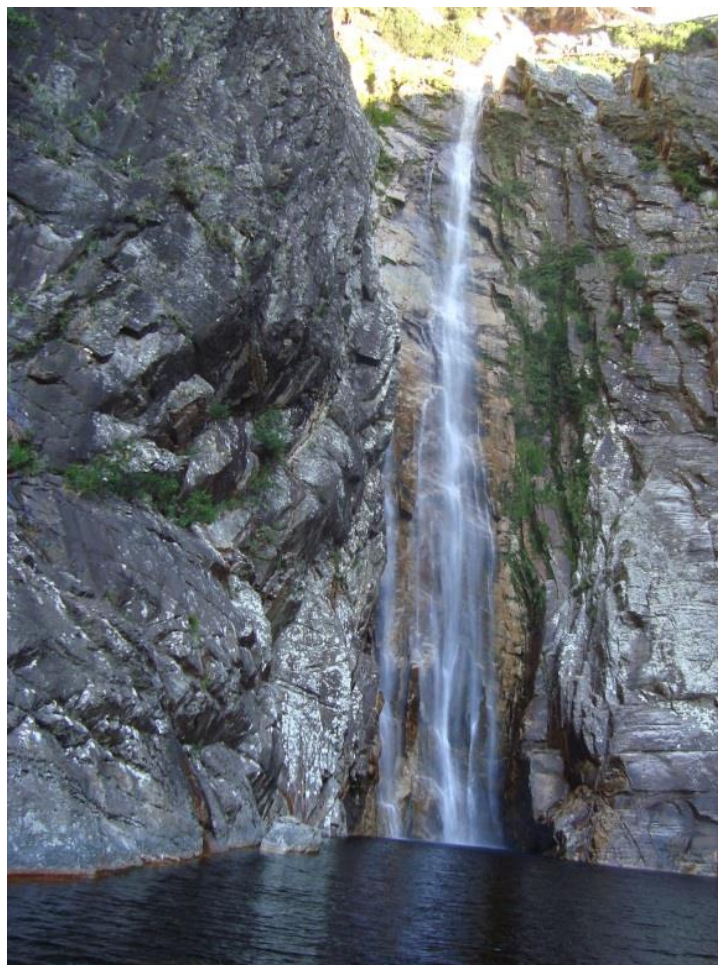


Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira Rabo de Cavalo**

A Cachoeira Rabo de Cavalo está localizada na Área de Proteção Ambiental Peixe Tolo, em um imponente paredão de 125 m de altura. A queda d'água é formada por dois cursos d'água, formando duas quedas paralelas com aproximadamente 40 m cada queda que depois se unem dando origem a uma queda única (Figura 24). Forma um grande poço com área de aproximadamente 1750 m<sup>2</sup> e profundidade superior a 6 m. Suas águas são cor caramelo devido à grande concentração natural de matéria orgânica. O rio retorna seu curso entre grandes pedras no seu leito, sendo que neste percurso continua formando novas piscinas naturais. A vegetação é variada e apresenta espécies de gramíneas e matas mistas, com espécies de cerrado e mata atlântica. A trilha é de dificuldade moderada e existe um controle de visitação na portaria. O entorno está bem preservado e não existe infraestrutura para o turista. Assim como a cachoeira do Tabuleiro, a Rabo de Cavalo tem grande significado para região e para população local.

Figura 24 – Cachoeira Rabo de Cavalo: Atração principal do APA do Peixe Tolo



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira Grande**

A beleza exuberante da queda de 9 m de altura se deve a sua extensão, que chega a 50 m. A queda é um dos símbolos da Serra do Cipó. Localizada próxima a sede do Parque Nacional da Serra do Cipó, situa-se em área privada, tem acesso fácil por trilha 200 m, além de poços para banho (Figura 25). Apesar de existir mata ciliar a vegetação encontra-se degradada em muitos pontos, pois a estrutura para facilitar o acesso do turista modificou o entorno da queda d'água. As atividades turísticas são intensas e pode-se observar lixo no local. A propriedade oferece algumas atrações como caiaque a montante da queda.

Figura 25 – Cachoeira Grande: Local de intensa visitação na Serra do Cipó



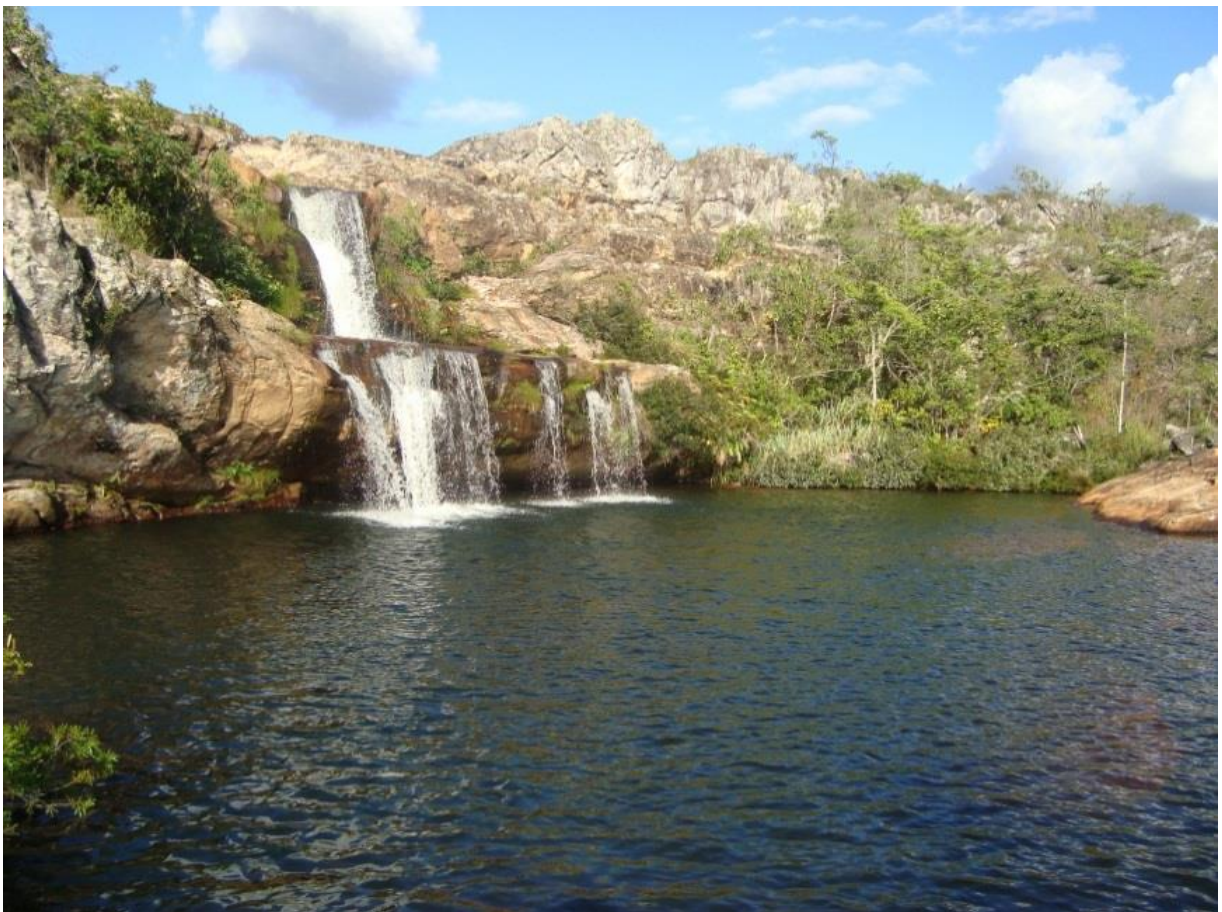
Fonte: Carmélia Oliveira

### 5.5.5 - Planalto de Diamantina e Serro

#### Cachoeira dos Cristais

A cachoeira está situada no Parque Estadual de Biribiri em Diamantina e é composta por pequenas quedas que variam de 1 a 4 m de altura. Estas deságuam em um grande poço de águas cristalinas com aproximadamente 450 m<sup>2</sup> de área (Figura 26). Sua beleza cênica é um forte atrativo para a população de Diamantina, mas a vegetação do entorno está bem preservada. A cobertura vegetal nativa é composta por cerrado, campos rupestres e matas de galeria. O acesso à cachoeira é feito pela estrada (de terra) principal do parque, distante 13 km da portaria. A geodiversidade do local é elevada, com muitos afloramentos e blocos rochosos no entorno da cachoeira. O Parque do Biribiri se destaca pelo relevante ecossistema com rica fauna e flora.

Figura 26 – Cachoeira dos Cristais: Atrativo emblemático no Parque Estadual do Biribiri



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira das Fadas**

A Cachoeira das Fadas localiza-se no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina e possui uma queda livre de aproximadamente 30 m de altura. O poço tem coloração azulada, medindo cerca de 800 m<sup>2</sup> quadrados de área. A vegetação é densa e preservada no entorno imediato (Figura 27). A queda exibe grande beleza cênica e harmonia paisagística. Situa-se próxima ao distrito e a trilha é de fácil acesso e dificuldade baixa. Não existe infraestrutura para os visitantes.

Figura 27 – Cachoeira das Fadas: Principal destino turístico em Conselheiro Mata



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira do Telésforo**

Uma das mais belas cachoeiras de Conselheiro Mata em Diamantina, o Telésforo apresenta uma beleza particular, pois é uma cachoeira com uma extensa praia arenosa (Figura 28). A queda d'água é de aproximadamente 12 m de altura em corredeira. Não existe um poço tradicionalmente circular, mas a área mais larga após a cachoeira possui cerca de 2.700 m<sup>2</sup>. Os arredores da queda e a sequência do rio Pardo Grande são margeados por uma praia de areias finas e brancas (Figura 29). A região é circundada por serras que acentuam a beleza e peculiaridade do local. A geodiversidade é exuberante. A queda está situada em uma fazenda particular e o proprietário cobra pela visitação. A vegetação no entorno imediato é alterada por pastagens.

