UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

GABRIELLE ABREU NUNES

Monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo

São Carlos

2021

GABRIELLE ABREU NUNES

Monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientação: Profº. Drº Victor Eduardo Lima Ranieri

São Carlos

2021

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

N
972m

Abreu Nunes, Gabrielle
Monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo / Gabrielle Abreu Nunes; orientador Victor Eduardo Lima Ranieri. São Carlos, 2021.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2021.

1. unidades de conservação. 2. ciência cidadã. 3. ambientes subterrâneos. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharela **GABRIELLE ABREU NUNES.**

Título da dissertação: "Monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã em cavernas de unidades de conservação do Estado de São Paulo".

Data da defesa: 01.03.2021

Comissão Julgadora	Resultado
Prof. Associado **Victor Eduardo Lima Ranieri** (Orientador) (Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP)	Aprovada
Dra. **Angela Pellin** (Instituto de Pesquisas Ecológicas/IPÊ)	Aprovada
Dr. **Gustavo Casoni da Rocha** (Fundação Florestal)	Aprovada

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:

Prof. Associado **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, que possibilitou o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri, por compartilhar seu conhecimento, sua experiência, e, principalmente, pela oportunidade de realizar esse mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (PPG-SEA) e à Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP) por todo suporte fornecido para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos colegas e amigos de laboratório com quem compartilhei esse percurso. Agradeço por todo auxílio e conselhos que me deram: Moema, Lucas, Bartira, Carol, Rhennan, Lauro, Stella, Ana e Lígia. Em especial, à minha amiga Gabriela Pegler, pelo companheirismo e afinidade nesses dois anos.

Aos pesquisadores que aceitaram contribuir com essa pesquisa respondendo o questionário.

Ao Diógenes pela amizade, colaboração acadêmica e por me estimular a fazer o mestrado.

Às minhas amigas de longa data, Yasmine e Thainara, pelos momentos de distração e por estarem sempre ao meu lado. Às que torcem por mim mesmo a distância, Mariana, Lívia e Isabella.

À Gabriela de Castro, por todo carinho e amor que deixou essa trajetória mais leve, pelo suporte e paciência em meio às preocupações da pós-graduação.

Aos que possibilitaram todo meu crescimento até esse momento, meus pais, Rita de Cássia e Paulo Sérgio e meu irmão Lucas, por terem me incentivado e dado o suporte familiar necessário para a conclusão dessa etapa da minha vida. Ao meu pai Alexandre, por todo apoio nos meus estudos superiores.

Por fim, a todos que, de alguma forma, me incentivaram a dar mais este passo na construção do meu aprimoramento pessoal e profissional.

“O conhecimento emerge apenas através da invenção e da reinvenção, através da inquietante, impaciente, contínua e esperançosa investigação que os seres humanos buscam no mundo, com o mundo e uns com os outros.”

(Paulo Freire)

RESUMO

NUNES, G.A**. Monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo.** 2021. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

Apesar das áreas protegidas serem ferramentas estratégicas para a conservação dos recursos naturais, sua gestão pode ser desafiadora em países com um alto índice de desigualdade social, grandes extensões territoriais e alta biodiversidade, somado à falta de financiamento e problemas institucionais. Nesse contexto, estabelecer uma metodologia que possa vincular a sociedade ao monitoramento e conservação dessas áreas é fundamental em termos sociais, ambientais e econômicos. Assim, esta pesquisa teve por objetivo propor recomendações para a implementação de um monitoramento ambiental de cavernas situadas em Unidades de Conservação com base nos princípios e diretrizes da ciência cidadã. A presente pesquisa empregou três métodos principais para atingir os objetivos propostos. A primeira etapa consistiu em uma (a) Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) para obter uma lista de boas práticas sobre a Ciência Cidadã no monitoramento ambiental. Essas informações foram utilizadas para estruturar a coleta de dados por meio de (b) questionários direcionados à especialistas da área, de modo a verificar a viabilidade dessa abordagem. Este estudo analisou 60 artigos internacionais e contou com a participação de 19 pesquisadores vinculados a instituições brasileiras de ensino e/ou pesquisa. Os resultados das etapas a e b passaram por uma (c) análise de conteúdo com o propósito de sistematizar os resultados para sugerir recomendações finais. Em sua maioria, as respostas dadas pelos pesquisadores foram ao encontro do que foi observado em estudos anteriores sobre ciência cidadã, apresentando adaptações para o contexto de monitoramento ambiental das atividades de uso público em cavernas brasileiras, tal como recomendações e desafios que não constaram na revisão bibliográfica sistemática.

Palavras-chaves: parques; monitoramento participativo; ambientes subterrâneos; uso público.

ABSTRACT

NUNES, G.A**. Environmental monitoring through citizen science in caves of São Paulo State Protected Areas.** 2021. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

Although protected areas are strategic instruments for the conservation of natural resources, their management can be challenging in countries with a high level of social inequality, large territories, and high biodiversity, in addition to the lack of financing and institutional issues. In this context, establishing a methodology that can link society to the monitoring and conservation of these areas is fundamental in social, environmental, and economic terms. Thus, this research aimed to direct the best practices for the implementation of monitoring for caves in State Parks in the State of São Paulo through citizen science, to integrate society into the management of these places. Three main methods were used to achieve the proposed objectives. The first stage consisted of a (a) Systematic Bibliographic Review to obtain a list of good practices on Citizen Science in environmental monitoring. This information was employed to structure the data collection through (b) questionnaires directed to specialists in the area, to verify the viability of this methodology. This study analyzed 60 international articles and had the participation of 19 researchers linked to Brazilian teaching and/or research institutions. Most of the answers given by the researchers were in line with what was observed in previous studies on citizen science, with some reservations and adaptations for the environmental monitoring of public use activities, as well as recommendations and challenges that were not included in the systematic literature review.

Keywords: parks; participative monitoring; underground environments; public use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organização dos documentos analisados em subcategorias da categoria "Problemas e Desafios" na plataforma *MindMeister*. Os códigos (ex.: A10, B23...) correspondem aos artigos dos quais foram extraídas as informações 37

Figura 2. Organização dos documentos analisados em subcategorias da categoria "Recomendações" na plataforma *MindMeister*. Os códigos (ex.: A10, B23...) correspondem aos artigos dos quais foram extraídas as informações 38

Figura 3. Organização dos documentos analisados em subcategorias da categoria "Vantagens" na plataforma *MindMeister*. Os códigos (ex.: A10, B23...) correspondem aos artigos dos quais foram extraídas as informações 39

Figura 4. Número de publicações com ciência cidadã em monitoramento ambiental de áreas protegidas por ano de acordo com os artigos amostrados na RBS 42

Figura 5. Origem geográfica e porcentagem de distribuição das 60 publicações sobre ciência cidadã no monitoramento ambiental em áreas protegidas, no período de 2006 a 2019. Dados provenientes das plataformas *SciVerse Scopus* e *Clarivate Analytics Web of Science* 43

Figura 6. Vantagens da ciência cidadã de acordo com cada categoria e subcategoria (junto ao número de artigos que citaram o indicador). 44

Figura 7. Problemas e desafios da ciência cidadã de acordo com cada categoria e subcategoria (com número de artigos citados). 47

Figura 8. Recomendações da ciência cidadã de acordo com cada categoria e subcategoria (com número de artigos citados) 49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Diferentes categorias de monitoramento ambiental (de 1-5) 25

Quadro 2. Programas de ciência cidadã cadastrados no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr)..... 27

Quadro 3. Quadro geral de métodos para cumprir os objetivos.. 31

Quadro 4. Conhecimentos dos entrevistados sobre Ciência Cidadã 55

Quadro 5. Respostas dadas pelos pesquisadores à pergunta: "Dentre as boas práticas identificadas na literatura, quais delas você considera importante durante o processo de implementação de um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã para que este seja bem sucedido?". Os números correspondem ao total de respondentes que consideram importante a boa prática em questão e os códigos são referentes as categorias da RBS no apêndice A 57

Quadro 6. Respostas sobre as motivações que levariam as comunidades locais a participarem de um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã; respostas dos especialistas do Grupo 2. 59

Quadro 7. Respostas referente à potenciais indicadores de impactos do uso público passíveis de serem monitorados por não cientistas e a presença de tais indicadores nos Planos de Manejo 68

Quadro 8. Categorização das vantagens de acordo com cada assunto e autor (com os códigos de artigo)..... 92

Quadro 9. Categorização dos problemas e desafios de acordo com cada assunto e autor (com os códigos de artigo)..... 96

Quadro 10. Categorização das recomendações de acordo com cada assunto e autor (com os códigos de artigo) 100

Quadro 11. Lista com os códigos de artigo e autores selecionados na RBS..... 104

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

CECAV	Centro Nacional de Estudo, Conservação de Cavernas
CNUC	Cadastro Nacional das Unidades de Conservação
ECSA	Associação Europeia de Ciência Cidadã
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índice de desenvolvimento humano
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MBC	Monitoramento de base comunitária
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPB	Monitoramento Participativo da Biodiversidade
PETAR	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA 12
2. OBJETIVOS 14
2.1. Objetivos gerais 14
2.2. Objetivos específicos 14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
3.1. Unidades de Conservação e o Uso Público 15
3.2. Ambientes subterrâneos, conservação e o monitoramento ambiental 17
3.3. A ciência cidadã na conservação do meio ambiente 22
4. MATERIAIS E MÉTODOS 31
4.1. Fundamentação teórica 32
4.1.1. Revisão Bibliográfica Sistemática 32
4.1.2. Questionários 33
4.1.3. Análise de Conteúdo 34
4.2. Aplicação dos métodos 35
4.2.1. Identificação de boas práticas da ciência cidadã 36
4.2.2. Aplicação de questionários aos pesquisadores e adaptações da abordagem da ciência cidadã para o contexto brasileiro de cavernas 41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43
5.1. Revisão Bibliográfica Sistemática 45
5.1.1. Vantagens 46
5.1.2. Problemas e Desafios 48
5.1.3. Recomendações 50
5.2. Resultados dos questionários aplicados aos pesquisadores 55
5.2.1. Perfil dos Especialistas 56
5.2.2. Respostas dos especialistas às questões sobre boas prática 57
5.2.3. Respostas dos pesquisadores sobre as motivações dos não-cientistas 59

5.2.4. Respostas dos pesquisadores sobre os desafios para a adoção da ciência cidadã no monitoramento ambiental no Vale do Ribeira.....61

5.2.5. Respostas dos especialistas sobre o potencial da ciência cidadã em ambientes cavernícolas 64

5.2.6. Potencialidades e desafios para a adoção da ciência cidadã no monitoramento dos impactos das atividades de uso público nas UCs do Vale do Ribeira 67

5.3. Recomendações práticas para tomadores de decisão na perspectiva da ciência cidadã....74

6. CONCLUSÃO.....78

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

8. APÊNDICE 92

9. ANEXO 108

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As Unidades de Conservação (UC) são espaços legalmente protegidos com relevantes características naturais e culturais, sendo uma das ferramentas mais importantes e necessárias para conservação diante da ocupação desenfreada da terra e do uso predatório de recursos naturais (BENSUSAN, 2009). Apesar da importância de tais espaços, muitas ameaças e limitações administrativas relacionadas à sua funcionalidade ainda restringem a sua plena execução (LAURENCE, 2013), especialmente em países com grandes diversidades biológicas e territoriais, que possuem um alto índice de desigualdade social (PNUD, 2019). Nessas condições, a conservação de áreas protegidas acaba sendo um grande desafio, sobretudo quando somada à falta de financiamento e problemas burocráticos de países em desenvolvimento (ORTEGA-ÁLVAREZ et al., 2017; DEFRIES et al., 2007).

A Lei brasileira 9.985 do ano de 2000 prevê que toda UC possua um plano de manejo. Esses documentos auxiliam no direcionamento das ações de manejo, pesquisa, monitoramento entre outros temas essenciais para a gestão dessas áreas protegidas (BRASIL, 2000). O monitoramento das unidades de conservação é necessário para o enfrentamento de diversas dificuldades como destacado por Ortega-Álvarez et al. (2017), dentre elas: ameaças à biodiversidade; baixos orçamentos; insuficiência de profissionais qualificados.

Com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), foi sistematizado um arcabouço legal adequado e integrado para direcionar a gestão das diversas categorias de UCs, sejam elas de proteção integral (5 categorias) sejam de uso sustentável (7 categorias) (IRVING; MATOS, 2006).

O uso público em áreas protegidas está associado à aproximação da sociedade a estas áreas, despertando o seu interesse sobre a sua conservação e servindo de oportunidade para desenvolver o aprendizado em contato com a natureza (MMA, 2007), sendo seus objetivos diversos, desde o uso recreativo até científico e educativo (MMA, 2005). As atividades de visitação nesses locais, principalmente em parques (uma das categorias do grupo de proteção integral), têm aumentado em relação às outras categorias de UC, o que requer o estabelecimento de diretrizes e normas adequadas, sempre respeitando o objetivo de conservação da natureza (VALLEJO, 2013).

No Estado de São Paulo há 247 unidades de conservação nas diversas categorias de manejo, sendo 60 Parques, dos quais 36 são administrados pelo governo estadual (MMA/CNUC, 2020). Essa categoria de UC é considerada essencial em termos de estratégias

de conservação e caracteriza, como nenhuma outra, os desafios de gestão resultantes dos processos históricos de cisão sociedade-natureza (IRVING; MATOS, 2006), isso porque os parques possuem a finalidade de conciliar a proteção integral da flora, fauna e belezas cênicas com a utilização da área para fins educativos, turísticos e científicos (BRASIL, 2000).

Segundo o banco de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBio, 2018), no estado de São Paulo, apenas oito parques estaduais possuem cavernas registradas no banco de dados: PE Intervales, PE Turístico do Alto do Ribeira, PE Ilha do Cardoso, PE Serra do Mar, PE Caverna do Diabo, PE Carlos Botelho e PE Rio Turvo. Uma problemática referente à deficiência no monitoramento ambiental nesses ambientes tem sido alertada há tempos. Trajando e Bichuette (2006) já apontavam a urgência em definir formas mais eficientes de monitoramento para atingir seus objetivos de conservação. Segundo as mesmas autoras, esses ambientes são frágeis e delicados, com ecossistemas únicos, que podem exercer um importante papel no armazenamento estratégico de água, como a recarga de aquíferos, registros arqueológicos e geológicos. Sua proteção depende de ações de conservação tanto do entorno dessas cavidades, como do ambiente interno (TRAJANO; BICHUETTE, 2006).

Utilizar os programas de monitoramento ambiental em unidades de conservação a fim de envolver a sociedade na manutenção da biodiversidade e dialogar sobre a importância de áreas protegidas tem sido uma maneira eficaz de atingir os objetivos de conservação (ORTEGA-ÁLVAREZ et al., 2017). Tais ações auxiliam na funcionalidade dessas áreas, promovendo o desenvolvimento social e ambiental, bem como viabilizando a identificação de questões principais para estabelecer programas de monitoramento biológico baseados na comunidade (DANIELSEN et al., 2009).

Diante da insuficiência de recursos financeiros e humanos que essas áreas enfrentam, e dada a sua importância, estabelecer uma metodologia que possa vincular as comunidades humanas no monitoramento e conservação dessas áreas de proteção já existentes é primordial em termos sociais, ambientais e econômicos. Estes direcionamentos proporcionariam o aprimoramento do monitoramento nas UCs, visando um melhor desenvolvimento e operação de planos de manejo, tal como nas tomadas de decisão (ORTEGA-ÁLVAREZ et al., 2017).

Nesse sentido, a ciência cidadã desponta como um caminho promissor, reconhecida como uma abordagem flexível capaz de equilibrar muitas prioridades como educação, gestão ambiental, pesquisa e desenvolvimento social (FREITAG, 2016).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Propor recomendações para a implementação de um monitoramento ambiental de cavernas situadas em Unidades de Conservação com base nos princípios e diretrizes da ciência cidadã.

2.2. Objetivos específicos:

- Identificar experiências relacionadas ao monitoramento da biodiversidade em cavernas baseadas em ciência cidadã e elaborar um quadro de referências de boas práticas nacionais e internacionais relativas ao tema;
- Recomendar as melhores práticas para a implementação de monitoramento ambiental das atividades de uso público em cavernas para Unidades de Conservação por meio da ciência cidadã, seguindo as necessidades dos planos de manejos dos parques estaduais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Unidades de Conservação e o Uso Público

Uma área protegida pode ser definida como “um espaço geográfico claramente definido, reconhecido e manejado por instrumentos legais e outros meios efetivos, para atingir, a longo prazo, a conservação da natureza e dos serviços ecossistêmicos e valores culturais associados” (DUDLEY, 2008, p.2).