Figura 28 - Cachoeira do Telésforo: Combinação da paisagem serrana, cachoeira, rio e um enorme banco de areias claras



Fonte: Carmélia Oliveira

Figura 29 – Queda em corredeira da cachoeira do Telésforo



Fonte: Carmélia Oliveira

### **Cachoeira do Moinho**

A cachoeira do Moinho localiza-se no Distrito de Milho Verde em Serro e se configura como uma das maiores e mais belas da região. Seu nome se dá pela existência de dois moinhos antigos, utilizados para transformar milho em fubá (Figura 30). Possui ótimos poços com água cristalina, perfeitos para banho. A queda principal possui cerca de 15 m de altura. O poço apresenta aproximadamente 70 m<sup>2</sup> quadrados de área (Figura 31). A jusante da queda d'água no encontro com outra queda forma-se o Rio Jequitinhonha. No período de alta temporada e grande visitação funciona um bar/restaurante que fica próximo à queda. Atividades, como a pecuária extensiva, ao lado da cachoeira prejudicam a qualidade das águas e deterioram as margens do rio. As intervenções antrópicas são intensas e há conflitos de uso no local (MARTINS, 2012).

Figura 30 – Cachoeira do Moinho: Local com beleza e história na região do Serro



Fonte: Carmélia Oliveira

Figura 31 – Queda principal da cachoeira do Moinho



Fonte: Carmélia Oliveira

## 5.6 - Aplicação do método multicritério proposto

A partir das informações obtidas nos trabalhos de campo e no gabinete, em concordância com as etapas descritas na metodologia, foi aplicado o sistema de auxílio à decisão proposto nas 20 quedas d'água estudadas. A Tabela 10 não apresenta o critério condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL), retirado da análise final deste estudo, conforme já explicado no item anterior. A pontuação final possível varia de 33 a 99 pontos. Tabela 10 apresenta as notas obtidas para cada critério e a pontuação final de cada queda d'água. Em seguida a Tabela 11 apresenta a classificação de relevância para as quedas d'água do estudo de caso. As cachoeiras estão ordenadas de acordo com a pontuação alcançada.

Tabela 10 - Pesos e notas das quedas d'água do estudo de caso

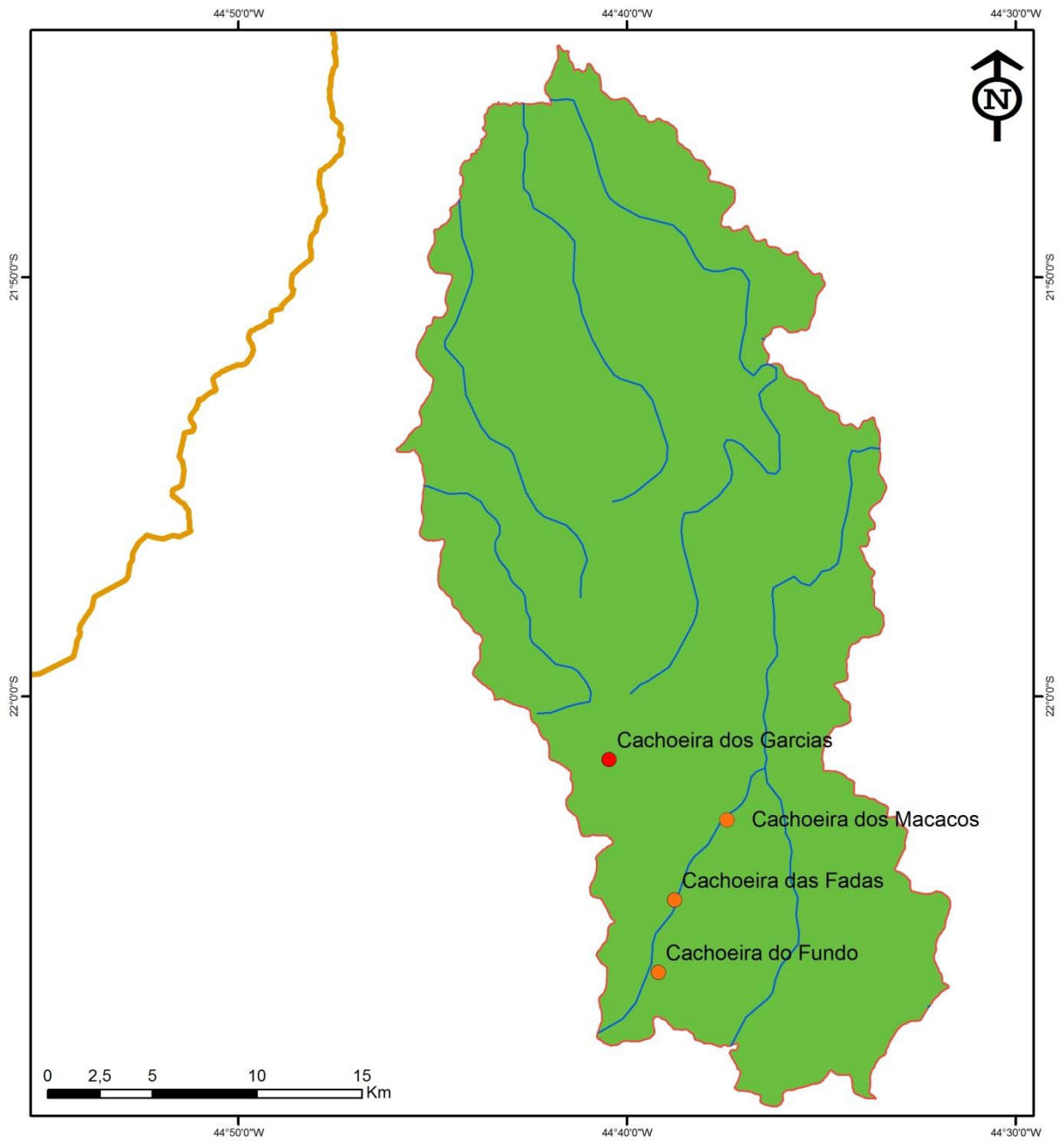
<b>Crítérios</b>	<b>Altura da queda</b>	<b>Beleza cênica</b>	<b>Preservação da vegetação do entorno</b>	<b>Clareza visual (turbidez)</b>	<b>Fluxo</b>	<b>Importância histórico-cultural, religiosa, científica e educativa</b>	<b>Dimensões do poço (área e profundidade)</b>	<b>Praia fluvial</b>	<b>Total (Resultado final)</b>
Pesos	5	5	4	4	4	4	4	3	33
Cachoeira das Fadas (Aiuruoca)	1	3	3	3	1	2	1	1	<b>63</b>
Cachoeira do Fundo	3	3	3	3	2	3	1	1	<b>81</b>
Cachoeira dos Garcias	3	3	3	3	2	3	3	1	<b>89</b>
Cachoeira dos Macacos	2	3	3	3	2	1	1	1	<b>68</b>
Cachoeira da Fumaça	2	3	1	2	3	3	3	3	<b>82</b>
Cachoeira Vêu da Noiva	3	2	3	3	1	2	1	2	<b>71</b>
Cachoeira das Esmeraldas	1	3	2	3	1	2	3	1	<b>67</b>
Cachoeira do Índio	1	2	2	3	2	3	3	3	<b>76</b>
Cachoeira do Capivari	3	3	3	3	2	3	3	1	<b>89</b>
Cachoeira Santo Antônio	2	3	3	3	2	3	3	2	<b>87</b>
Cachoeira das Andorinhas	1	1	1	2	1	3	2	2	<b>52</b>
Cachoeira Chica Dona	3	3	2	3	2	3	3	2	<b>88</b>
Cachoeira da Farofa	3	3	3	3	2	3	2	1	<b>85</b>
Cachoeira do Tabuleiro	3	3	3	3	2	3	3	1	<b>89</b>
Cachoeira Rabo de Cavalo	3	3	3	3	2	3	3	1	<b>89</b>
Cachoeira Grande	2	3	1	3	2	3	3	1	<b>76</b>
Cachoeira dos Cristais	2	2	3	3	2	3	3	1	<b>79</b>
Cachoeira das Fadas (Conselheiro Mata)	2	3	3	3	2	2	3	1	<b>80</b>
Cachoeira do Telésforo	2	3	2	2	2	2	3	3	<b>78</b>
Cachoeira do Moinho	2	3	2	3	2	3	2	1	<b>76</b>

Tabela 11 - Classificação de relevância final obtido para quedas d'água do estudo de caso

<b>Classes de Relevância</b>	<b>Critérios</b>	<b>Total</b>
<b>Extrema</b>	Cachoeira do Tabuleiro	89
	Cachoeira dos Garcias	89
	Cachoeira do Capivari	89
	Cachoeira Rabo de Cavalo	89
	Cachoeira Chica Dona	88
	Cachoeira Santo Antônio	87
	Cachoeira da Farofa	85
<b>Alta</b>	Cachoeira da Fumaça	82
	Cachoeira do Fundo	81
	Cachoeira das Fadas (Conselheiro Mata)	80
	Cachoeira dos Cristais	79
	Cachoeira do Telésforo	78
	Cachoeira do Índio	76
	Cachoeira Grande	76
	Cachoeira do Moinho	76
	Cachoeira Véu da Noiva	71
	Cachoeira dos Macacos	68
	Cachoeira das Esmeraldas	67
	Cachoeira das Fadas (Aiuruoca)	63
<b>Média</b>	Cachoeira das Andorinhas	52

A seguir, as figuras 32,33, 34, 35 e 36 representam as quedas d'água analisadas em cada uma das cinco regiões da Estrada Real em Minas Gerais e suas respectivas classes de relevância. O sistema de classificação, com a atribuição do sistema de cores para as classes, permite a representação cartográfica de um modo inteligível ao público não técnico, favorecendo a divulgação dos resultados.

Figura 32: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água em Aiuruoca



### Classes de Relevância

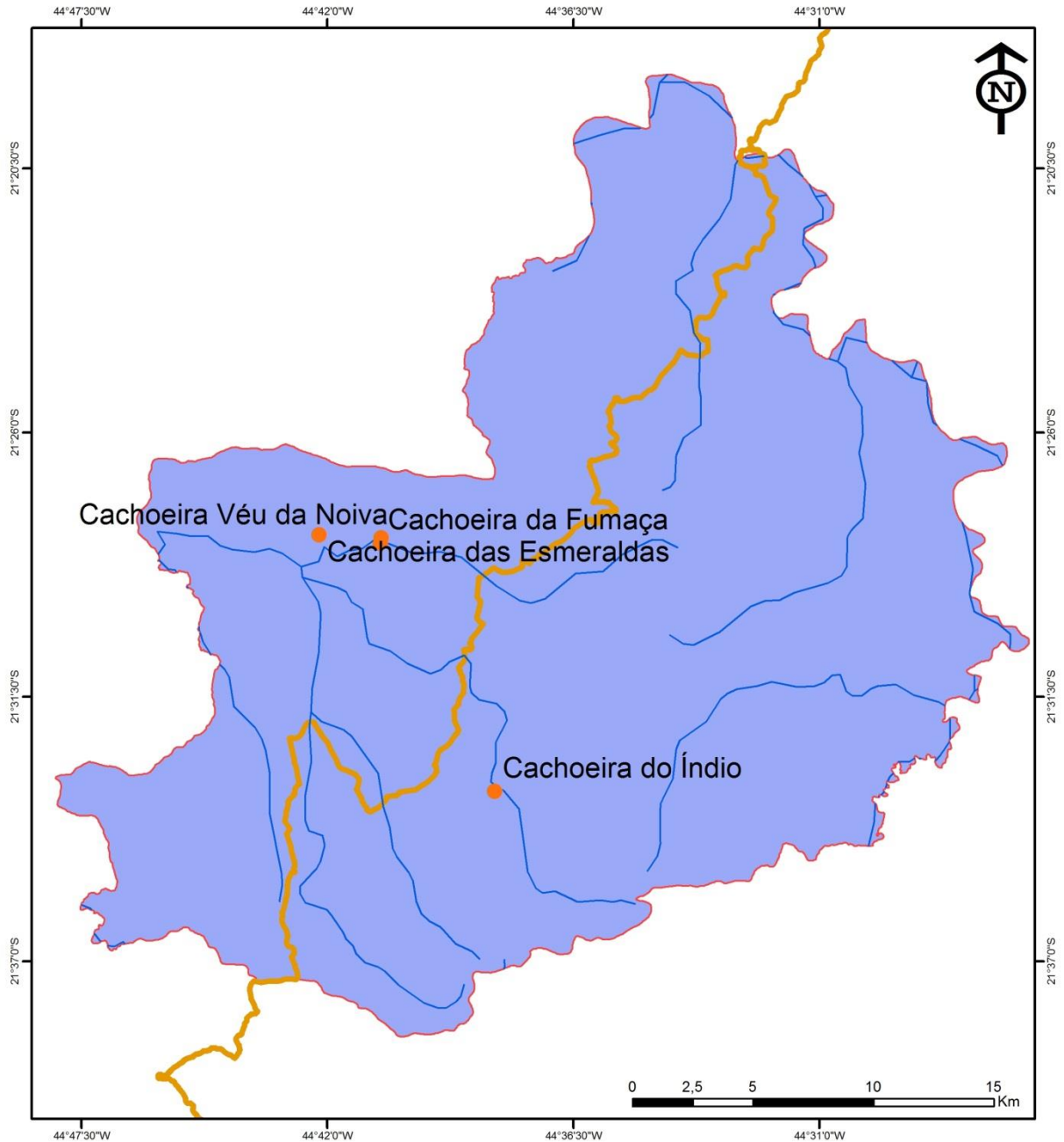
- Média
- Alta
- Extrema

### Caminhos Estrada Real

- Velho
- Rede Hidrográfica
- Aiuruoca

Fonte: IBGE, 2013.  
Elaboração: Carmélia Oliveira

Figura 33: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água em Carrancas



### Classes de Relevância

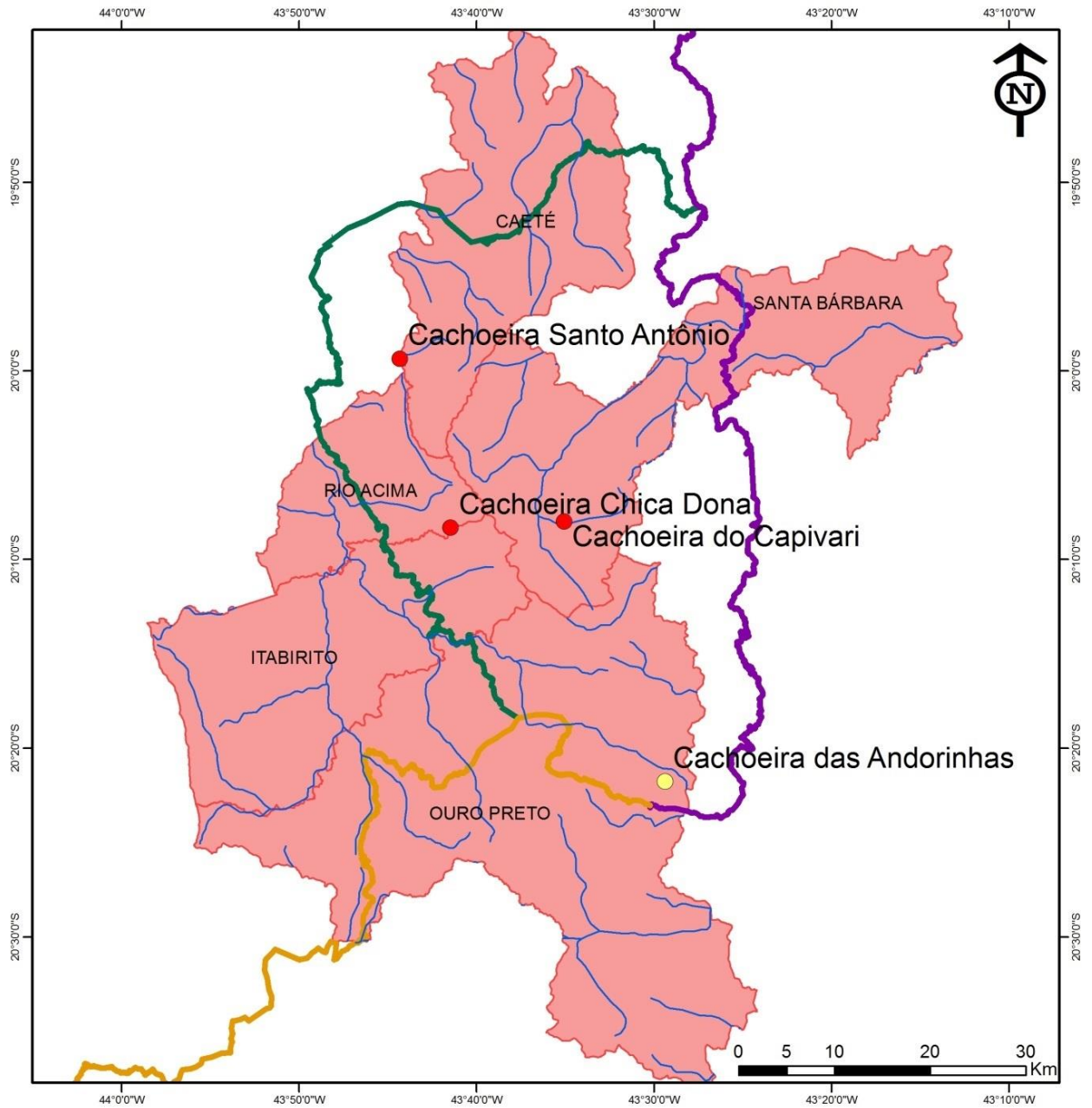
- Média
- Alta
- Extrema

### Caminhos Estrada Real

- Velho
- Rede Hidrográfica
- Carrancas

Fonte: IBGE, 2013.  
Elaboração: Carmélia Oliveira

Figura 34: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água no Quadrilátero Ferrífero