Em todo globo há cerca de 20 milhões de quilômetros quadrados de porções terrestres e aquáticas cobertas por áreas protegidas (UNEP/WCMC, 2018). Estes locais têm representado a estratégia central de conservação da biodiversidade, principalmente no que tange aos objetivos estabelecidos na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) para o ano de 2020 (JUFFE-BIGNOLI et al., 2014). Contudo, pesquisas apontam situações críticas em ecossistemas dentro de áreas protegidas que não atingiram seus objetivos básicos de conservação e enfrentam, inclusive, problemas no gerenciamento dessas áreas (WATSON et al., 2014).

No Brasil, o surgimento de áreas protegidas ocorreu tardiamente se comparado a outros países da América Latina. Apenas em 1937 foi criado o Parque Nacional de Itatiaia, três anos após a elaboração do primeiro Código Florestal (BRITO, 2003). Em 18 de julho de 2000, a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) pela lei 9.985/2000 permitiu criar um arcabouço legal adequado para direcionar a gestão das diversas categorias de Unidades de Conservação (IRVING; MATOS, 2006). Essas categorias abrangem diferentes tipos de uso e manejo (BRASIL, 2000), e são divididas em dois grupos principais: de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

Independente da classificação, o SNUC (BRASIL, 2000, artigo 27, § 1°) determina que:

> As unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo e devem abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

Os planos de manejo, junto aos objetivos gerais de uma unidade de conservação, serão os responsáveis por estabelecer o seu zoneamento, as normas que devem presidir o uso da área e qual o manejo que será adotado para os recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas básicas (BRASIL, 2000). Com isso, o Plano de Manejo constitui o principal instrumento de planejamento e gestão das Unidades de Conservação.

Embora o Brasil possua um total de 2.446 unidades de conservação em uma área total de 2.552.196,72 km² (MMA/CNUC, 2020), Godoy e Leuzinger (2015) pontuam que a efetiva implementação do SNUC enfrenta vários problemas. Dentre eles, lacunas na regularização fundiária das terras declaradas como unidades de conservação, falta de funcionários e de infraestrutura básica, ausência de plano de manejo ou planos de manejo não revisados, entre outros.

Em geral, as principais deficiências do sistema são resultado direto da falta de recursos financeiros suficientes para a implantação do SNUC (GODOY; LEUZINGER, 2015). Desde 2011 já se observava essa falta de investimento nas unidades de conservação, quando comparada a outros países com extensões territoriais similares de áreas protegidas (MEDEIROS, 2011).

Complementarmente, Da Silva et al. (2021) evidenciam o cenário em que o governo brasileiro investiu apenas 15,5% do total necessário para a manutenção das UCs federais. Ainda que a análise dos pesquisadores tenha sido feita no ano de 2016, a situação desde então não melhorou para as UCs brasileiras.

A lacuna de financiamentos tem se agravado com cortes cada vez maiores no orçamento. Entre os anos de 2017 e 2018 a redução de verba destinada a unidades de conservação federais foi cerca de 15,7 milhões segundo os dados da Siafi/Tesouro Nacional (WWF, 2018). Já em 2019 essas unidades sofreram um corte em torno de 45 milhões de reais, 26% a menos de acordo com o decreto n° 9741/2019 e dados do Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento (SIOP) (WWF, 2019).

Tais déficits apresentam um desafio para a gestão das UCs, uma vez que seu orçamento não condiz com os benefícios inegáveis que essas áreas proporcionam para a sociedade (YOUNG; MEDEIROS, 2018). Os Parques, por exemplo, são a categoria mais antiga entre as UCs e, segundo o artigo 11 da Lei nº 9.985/2000, têm como função a "preservação dos ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas, realização de atividades educacionais e de interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico, por meio do contato com a natureza" (BRASIL, 2000).

No Estado de São Paulo, 60% dos Parques estão sob responsabilidade da esfera estadual, um total de 36 unidades (MMA/CNUC, 2020). A gestão dessas áreas vem tomando novos contornos, tendo em vista a Lei n°16.260, de 29 de junho de 2016, na qual o governo do Estado de São Paulo concede, em um período de 30 anos, algumas Unidades de Conservação a empresas privadas para exploração total ou parcial de uso ou serviços.

Ao refletirmos sobre a gestão das UCs, um aspecto fundamental é o uso público, principalmente para os Parques. De maneira geral, o uso público em áreas protegidas está associado a aproximação da sociedade a ambientes naturais, despertando o seu interesse sobre a sua conservação e servindo de oportunidade para desenvolver o aprendizado em contato com a natureza (MMA, 2007).

Na prática, os Parques possuem a função essencial de conservação da diversidade biológica, ao mesmo tempo que devem promover a visitação, com fins de educação e interpretação ambiental, recreação e turismo em contato com a natureza. Assim, os parques possuem a missão de compatibilizar proteção da biodiversidade e uso público (QUEIROZ; VALLEJO, 2017).

As atividades de visitação em parques têm aumentado nas últimas décadas em relação às outras categorias, o que requer o estabelecimento de diretrizes e normas adequadas, sempre respeitando o objetivo de conservação da natureza destinado à área em questão (VALLEJO, 2013; QUEIROZ; VALLEJO, 2017).

No entanto, muitas dessas áreas não têm estrutura para que o uso público ocorra de forma eficiente, considerando a preservação da biodiversidade e a satisfação dos usuários quanto às atividades de visitação. Assim, um caminho recomendado para que os gestores tenham a possibilidade de efetivar as ações contidas nos planos de manejo, está na consolidação de um uso racional, seguro, participativo e de baixo impacto das UCs (QUEIROZ; VALLEJO, 2017; IRVING; MATOS, 2006; GODOY; LEUZINGER, 2015).

3.3. Ambientes Subterrâneos, conservação e monitoramento ambiental

O meio subterrâneo ou hipógeo, compreende o conjunto de espaços interconectados do subsolo, de dimensões que podem variar da escala milimétrica a grandes cavidades acessíveis aos seres humanos, as “cavernas”, que podem ser preenchidas por água ou ar. São formados em rocha maciça, especialmente aquelas solúveis como os calcários, onde se forma a grande maioria das cavernas, ou em depósitos relativamente profundos de sedimentos clásticos (meio intersticial) (JUBERTHIE, 2000).

Dentre as características marcantes do meio hipógeo, há a originalidade faunística, elevado endemismo, além de isolamentos filogenéticos consequentes de eventos evolutivos únicos (GIBERT; DEHARVENG, 2002; TRAJANO; BICHUETTE, 2006; CULVER; PIPAN,

2009). Estes aspectos inserem o meio subterrâneo na classificação de *hotspot*, ainda que a riqueza de espécies não seja o principal fator (CULVER; SKET, 2000; DEHARVENG, 2005).

As cavernas geralmente apresentam umidade relativa alta e temperatura com pequenas variações, acompanhando a média anual da região, ausência permanente de luz na zona afótica e matéria orgânica frequentemente escassa, podendo ser importada do meio externo (CULVER, 1982; BARR; HOLSINGER, 1985). Este processo ocorre de forma inconstante, com o carreamento de detritos vegetais e animais por fluxo da água, através de aberturas e fendas nas rochas, assim como outras comunicações com o meio externo e sob a forma de guano de morcegos (BARR, 1967; TRAJANO; GNASPINI-NETTO, 1991). Tal conjunto de espaços interconectados forma diferentes habitats subterrâneos, nos quais pode ocorrer dispersão de espécies (CULVER, 1982).

Deste modo, aspectos de isolamento filogenéticos e a relação de dependência desses organismos com o meio hipógeo resultou em classificações como a de Schiner-Racovitza (1907), na qual os organismos subterrâneos são separados por características consequentes de eventos evolutivos únicos (TRAJANO; BICHUETTE 2006; CULVER; PIPAN, 2009).

Segundo Trajano e Bichuette (2006), os ecossistemas cavernícolas são frágeis e dependentes do ambiente epígeo (ambiente externo), seja pelo aporte de alimento e/ou manutenção das condições abióticas estáveis, como a temperatura e umidade relativa do ar. Além disso, organismos epígeos são importantes fontes para a colonização e até mesmos para a manutenção das populações do meio subterrâneo.

Por outro lado, os organismos subterrâneos geralmente não toleram fatores de estresse como alteração do hábitat, flutuações ambientais não-naturais, eutrofização e poluição química (TRAJANO; BICHUETTE, 2006). Assim, para que o ambiente subterrâneo seja preservado, é importante monitorar também todo o seu entorno, ou seja, o ambiente epígeo.

De acordo com a base de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio), o Brasil possui mais de 7 mil cavernas. Entretanto, sabe-se que esse dado ainda é subestimado, reflexo da carência de um levantamento sistemático do patrimônio espeleológico no território brasileiro, e representa apenas as cavernas já prospectadas com dados publicados. Portanto, apesar do potencial espeleológico brasileiro situar-se na faixa de algumas centenas de milhares de cavernas, menos de 5% das cavidades naturais subterrâneas brasileiras são conhecidas (PILÓ; AULER, 2011).

Mesmo com os avanços jurídicos, alguns especialistas alertavam para a falta de proteção dos ambientes subterrâneos, indicando que a única maneira eficiente para a conservação do patrimônio espeleológico brasileiro seria através da criação e implantação de unidades de

conservação de uso indireto, especialmente as de domínio público (PILÓ; AULER, 2011; SÃO PAULO, 2010a). Para tal, é imprescindível o estabelecimento de unidades de conservação a nível municipal, estadual e federal, ou mesmo particular, pois muitas das áreas cársticas[1] importantes ainda não foram contempladas (SESSEGOLO; THEULEN, 2001).

O SNUC, dispôs em seu artigo 2°, inciso VI, que o subsolo é considerado recurso ambiental e, em seu artigo 24, que "o subsolo e o espaço aéreo, sempre que influírem na estabilidade do ecossistema, integram os limites das unidades de conservação" (BRASIL, 2000). Mas é o Decreto Federal nº 6640/08, a IN/MMA no 2/09 e a IN/ICMBIO nº 1/17 que regulamentam o uso do patrimônio espeleológico brasileiro em si, estabelecendo categorias de relevância com base nas características físicas e biológicas de cavernas, para regulamentar a interferência humana nestes ambientes.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 347 de 10 de setembro de 2004, as UCs que possuem cavidades naturais subterrâneas destinadas à visitação pública necessitam de Planos de Manejo Espeleológico (PMEs). Embora esse documento defina o zoneamento e as normas de proteção e manejo adequado de cada caverna contemplada, a conservação das cavernas no Brasil apresenta uma ampla problemática no que diz respeito a metodologias de coleta no monitoramento ambiental e ao conhecimento até então incipiente da fauna cavernícola brasileira (SOUZA-SILVA et al., 2015).

No estado de São Paulo, o Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira (PETAR) foi criado em 1958 pelo Decreto nº 32.283. No final da década de 1970 e início dos anos 1980 aumentou a preocupação em torno do PETAR e região, resultando nos primeiros trabalhos de manejo ambiental e turístico das cavernas do Parque (SÃO PAULO/SMA, 1976; DE FIGUEIREDO, 2011).

Por intermédio de uma campanha coordenada pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), foi originado o 1º Simpósio Paulista de Espeleologia com a participação de diversas entidades civis e públicas (DE FIGUEIREDO, 2011). Destaca-se a presença de uma comissão da IUCN que sugeriu a declaração da área como reserva mundial. Mas, apesar de todos esses esforços, o PETAR só começou a ser implantado em 1983 com instalação de equipamentos de apoio à visitação, desapropriação de cerca de 1.000 ha no vale do Betari e com a designação de uma equipe responsável de caráter multidisciplinar (SÃO PAULO, 2010b).

Nesse período, houve algumas medidas de proteção envolvendo os ambientes subterrâneos do Vale do Ribeira. Dentre elas, a constituição da APA da Serra do Mar por meio

[1] Tipo de relevo originado pela dissolução das rochas, formando uma série de feições tais como cavernas, grutas, lapas, abrigos, dolinas, rios subterrâneos, paredões rochosos entre outros (SESSEGOLO; THEULEN, 2001).

do Decreto estadual 22.717/1984, bem como o tombamento da Serra do Mar em junho de 1985. Ambas abrangeram territórios com significativos patrimônios espeleológicos, representados pelo Parque Estadual Intervales, Área de Proteção Ambiental Quilombos do Médio Ribeira e áreas vizinhas com importantes sistemas cársticos (SÃO PAULO, 2010b).

O processo histórico da criação do Parque Estadual Intervales (PEI) se iniciou em 1986, quando o Governo do estado adquiriu a Fazenda Intervales que passou a constituir o patrimônio da Fundação Florestal (FF). Embora ainda não se integrasse às UC de proteção integral, a FF realizou um amplo programa integrado de apoio à pesquisa, desenvolvimento do ecoturismo e de educação ambiental, que culminou, mais tarde, na criação do Parque (SÃO PAULO, 2010a).

No mesmo ano, o Instituto Florestal e a SBE defiram propostas de manejo de cavernas e sítios arqueológicos no PETAR (DE FIGUEIREDO, 2011). Esse marco contribuiu em 1992 para a instituição de uma portaria com o propósito de regulamentar as atividades de uso público na UC. Posteriormente, a área onde se localiza o Parque Estadual do Jacupiranga, foi subdividida e ampliada em 2008, resultando na criação do Mosaico de Jacupiranga composto por três Parques Estaduais: Caverna do Diabo, do Rio Turvo e Lagamar de Cananéia e mais onze unidades de conservação de uso sustentável nas categorias APA, RDS e Resex (SÃO PAULO, 2010a).

Outros aspectos asseguraram, do ponto de vista legal e macro estratégico, a proteção ambiental do patrimônio espeleológico na região do Vale do Ribeira, como, por exemplo, o reconhecimento da área como Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, em 1991.

No campo da gestão de UC, destaca-se a elaboração dos PME do Parque Estadual Intervales e do PETAR, que envolvem diretrizes e estratégias voltadas à conservação, pesquisa e gestão do patrimônio espeleológico (SÃO PAULO, 2010b). Por fim, a elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico possibilitou reunir diferentes e significativas entidades e profissionais que atuaram e atuam no estudo e proteção das cavernas, tal como o zoneamento dessa importante região (SÃO PAULO, 2010a; SÃO PAULO, 2010b).

O uso público de cavernas para recreação, educação e pesquisa científica tem sido importante para o seu conhecimento e conservação (BOGGIANI, 2007). No estado de São Paulo, as cavernas da região do Vale do Ribeira de Iguape foram as primeiras a serem utilizadas com esta finalidade. Como mencionado anteriormente, essa é uma das principais regiões cársticas do Brasil e um geossítio espeleológico que abriga a maior concentração de cavernas do Estado com mais de 600 cavernas descobertas, além de um complexo histórico social, cultural e ambiental. A Caverna do Diabo, por exemplo, chegou a receber mais de oitenta mil

visitas ao ano na década de 1970 e uma média anual de vinte e sete mil visitas para os anos 2000 (SANTOS; TATTO, 2008; SÃO PAULO, 2010c).

O crescimento do uso recreativo das áreas naturais é um fenômeno social decorrente da existência de tempo livre, do desenvolvimento dos meios de transporte e do barateamento das viagens (BOULLON, 2006), aspectos estes favorecidos pela instituição de políticas públicas de incentivo à visitação de áreas naturais, mobilidade e os novos meios de comunicação (SILVERIO, 2014).

Contudo, a falta de planejamento e monitoramento constante tem ocasionado prejuízos a este ambiente. Para cavernas com uso público, como as avaliadas nos planos de manejo espeleológico dos parques paulistas, somente o monitoramento frequente e de longo prazo pode apontar modificações importantes e antecipar ações para evitar danos (BOGGIANI, 2007).

Atualmente, o monitoramento dos impactos visíveis de visitação em cavernas abarca fatores bióticos, físicos, climáticos e sociais. Trajano (2000) ressalta que o acompanhamento da diversidade subterrânea buscando entender seus padrões de estruturação, distribuição e abundância das espécies e identificação das ameaças é essencial para o planejamento de ações conservação, manejo e monitoramento da fauna em regiões naturais ou alteradas pelo homem, possibilitando selecionar áreas biologicamente representativas (TRAJANO, 2000).

O monitoramento consiste na avaliação de indicadores mensuráveis com objetivo de prevenir danos, reconhecer padrões e orientar ações de gestão e correção. É um método de avaliação do progresso do manejo e uma prática fundamental para a gestão do uso público (LEUNG, 2019). Assim, deve-se iniciar antes do desenvolvimento do uso público, permitindo obter parâmetros comparáveis em relação a fase de funcionamento das atividades, tal como após a sua desativação (SILVERIO, 2014; GROVES; GAMES, 2016).

Cabe ressaltar que os programas de monitoramento eficazes demandam um bom planejamento, seleção cuidadosa de indicadores e um compromisso de longo prazo com o financiamento, pessoal, equipamentos e infraestrutura para sua implementação (MILLER; TWINING-WARD, 2005; GITZEN, et al., 2012). Este processo exige análise dos resultados, planejamento de melhorias e disponibilização constante dos dados ao público (GITZEN, et al., 2012).