**Classes de Relevância**

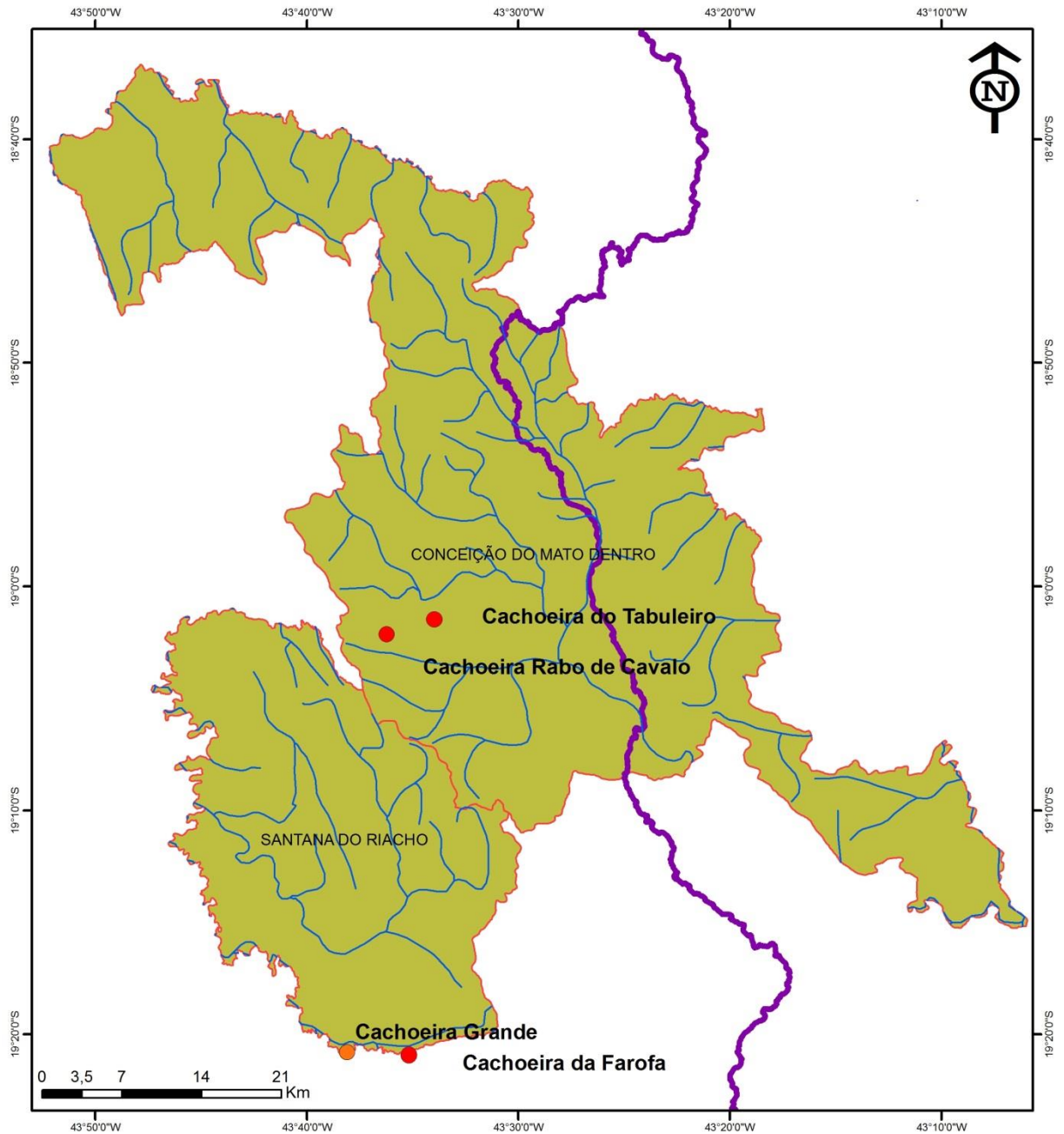
- Média
- Alta
- Extrema

**Caminhos Estrada Real**

- Velho
- Diamantes
- Sabarabuçú
- ~ Rede Hidrográfica
- Caeté; Itabirito; Ouro Preto; Rio Acima; Santa Bárbara

Fonte: IBGE, 2013.  
Elaboração: Carmélia Oliveira

Figura 35: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água na Serra do Cipó



### Classes de Relevância

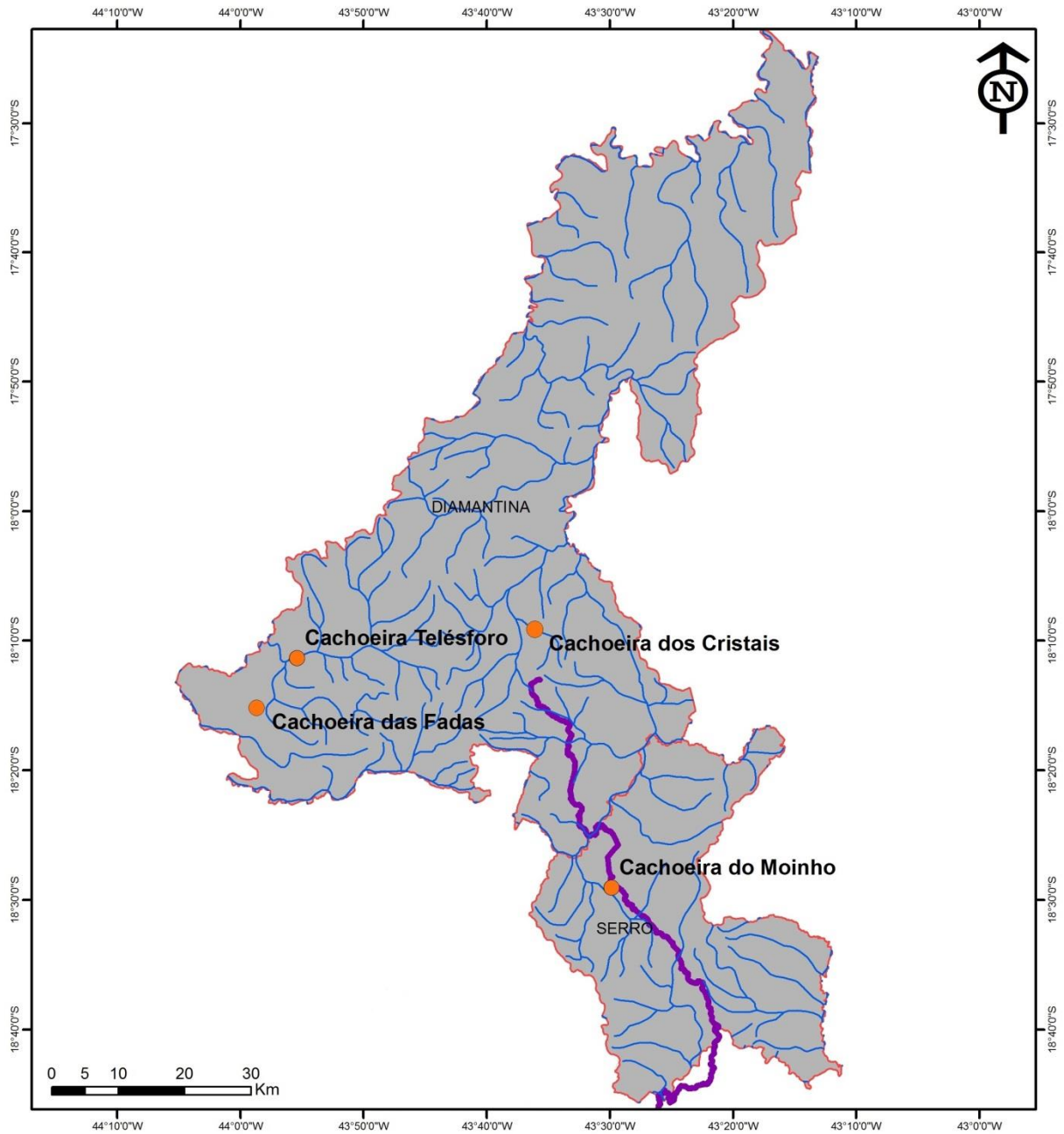
- Média
- Alta
- Extrema

### Caminhos Estrada Real

- Diamantes
- ~ Rede Hidrográfica
- Conceição do Mato Dentro; Santana do Riacho

Fonte: IBGE, 2013.  
Elaboração: Carmélia Oliveira

Figura 36: Mapa de classificação de relevância das quedas d'água no Planalto de Diamantina



**Classes de Relevância**

- Média
- Alta
- Extrema

**Caminhos Estrada Real**

- Diamantes
- ~ Rede Hidrográfica
- Diamantina; Serro

Fonte: IBGE, 2013.  
Elaboração: Carmélia Oliveira

## 6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apesar de as quedas d'água analisadas na pesquisa estarem localizadas em diferentes regiões de Minas Gerais, apresentando litologia, vegetação, clima e relevo diversos, a heterogeneidade não foi empecilho para a aplicação do protocolo de classificação de relevância de quedas d'água. O protocolo conseguiu abarcar diferentes parâmetros em ambientes distintos e gerar dados satisfatórios e coerentes, demonstrando a aplicabilidade do mesmo. Exemplo disso é a existência de quedas d'água de extrema relevância em regiões e litologias distintas dentro da área de estudo.

Entretanto, cabe ressaltar certas limitações observadas. A primeira se refere ao fato de que a pontuação final de cada cachoeira foi contabilizada sem o critério condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL). O parâmetro características físicas, químicas e bacteriológicas apresenta um peso elevado (5) e foi um dos mais votados pelos especialistas. No entanto, a decisão da retirada do mesmo da pontuação final se fez pela falta de dados atuais nas quedas visitadas. Os trabalhos de Lopes (2008; 2012) e Martins (2012) apresentam estudos e dados relacionados à balneabilidade nas seguintes quedas d'água: Santo Antônio, Chica Dona, Andorinhas, Fumaça, Cristais, Fadas, Moinho, mas os dados estão ultrapassados, tendo em vista que não houve continuidade de monitoramento. Os dados oficiais referentes à balneabilidade são oriundos do monitoramento para o estado de Minas Gerais (Programa Águas de Minas), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Mas o monitoramento para os pontos e para as bacias visitadas também não é recente e em alguns casos não existem pontos de monitoramento próximos aos locais estudados.

Assim, a avaliação do critério condições de balneabilidade *E.coli* (NMP/100mL) é importante para a classificação de relevância de quedas d'água, e deve constar no protocolo e ser analisado, especialmente devido ao possível impacto sobre a saúde pública. Recomenda-se que de acordo com a disponibilidade financeira e de equipe, o monitoramento contínuo das condições de balneabilidade local, permitindo assim uma análise mais estruturada da situação. No presente trabalho fez-se necessário a remoção desse critério, para não rebaixar ou aumentar sem veracidade a nota de uma dada queda d'água.