3.3. A Ciência Cidadã na conservação do meio ambiente

Há uma diversidade de definições atribuídas à Ciência Cidadã (CC). O termo foi criado em 1995 por Alan Irwin, na Inglaterra. Irwin (1995) empregou essas palavras para falar sobre uma "ciência democrática", desenvolvida e aprovada pelos próprios cidadãos, e enfatizar a responsabilidade da ciência para com a sociedade. Em 1996 nos EUA, Rick Bonney por sua vez, reformulou a CC para descrever projetos em que o público se envolve ativamente na investigação científica e na conservação ambiental.

A definição de Bonney é a que mais se aproxima da usada atualmente, vista como um processo no qual os cidadãos estão envolvidos na ciência como cientistas de fato (RIESCH; POTTER, 2014). Também é reconhecida como um conceito flexível que foi adaptado e ampliado para diversas situações e disciplinas. Sua rápida expansão no mundo presenteia os pesquisadores e voluntários com oportunidades únicas (BONNEY et al., 2016).

A multidisciplinaridade da CC tem sido marcante para a expansão do conhecimento científico (HILCHEY, 2011), permitindo a participação ativa dos cidadãos em atividades científicas gerando experiência, compreensão e novos conhecimentos tanto para a ciência quanto para o cidadão participante (RIESCH; POTTER, 2014; SULLIVAN et al., 2014).

No âmbito das ciências naturais, Cohn (2008) acredita que o termo cientista cidadão se refere a voluntários que muitas vezes participam como assistentes de campo em estudos científicos, ajudando a monitorar a biodiversidade ou outros aspectos socioambientais. Esse conjunto de cidadãos é constituído, em sua maioria, por cientistas leigos ou amadores que auxiliam nas pesquisas por amarem a natureza e a vida ao ar livre ou porque estão preocupados com as questões ambientais. Apesar de frequentemente não analisarem dados nem redigirem artigos científicos, esses cidadãos cientistas contribuem de maneira eficiente no levantamento de dados, cooperando para responder a perguntas científicas e do mundo real (COHN, 2008).

Por outro lado, Lakshminayanan (2007) acredita que o foco da ciência cidadã não está em utilizar os cidadãos como coletores de dados, mas na oportunidade dos cidadãos se comportarem como cientistas, incluindo os voluntários no gerenciamento e na entrega dos dados (SULLIVAN et al., 2014; LAKSHMINAYANAN, 2007).

Dessa forma, o nível de envolvimento dos voluntários é um aspecto importante nos projetos de ciência cidadã. Pensando nisso, Shirk et al. (2012) estabeleceram um sistema para categorizar essas iniciativas. A escala varia de envolvimento mínimo em projetos contratuais, onde as comunidades pedem aos pesquisadores profissionais para conduzir uma investigação científica específica e relatar os resultados, até um grau muito maior de gerenciamento de

projeto e liderança nas contribuições, no qual os voluntários conduzem pesquisas de forma independente, com vários graus de reconhecimento esperado pela ciência institucionalizada.

Os autores pontuam que os maiores e mais conhecidos projetos de ciência cidadã existem na segunda camada dessa categorização em "projetos contributivos que geralmente são elaborados por cientistas e para os quais os membros do público contribuem principalmente com dados" (SHIRK et al., 2012, p.11). Muitos dos "grandes desafios" em ecologia, como mudanças climáticas e conservação de espécies e habitat, são melhor apoiados por projetos contributivos, que podem coletar dados ambientais em grandes escalas geográficas (SHIRK et al, 2012).

Um outro lado da ciência cidadã está na comunicação, quando o cientista expõe os resultados da pesquisa ao público utilizando uma linguagem acessível e com metodologias didáticas, a fim de melhorar a compreensão dos participantes. Tal entendimento do processo e dos resultados é um aspecto fundamental, pois é por meio da participação de voluntários que se tem potencializado o levantamento de informações sobre espécies e seus habitats e, portanto, esses cientistas cidadãos tem o direito de compreender a utilidade dos dados gerados (RIESCH; POTTER, 2014).

A CC também está na interface entre ciência e cidadania, que expõe direitos e responsabilidades das partes envolvidas (MAMEDE et al., 2017). Se, por um lado, o cientista possui formação e habilidades para a coleta de informações e exercício de todas as fases do fazer científico, a fim de manter a integridade científica, por outro, ele não detém todas as condições, oportunidades e possibilidades reais para reunir dados de forma abrangente. Nesse sentido, ao ser estimulada a participação social, a ciência ganha aliados e pode cumprir mais facilmente alguns dos seus objetivos, como a conservação dos ambientes naturais, sua sociobiodiversidade e a construção de políticas públicas (RIESCH; POTTER, 2014; MAMEDE et al., 2017; EATON et al., 2017).

Dentre as áreas de contribuição da ciência cidadã, uma das mais frequentes tem sido a conservação dos recursos naturais, principalmente no monitoramento do meio ambiente ou da biodiversidade (EITZEL et al., 2017; FRITZ et al., 2019). Dentro do monitoramento ambiental há vários conceitos existentes devido as diferentes concepções do que seria o "meio ambiente", podendo englobar desde somente aspectos biofísicos até aspectos sociais. Para este último caso, destacamos duas afirmações:

> O meio ambiente consiste na interação de componentes abióticos (rochas, ar e água), bióticos (vegetal e animal) e sociais e econômicos (humanos), considerados, respectivamente, em meio físico, biótico e socioeconômico ou antrópico. (FORNASARI FILHO; BITAR, 1995 apud DA SILVA, 2000, p. 4)

> Sem um reconhecimento claro do amplo contexto social dentro do qual o processo de monitoramento está situado, e dos valores latentes da conservação que definem o objetivo final do monitoramento, mesmo os programas de monitoramento mais fortes tecnicamente estarão destinados a falhar.
> (GARDEN, 2010, p. 360 apud MAGNUSSON et al; 2013, p. 16)

Portanto, neste trabalho consideramos monitoramento ambiental para além das variáveis biofísicas, como as sociais, econômicas e institucionais, por exercerem influências sobre o meio ambiente (BITAR; ORTEGA, 1998; MAGNUSSON et al., 2013).

Segundo Spellerberg (2005), o monitoramento é definido como uma medição sistemática de variáveis e processos ao longo do tempo, sempre havendo um motivo específico para essa coleta de dados, como garantir que determinados padrões de qualidade estão sendo atendidos. Assim, o monitoramento ambiental se revela uma poderosa ferramenta para a gestão de uma área protegida. Seus dados e informações ajudam a detectar potenciais problemas e permitem reações antecipadas, quando as soluções ainda podem ser viáveis (PEREIRA et al., 2013; MAGNUSSON et al., 2013).

Nesse contexto, um conceito que existe dentro de CC é o "monitoramento de base comunitária" (MBC), definido como um processo em que diversas partes interessadas incluindo cidadãos, agências governamentais, pesquisadores e grupos comunitários colaboram para monitorar e responder a questões de interesse comum da comunidade. O MBC geralmente tem como objetivo promover a sustentabilidade, liderança do monitoramento por pessoas locais e o uso de dados para informar a tomada de decisão (WHITELAW et al., 2003).

Anteriormente às classificações de Shirk et al. (2012), Danielsen et al. (2009) estipularam cinco categorias (Quadro1) voltadas especificamente ao monitoramento ambiental, das quais apenas quatro envolvem a participação do público de fato: (1) Monitoramento inteiramente projetado e executado por profissionais; (2) Monitoramento projetado, orientado e analisado externamente por profissionais com somente a coleta de dados feitas pelas comunidades locais; (3) Monitoramento colaborativo envolvendo pessoas locais na coleta de dados e decisão de gestão com design e interpretação dos resultados por cientistas externos; (4) Monitoramento colaborativo com interpretação local de dados, nesse caso cientistas externos apenas fornecem aconselhamento e treinamento; (5) Monitoramento local autônomo, do projeto à coleta de dados, e decisões de gestão, são feitas de forma autônoma pelas comunidades locais.

Quadro 1. Diferentes categorias de monitoramento ambiental considerando o nível de participação dos voluntários.

CATEGORIA DE MONITORAMENTO	COLETA DE DADOS PRIMÁRIOS	ANÁLISE DOS DADOS E DECISÕES
1. Tradicional; sem participação	Profissionais	Profissionais
2. Conduzido externamente	Profissionais e pessoas locais	Profissionais
3. Monitoramento colaborativo	Pessoas locais com orientações de profissionais	Profissionais e pessoas locais
4. Monitoramento colaborativo	Pessoas locais com orientações de profissionais	Pessoas locais
5. Monitoramento local autônomo	Pessoas locais	Pessoas locais

Fonte: Traduzido de DANIELSEN et al., 2009.

A aplicação de qualquer uma dessas categorias irá depender do contexto local, tipos de gestão e recursos disponíveis, visto que cada uma possui um custo diferente para diferentes partes envolvidas. A categoria dois é uma das mais utilizadas nos trabalhos de monitoramento ambiental, apresentando custos médios para os *stakeholders*, bem como uma acessível implementação e acesso aos dados (DANIELSEN et al., 2009).

No contexto brasileiro, o termo "monitoramento participativo da biodiversidade" (MPB) é utilizado analogamente ao MBC. A publicação do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ, 2019) descreve casos no período de 2013 à 2017 relacionados ao Projeto de Monitoramento Participativo da Biodiversidade em Unidades de Conservação da Amazônia do ICMBio. O projeto é resultado de diversas parcerias que visam o fortalecimento social no monitoramento da biodiversidade e na gestão de unidades de conservação.

O MPB prevê a participação das mesmas partes interessadas que o monitoramento de base comunitária, sendo o enfoque as comunidades locais e/ou tradicionais[2]. Prevê também a participação na construção de protocolos científicos, coleta de dados, interpretação de resultados e avaliações. As ações desses projetos foram estruturadas de modo a representarem

[2] Povos e Comunidades Tradicionais: "grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição" (Decreto nº 6.040/2007).

redes institucionais e comunitárias capazes de auxiliarem na implementação e continuidade do monitoramento e, portanto, subsidiar a gestão participativa das UC (IPÊ, 2019).

Diante da diversidade de termos e projetos que a Ciência Cidadã pode contemplar, o grupo de pesquisadores da Associação de Ciência Cidadã Europeia (ECSA) publicou o documento 'Compartilhamento de melhores práticas e capacitação para ciência cidadã' com o propósito de elucidar diferentes visões da ciência cidadã e direcionar projetos nesse tema. Essa publicação visa facilitar o intercâmbio de conhecimento, experiência, inovação e lições aprendidas no campo da ciência cidadã, tanto dentro quanto fora da ECSA. Nela estão listados os 10 princípios ou características que sustentam projetos de ciência cidadã:

> 1. Os projetos de ciência cidadã envolvem ativamente os cidadãos nas atividades científicas o que gera novo conhecimento e compreensão. Os cidadãos podem atuar como contribuidores, colaboradores ou como líderes de projetos e assumir um papel significativo no projeto.
> 2. Os projetos de ciência cidadã produzem genuínos resultados científicos. Por exemplo, respondendo a uma pergunta de investigação ou colocando em prática ações de conservação, decisões de gestão ou políticas ambientais.
> 3. Tanto os cientistas como os cidadãos cientistas beneficiam da sua participação nos projetos de ciência cidadã. Os benefícios podem incluir a publicação de resultados da investigação, oportunidades de aprendizagem, prazer pessoal, benefícios sociais, satisfação através do contributo em evidências científicas para, por exemplo encontrar respostas para questões com relevância local, nacional ou internacional e, desta forma, influenciar políticas nesta área.
> 4. Os cidadãos cientistas podem, caso queiram, participar em várias etapas do processo científico. O que pode incluir o desenvolvimento de uma questão científica, o delinear dos métodos a utilizar, a recolha e análise dos dados e a comunicação dos resultados.
> 5. Os cidadãos cientistas recebem feedback do projeto. Sobre, por exemplo, como os dados recolhidos estão a ser usados e quais os resultados no campo da investigação, política e sociedade.
> 6. A ciência cidadã é considerada como abordagem de investigação como qualquer outra, com limitações e enviesamentos que devem ser considerados e controlados. Contudo, ao contrário das abordagens científicas tradicionais, a ciência cidadã providencia oportunidades para um maior envolvimento do público e uma democratização da ciência.
> 7. Dados e metadados resultantes de projetos de ciência cidadã são tornados públicos e sempre que possível publicados num formato de acesso livre. A partilha de dados pode acontecer durante ou depois do projeto, a menos que existam motivos de segurança e privacidade que o impeçam.
> 8. O contributo dos cidadãos cientistas é reconhecido publicamente nos resultados dos projetos e nas publicações.
> 9. Os programas de ciência cidadã são avaliados pelos seus resultados científicos, qualidade dos dados, experiência para os participantes e abrangência dos impactos sociais e políticos.
> 10. Os responsáveis de projetos de ciência cidadã têm em consideração questões legais e éticas relativas ao copyright, propriedade intelectual, acordos sobre partilha de dados, confidencialidade, atribuição e impacto ambiental de qualquer atividade (ECSA, 2015 p.1).

Esses princípios também têm como objetivo desafiar a comunidade de praticantes da ciência cidadã. Enquanto alguns são passíveis de serem implementados em todos os projetos de

ciência cidadã, outros são mais desafiadores para incorporar e requerem um maior investimento de tempo e recursos para serem cumpridos, sendo o contexto local um grande fator limitante (ROBINSON et al., 2018).

No Brasil, apesar de não haver registro da utilização do documento da ECSA, os dados disponíveis de projetos de ciência cidadã evidenciam que há um comprometimento e apoio de cidadãos cientistas na geração de conhecimento sobre a biodiversidade regional. Tais informações são vinculadas ao exercício de cidadania e à transformação crítica de pensamentos e conduta, pilares importantes de uma educação ambiental consciente e transformadora (MAMEDE et al., 2017).

De maneira histórica, a inclusão social no contexto brasileiro passou a ser considerada no processo de proteção da natureza a partir do período de redemocratização do país. O SNUC (2000) prevê instrumentos de participação social para gestão das unidades de conservação, reafirmados pelos princípios do Plano Nacional de Áreas Protegidas de 2006 (IRVING et al., 2007). Apesar de recente, projetos brasileiros passaram a reconhecer que o envolvimento de diferentes atores nas tomadas de decisão pode, além de ampliar o apoio social às áreas protegidas, promover diferentes perspectivas sobre questões, problemas e oportunidades.

Em um levantamento no site governamental do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr), evidenciou-se 26 programas cadastrados que utilizam explicitamente o termo "ciência cidadã" para ações voltadas ao monitoramento ambiental (Quadro 2).

Quadro 2. Programas de ciência cidadã cadastrados no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr).