A maioria dos critérios mensurados ou observados em campo apresenta análise e aplicação simples. Mas existem critérios com caráter subjetivo, como é o caso da beleza cênica. A definição de beleza cênica é uma tarefa difícil, principalmente pela quantidade de exemplares das mais variadas paisagens. A beleza de um lugar está diretamente ligada com o bem estar e qualidade de vida que proporciona ao visitante (VIEIRA, 2014). Por isso a análise

desse critério deve contar com pesquisa previa sobre a queda d'água. Ou seja, pesquisa sobre o reconhecimento cênico daquela queda, mas também é importante a análise crítica do decisor que estiver aplicando o protocolo. Segundo Fontes (2012) e Vieira (2014), existem metodologias e técnicas para identificar a beleza cênica das paisagens. Mas mesmo essas metodologias têm grande carga de subjetividade, pois dependem da experiência e visão do tomador de decisão. No presente trabalho não foram adotadas metodologias específicas para classificar a beleza cênica. Porém, foram tomadas medidas cautelosas e de bom senso como: equipe fixa de campo, pesquisa sobre reconhecimento cênico do local, padrões de comparação, volume, área e extensão das formas e atrativos, conservação e integridade ambiental do local, qualidade dos recursos hídricos e conhecimento científico do decisor. Além disso, utilizou-se como norte o fato de que uma grande beleza convida a contemplação (SCRUTON, 2013).

O critério importância histórico-cultural, religiosa e científica pode ser avaliado nos locais amostrados, desde que existam painéis de informações turísticas *in loco*. Normalmente se consolida em trabalho de gabinete, com a busca de informações sobre cultura, religião e a produção de trabalhos científicos publicados sobre o local. Esse critério apresenta caráter muito valoroso, visto que, o valor cultural e científico de um patrimônio geológico deve ser destacado nas medidas de conservação e proteção. Nem toda queda d'água é reconhecida ou procurada pela natureza recreativa e turística. Algumas possuem grande valor científico para geologia e geomorfologia, outras apresentam significados sagrados e culturais para uma dada população.

Os demais critérios que compõem o protocolo possuem características objetivas ou mensuráveis, facilitando o preenchimento pelo decisor. Todos eles exigem rigor e conhecimento técnico para sua avaliação. A aplicação do protocolo tem em seu desenvolvimento o intuito de ser prático/acessível e de baixo custo, mas não implica na utilização indiscriminada do protocolo e sem respaldo técnico-científico ou treinamento prévio.

Além do protocolo de avaliação de relevância de quedas d'água, a aplicação do sistema de auxílio à decisão proposto se mostrou muito útil e de simples manuseio, seja por falta de dados ou para alteração de valores. Essa ferramenta apresenta-se favorável para reunir as opiniões dos diferentes profissionais envolvidos e para dar uma fundamentação mais técnica para as análises. Deste modo, foi possível elencar uma lista de 20 quedas d'água segundo 8 critérios considerados relevantes, de uma maneira trabalhosa, porém acessível e de descomplicada execução.

A classificação final de relevância das quedas d'água mostrou-se coerente e condizente com a realidade das cachoeiras estudadas. As quedas d'água visitadas foram enquadradas nas seguintes classes: (i) extrema, (ii) alta e (iii) média. Nenhuma cachoeira foi classificada com de baixa relevância.

As cachoeiras de **extrema relevância** são aquelas de excepcional beleza, reconhecimento científico e cultural, e com excelente preservação tanto das águas quanto da vegetação do entorno. Por esse motivo o grupo que pertence a essa classe é naturalmente mais seletivo. No atual estudo de caso somente 7 (sete) quedas d'água das 20 (vinte) visitadas se enquadram nessa classificação. Os municípios ou as UCs detentores das cachoeiras com tal relevância devem atentar-se não só para a divulgação referente ao turismo, devem acima de tudo procurar medidas mais efetivas de proteção e manutenção desse patrimônio geológico.

A classe de **alta relevância** reúne a maioria das quedas d'água, 12 (doze) ao todo. Esse número atesta que as cachoeiras visitadas, estão inseridas no grupo das principais quedas da Estrada Real. As cachoeiras pertencentes a essa classe, possuem boa preservação, importância cultural ou científica e reconhecida beleza. E todas as cinco regiões visitadas apresentam cachoeiras com essa classificação. Demonstrando a aplicabilidade do protocolo de classificação de relevância de quedas d'água.

A classe de **média relevância** apresenta apenas uma cachoeira e, não por coincidência, esta é a única queda d'água que naturalmente apresenta baixa pontuação nos critérios altura da queda, fluxo, dimensões do poço, existência de praia fluvial e condições ambientais. Apesar de bonita, não possui grande exuberância dos atrativos físicos e não apresenta boas condições do entorno.

A inexistência de cachoeiras enquadradas na classe de **baixa relevância** se justifica pelo fato que as quedas d'água selecionadas para a aplicação do protocolo são de incontestável reconhecimento e importância dentro da Estrada Real.

As cachoeiras da Fumaça, Grande e Telésforo são os principais exemplares de quedas de grande visitação, beleza e reconhecida importância cultural que encontram-se ameaçadas pelo mau uso e falta de gestão. O turismo indiscriminado, o lançamento de efluentes nos cursos d'água, a pastagem, agricultura no entorno e a destruição das APPs são alguns dos problemas identificados em campo. As cachoeiras em questão são de alta relevância, demonstrando que mesmo com problemas, são cachoeiras importantes e imponentes. Sem dúvida precisam de medidas efetivas de proteção e conservação.

As quedas d'água amostradas estão localizadas tanto em propriedades particulares quanto em públicas (unidades de conservação). Os resultados demonstram que, em média, as

quedas d'água inseridas dentro das unidades de conservação, apresentam melhor estado de conservação da queda, do poço, das águas e da vegetação do entorno. Porém, notam-se algumas irregularidades e falta de monitoramento em quedas pertencentes às UCs.

A cachoeira das Andorinhas é um exemplo de manutenção inadequada dentro das UCs de proteção integral. A cachoeira em questão atingiu a menor nota entre as quedas d'água visitadas. Certamente essa cachoeira atingiria uma pontuação baixa, pois seus atrativos de ordem física são naturalmente baixos, como: altura da queda, dimensões do poço, existência de praia fluvial e fluxo. Mas o que chamou atenção foi à baixa pontuação em todos os critérios relacionados à preservação. Mesmo localizada no Parque Natural Municipal Cachoeira das Andorinhas, o entorno está muito degradado. A APP em diversos pontos do canal fluvial está parcialmente preservada ou degradada. Existe atividade agrícola próximo ao curso do rio. Não há plano de manejo e nem fiscalização efetiva relacionada à utilização da área. A passagem de carros e pedestres é feita sobre o curso d'água, a poucos metros da sede do parque, ainda existe pontos com lixo. Essas ocorrências contribuíram para a baixa pontuação nos critérios vinculados a preservação e também beleza cênica. Apesar de todos esses pontos negativos, a importância cultural dessa queda é o grande diferencial. A cachoeira das Andorinhas é um marco importante para Minas Gerais, pois delimita a nascente do rio das Velhas.

No outro oposto, a cachoeira das Fadas em Aiuruoca é um bom exemplo de queda d'água bem preservada em UCs de uso sustentável. A cachoeira encontra-se na classe de alta relevância graças aos critérios ambientais - conservação muito boa tanto das águas quanto do entorno, pois em termos físicos - altura da queda, dimensões do poço, existência de praia fluvial e fluxo - à semelhança da cachoeira das Andorinhas, ela não possui grande destaque. Vale ressaltar que a cachoeira das Fadas está inserida na APA Serra da Mantiqueira, mas a boa preservação se deve principalmente aos cuidados da Fundação Matutu e da Associação de Moradores e Amigos do Vale do Matutu, que são vigilantes no quesito preservação do patrimônio natural da região e na difusão da educação ambiental para os moradores e visitantes.

Esses exemplos são fundamentais para esclarecer que pertencer a UCs não é garantia de proteção para a geodiversidade. Muito pelo contrário, em alguns casos as próprias UCs são despreparadas e não manejam de forma adequada seus patrimônios naturais abióticos. Outro fator grave é o desconhecimento dos gestores e da população em relação aos elementos da geodiversidade. Por outro lado, nota-se que a educação ambiental e o conhecimento a respeito do patrimônio biótico e abiótico, trazem bons resultados na proteção ambiental. A Associação

de Moradores e Amigos do Vale do Matutu são atuantes e vigilantes na proteção do patrimônio natural. As cachoeiras e todo ambiente pertencente a esse vale possuem manejo adequado e uso consciente.

Nas unidades de conservação visitadas, independente do tipo de proteção (integral ou uso sustentável), não existem planos específicos para proteção ou uso das quedas d'água. Algumas UCs apresentam somente a descrição cênica das quedas e também números relacionados à visitação.

É importante destacar a necessidade de elaboração de ações de gestão das quedas d'água, tanto poder público quanto pela iniciativa privada. As pesquisas relacionadas à capacidade de carga<sup>5</sup> devem levar em consideração as peculiaridades de cada queda d'água e do entorno delas. Monitorar continuamente os usos e seus efeitos no local constitui importantes ferramentas para elevar as chances de garantir a qualidade ambiental das quedas d'água.

De acordo com a proposta do trabalho, a criação de uma metodologia para classificar a relevância das quedas d'água com critérios, físicos, ambientais, cênicos e turísticos se fez eficiente dentro das expectativas aguardadas. A presente pesquisa se caracteriza como um “*start*” para os trabalhos relacionados ao tema, e mostrou-se aplicável e lógico com a proposta. Mas acredita-se na necessidade do refinamento futuro dos critérios e do método.

As quedas estudadas apresentam características físicas e ambientais muito diversificadas, mas acredita-se que os principais aspectos foram considerados, incumbindo a futuros trabalhos avaliarem a necessidade de inserção de novos parâmetros, estejam eles na tabela de critérios mencionados pelos painelistas do Delphi realizado no presente trabalho ou não.

A avaliação holística dos sistemas fluviais é uma tendência nas ciências ambientais, pois avaliações isoladas ou focadas somente na qualidade das águas estão ficando obsoletas. Integrar elementos bióticos e abióticos nas análises dos cursos d'água é necessário e urgente para manutenção e conservação dos rios e das bacias hidrográficas.

---

<sup>5</sup> “É o número máximo de visitas num determinado período de tempo (dia ou mês ou ano) que uma área pode suportar, antes que ocorram alterações no meio físico e social” (BOO, 1990).