Projetos	**Quem são os participantes?**	**O que monitoram?**	**Como?**
Eco Inovação e Cidadania digital: mapeamento das espécies do cerrado	Estudantes locais	Flora do cerrado	Plataforma tecnológica para dispositivos móveis
Expedição Naturalista	Crianças e Adolescentes	Fauna e Flora	Registro foto-biográfico

Biofaces*	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (mamíferos, anfíbios, aves, répteis, invertebrados e peixes)	Plataforma online, em formato similar a uma rede social, onde o usuário compartilha registros da vida selvagem.
Anfíbios de bromélia	Comunidade local: moradores rurais e urbanos de Santa Teresa (ES)	Fauna (anfíbios viventes em bromélias)	Envio de fotos desses habitantes de bromélia
A água deste rio é boa? Quem vive nele te conta!	Professores e estudantes de escolas de ensino básico	Hídrico- rios urbanos	Metodologia simplificada cientificamente validada podendo ser efetivamente utilizada para superar tanto a carência de monitoramento ambiental de corpos d'água como a busca pela sustentabilidade.
Guardiões da Chapada	Voluntários (Qualquer pessoa)	Polinizadores	Fotos da interação flor-visitante floral para o site
Oia a Onça	Produtores rurais, extensionistas, protetores de animais, pesquisadores de campo e amantes da natureza	Onças	Aplicativo com registros fotográficos
Amigos da Onça	Turistas e moradores locais	Fauna (onças)	Aplicativo com registros fotográficos
Wikiaves	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (aves)	Conteúdo interativo no site
AeTrapp	Voluntários (Qualquer pessoa- morador)	Fauna (populações de mosquitos Aedes, vetores de zika, dengue, chikungunya e febre amarela urbana)	Sistema AeTrapp consistirá em um aplicativo para Android e IOS por fotos
Portal de Zoologia de Pernambuco	Voluntários (habitantes, estudantes, professores, pesquisadores, universitários)	Fauna (animais selvagens)	Plataforma online
Cidadã Cientista	Voluntários (Qualquer pessoa- morador)	Fauna (aves)	Avistamentos por pessoas comuns e cientistas treinados em conjunto
Táxeus	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna	Plataforma online
Blue Change (BC)	Pesquisadores e sociedade	ambientes marinhos e costeiros	Treinamento

1. BC (geração do lixo plástico)	Alunos do ensino médio da Escola Estadual Santa Rita	Resíduos sólidos	Capacitação/treinamento
2. BC Recreio Limpo Lab	Jovens e adultos voluntários, Crianças entre 6 e 12 anos, voluntárias dos eventos Movimento Recreio Limpo.	Resíduos sólidos	Coleta de dados pelos frequentadores da praia
Brydes do Brasil	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (baleias-de-bryde)	Base de dados de baleias-de-bryde por fotografias
Sistema Urubu	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (atropelamento)	Aplicativo (Urubu Mobile)
Ciência Cidadã - UFABC	Voluntários (professores, alunos, turistas, entre outros)	Resíduos sólidos; serviços ecossistêmicos; ecologia urbana e marinha	Treinamento e questionários
Eu Vi Uma Ave Usando Pulseira?!	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (aves)	Postagem em redes sociais (Facebook e Instagram) por meio de grupos e tags
Exoss	Astrônomos profissionais e amadores associados - vínculo com instituições científicas	Meteoros e bólidos	Envio de dados por meio do site do projeto; cadastro
Ecoa	Moradores de assentamentos	Restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs)	Aplicativo chamado ExCities com quesionário interativo
Atlas de registros de aves brasileiras	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (aves)	Site do projeto com cadastro do participante
Onda estão as baleias e os golfinhos?	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna (baleias e golfinhos)	Grupo no Facebook para troca de informações dos voluntários e pesquisadores
Sistema de Informação em Saúde Silvestre	Voluntários e pesquisadores	Agentes patógenos	Aplicativo

SOS Fauna Silvestre Atropelada Manaus e Região Metropolitana	Voluntários (Qualquer pessoa)	Fauna Silvestre	Registro fotográfico

Fonte: Elaborado pela autora. Dados Retirados do site do SIBBr.

Em muitas plataformas colaborativas de dados mundiais, como Biofaces©, eBird©, WikiAves© e Táxeus©, por exemplo, há dados da biodiversidade brasileira provenientes de programas e projetos de conservação ambiental que têm sido desenvolvidos no Pantanal e contam com a participação de voluntários aplicando protocolos de pesquisa e disponibilizando as informações geradas (MAMEDE et al., 2017). Assim, a ciência cidadã tem se mostrado uma ferramenta de retroalimentação positiva na geração de conhecimento científico sobre a biodiversidade, mesclando direitos e responsabilidades que se vinculam ao conceito de cidadania.

Uma iniciativa em curso é a criação do "Movimento Ciência Cidadã", uma ação colaborativa proposta por praticantes e estudiosos brasileiros com intuito de reunir ideias e experiências, a fim de elaborar diretrizes cientificamente embasadas e socialmente relevantes para consolidar a CC no Brasil (EITZEL et al., 2017). Segundo o site da organização, a finalidade é suscitar um processo no qual o cidadão participante se perceba mais cientista, e o cientista especializado se torne mais cidadão.

Essa proposta entende que, para além de uma maior aproximação com as pessoas, um caminho fundamental para uma sociedade desenvolvida consiste no reconhecimento e assimilação da ciência enquanto instrumento para políticas públicas, implicando retorno mais direto e evidente das pesquisas à sociedade e de forma mais compreensível pela população (MCKINLEY et al., 2015; EITZEL et al., 2017; KOBORI et al., 2018).

Ainda que promissor, alguns aspectos da CC demandam adaptações para cada contexto socioambiental, como a definição do público de interesse e o rigor requerido pela pesquisa (CONRAD; HICHEY, 2011; BONNEY et al., 2015). Tais recomendações levam em conta o método científico, as limitações do ambiente, o tipo e a sistematização de dados coletados, bem como os mecanismos utilizados para torná-los público (CONRAD; HICHEY, 2011; BONNEY et al., 2015; KOBORI et al., 2018).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho utilizou três métodos principais para atingir os objetivos pretendidos (Quadro 3). A primeira etapa consistiu em uma (a) Revisão Bibliográfica Sistemática para obter uma lista de boas práticas sobre a Ciência Cidadã no monitoramento ambiental. Essas informações foram utilizadas para estruturar a coleta de dados por meio de (b) questionários direcionados à especialistas da área, de modo a verificar a viabilidade dessa abordagem para o contexto brasileiro. Para tal, todos resultados passaram por uma (c) análise de conteúdo com a finalidade de propor recomendações.

Quadro 3. Quadro geral de métodos para cumprir os objetivos.

OBJETIVOS	OBJETIVOS ESPCÍFICOS	MÉTODOS
PROPOR RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MONITORAMENTO AMBIENTAL DE CAVERNAS SITUADAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COM BASE NOS PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DA CIÊNCIA CIDADÃ.	Identificar experiências relacionadas ao monitoramento da biodiversidade em cavernas baseadas em ciência cidadã e elaborar um quadro de referências de boas práticas nacionais e internacionais relativas ao tema;	Revisão bibliográfica sistemática realizada com base nas Diretrizes para Revisão Sistemática e Síntese de Evidências em Gestão Ambiental (COLLABORATION FOR ENVIRONMENTAL EVIDENCE, 2013);
	Direcionar as melhores práticas para a implementação de monitoramento ambiental das atividades de uso público em cavernas para Unidades de Conservação por meio da ciência cidadã, seguindo as necessidades dos planos de manejos dos parques estaduais.	Pesquisa documental, entrevistas semiestruturadas ou questionários e observação direta (STAKE, 2011). Análise de conteúdo (BARDIN, 2009). Consulta à especialistas da área de espeleologia e monitoramento ambiental com as comunidades do Vale do Ribeira.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.Fundamentação teórica

4.1.1. Revisão bibliográfica sistemática

A Revisão bibliográfica sistemática (RBS) tem sua origem na necessidade de informar a melhor alternativa no processo de tomada de decisão a partir das evidências disponíveis (CEE, 2013; COOK; POSSINGHAM; FULLER, 2013). Para tal, tem de ser conduzida seguindo uma metodologia clara e passível de ser reproduzida por outros pesquisadores, de modo que os estudos incluídos sejam primários, contenham objetivos, materiais e métodos claramente explicitados (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

De maneira geral, a RBS é um método de síntese da evidência que tem por objetivo responder uma pergunta específica da forma mais precisa possível e de maneira imparcial (CEE, 2018). O método consiste em coletar informações confiáveis presente na literatura, avaliar criticamente, sintetizar todas as evidências disponíveis relevantes para responder à pergunta de interesse e divulgar os resultados de modo a otimizar os recursos dispendidos (HADDAWAY; BILOTTA, 2016). Esse rigor metodológico minimiza a subjetividade da análise e melhora a transparência e a replicabilidade dos resultados obtidos, tornando-a menos suscetível a erros que os demais formatos de revisão possuem (COOK; POSSINGHAM; FULLER, 2013; PULLIN; STEWART, 2006).

As etapas contempladas pela RBS são: (1) formulação da pergunta norteadora; (2) identificação dos elementos-chaves ou termos de busca nas plataformas indexadas; (3) Definição das estratégias de busca; (4) Critérios de elegibilidade que serão utilizados para filtrar, como idiomas e áreas de estudos; (5) Triagem dos trabalhos relevantes pelo título, resumo e palavras-chaves; (6) Codificação e extração dos dados importantes em planilhas; (7) Síntese desses dados (PULLIN; STEWART, 2006).

Ainda, o guia da CEE[3] destaca alguns exemplos de pesquisa apropriada para o uso da RBS, dentre eles está a "necessidade de se mapear o quanto de conhecimento científico já foi produzido em relação um tema específico" (CEE, 2013), caso que se aplica a este trabalho.

3 Para saber mais vide: http://www.environmentalevidence.org/. O site contém recursos abertos para acessar as evidências ambientais mais confiáveis e apoiar a realização de uma síntese de evidências rigorosa.

4.1.2. Questionários

Segundo Gil (1999, p.128) o questionário pode ser definido "como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.". Assim, nas questões de cunho empírico, o questionário é uma técnica útil para coletar as informações presentes em um contexto determinado.

Dentre as vantagens do questionário sobre as demais técnicas de coleta de dados apontadas por Gil (1999), temos: a) possibilita atingir grande número de pessoas, mesmo que estejam dispersas numa área geográfica muito extensa, já que o questionário pode ser enviado via e-mail; b) implica menores gastos com pessoal, dado que o questionário não exige o treinamento dos pesquisadores; c) garante o anonimato das respostas; d) permite que as pessoas o respondam no momento em que julgarem mais conveniente; e) não expõe os pesquisadores à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado. Por outro lado, o autor aponta pontos negativos da técnica: a) exclui as pessoas que não sabem ler e escrever, o que, em certas circunstâncias, conduz a graves deformações nos resultados da investigação; b) impede o auxílio ao informante quando este não entende corretamente as instruções ou perguntas; c) impede o conhecimento das circunstâncias em que foi respondido, o que pode ser importante na avaliação da qualidade das respostas; d) não oferece a garantia de que a maioria das pessoas devolvam-no devidamente preenchido, o que pode implicar a significativa diminuição da representatividade da amostra; e) envolve, geralmente, número relativamente pequeno de perguntas, porque é sabido que questionários muito extensos apresentam alta probabilidade de não serem respondidos; f) proporciona resultados bastante críticos em relação à objetividade, pois os itens podem ter significados diferentes para cada sujeito pesquisado (GILL, 1999).

Segundo Gill (2011), um ponto de extremada relevância entre os aspectos positivos é, sem dúvida, o baixo custo do questionário. Neste aspecto financeiro, o questionário pode funcionar como uma ferramenta "democratizadora" da pesquisa.

Para alguns autores, a pergunta que se pretende fazer é até mais importante que a resposta em si. Tendo isto em mente, o cuidado na construção das perguntas que comporão o questionário é imprescindível, pois é delas que se conseguirá, ou não, obter os dados mais adequados para a produção e inferências do estudo (MARCONI; LAKATOS, 1999; GIL, 2011).

4.1.3. Análise de conteúdo

O método de análise de conteúdo é definido por Bardin (2011, p. 48) como:

> Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Segundo a autora, a função primordial da análise do conteúdo é o desvendar crítico e empregar a objetividade nas análises, superando possíveis vieses presentes na leitura individual (BARDIN, 2011). Esta técnica propõe analisar o que é explícito no texto para obtenção de indicadores que permitam fazer inferências, seguindo as etapas de pré-análise (organização), exploração do material (codificação e categorização), tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 2011). Assim, a análise do conteúdo é tida como um método empírico que prevê:

(1) Pré-análise: momento de construção da estratégia teórico-metodológica da pesquisa, quando fundamentais etapas são definidas como a escolha do referencial teórico e documental, a hipótese e os objetivos, bem como os indicadores (componentes) que servirão para agregar os resultados da pesquisa;

(2) Exploração do material: etapa que consiste em praticar o que foi estipulado anteriormente. Trata-se de cumprir com paciência e rigor metodológico os encaminhamentos tomados para a codificação e enumeração, quase que de uma forma mecânica;

(3) Tratamento dos resultados obtidos e interpretação: etapa final, decodificadora e interpretativa. Nesta etapa os objetivos propostos são confrontados com os resultados obtidos, a fim de se saber se aqueles foram alcançados ou o decorrer da pesquisa apontou para outras respostas e desafios não previstos, mas não menos relevantes, e que digam respeito à profundidade do tema abordado.

4.2.Aplicação dos métodos

4.2.1. Identificação de boas práticas da ciência cidadã

A utilização do método de Revisão Bibliográfica Sistemática teve por objetivo responder a seguinte pergunta: “Qual a contribuição da Ciência Cidadã para o monitoramento ambiental em áreas protegidas?”. As etapas da RBS seguiram as recomendações disponíveis no “Guia de orientações para revisões sistemáticas na gestão ambiental” (CEE, 2013).

Após a definição da pergunta norteadora, foram estabelecidas premissas para guiar a identificação e seleção de documentos relevantes. Esse passo consistiu em coletar dados através das bases de dados indexadas, como *SciVerse Scopus* e *Clarivate Analytics Web of Science*, por escolha de palavras-chaves ou termos de busca que fossem embasados na pergunta a ser respondida, estabelecendo critérios para a sua seleção. Para tanto, foi empregada a seguinte fórmula nas plataformas: ("citizen science" OR "community-based monitoring") AND ("protected area*" OR "natural heritage*").

O esforço amostral para obter resultados relevantes e confiáveis para a pesquisa foi concentrado nos anos de 2006 a 2019. Na primeira fase (triagem), foram analisados os documentos pelo título, palavras-chaves e resumo utilizando-se o software *Zotero*, selecionando-os de acordo com os seguintes critérios pré-estabelecidos de elegibilidade: 1) idioma - somente em português, inglês ou espanhol; 2) área do conhecimento – somente documentos da área ambiental e/ou social; 3) acesso - somente artigos de acesso aberto ou acesso disponível autorizado às instituições participantes do portal de periódicos da CAPES; 4) relevância – somente documentos que respondessem à pergunta norteadora.

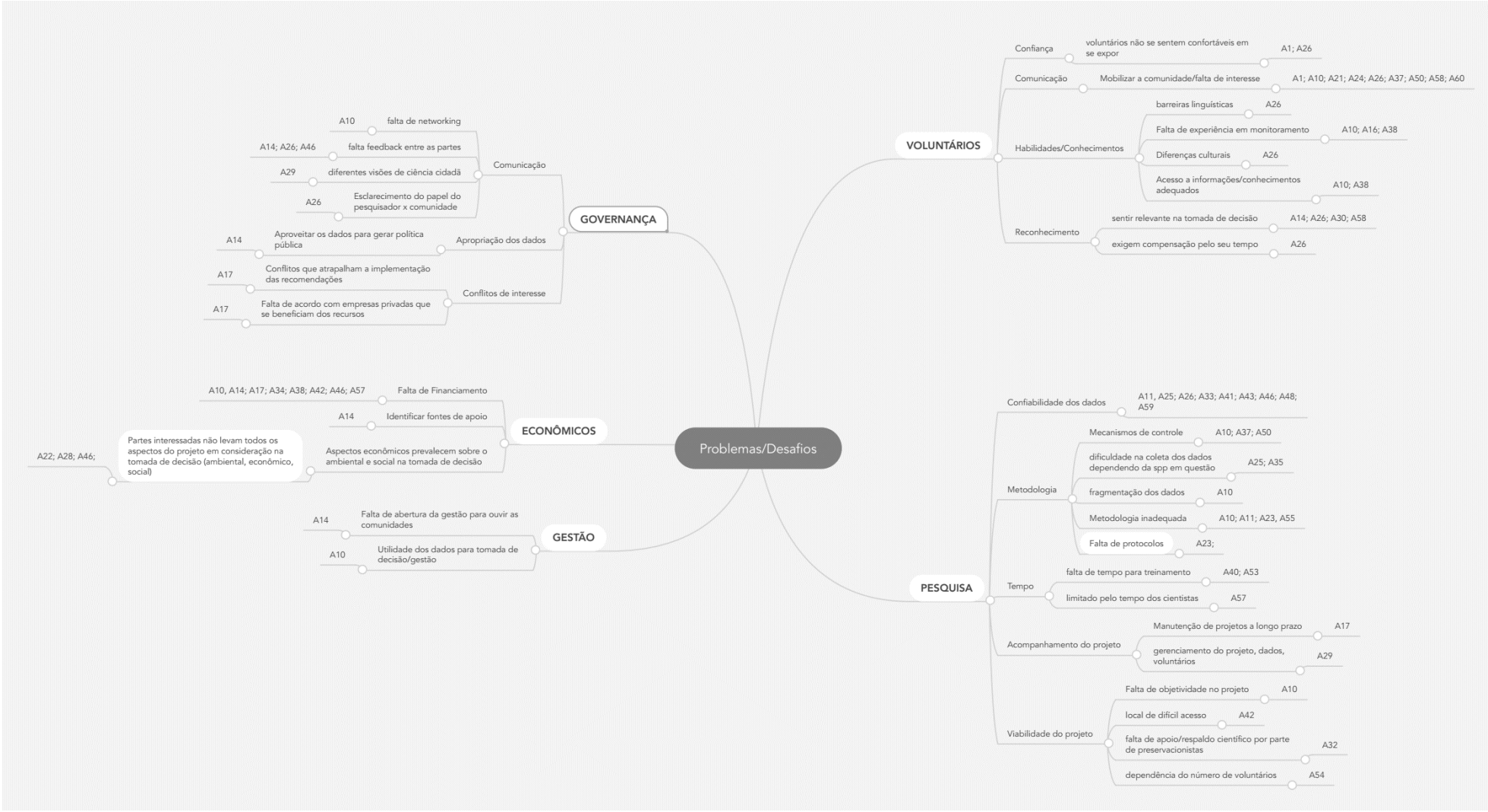
A segunda fase consistiu na leitura completa dos artigos que passaram pela fase de triagem, resultando na identificação das boas práticas da ciência cidadã em áreas protegidas. As informações obtidas nos documentos foram organizadas em tabelas do *Excel*. Nesta fase do trabalho foi empregado o método de análise de conteúdo qualitativa *a posteriori* para tratar e interpretar as informações extraídas (BARDIN, 2011).