## 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As quedas d'água são ambientes com alto valor para geodiversidade e biodiversidade, cujas interações entre seus diversos elementos apresentam-se diretamente interligadas e dependentes, apresentando ainda, distintas morfologias que, associadas a ambientes hídricos, formam locais com elevada beleza cênica, acarretando em uma alta aptidão natural para o turismo. Além disso, as quedas d'água podem possuir importância cultural, religiosa, científica e na educação ambiental, que contribuem ainda mais para o uso desses ambientes. Mesmo com tanto valor, esses ambientes ficam susceptíveis à degradação decorrente do uso inadequado e à pressão de empreendimentos econômicos, que podem impactar negativamente seus atrativos naturais, comprometendo, conseqüentemente, sua utilização para a comunidade em geral.

Entretanto, todo o valor patrimonial das quedas d'água, contrasta com a debilidade da gestão, monitoramento e planos de manejo, voltados para a proteção destes ambientes. Logo, o desenvolvimento de uma metodologia específica para se avaliar a relevância das quedas d'água, assim como o que já é realizado para outros ambientes, tais como as cavidades naturais, é um importante passo para reconhecer a importância desses ambientes e consolidar análise e gestão apropriada. Desta forma, além de contribuir para órgãos públicos relacionados ao patrimônio natural, a metodologia poderia ser utilizada como ferramenta de apoio ao processo decisório em processos de licenciamento ambiental, tombamento, possivelmente através da proposição de Resolução ou Deliberação Normativa Específica, pois fornece mais um respaldo técnico para o diagnóstico da conservação e uso desses ambientes, ou como item a ser considerado na elaboração e aplicação de planos de manejo em unidades de conservação.

Criar uma metodologia que atenda a essas expectativas e que, ao mesmo tempo, seja de fácil compreensão e manuseio, consiste em tarefa de contínuos incentivos e contribuições multidisciplinares. Assim, a técnica *Delphi* mostrou-se eficaz nessa primeira etapa, pois possibilitou, mesmo com todos os problemas relacionados a uma pesquisa pela internet e de grande abrangência, direcionar, selecionar e embasar os critérios relacionados à classificação de relevância das quedas d'água.

A utilização do Sistema de Auxílio à Decisão nessa pesquisa configura-se como um instrumento de apoio, não engessado, mas pelo contrário, que possibilita a adequação caso as características regionais sinalizem a necessidade de inclusão de outros critérios ou necessidade de um remanejamento de pesos dentre os mesmos. Logo, entende-se que a

elaboração deste trabalho permitiu a construção de uma ferramenta de apoio para a elaboração de planos futuros ligados à gestão e conservação das quedas d'água.

A metodologia proposta apresentou-se eficiente e coerente com a realidade das quedas d'água analisadas. O teste do protocolo em diferentes regiões da Estrada Real, com contextos ambientais e geológicos distintos, possibilitou atestar a aplicabilidade da metodologia, uma vez que as classes de relevância proposta (extrema, alta, média e baixa) ficaram bem distribuídas por toda área visitada. Ou seja, mesmo em contextos distintos, os critérios presentes na metodologia dessa pesquisa conseguiu analisar as quedas d'água de forma holística e gerar resultados consistentes

Diante dessa realidade, a proposta de classificação de relevância das quedas d'água, contribui inicialmente para chamar atenção para a necessidade de trabalhos relacionados à proteção das quedas d'água, que poderiam contribuir em muito com o contínuo aperfeiçoamento da metodologia proposta, que demonstra, principalmente, que é possível, sim, classificar relevância deste elemento da geodiversidade, de forma a colaborar para sua preservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3.ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SABER, A. N. São Paulo: **Ensaio e Entrevos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/ Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.

AGENDA 21 COMPERJ. **Preservar é diferente de conservar, você sabia?** Disponível em: <<http://www.agenda21comperj.com.br>>. Acesso em: 03/10/2014.

ALMEIDA, F. F. M. **O Cráton São Francisco**. In: Revista Brasileira de Geociências. [S.l.], ano 4, v. 7, p.349-364, 1977.

ALMEIDA-ABREU, P. A. **O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o Rifte, a Bacia e o Orógeno**. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-18, 1995.

APRH. Glossário sobre as Zonas Costeiras. Revista de Gestão Costeira Integrada. Disponível em: <<http://www.aprh.pt/rgci/glossario/praias.html>>. Glossário RGCI. Acesso 23/07/2015.

AUGUSTIN, C. H. R. R. **Aspectos Geomorfológicos da Região de Gouveia, Espinhaço Meridional, MG**. In Anais 8°. Simpósio de Geologia de Minas Gerais. Diamantina, MG. Bol. SBG/MG, 1: 3-4.1995b.

BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D.M.S. **O Quadrilátero Ferrífero e seus problemas geomorfológicos**. In: Boletim Mineiro de Geografia, v. 10/11, 1965.

BARBOSA, F. M. C. P. **Vulnerabilidade ecoturística no Caminho dos Diamantes – Estrada Real/MG**. 163f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial, 2009.

BOO, E. **Ecotourism: The Potentials and Pitfalls**. World Wildlife Fund: Washington, D.C, 1990.

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, nº1; p.3-14, jan/abr. 2011.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1988.

BRASIL. **Lei 9.433, 08 de janeiro 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09. jan.1997. Acesso em: 20 set. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**; decreto nº 4.340, de 22 agosto 2002. Brasília; MMA/SBF, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria Nº 9**, de 23 de janeiro de 2007, reconhece as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - **Instrução Normativa/MMA nº 2 de 20/08/2009** – Estabelece metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas (regulamenta o art. 5º do Decreto nº 6.640/2008), 2009.

BRILHA J. **Geoconservation and protected areas**. Environmental Conservation, 29 (3), 2002.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. São Paulo: Palimage editora, 2005.

BRILHA, J. **Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review**. Geoheritage, Review Article, DOI:10.1007/s12371-014-0139-3, jan.2015.

CALAES, G. D; FERREIRA, G. E. **A Estrada Real e a transferência da corte portuguesa: Programa Rumys – Projeto Estrada Real** / Eds. Gilberto Dias Calaes; Gilson Ezequiel Ferreira - Rio de Janeiro: CETEM / MCT / CNPq /CYTED, 2009.

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.

CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais. Série de Publicações Técnicas/SPT-010, 158p, 1983.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/sec-legisl/download/res274-00.doc>>. Acesso em: 12/05/2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Estabelece a classificação, segundo os usos preponderantes, para as águas doces, salobras e salinas do território nacional. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 12/05/2014.

CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO. Prefeitura Municipal de Conceição do Mato Dentro. **Turismo**. Cachoeira do Tabuleiro. Disponível em: <<http://cmd.mg.gov.br/atrativos-naturais>>. Acesso em: 28/05/2015.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil.. Brasília: **Mapa geodiversidade do Brasil**. Brasília, 68 p, 2006.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Excursão virtual pela Estrada Real no Quadrilátero Ferrífero: aspectos geológicos do Quadrilátero Ferrífero**, 2007.

DETONI, S. F. **Tombamento de Áreas Naturais: A Paisagem como Elemento Estruturador**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.3, N.4, p. 1283-1291, 2012.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Surface water monitoring: A framework for change**. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation, 1987.

ESTES G. M e KUESPERT, D. **Delphi in industrial forecasting**. In: Chemical and Engineering News, EUA, p. 40-47, agosto 1976.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the art surveys**. Boston: Springer Science + Business Media, 2005.

FONSECA, M. H. A. da. **Estabelecimento de critérios e parâmetros para a valoração do patrimônio geológico português: aplicação prática ao patrimônio geológico do Parque Nacional de Sintra-Cascais**. 166f. Dissertação de Mestrado em Ordenamento Territorial e Planejamento Ambiental. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Portugal, 2009.

FONTES. L. M. G. **Análise Cênica da Paisagem: Conceitos, Metodologias de Aplicação, Cenário Brasileiro e Importância para a Conservação**. Monografia em Engenharia Florestal. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, 2012.

FRANCA, D. T.; RIBEIRO, M. A. **Patrimônio cultural e proteção dos recursos hídricos**. In: Colóquio Ibero-Americano Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto, I. 2010, Belo Horizonte. *Anais*. Belo Horizonte: [s.n.], 2010.

GIAROLA, N. F. B. et al. **Solos da região sob influência da hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG): perspectiva ambiental**. Lavras: CEMIG, 1997.

GIOVINAZZO, R. A. **Modelo de Aplicação da Metodologia Delphi pela Internet – Vantagens e Ressalvas**. Administração On Line, v. 2, Nº. 2. Abr./Jun. 2001.

GIOVINAZZO, R. A.; FISCHMANN, A. A. **Delphi Eletrônico – Uma Experiência de Utilização da Metodologia de Pesquisa e seu Potencial de Abrangência Regional**. Trabalho apresentado no XIV Congresso Latinoamericano de Estrategia. 17, 18 e 19 de maio de 2001. Buenos Aires, Argentina, 2001.

GOLDIE, H. S. **Protection of limestone pavement in the British Isles**. In O'Halloran, D., Green, C., Harley, M., Stanley, M. e Knill, J. (eds) Geological and Landscape Conservation. Geological Society, London, 1994.

GOMES, C. F. S.; GOMES; L. F. A. M. **A função de decisão multicritério. Parte II: Classificação dos Métodos Empregados na Modelagem Multicritério**. ADM. MADE, Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial da Universidade Estácio de S. Rio de Janeiro, Ano 2. n.3. 2003.

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. M. **Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério**. RECITEC, v. 2, n. 2, pp. 117 – 139. Recife, 1998.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. Pioneira, Thomson Learning, 2004.

GOMES, L. F. A. M. **Uncertainty and Risk in Multiple Criteria Decision Aiding**. In: Encontro Regional Argentino Brasileiro de Investigación Operativa (ERABIO), 2., 2010. Ciudad de Tandil - Argentina, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2010.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Londres: John Wiley e Sons Ltd, 2004.

HANNAFORD, M. J; BARBOUR, M. T. e RESH, V. H. **Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat**. Journal North American Benthol. Soc. 16 (4): 853-860. 1997.

HERZ, N. Metamorphic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Geological Survey Professional Paper**, v.641, n.1, p.1-81, 1978.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional do Iguaçu**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 10/07/2015.

INSTITUTO ESTRADA REAL. **Apresentação**. Disponível em <<http://www.estradaREAL.org.br>>. Acesso em 20/05/2014.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **O Patrimônio Natural do Brasil**. Rio de Janeiro, 20 de Janeiro de 2004.

KAYO, E. K.; SECURATO, J. R. **Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses**. Caderno de Pesquisa em Administração, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 51-61, 1997.

LIMA, F. F. **Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro**. 2008. 103f. Dissertação de mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação. Escola de Ciências. Universidade do Minho. Portugal, 2008.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi Method – Techniques and applications**. Massachusetts: Adison-Wesley, 1975.

LOPES, C. L. **A escolha de um custo diante para uma administradora financeira: Análise multiatributo por medições conjuntas e trocas justas**. Dissertação (Mestrado em Administração) - IBMEC-RJ. fev. 2008.

LOPES, F. W. A. **Avaliação da qualidade da água e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas-MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007.

LOPES, F. W. A. **Proposta metodológica para avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil**. 200 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES Jr, A. P.; VON SPERLING, E. Metodologia para avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.19, n.4. p. 124-136, 2014.

LOPES, L. S. O.; ARAUJO, J. L. L. **Princípios e Estratégias de Geoconservação**. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.3, n.7, p. 66-78, out. 2011.

MACHADO. P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 15. ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

MAGALHAES, JR. A. P.; CORDEIRO NETTO, O. M.; NASCIMENTO, N. O. Os Indicadores como Instrumentos Potenciais de Gestão das águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil – Resultados de um painel de especialistas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 49-67, Out/Dez 2003.

MAGALHÃES Jr, Antônio Pereira . **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos - Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, v. 1. 688p. 2014.

MARQUES, J. J. G. S. M.; CURI, N.; LIMA, J. M. **Recursos ambientais da bacia do Alto Rio Grande, Minas Gerais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 33p. (Especialização Lato Sensu em Solos e Meio Ambiente) 2002.

MARTINS, L. K. L. A. **Contribuições Para Monitoramento De Balneabilidade em Águas Doces no Brasil**. 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de recursos hídricos) – Escola de Engenharia. Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

NASCIMENTO, M.; AZEVEDO, Ú. R.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a conservação do patrimônio geológico**. Rio de Janeiro: edição SBGeo, 2008.

NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. **Fisiografia**. In: SILVA, A. C. et al. Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, 2005.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. **Geomorphological Assets Evaluation**. Zeitschrift fur Geomorphologie, Suppl. 87: 13-18, 1993.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Cultura. Coordenação do Patrimônio Cultural. **Patrimônio Natural**. Paraná. Disponível em: <<http://www.patrimoniocultural.pr.gov.br>> Acesso em: 20/07/2015.

PEREIRA, P. J. da S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Nacional de Montesinho**. 2006, 395f. Tese. (Doutorado em Ciências – Geologia). Universidade do Minho. Portugal, 2006.

PEREIRA, R. G. F. de A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. 2010. 317f. Tese de Doutorado em Ciências - Geologia. Universidade do Minho. Portugal, 2010.

RAND CORPORATION. **History and mission**. Disponível em: <<http://www.rand.org/>> Acesso em: 15/01/2015.

RIBEIRO, D. S. **O Tombamento Como Forma de Defesa do Patrimônio Natural da Humanidade**. Cadernos de Direito, Piracicaba, v. 10(18): 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, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. **Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1- 9, 2010.

RODRIGUES, M.; FONSECA, A. **A Valorização do Geopatrimônio no Desenvolvimento Sustentável de Áreas Rurais**. Colóquio Ibérico de Estudos Rurais, – Cultura Inovação e Território, Coimbra. 2008.

SAADI, A. **A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens**. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 41-63, 1995.

SALGADO, A. A. R.; COLIN, F.; NALINI JR., H .A.; BRAUCHER, R.; VARAJÃO, A.F.D.C. e VARAJÃO, C.A.C. **O papel da denudação geoquímica no processo de erosão diferencial no Quadrilátero Ferrífero**. Revista Brasileira de Geomorfologia, 5:55-69, 2004.

SCHAEFER, C. E. R.; MICHEL, R. F. M.; CHAGAS, C. S.; FERNANDES FILHO, E. I.; VALENTE, E.; VASCONCELOS, B. N. F. e RIBEIRO, A. S. S. **Relatório do levantamento pedológico, geomorfológico e geológico para o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra do Cipó e APA Morro da Pedreira**. Viçosa: UFV/DPS, 2008.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da. **Geoparques do Brasil Propostas**. Vol 1. CPRM - Serviço Geológico do Brasil 2012.

SCRUTON, Roger. **Beleza** / Roger Scruton; tradução Hugo Langone. São Paulo: E realização, 2013.

SHARPLES, C. **A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes.**, Forestry Commission, Hobart, 1993.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanian Parks e Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002.

SILVA, F. R. **A Paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial Para o Uso Turístico da sua Geologia e Geomorfologia.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

SMITH, D.G.; CROKER, G.F.; McFARLANE, K. **Human perception of water appearance.** Clarity and colour for bathing and aesthetics. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Wellington, v.29, p. 29-43,1995.

STANLEY, M. Editorial. **Geodiversity Update**, 2001.

VALENTE, E. L. **Relações solo-vegetação no Parque Nacional da Serra do Cipó, Espinhaço Meridional, Minas Gerais.** 2009. 138 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

VARAJÃO, C. A. C.; SALGADO, A. A.; VARAJÃO, A. F. D. C.; BRAUCHER, R.; COLIN, F.; NALINI JR, H. A. **Estudo da evolução da paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10be) e da pedogênese.** *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa (MG), v.33, p.1409-1425, 2009.

VIEIRA, L. F. S. **A Valoração da Beleza Cênica da Paisagem do Bioma Pampa do Rio Grande de Sul: Proposição Conceitual e Metodológica.** Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2014.

WRIGHT, J. T. C. GIOVINAZZO, R. A. **Delphi – Uma Ferramenta de Apoio ao Planejamento Prospectivo.** *Caderno de Pesquisas em Administração*. v. 01, no 12, 2º trimestre/2000.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1 - Carta convite enviada aos painelistas da pesquisa *Delphi*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

---

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
PESQUISA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Pesquisador

**Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira**  
Mestranda em Geografia e Análise Ambiental/UFMG

Orientação

**André Augusto Rodrigues Salgado**  
Instituto de Geociências/UFMG  
**Frederico Wagner de Azevedo Lopes**  
Instituto de Geociências/UFMG

**Carta Convite**

Prezado pesquisador (a)

Com intuito de gerar um conjunto de critérios capazes de classificar a relevância paisagística das quedas d'água (cachoeiras). Estamos realizando uma pesquisa de opinião composta de parâmetros (geomorfológicos e naturais) que consigam classificar a relevância das quedas d'água (cachoeiras). Esta pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado, em curso no Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais.

Após previa avaliação dos currículos Lattes e reconhecida qualificação profissional de V.Sa., gostaríamos de contar com vossa importante participação no referido trabalho. Para isso, solicitamos o preenchimento do questionário, constante no documento.

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

---

A elaboração de critérios de classificação de relevância das quedas d'água (cachoeiras) visa poder avaliar e enquadrar a queda d'água a uma classe de relevância de acordo com os parâmetros selecionados e sugeridos pelos painelistas. Posteriormente propor alternativas de preservação das áreas de acordo com sua relevância paisagística e cênica (extrema, alta, média e baixa), aperfeiçoamento da gestão e criação de planos de manejo específicos para esses ambientes. Através de uma classificação de relevância, podemos tratar a questão de geoconservação das quedas d'água (cachoeiras) de uma forma mais aplicada, como o exemplo da classificação de relevância de cavidades naturais estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente em 2008. Que contribui para a preservação de cavidades de alta relevância frente a empreendimentos econômicos.

Não existem leis específicas para preservação e conservação das cachoeiras, nem critérios para classificar relevância das quedas d'água (cachoeiras), englobadas nas resoluções referentes aos recursos hídricos e nem numa outra resolução de cunho ambiental.

Esta pesquisa baseia-se na metodologia *DELPHI*, adaptada de Linstone e Turof (1975), e visa obter consenso entre especialistas em determinada área do conhecimento, mantendo-se o **anonimato** dos participantes, e ainda permite a revisão das opiniões após reconhecer os resultados dos demais pesquisados.

Esta pesquisa será realizada em duas rodadas:

1ª Fase: Identificar os parâmetros para a relevância paisagística de quedas d'água e atribuir pesos aos parâmetros selecionados.

2ª Fase: Identificar variáveis para a classificação de relevância das quedas d'água, a partir dos parâmetros selecionados. Relacionando a classificação com uma possível medida de uso e preservação.

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

---

Durante ambas as fases, os participantes poderão revisar ou não suas respostas, a partir do envio dos resultados obtidos. Cabe ressaltar que asseguramos o anonimato durante todo o processo.

Ao término do processo, os participantes receberão um relatório com os resultados finais da pesquisa de opinião.