Os artigos analisados foram reorganizados na plataforma dinâmica *MindMeister*, de modo a facilitar a visualização dos resultados conforme as categorias definidas durante a análise de conteúdo (Figura 1,2 e 3), a saber: Desafios, Recomendações e Vantagens. Cada categoria foi dividida em subcategorias referentes à: voluntários, pesquisa, governança, economia e gestão do parque. Tal organização facilitou a elaboração de uma tabela na qual foram listadas

as recomendações e boas práticas (Apêndice A), que serviu de base para a elaboração dos questionários.

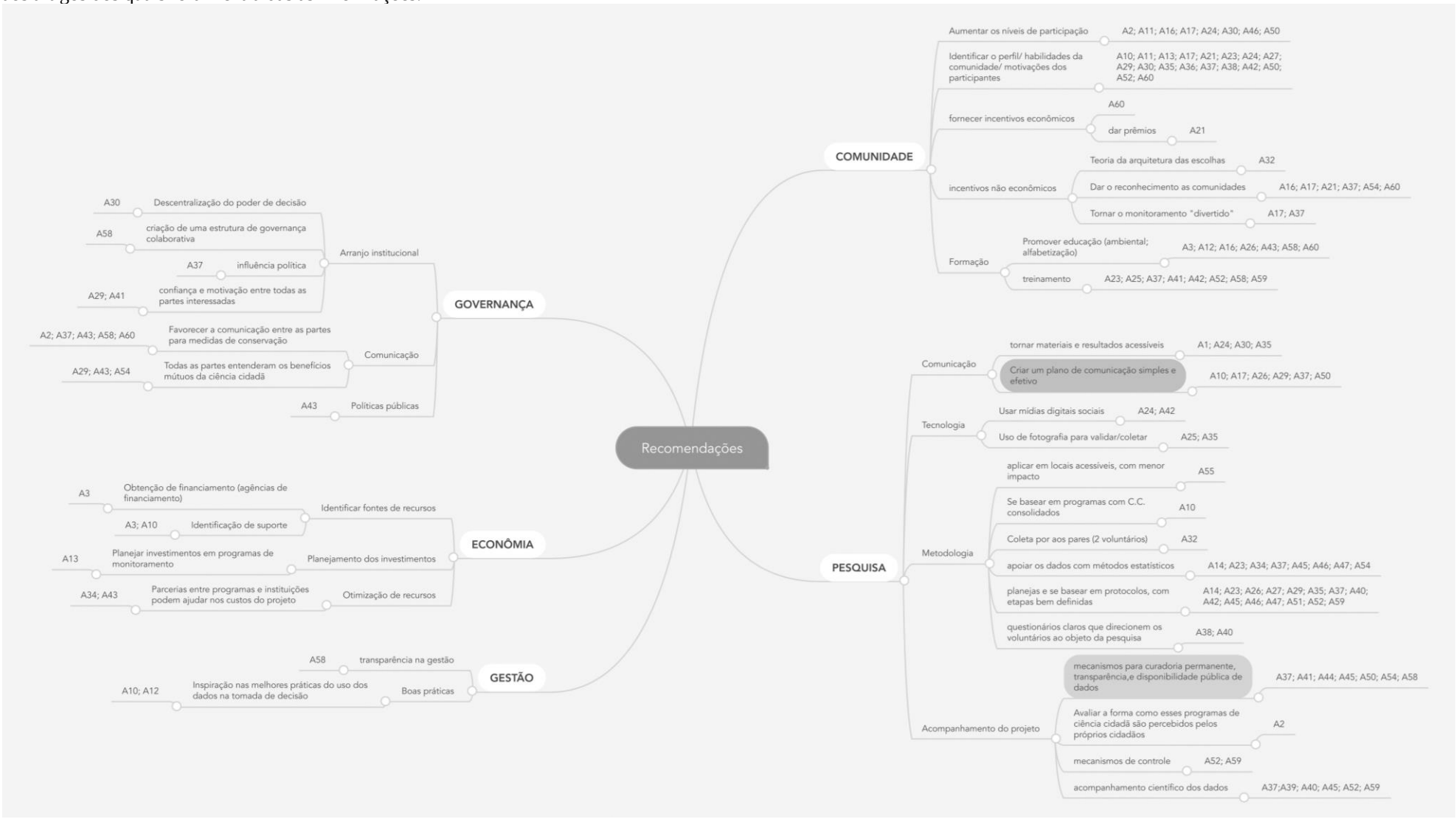
Neste trabalho, foram considerados: (i) voluntários: todos os tipos de cientistas cidadãos envolvidos em projetos de ciência cidadã; (ii) pesquisa: aspectos referentes à otimização de tempo e recursos (humanos, infraestrutura e tempo) de pesquisa e/ou complementariedade e auxílio à etapas da pesquisa tradicional; (iii) governança: o envolvimento de todos os *stakeholders* ou pessoas envolvidas no projetos em aspectos referentes à tomada de decisão; (iv) economia: fatores que promovem a otimização e gestão dos recursos financeiros e de pessoal do projeto de ciência cidadã como um todo; (v) gestão do parque: aspectos que auxiliam em funções administrativas, de funcionamento ou operacionais das unidades de conservação.

Figura 1. Organização dos documentos analisados em subcategorias da categoria “Problemas e Desafios” na plataforma *MindMeister*. Os códigos (ex.: A10, A23...) correspondem aos artigos dos quais foram extraídas as informações.



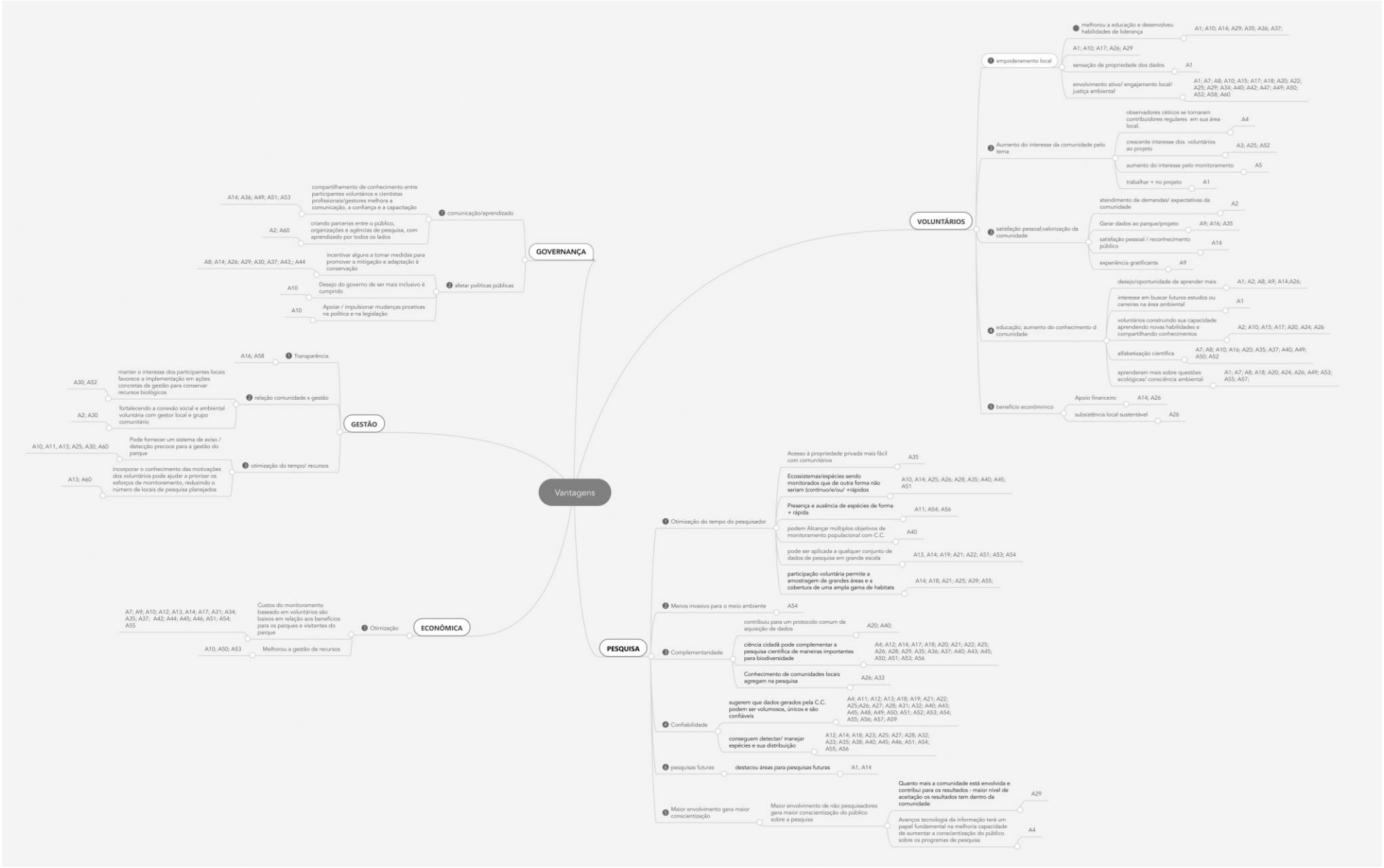
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 2. Organização dos documentos analisados em subcategorias da categoria “Recomendações” na plataforma *MindMeister*. Os códigos (ex.: A10, A23...) correspondem aos artigos dos quais foram extraídas as informações.



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 3. Organização dos documentos analisados em subcategorias da categoria “Vantagens” na plataforma *MindMeister*. Os códigos (ex.: A10, A23...) correspondem aos artigos dos quais foram extraídas as informações.



Fonte: Elaborada pela autora.

4.2.2. Aplicação de questionários aos pesquisadores e adaptações da abordagem da ciência cidadã para o contexto brasileiro de cavernas

A partir da lista de boas práticas elaborada por meio da RBS, foram estruturados questionários com perguntas semiabertas e abertas aplicados a duas categorias de especialistas: (1) pesquisadores espeleólogos que trabalham com monitoramento ambiental em cavernas; (2) pesquisadores [4] que trabalham com monitoramento ambiental participativo junto às comunidades do Vale do Ribeira.

A triagem inicial de pesquisadores ocorreu através da plataforma Lattes, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do site da Sociedade Brasileira de Espeleologia, com o critério para grupos cadastrados no Estado de São Paulo, reunindo os e-mails disponíveis para um primeiro contato.

Em termos de estrutura do questionário, foi apresentada uma definição e contextualização da ciência cidadã no mundo, com suas principais potencialidades. As oito perguntas foram formuladas utilizando as informações das categorias (1) vantagens, (2) desafios e (3) recomendações. As cinco perguntas iniciais foram comuns a ambos os grupos, por se tratar de aspectos básicos para um projeto de ciência cidadã. Para o primeiro grupo, as três perguntas restantes foram focadas nas melhores práticas pertinentes às adaptações metodológicas de pesquisa necessárias para a implementação de um projeto de pesquisas baseadas na ciência cidadã identificadas na RBS. Já para o segundo grupo, as três perguntas finais do questionário foram centradas nos aspectos relacionados às boas práticas relativas às comunidades locais ou não-cientistas participantes do monitoramento.

Na etapa de coleta de dados foi utilizada a plataforma interativa de questionários online *Typeform*, em um prazo de dois meses para retorno de respostas. Após esse período, os resultados dos questionários foram organizados em planilha e separados de acordo com as categorias da RBS, com o intuito de comparar quais das boas práticas da literatura os respondentes consideram relevantes e identificar novas possibilidades. O processo de análise qualitativa dos dados seguiu o método da análise de conteúdo, extraindo as respostas em planilhas e classificando-as de acordo com as categorias pré-definidas na revisão bibliográfica sistemática.

[4] Os estudos dos indivíduos desse grupo não envolvem pesquisas em ambientes de cavernas. O contato com este grupo se deu por meio de uma indicação externa.

Cabe ressaltar que a etapa de aplicação dos questionários online aos pesquisadores foi realizada após a aprovação pelo comitê de ética na Plataforma Brasil (CAAE: 30608820.2.0000.5390).

A fim de adaptar a abordagem da ciência cidadã para o monitoramento das atividades de uso público em cavernas, foram utilizados quatro planos de manejo que trazem informações pertinentes ao contexto socioeconômico do Vale do Ribeira, bem como os dados sobre os indicadores ambientais de uso público. Tais informações foram retiradas do site da Fundação Florestal, referente aos planos de manejo dos Parques Estaduais: PE Carlos Botelho, PE Intervales, PE Turístico Alto do Ribeira e PE Caverna do Diabo.

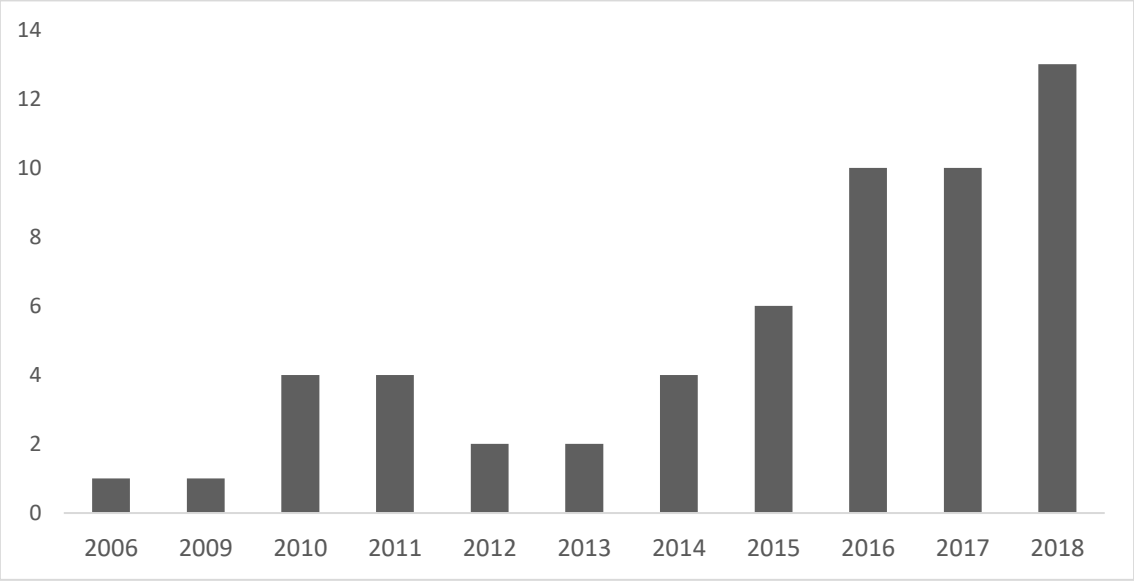
Os demais dados socioeconômicos e ambientais necessários para embasar as discussões dos resultados, foram extraídos das plataformas governamentais do ICMBio, CECAV, CNC (Cadastro Nacional de Cavernas) e IBGE.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1.Revisão Sistemática Bibliográfica

Na primeira etapa da RBS foram obtidos 300 artigos provenientes das plataformas *Web of Science* e *Scopus*. Por meio da aplicação dos critérios de elegibilidade foram excluídos 140 artigos, restando 60 para leitura na íntegra. A análise de informações desse escopo final de artigos mostrou que o interesse pelo tema de ciência cidadã em áreas protegidas vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. No período de 2009-2019 foi encontrado um número crescente de publicações abordando essa prática com o monitoramento ambiental em áreas protegidas (Figura 4). Fato que pode estar associado ao aumento de confiança nos dados gerados por essa metodologia, através das pesquisas e projetos que foram feitos e obtiveram resultados positivos. (CALLAGHAN et al., 2018).

Figura 4. Número de publicações com ciência cidadã em monitoramento ambiental de áreas protegidas por ano de acordo com os artigos capturados na RBS.