Solicitamos:

- A gentileza de enviar vossas valiosas e imprescindíveis contribuições desta 1ª fase, até **25 de novembro de 2014**, para o **e-mail: [carmeliaramos.oliveira@gmail.com](mailto:carmeliaramos.oliveira@gmail.com)**;
- Caso não haja disponibilidade para participar, favor nos comunicar por
- *e-mail: [carmeliaramos.oliveira@gmail.com](mailto:carmeliaramos.oliveira@gmail.com)*;

Agradecemos vossa atenção,

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira

*Mestranda em Geografia e Análise Ambiental/UFMG*

*Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG CEP 31270-901.*

Email: [carmeliaramos.oliveira@gmail.com](mailto:carmeliaramos.oliveira@gmail.com) (31) 91837364

**Informações Gerais**

Projeto de Dissertação:

Critérios de classificação para avaliação de relevância de quedas d'água como subsídio à gestão do patrimônio geomorfológico

Pesquisador:

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira

Mestranda em Geografia e Análise Ambiental/UFMG

Comitê de orientação:

Prof.Dr. André Augusto Rodrigues Salgado

Prof. Dr. Frederico Wagner de Azevedo Lopes

Instituto de Geociências/UFMG

Contato:

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira

Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGC/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG CEP 31270-901.

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

---

### Instruções para o preenchimento

Escolha uma das opções apresentadas, marcando um X, para cada parâmetro, a saber:

**INCLUIR:** O parâmetro é importante para a classificação de relevância paisagística da queda d'água, portanto, deverá compor o índice.

**NÃO INCLUIR:** O parâmetro não deve ser incluído, pois não apresenta importância para a classificação de relevância da queda d'água.

**INDECISO:** Dúvida sobre a inclusão ou exclusão do parâmetro.

**PESO:** Para os parâmetros assinalados na categoria INCLUIR, o participante deverá atribuir pesos de **1 a 5**.

Obs: A listagem apresentada é preliminar, sendo que o participante poderá sugerir a inclusão de novos parâmetros, bem como fazer comentários e observações.

**Parâmetros – Relevância paisagística de quedas d'água**

<b>CrITÉRIOS</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Incluir</b>	<b>Excluir</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Peso</b>
<b>Geomorfológicos</b>	Altura da queda				
	Presença de estrutura geológica de interesse científico				
	Queda livre				
	Corredeira (degraus)				
	Existência de poço				
	Profundidade do poço				
	Comprimento x largura do poço				

Sugestão, comentários e observações:

<b>CrITÉRIOS</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Incluir</b>	<b>Excluir</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Peso</b>
<b>Recreação</b>	Possibilidade de alcançar a queda				
	Possibilidade de permanência sob a queda				
	Possibilidade de alcançar o topo				
	Tipo de leito fluvial do poço (rochoso, arenoso ou argilo-siltoso)				
	Rochas escorregadias (cobertura por perifíton)				
	Uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (Turismo ecológico)				
	Existência de praias fluviais no entorno do poço				

Sugestão, comentários e observações:

<b>Crêterios</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Incluir</b>	<b>Excluir</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Peso</b>
<b>Meio Ambiente</b>	Clareza visual da água (turbidez)				
	Cor verdadeira				
	Cor aparente				
	Vazão (quantidade de �gua)				
	Condi�es de balneabilidade local				
	Uso para fins de educa�o e interpreta�o ambiental				

Sugestão, comentários e observa es:

<b>Crêterios</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Incluir</b>	<b>Excluir</b>	<b>Indeciso</b>	<b>Peso</b>
<b>Paisagístico</b>	Aspecto visual da preserva�o da vegeta�o do entorno				
	Dimensões notáveis em área, volume e extensão				
	Beleza cênica e harmonia da paisagem				
	Importância local ou regional				
	Reconhecida beleza cênica nacional				
	Alto �ndice de visita�o				

Sugestão, comentários e observa es:

**APÊNDICE 2 - Formulário de retorno da 1ª rodada da pesquisa e 2ª rodada do painel *Delphi*.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

---

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
PESQUISA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Pesquisador

**Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira**  
Mestranda em Geografia e Análise Ambiental/UFMG

Orientação

**André Augusto Rodrigues Salgado**  
Instituto de Geociências/UFMG  
**Frederico Wagner de Azevedo Lopes**  
Instituto de Geociências/UFMG

**Carta Convite**

Prezado Sr(a).

O objetivo do presente questionário é promover o *feedback* das respostas obtidas ao final da primeira rodada desta pesquisa, permitindo a reavaliação das opiniões, bem como conhecer a do restante do grupo participante. Ao término do processo, os participantes receberão um relatório com os resultados finais da pesquisa de opinião.

Para a padronização da distribuição dos pesos e possibilitar inferências estatísticas, foi calculado o peso de cada parâmetro em relação a 5 pontos, ou seja, o total de pontos atribuídos pelo participante no primeiro questionário foi totalizado em 5. Neste segundo questionário, o participante é novamente incentivado a atribuir novos pesos (1 a 5), sem se preocupar com a totalização deste valor.

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

---

- A gentileza de enviar vossas valiosas e imprescindíveis contribuições desta 2ª fase, até **20 de abril de 2015**, para o e-mail: [carmeliaramos.oliveira@gmail.com](mailto:carmeliaramos.oliveira@gmail.com);
- Caso não haja disponibilidade para participar, favor nos comunicar por e-mail: [carmeliaramos.oliveira@gmail.com](mailto:carmeliaramos.oliveira@gmail.com);

Agradecemos e esperamos novamente contar com vossa valorosa contribuição,

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira

*Mestranda em Geografia e Análise Ambiental/UFMG*

*Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGC/UFMG*

*Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG CEP 31270-901.*

Email: [carmeliaramos.oliveira@gmail.com](mailto:carmeliaramos.oliveira@gmail.com) (31) 91837364

**Instruções para o preenchimento**

1. O especialista poderá reavaliar o peso de cada parâmetro incluído, e escolher os 6 parâmetros mais relevantes para a classificação de relevância das quedas d'água, dentre os parâmetros apresentados na Tabela 1.
  - *Percentagem de inclusão dos parâmetros pelos participantes do painel Delphi;*
  - *Médias dos pesos atribuídos no 1º questionário pelos participantes;*
  - *Medianas dos pesos atribuídos no 1º questionário pelos participantes;*
  - *Peso atribuído pelo participante no 1º questionário enviado;*
  - *Novo peso - Q2 (O participante poderá rever sua pontuação com base nos dados apresentados do grupo);*
2. Na Tabela 2 estão listados os parâmetros que foram sugeridos pelos participantes além dos previamente enviados.
  - *Caso acredite ser pertinente sua inclusão, o participante poderá recomendá-los atribuindo peso aos mesmos;*
3. Por fim, será solicitado na Tabela 3, a escolha dos considerados pelo responde, como os mais importantes para a avaliação de relevância de quedas d'água.
  - *Escolha dos 6 parâmetros mais relevantes e seus respectivos pesos (Tabela 3).*

**Observação:**

Os pesos variam de 1 a 5, onde 1 é o menor peso e 5 o maior peso.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

---

**Tabela 1. Parâmetros – Critérios para classificação de relevâncias das quedas d’água**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>% de Inclusão</b>	<b>Média / pesos</b>	<b>Mediana / pesos</b>	<b>Peso (Q1)*</b>	<b>Peso (Q2)-1 a 5</b>
Altura da queda	96,77	4,58	5,00		
Existência de poço	96,77	3,10	4,00		
Uso para fins de educação e interpretação ambiental	96,77	2,94	3,00		
Aspecto visual da preservação da vegetação do entorno	96,77	2,71	3,00		
Beleza cênica e harmonia da paisagem	93,55	3,81	4,00		
Vazão (quantidade de água)	90,32	2,23	2,00		
Condições de balneabilidade local	90,32	2,77	3,00		
Existência de praias fluviais no entorno do poço	87,10	2,74	2,00		
Corredeira (degraus)	83,87	2,29	2,00		
Uso constante, periódico ou sistemático para fins recreativos e/ou esportivos (Turismo ecológico)	83,87	2,06	2,00		
Clareza visual da água (turbidez)	83,87	2,16	2,00		
Queda livre	80,65	1,94	2,00		
Possibilidade de alcançar a queda	80,65	3,19	4,00		
Reconhecida beleza cênica nacional	80,65	3,32	4,00		
Presença de estrutura geológica de interesse científico	77,42	3,42	4,00		
Comprimento x largura do poço	77,42	1,55	0,00		
Dimensões notáveis em área, volume e extensão	77,42	1,61	0,00		
Alto índice de visitação	77,42	3,61	4,00		
Profundidade do poço	74,19	4,06	5,00		
Possibilidade de permanência sob a queda	74,19	3,74	4,00		
Importância local ou regional	74,19	3,94	4,00		
Possibilidade de alcançar o topo	70,97	3,35	4,00		
Tipo de leito fluvial do poço (rochoso, arenoso ou argilo-siltoso)	70,97	4,23	5,00		
Rochas escorregadias (cobertura por perifíton)	64,52	3,10	4,00		
Cor verdadeira	48,39	2,90	3,00		
Cor aparente	45,16	2,87	3,00		

- \* Peso atribuído pelo respondente no 1 questionário;

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

---

**Tabela 2. Novos parâmetros sugeridos pelos participantes**

<b>Parâmetro</b>	<b>% de inclusão</b>	<b>Média-Peso</b>	<b>Mediana-Peso</b>	<b>Peso (Q1)</b>	<b>Peso (Q2)</b>
Interesse cultural da queda	3,22	NR	NR	NR	
Área total do poço	3,22	NR	NR	NR	
Segurança do visitante (correnteza)	3,22	NR	NR	NR	
Limnologia	3,22	NR	NR	NR	
Existência de cachoeiras no entorno formando um contexto local/regional	3,22	NR	NR	NR	
Quantidade de quedas d'água	3,22	NR	NR	NR	
Localização da queda d'água (propriedade privada ou área de proteção)	3,22	NR	NR	NR	

- NR- Parâmetros selecionados, mas não foram atribuídos pesos pelo(s) respondente(s).

**Tabela 3. Indicação dos 6 parâmetros considerados pelo responde, como os mais relevantes para a para classificação de relevâncias das quedas d'água.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Peso (1 a 5)</b>

**Comentários gerais /Sugestões:**