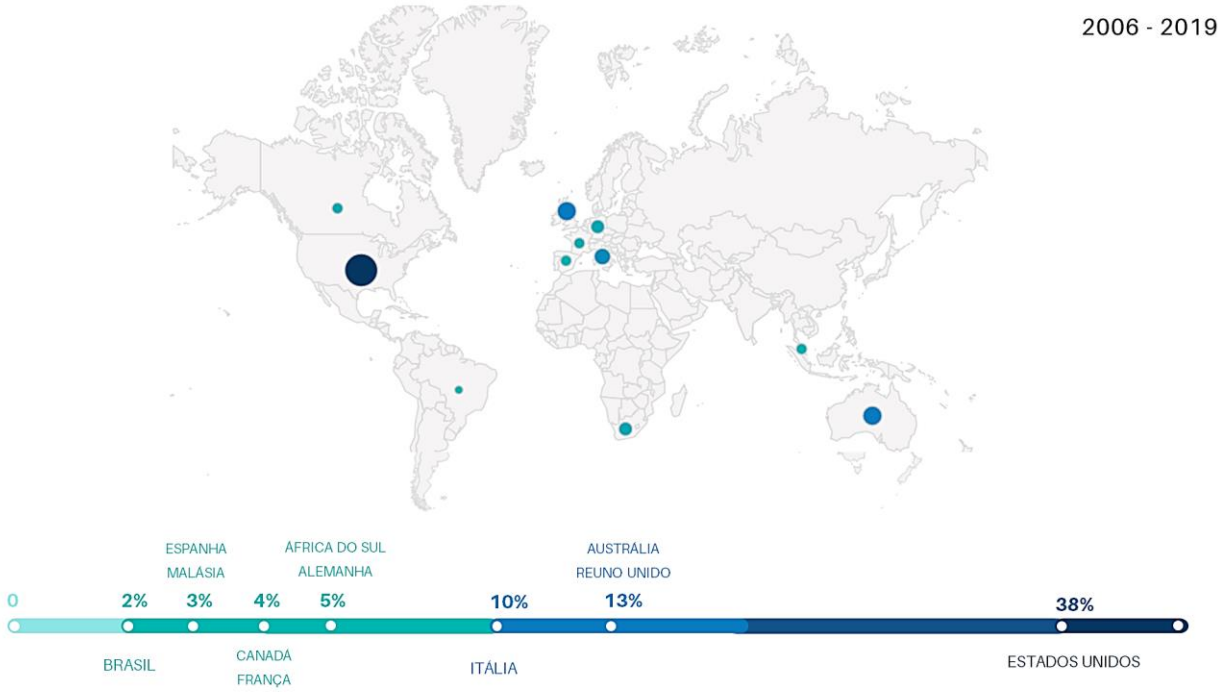


Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com os dados dos 60 artigos publicados, há uma concentração de produções com ciência cidadã em áreas protegidas em países como Estados Unidos, Canadá e Reino Unido (Figura 5). Segundo a plataforma *Protected Planet®*, estes países estão no ranking entre as dez nações com o maior número de área protegidas do mundo (UNEP-WCMC, 2019).

Nessa perspectiva, Kobori et al. (2018) apontam que líderes mundiais estão começando a reconhecer a capacidade dos cientistas cidadãos em influenciar os processos de tomada de decisão, a política ou votar em propostas eleitorais que pensem no meio ambiente. Por conta disso, tem crescido no mundo os incentivos para apoiar a ciência cidadã e encorajar a participação por parte de organizações conservacionistas e agências governamentais (KOBORI et al., 2018). Entretanto, para que isso ocorra é imprescindível compreender todos os aspectos da ciência cidadã como uma ferramenta em ascensão e sua capacidade de envolver pessoas comuns nos mais diversos projetos e contextos (SHIRK et al, 2012; BONNEY et al, 2016; KOBORI et al, 2018).

Figura 5. Origem geográfica e porcentagem de distribuição das 60 publicações sobre ciência cidadã no monitoramento ambiental em áreas protegidas, no período de 2006 a 2019. Dados provenientes das plataformas *SciVerse Scopus* e *Clarivate Analytics Web of Science.*



Fonte: Elaborada pela autora.

Quanto ao objeto de estudo dos artigos, foram identificados os seguintes temas: fauna (46%), flora (17%), recursos hídricos (9%) e outros (28%) com temas relacionados à fenologia, biogeografia e mudanças climáticas. Por fim, os tipos de análises se dividiram em quantitativas (12%), qualitativas (57%) ou mista (31%).

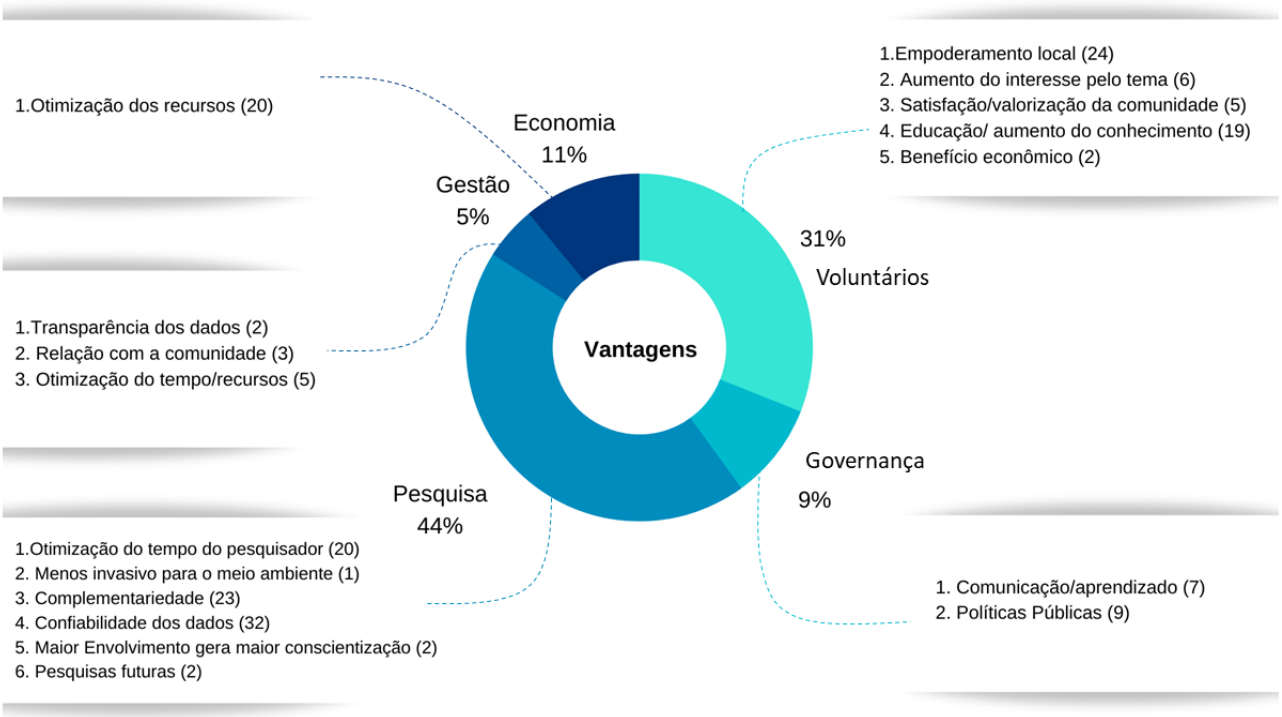
5.1.1. Vantagens

Há diversas vantagens no emprego da abordagem da ciência cidadã para o monitoramento ambiental. A maior parte das vantagens apontadas pelos artigos analisados na RBS dizem respeito às subcategorias Voluntários e Pesquisa.

Na subcategoria referente à Pesquisa encontramos três itens que se destacam pelo número de citações: Otimização do tempo do pesquisador, complementariedade e confiabilidade dos dados. Evidenciada por 32 artigos, a confiabilidade dos dados foi considerada um aspecto predominante em programas bem sucedidos, destacando a ciência cidadã como prática capaz de gerar dados robustos, únicos e confiáveis, no qual os voluntários são capazes de identificar e manejar as espécies monitoradas (CALLAGHAN et al., 2018). Em segundo, temos a ciência cidadã complementando a pesquisa científica de maneiras importantes para biodiversidade, agregando o conhecimento das comunidades e contribuindo para um protocolo comum de uso dos dados (FAUZI, et al., 2016; FLESH; BELT, 2017; CALLAGHAN et al., 2018).

A otimização do tempo do pesquisador engloba aspectos como: acesso mais fácil aos locais de coleta; monitoramentos mais rápidos e contínuos, que não seriam executados de outras formas; capacidade de alcançar múltiplos objetivos do monitoramento populacional; possibilidade de ser aplicado a qualquer conjunto de dados em grande escala (SPEAR et al., 2017; FLESCH; BELT, 2017; FARHADINIA et al., 2018; SHUMBA et al., 2018).

Figura 6. Vantagens da ciência cidadã de acordo com cada categoria e subcategoria (entre parênteses está indicado o número de artigos que citaram cada vantagem).



Fonte: Elaborada pela autora.

Em vantagens da ciência cidadã relacionadas à subcategoria Voluntários, encontramos predominantemente o aumento do empoderamento local e educação. Esse tipo de monitoramento, quando bem desenvolvido, promove engajamento local, educação ambiental, alfabetização cientifica, sensação de propriedade dos dados por parte da comunidade (quando os não cientistas sentem que fazem parte do projeto e contribuem de fato para o avanço), bem como desperta o interesse dos jovens de aprender mais e buscar possíveis carreiras na área ambiental (JOSEPH et al., 2019; KOSS et al., 2009; METZGER; LENDVAY, 2006; LARSON et al., 2016).

Nesse sentido, alguns autores pontuam que engajar os cidadãos na ciência pode acelerar a descoberta científica, democratizar o engajamento na ciência e, potencialmente, melhorar ou influenciar as decisões tomadas pelas partes interessadas à luz da ciência (MAHER et al., 2014; SINGH et al., 2014; MERLINO et al., 2015; CARBALLO-CÁRDENAS et al., 2016).

Devictor et al. (2010) complementam que, ao participar de um projeto, os voluntários se sentirão mais envolvidos em uma questão ambiental e, consequentemente, desejarão participar nas decisões relacionadas à gestão e às políticas. Esses aspectos causam um envolvimento ativo dos voluntários em problemáticas de natureza ambiental, podendo

transformar observadores céticos e desinteressados em contribuidores regulares de projetos locais (MULDER et al., 2010).

Em termos de gestão das unidades de conservação, um dos aspectos ressaltados é capacidade da ciência cidadã em melhorar a relação da comunidade local e outros não-cientistas com os gestores dessas áreas. Segundo pesquisadores, manter o interesse dos participantes locais favorece a implementação de ações concretas de gestão para a conservação dos recursos naturais (SPEAR et al., 2017; VILLASEÑOR et al., 2016). Essa prática tem como característica fortalecer a conexão social e ambiental voluntária, bem como melhorar a sensação de transparência dos tomadores de decisão para com a sociedade. Um outro benefício levantado é a otimização do tempo e recursos administrativos, pois incorporar o conhecimento dos voluntários ajuda a priorizar os esforços de monitoramento, reduzindo o número de locais planejados e fornecendo um sistema de aviso ou detecção precoce de questões importantes para a gestão (MOYER-HORNER et al., 2012; JORDAN et al., 2012; THIEL et al., 2014; SWANSON et al., 2016; SPEAR et al., 2017).

Outra temática invocada no gerenciamento das áreas protegidas é a financeira, frequentemente mencionada quando se trata da otimização de recursos em projetos de ciência cidadã. Contudo, Aceves-Bueno et al. (2015) pontuam que não é um aspecto intrínseco ou indutivo dessa prática, mas dependente de múltiplas variáveis relacionadas ao delineamento do projeto na fase de planejamento.

As características econômicas trazidas por Thiel et al. (2014) e Larson et al. (2016) na etapa da RBS expõem a ciência cidadã como ferramenta capaz de promover apoio financeiro a gestão e subsistência local sustentável, visto que oferece alternativas profissionais às comunidades do entorno, concomitante ao redirecionamento de recursos e priorização de áreas para o monitoramento. Cabe elucidar que os custos nunca devem ultrapassar os benefícios diretos ou indiretos proporcionados aos usuários (WALTER, 2007; VANN-SANDER et al., 2016).

Por fim, quando abordamos as dimensões da ciência cidadã referentes à governança no projeto (“*stakeholders”*), algumas características como a melhora na comunicação e aprendizado devem ser ressaltadas. Evidenciado por sete artigos, o compartilhamento de conhecimento entre voluntários, cientistas profissionais e gestores melhora a comunicação, a confiança, aprendizagem e a capacitação dos envolvidos nesse processo, gerando benefícios mútuos, um dos objetivos principais da ciência cidadã (SWANN et al., 2011; THIEL et al., 2014; LARSON et al., 2016; VANN-SANDER et al., 2016; VILLASEÑOR et al., 2016; BARNARD et al., 2017; BENJAMINS et al., 2018).

Um segundo aspecto pouco discutido dentro dessa categoria é a capacidade prática da CC em afetar políticas públicas, principalmente por incentivar as partes a tomarem medidas para promover a mitigação e adaptação dos ambientes à conservação, impulsionando mudanças proativas e participativas na política e na legislação ambiental. Nesse sentido, foi apontado em alguns casos que a ciência cidadã possibilita um governo com ações mais inclusivas em suas decisões (CONRAD; HICHEY, 2011).

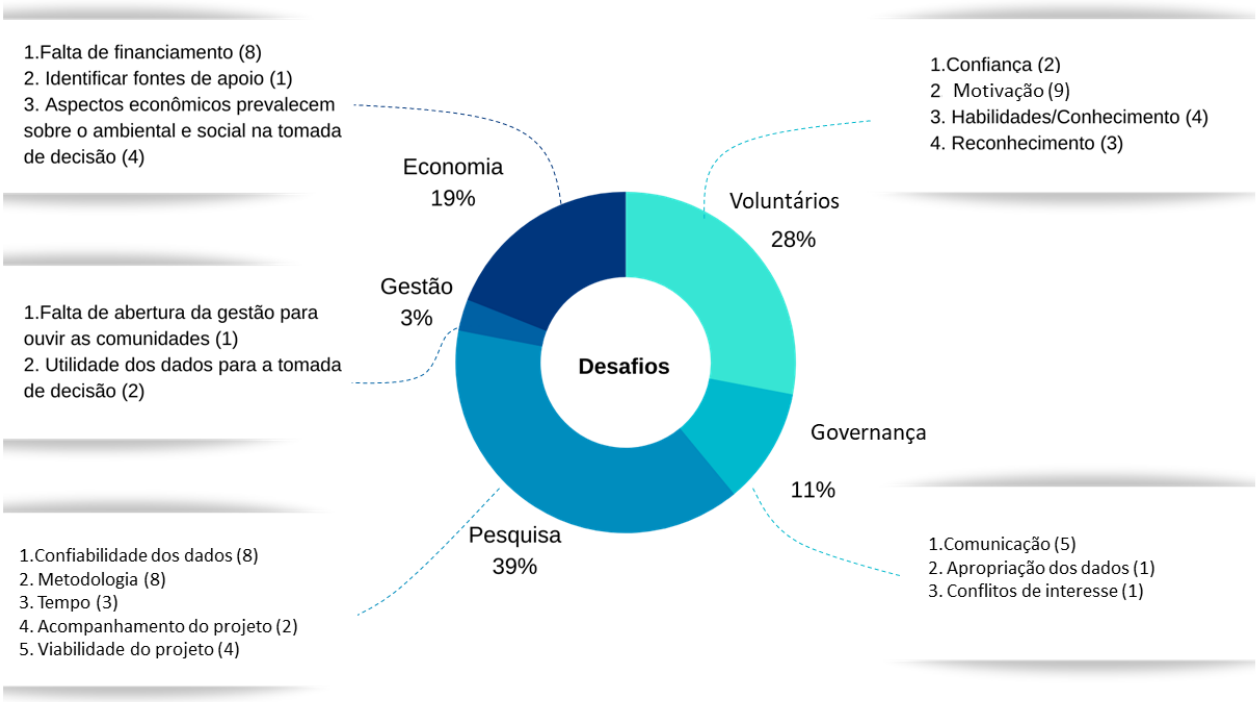
5.1.2. Problemas e Desafios

Identificar as lacunas de um projeto é indispensável para a construção ou reformulação de outras iniciativas de ciência cidadã no monitoramento ambiental. O aprendizado a partir de experiências consolidadas pode direcionar novas ações no campo da conservação de ambientes naturais (CONRAD; HICHEY, 2011; KOBORI et al., 2018).

Em desafios relacionados à Pesquisa, o quesito confiabilidade dos dados foi abordado em 8 artigos da RBS (Figura 7). Alguns autores pontuam que dependendo do foco da pesquisa e a metodologia utilizada, muitos programas de monitoramento não conseguem garantir a confiabilidade dos resultados com segurança (LARSON et al., 2016; CROCE et al., 2017; HU et al., 2017; MORÁN-ORDÓNEZ et al., 2018; MOYER-HORNER et al., 2012; ROELFSEMA et al., 2016; FAUZI et al., 2016). Este aspecto está relacionado à problemas com os mecanismos de controle da pesquisa, isto é, quando o projeto não possui meios para avaliar se a metodologia aplicada é confiável ou condizente com os objetivos que foram estabelecidos (CONRAD; HICHEY, 2011; BARNARD et al., 2017).

Outros problemas principais são relatados nessa categoria, como: (i) metodologia e design inadequados para o que se pretende; (ii) dificuldade na coleta de dados dependendo da espécie em questão; (iii) falta de protocolos e procedimentos bem estabelecidos para esse tipo de estudo; e (iv) falta de tempo dos cientistas para estruturação adequada do projeto, acompanhamento e treinamento dos não-cientistas (quando necessário).

Figura 7. Problemas e desafios da ciência cidadã de acordo com cada categoria e subcategoria (entre parênteses está indicado o número de artigos que citaram cada problema/desafio).



Fonte: Elaborada pela autora.

Na categoria Voluntários, 9 artigos destacaram os problemas em torno da motivação da população local para participar das iniciativas de ciência cidadã. Os desafios foram referentes aos métodos possíveis para envolver a comunidade no projeto, bem como deixar claro os objetivos e benefícios para os participantes. Em geral, lidar com a falta de interesse ou manter a motivação dos não-cientistas se mostrou um obstáculo nos casos relatados (CONRAD; HICHEY, 2011; BRANCHINI et al., 2015; BARNARD et al., 2017; BOS et al., 2019).

O segundo aspecto mais apontado foi relacionado às habilidades ou conhecimentos dos voluntários (4 artigos). Esta categoria está associada a dificuldades com barreiras linguísticas entre os envolvidos, diferenças culturais e inexperiência no monitoramento por quem desenvolve a pesquisa. Também foi citada a falta de acesso da população às informações adequadas ou pertinentes ao monitoramento, se referindo ao fato de nem sempre os voluntários, principalmente comunitários, terem uma base educacional para compreender o propósito do projeto (METZGER; LENDVAY, 2006; LARSON et al., 2016).

Tais dificuldades acabam por refletir em problemas de confiança da comunidade local com os responsáveis pelo projeto, fazendo com que esses voluntários não se sintam confortáveis em expor opiniões ou fatos (METZGER; LENDVAY, 2006; LARSON et al., 2016). Também

foi apontado a falta de reconhecimento dos voluntários e das contribuições que eles trazem, por parte dos tomadores de decisão (THIEL et al., 2014; LARSON et al., 2016; VILLASEÑOR et al., 2016; BOS et al., 2019). Larson et al. (2016) relatam que em alguns casos houve a expectativa de compensação financeira dos não-cientistas pelos dados gerados, dificultando o andamento do projeto e a relação dos *stakeholders*.

Os desafios relativos às Governança expuseram principalmente a dificuldade na comunicação entre todos os envolvidos (5 artigos). Tal subcategoria engloba aspectos como falta de feedback entre as partes, falta de alinhamento nas diferentes visões e expectativas da ciência cidadã, assim como a ausência de *networking* ou troca de conhecimentos entre os atores envolvidos (CONRAD; HICHEY, 2011; THIEL et al., 2014; LARSON et al., 2016; VANN-SANDER et al., 2016; MORÁN-ORDÓÑEZ et al., 2018). Em menor número apareceram os conflitos de interesse e aproveitamento dos dados, reflexo da falta de objetividade do projeto (THIEL et al., 2014; SINGH et al., 2014).

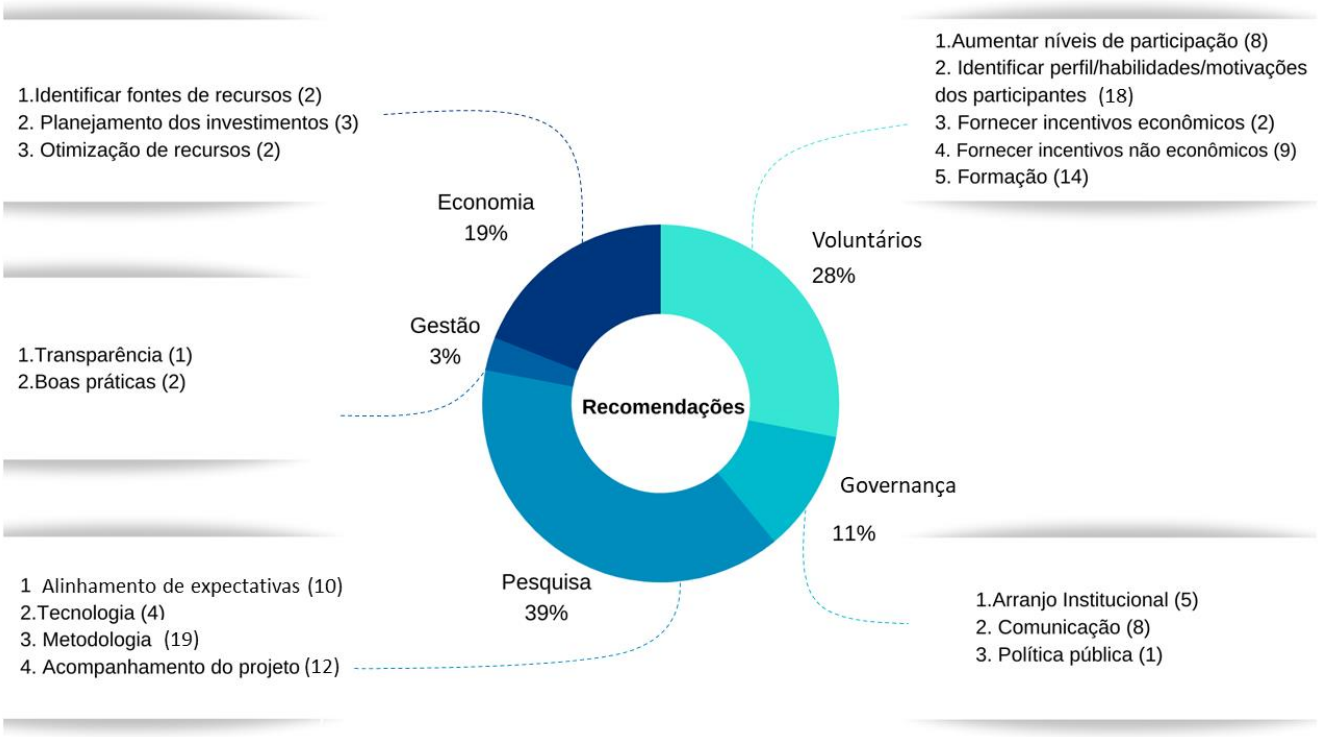
Em um projeto de ciência cidadã, a abertura dos planejadores ou tomadores de decisão com os participantes é fundamental para um bom funcionamento. Contudo, esta foi uma problemática encontrada na categoria de Gestão das UCs, quanto às comunidades locais (THIEL et al., 2014). Também há a falta de utilidade ou direcionamento dos dados gerados no projeto para a tomada de decisão dentro do gerenciamento das unidades de conservação, viés proveniente de uma falta de planejamento adequado e voltado para as demandas dessas áreas (CONRAD; HICHEY, 2011).

No quesito Economia, a falta de financiamento foi um fator limitante perceptível nos projetos de ciência cidadã (STEGER et al., 2017; SCHMELLER et al., 2017) e, de forma menos expressiva, Thiel et al. (2014) pontua a dificuldade em identificar fontes de apoio ou parcerias para o monitoramento ambiental. Outro ponto relevante relatado foi quanto ao processo de tomada de decisão, no qual os fatores econômicos se sobressaíram sobre as problemáticas ambientais ou sociais na escolha de alternativas para o delineamento e/ou métodos do projeto (MACARAIG, 2015; PIKESLEY et al., 2016; MORÁN-ORDÓNEZ et al., 2018).

5.1.3. Recomendações

Semelhante aos tópicos anteriores, as recomendações mais recorrentes estão relacionadas às subcategorias Pesquisa e Voluntários (Figura 8).

Figura 8. Recomendações para ciência cidadã de acordo com cada categoria e subcategoria (entre parênteses está indicado o número de artigos que citaram cada recomendação).



Fonte: Elaborado pela autora.

Na subcategoria Pesquisa temos principalmente as propostas associadas à metodologia, como: (1) aplicar o estudo em locais acessíveis e de menor impacto com o acesso de pessoas; (2) se basear em programas já consolidados da área (se houver); (3) coleta por pares, ou seja, realizada por dois voluntários para melhorar a confiabilidade dos dados; (4) apoiar os dados com métodos estatísticos, para que sejam mais precisos; (5) planejar e se basear em protocolos, com etapas bem definidas; (6) questionários claros que direcionem os voluntários ao objeto de pesquisa, poupando tempo de ambas as partes e possíveis dados desnecessários.

Já para o acompanhamento do projeto, as recomendações sugerem mecanismos para curadoria permanente, transparência dos dados e do processo, e disponibilidade pública desses dados, aspecto que influencia na confiabilidade dos resultados (CROCE et al., 2017). Koss et al (2009) aconselham os planejadores a avaliar como esses programas de ciência cidadã são percebidos pelos próprios cidadãos, como parte de um mecanismo de precaução, controle e retroalimentação do processo. Ainda, alguns autores propõem o acompanhamento científico dos dados para mensurar se o projeto possui embasamento metodológico científico e se ele se

sustenta pelo período necessário (BARNARD et al., 2017; KAYS et al., 2017; FLESH et al., 2017; GIRARDELLO et al., 2018; FREIWALD et al., 2018; TORNEY et al., 2019).

O alinhamento de expectativas foi o terceiro item mais recomendado em Pesquisa, no qual os pesquisadores propõem duas ações primordiais. Primeiramente, a criação de um plano de comunicação simples, didático e efetivo, em que os não-cientistas sejam capazes de compreender todo o processo de monitoramento (SINGH et al., 2014; LARSON et al., 2016; VANN-SANDER et al., 2016; BARNARD et al., 2017; CVITANOVIC et al., 2018). Em segundo, foi sugerido tornar os materiais acessíveis para voluntários, ou seja, fornecer os recursos educacionais, de equipamento e transparência dos dados à essas pessoas (VILLASEÑOR et al., 2016; SPEAR et al., 2017).

Em um monitoramento ambiental, direcionar o uso de tecnologias para o fortalecimento e melhor compreensão pública da ciência pode trazer motivação, interesse e benefícios mútuos, representando uma oportunidade para promoção de vínculo social com o meio ambiente, comprometimento com sua proteção, aprimoramento e democratização do conhecimento (ROELFSEMA et al., 2016; SPEAR et al., 2017).

No item tecnologias foi evidenciado o uso de fotografias para validar e/ou coletar dados (ROELFSEMA et al., 2016; SPEAR et al., 2017), bem como houve menção à incorporação das mídias sociais no monitoramento (SCHMELLER et al., 2017). Tais recomendações são reflexo de uma revolução dos meios de comunicação junto ao crescimento impulsivo no uso de mídias digitais nas últimas décadas, transformando o conceito de comunicação e impactando diretamente a vida social das pessoas (SPEAR et al., 2017; SCHMELLER et al., 2017). Por conta disso, vem se estudando métodos de utilizar os benefícios da era digital e seu progresso para gerar ampla participação social em múltiplos contextos.

Na subcategoria Voluntários, a recomendação predominante foi identificar o perfil, habilidades e motivações dos participantes na fase de planejamento do projeto, etapa que pode solucionar a evasão das pessoas a longo prazo (CONRAD; HICHEY, 2011; FREIWALD et al., 2018). Em segundo lugar, aparece a recomendação de fornecer treinamentos e formações para os voluntários, de modo a transformar essa oportunidade em ferramenta educacional para a sociedade (CONRAD; HICHEY, 2011; MOYER-HORNER et al., 2012; TULLOCH et al., 2013; SINGH et al., 2014).

Os projetos devem explorar a capacidade da ciência cidadã em contribuir para a alfabetização científica, o conhecimento e o avanço da sociedade que são necessários para apoiar as decisões em momentos que a formulação de políticas baseadas em evidências, conhecimentos científicos sólidos e certas verdades fundamentais sobre a democracia não

podem ser dados como garantidos (GOFFREDO et al., 2010). O envolvimento na ciência cidadã pode fornecer oportunidades de aprendizagem em profundidade por meio do "aprender fazendo", promovendo a capacidade do público em lidar com variabilidade e incertezas em questões complexas sem a necessidade de tirar conclusões precipitadas ou sem fundamentos (BOS et al., 2019).

Ainda na subcategoria Voluntários, aumentar os níveis de participação dos não cientistas é algo desejável quando incorporamos ações de ciência cidadã. Entretanto, esta é uma recomendação que deve ser seguida com cautela, planejamento e conhecimento sobre as motivações dos participantes e recursos disponíveis no projeto para treinamento e capacitações dos cidadãos (KOSS et al., 2009; MOYER-HORNER et al., 2012), de modo a gerar benefícios mútuos entre participantes e tomadores de decisões, avaliando sempre a sustentabilidade do monitoramento a longo prazo (CONRAD; HICHEY, 2011; BRANCHINI et al., 2015).

A forma como será dado o reconhecimento aos participantes também deve ser pensado previamente. Diversos autores recomendam incentivos não-econômicos como agradecimentos públicos, eventos ou a inclusão dessas pessoas na tomada de decisão e exposição dos resultados (LEONG; KYLE, 2014; SINGH et al., 2014; BRANCHINI et al., 2015). Dois meios interessantes e pouco convencionais levantados foram: (i) delinear um monitoramento divertido para os participantes, no qual eles façam analogamente as atividades de lazer; e (ii) utilizar a teoria da Arquitetura das escolhas[5], para influenciar comportamentos positivos nos voluntários em contato ao meio ambiente, em prol da conservação dessas áreas.

Caso o projeto possua recursos financeiros disponíveis, outros autores recomendam a distribuição de prêmios aos voluntários no final da sua participação ou auxílios financeiros aos que participaram mais ativamente como monitores fixos ou pessoas da comunidade local. Esta opção possibilita uma alternativa financeira aos comunitários, assim como representa um fator motivador para o envolvimento dessas pessoas em atividades em ambientais (BRANCHINI et al., 2015; JOSEPH et al., 2019).

Quando abordamos os problemas da subcategoria Governança, a comunicação foi um dos maiores desafios apresentados. Foi altamente recomendado o entendimento dos benefícios

[5] A arquitetura da escolha consiste em intervenções comportamentais (têm o objetivo de influenciar o comportamento das pessoas) com foco no contexto e embasamento científico (em oposição ao embasamento no senso comum) e utilizando-se do pensamento projetual (*design thinking)*. Foi criada no livro "Nudge: o empurrão para escolha certa" dos economistas comportamentais Richard Thaler e Cass Sunstein.

mútuos de um monitoramento com ciência cidadã entre todos os *stakeholders* e a criação de mecanismos para facilitar a comunicação voltada às medidas de conservação (HU et al., 2017; BARNARD et al., 2017; FARHADINIA et al., 2018; BOS et al., 2019).

Na subcategoria Arranjo Institucional, autores trazem aspectos como a descentralização do poder, criação de uma estrutura de governança colaborativa e a promoção da confiança e motivação entre todas as partes por meio de oficinas, comitês, dentre outras formas (VILLASEÑOR et al., 2016; VANN-SANDER et al., 2016; CROCE et al., 2017). Barnard et al. (2017) também ressaltam que a articulação ou influência política é necessária para angariar recursos e apoio ao projeto.

Ainda que os projetos de ciência cidadã possam otimizar os recursos financeiros, eles possuem um custo para seu funcionamento, em maior ou menor grau. Na subcategoria economia, Goffredo et al. (2010) recomendam a identificação de suporte e financiamento pelas agências de fomento do país ou parcerias público-privado. Planejar previamente os investimentos para o monitoramento de acordo com a demanda da área foi outra recomendação identificada por diferentes autores (CONRAD; HICHEY, 2011; TULLOCH et al., 2013; HU et al., 2017).

Por fim, a subcategoria Gestão das áreas protegidas trouxe recomendações referentes à transparência das ações e decisões, aspectos fundamentais que influenciam em questões já abordadas como confiança e comunicação (BOS et al., 2019). Da mesma forma, basear-se nas experiências de programas ou projetos de CC já consolidados para inspirar as melhores práticas do uso dos dados na tomada de decisão facilita o gerenciamento e ajuda a minimizar equívocos (CONRAD; HICHEY, 2011; JORDAN et al., 2012).

5.2. Resultados dos questionários aplicados aos pesquisadores

Neste tópico exploramos as perspectivas dos pesquisadores brasileiros que responderam ao questionário frente aos aspectos trazidos pela literatura internacional na RBS. Dado que a ciência cidadã no monitoramento ambiental de cavernas é uma abordagem recente e pouco documentada, não pretendemos esgotar o assunto, mas apontar direcionamentos e recomendações para o tema.

5.2.1. Perfil dos Especialistas

A solicitação para responder os questionários foi feita para 39 pesquisadores do grupo 1 e 5 pesquisadores do grupo 2. Foi obtido um total de 19 respostas, sendo 14 para o grupo 1 (5 biólogos(as), 2 geólogos(as), 3 engenheiros(as) ambientais, 2 químicos(as) e 2 geógrafos(as)) e 5 para o grupo 2 (1 biólogo(a), 2 geólogos(as) e 1 administrador(a)). Quando questionados sobre o nível de conhecimento que possuem acerca da ciência cidadã, a maior parcela dos especialistas respondeu que possui um nível médio de conhecimentos (Quadro 4).

Quadro 4. Conhecimentos dos entrevistados sobre Ciência Cidadã

	Grupo 1	Grupo 2
Alto	1	2
Médio	11	2
Baixo	2	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Na questão referente à viabilidade da implementação de um programa de monitoramento ambiental em cavernas baseado em ciência cidadã para Parques Estaduais, apenas uma pessoa do grupo 1 respondeu que considera inviável tal abordagem, justificando que a coleta de amostras por não-cientistas aumentaria os impactos em áreas de interesse espeleológico, ainda que esses voluntários fossem exaustivamente treinados. Nota-se, portanto, uma posição predominantemente favorável à adoção desse tipo de abordagem, ainda que existam resistências (no caso, baseada no temor de eventuais impactos nas áreas de pesquisa). É importante lembrar que as coleta de amostras é feita somente em as áreas onde o voluntário tem fácil acesso e há um menor risco de causar impactos negativos no ambiente (SPEAR et al, 2017; FARHADINIA et al, 2018). O 10º princípio da Ciência Cidadã (ECSA, 2015) também pontua que os projetos devem ocorrer mediante acompanhamento dos pesquisadores responsáveis, análise prévia da área e treinamento adequado dos voluntários, assim como irá depender da aprovação dos projetos frente à legislação do país e aos comitês técnico-científicos e de ética (BARNARD et al., 2017; FREIWALD et al., 2018; KAYS et al., 2017; SHUMBA et al., 2018; TORNEY et al., 2019).

Para fins de elaboração de uma adaptação das boas práticas internacionais para o contexto das cavernas em UCs no Vale do Ribeira, foram utilizadas apenas as respostas dos pesquisadores que consideraram viável a adoção da ciência cidadã como abordagem para a implementação de um programa de monitoramento ambiental de cavernas.

5.2.2. Respostas dos especialistas às questões sobre boas práticas

Embora a observação das boas práticas seja útil para a formulação de novos projetos, sempre haverá necessidade de adaptação ao contexto socioeconômico do país ou região (BONNEY et al., 2014; BONNEY et al., 2016). Nesse sentido, as boas práticas ou recomendações identificadas por meio da RBS foram utilizadas para formulação das perguntas semiabertas enviadas aos dois grupos de especialistas, permitindo que eles validassem ou incluíssem outras práticas que achassem pertinentes para a adoção da ciência cidadã como abordagem de monitoramento de ambientes de caverna.

De maneira geral, as respostas trazidas por ambos os grupos corroboraram com as boas práticas mundiais da ciência cidadã para o sucesso de um programa de monitoramento ambiental. A promoção de atividades educacionais com os participantes, concomitante ao monitoramento, foi uma das práticas mais mencionadas (Quadro 5), junto com a acessibilidade e transparência dos dados e disponibilidade de materiais aos não-cientistas. Também apareceram aspectos como a identificação do perfil e motivações dessas pessoas para participarem de projetos desse tipo.

O alinhamento de expectativas é fundamental para o bom funcionamento de qualquer projeto que almeje envolver cidadãos. Pode parecer óbvio, mas as pessoas possuem motivações, interesses e preocupações individuais que variam amplamente. Por exemplo: fatores que motivam jovens a participar de um projeto de ciência cidadã podem não motivar crianças ou adultos a se envolverem. Pesquisadores ao redor do mundo evidenciam que muitas pessoas participam de projetos de ciência cidadã por razões sociais, como conhecer novas pessoas e adquirir habilidades práticas (habilidades de identificação botânica, trabalho em equipe, entre outros), ao invés de adquirir conhecimento teórico (KOBORI et al., 2018).

Quadro 5. Respostas dadas pelos pesquisadores à pergunta: “Dentre as boas práticas identificadas na literatura, quais delas você considera importante durante o processo de implementação de um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã para que este seja bem-sucedido?”. Os números correspondem ao total de respondentes que consideram importante a boa prática em questão. (-) significa item ausente.

Boas práticas identificadas na literatura	**Boas práticas contempladas pelas recomendações da RBS**	**Grupo 1** **(14 respondentes)**	**Grupo 2** **(5 respondentes)**
Promover atividades educacionais com os participantes concomitante ao monitoramento	✓	13	3
Tornar acessíveis os dados resultantes finais aos não cientistas participantes	✓	10	4

Identificar o perfil/ motivações dos participantes	✓	8	4
Garantir aos participantes todos os materiais necessários para que o monitoramento seja realizado	✓	6	3
Realizar somente em locais de acesso permitido ao público em geral e em que o participante não cause alterações negativas ao ambiente.	✓	3	3
Fornecer treinamentos ou capacitações	✓	3	4
Fornecer incentivos econômicos ou prêmios	✓	-	1

Fonte: Elaborado pela autora.

A boa prática relativa à realização do monitoramento somente em locais de acesso permitido ao público em geral e em que o participante não cause alterações negativas ao ambiente, como destacado anteriormente, é um aspecto importante e que precisa ser considerado. Bonney et al. (2016) ressaltam que nem todos os projetos são passíveis de serem feitos por intermédio da ciência cidadã. Ainda que ela seja uma abordagem flexível, algumas espécies, ambientes ou até mesmo a disponibilidade de recursos e infraestrutura podem ser um fator limitante, demandando outras estratégias.

Uma boa prática menos assinalada pelos especialistas em espeleologia, mas não menos importante, foi "fornecer capacitações e treinamentos aos participantes". Em projetos internacionais, essa prática tem se mostrado indispensável para manter os mecanismos de controle e confiabilidade dos dados (GOFFREDO et al., 2010; JORDAN et al., 2012; LEWANDOWSKI; SPECHT, 2015), aspecto entendido como importante.

Já "fornecer incentivos econômicos ou prêmios" recebeu pouca atenção de ambos os grupos consultados. Apesar de estar ligada a um estímulo positivo pelo trabalho realizado pelos voluntários, esta prática depende da disponibilidade de recursos do projeto. Em termos de sustentabilidade de um monitoramento a longo prazo, é recomendável que esses estímulos estejam menos ligados a fatores financeiros e a mais a fatores educacionais e comportamentais (CONRAD; HICHEY, 2011; ACEVES-BUENO et al., 2015).

Por fim, a discussão na literatura sobre o vínculo da ciência cidadã na promoção da cidadania ainda é incipiente (MAMEDE et al., 2017). Nesse sentido, um apontamento interessante abordado nas observações do grupo 1 foi: "Creio que, em parte significativa dos

trabalhos em ciência cidadã, a cidadania é tomada como algo já dado nos territórios e lugares onde os projetos acontecem. A literatura especializada mostra, entretanto, que as condições de cidadania, ao redor do mundo e internamente aos países, não são homogêneas. Além do mais, a própria ideia de cidadania se altera em atenção às mudanças tecnológicas e a globalização. Portanto, creio que é importante, na formulação dos projetos, considerar a cidadania um fenômeno histórico e social que demanda cuidado e atenção em seu tratamento teórico, analítico e metodológico."

5.2.3. Respostas dos especialistas sobre as motivações dos não-cientistas

Um dos aspectos mais abordados na literatura para garantir a implementação e manutenção de um monitoramento baseado em Ciência Cidadã, é compreender (i) o perfil dos não-cientistas envolvidos ou que se quer envolver, e (ii) as motivações que os levariam a participar desses programas (TULLOCH et al., 2013; MAHER et al., 2014).

Sabe-se que a simples inclusão das partes interessadas no início do projeto não é suficiente para garantir a participação ou suscitar uma gestão colaborativa, pois tais aspectos requerem ferramentas e incentivos que apoiem o envolvimento dessas pessoas durante todo o processo (SUSSKIND et al., 2012). Foi perguntado para pesquisadores do grupo 2: "Considerando a sua experiência com as comunidades do Vale do Ribeira, o que você acredita que motivaria essas pessoas a participarem de projetos de ciência cidadã?" (pergunta aberta). As repostas trouxeram algumas recomendações referentes às motivações no contexto das comunidades locais, necessárias para o engajamento. Estas foram comparadas com as categorias sistematizadas na etapa da RBS (Quadro 6).

Quadro 6. Respostas sobre as motivações que levariam as comunidades locais a participarem de um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã; respostas dos especialistas do Grupo 2.

Motivações trazidas nas respostas	**Resposta contemplada pela Categoria Recomendações da RBS**
Proporcionar alternativas de lazer	✓
Incentivar novas perspectivas de atuação e geração de renda	✓

Poder contribuir para levantar dados de interesse para as comunidades; entender a relevância de sua contribuição	✓
Proporcionar o aprendizado	✓
Interagir com pesquisadores	**Novo**
Compreender a importância do projeto	✓
Promover reconhecimento público; Legitimidade através de coautorias e participação em eventos científicos	✓
Financiar a participação pública na pesquisa científica	✓
Utilizar procedimentos claros de utilização dos dados	✓

Fonte: Elaborado pela autora.

Um aspecto pouco comum trazido pelas respostas foi a de "proporcionar alternativas de lazer durante o processo de monitoramento", algo que é raramente mencionado pela literatura internacional em geral, pois pensar em um monitoramento relacionado ao divertimento dos voluntários, está fora dos padrões de pesquisa convencional (SINGH et al., 2014; BARNARD et al., 2017). No caso de ambientes subterrâneos, explorar o fascínio das pessoas por cavernas e a singularidade desses locais pode ser um meio de motivação para agregar diferentes tipos de voluntários ao projeto.

De acordo com Singh et al. (2014), os esquemas de monitoramento participativo podem se tornar recompensadores e sustentáveis quando os usuários se beneficiam diretamente do recurso, participando da tomada de decisões de conservação, socializando com outros participantes e obtendo recompensas por seu compromisso e monitoramento efetivo. Assim, tornar o trabalho divertido e altamente motivador pode ser um dos caminhos para a aplicação bem-sucedida e confiável de dados de ciência cidadã em larga escala e de longo prazo, à pesquisa e às políticas públicas (BARNARD et al., 2017). Por ser algo atípico, maiores estudos voltados a entender o perfil dos participantes seria fundamental para compreender de que forma um monitoramento ambiental poderia se tornar divertido.

Um novo apontamento trazido pelos especialistas foi a "interação entre os participantes com acadêmicos" como um possível fator motivador para o engajamento das comunidades do entorno. Apesar de ser uma resposta subjetiva e não ser apresentada na literatura como uma

motivação, essa aproximação é apontada como causadora de múltiplos benefícios para além de uma melhora na comunicação entre esses envolvidos (CONRAD; HICHEY., 2011; SINGH et al., 2014). Uma interpretação possível da literatura para este caso, está relacionada à uma mudança de perspectivas e oportunidades disponíveis aos comunitários locais. Este contato pode influenciar o rompimento de possíveis barreiras culturais por meio da desmistificação da visão que as pessoas possuem do cientista e do acesso à educação científica (LARSON et al., 2016).

Incentivar novas perspectivas de atuação e geração de renda, proporcionar o aprendizado, promover reconhecimento público e legitimidade através de coautorias e participação em eventos científicos, foram aspectos contemplados tanto pelos especialistas consultados quanto pela RBS. Em um contexto de falta de perspectivas da comunidade local, são aspectos motivacionais imprescindíveis para o engajamento em um projeto, interesse por causas ambientais e desejo de participar das decisões voltadas à gestão e às políticas (DEVICTOR et al., 2010; KOSS et al., 2019; KOBORI et al., 2018).

Para tal, os pesquisadores entendem que o financiamento da participação pública na pesquisa científica também precisa ser corroborado e apoiado pelas agências de fomento e instituições governamentais. Desse modo, projetos de ciência cidadã poderão ser implementados com melhores infraestruturas para os participantes.

A utilização dos dados gerados pelos não cientistas também foi um elemento abordado pelos especialistas. A transparência dos dados e o uso bem empregado das informações pode ser um fator motivador, quando os voluntários têm um retorno do trabalho desenvolvido (BARNARD et al., 2017; CROCE et al., 2017). Para os pesquisadores consultados, os conhecimentos resultantes de projetos de ciência cidadã devem ser utilizados para educar outras pessoas que não tem acesso ao local. Ainda que a literatura internacional contemplada neste trabalho não discuta essa possibilidade explicitamente, essa opção já é utilizada em projetos que investem na divulgação científica dos dados por meio de cartilhas, livros ou posts em redes sociais.

O desejo de aprender costuma ser um fator motivador para os voluntários. Da mesma forma, muitos gestores, pesquisadores ou educadores de projetos de ciência cidadã têm como objetivo aumentar o conhecimento científico dos participantes. Aprender por meio da ciência cidadã é um diferencial porque os participantes adquirem conhecimento e habilidades, contribuindo para uma pesquisa científica autêntica. Essa forma de “aprender fazendo” é difícil de alcançar em muitos modelos educacionais tradicionais (KOBORI et al., 2018).

Nesse sentido, uma observação de um pesquisador direciona que “os participantes de todas as idades, mas principalmente jovens, podem obter uma compreensão mais profunda do método científico e das carreiras científicas, e seu aprendizado pode ser adaptado para atender aos padrões educacionais”. Assim, proporcionar a aquisição do conhecimento pela participação pode motivar os adultos a agir, alterar seus hábitos e compartilhar o que aprenderam.

A resposta “compreender a importância do projeto e assim entender a relevância de sua contribuição” traz a comunicação para o centro de discussão das motivações. Barnard et al. (2017) pontua que projetos de ciência cidadã demandam que a comunicação seja direcionada para a construção de diálogos, em que cientistas e sociedade se ouçam. Isto quer dizer que tanto o cientista precisa aceitar que a sociedade também possui conhecimentos, saberes e percepções adquiridas que podem ser válidas, quanto o público precisa entender que o fazer científico envolve um conjunto de procedimentos que servem para delimitar e garantir a verificabilidade das afirmações que são produzidas, o método científico (CARBALLO-CÁRDENAS et al., 2016; KOBORI et al., 2018; CVITANOVIC et al., 2018).

Os aspectos de uma boa comunicação se refletem na compreensão do público sobre a importância do projeto em questão, no caso, a relevância de um monitoramento ambiental (BRASCHLER et al., 2010). Este apontamento foi contemplado tanto pelos pesquisadores quanto RBS, devido ao seu potencial de melhorar a adesão dos voluntários quando trabalhado de maneira didática com os participantes.

Em síntese, houve um consenso entre as respostas dos especialistas consultados e as categorias da RBS quanto a importância das motivações pessoais de cada participante, contextos locais e seus respectivos perfis pessoais serem peças-chaves para atingir o objetivo da ciência cidadã em sua concepção mais clara: engajar cidadãos comuns em pesquisas científicas. Portanto, o levantamento dessas informações à priori para o delineamento de monitoramento ambiental baseado na ciência cidadã é imprescindível.

5.2.4. Respostas dos pesquisadores sobre os desafios para a adoção da ciência cidadã no monitoramento ambiental no Vale do Ribeira.

Foi questionado ao grupo 2 em uma pergunta aberta “Quais os possíveis desafios relacionados às comunidades locais poderiam inviabilizar um projeto de Ciência Cidadã em Parques Estaduais, na sua opinião?”. A análise de conteúdo permitiu comparar as respostas dos especialistas com a categoria Desafios, subcategoria Voluntários da RBS, bem como identificar

novos obstáculos referentes ao contexto local, capazes de inviabilizar um monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã.

Como esperado, as problemáticas extraídas da literatura internacional (RBS) não contemplaram todos os desafios trazidos pelos pesquisadores brasileiros nos questionários, visto que estão associados intrinsicamente ao contexto socioeconômico local. Nesse sentido, os aspectos inéditos trazidos nas respostas foram: (i) aliciamento por parte do crime organizado; (ii) Baixo IDH da região e vulnerabilidades sociais e econômicas; (iii) Disponibilidade de infraestrutura tecnológica para coleta e transmissão de dados.

Os planos de manejo dos Parques Estaduais situados no Vale do Ribeira apontam que, em geral, os bairros da região possuem parâmetros que refletem a estagnação social e econômica destas comunidades, potencializando problemas como a degradação social, o aumento do uso de drogas lícitas e ilícitas, e a migração de jovens em busca de emprego por falta de perspectivas de crescimento pessoal e profissional nos bairros (SÃO PAULO, 2008; SÃO PAULO, 2010a; SÃO PAULO, 201b; SÃO PAULO, 2010c).

Segundo os dados do PNUD de 2019, a região do vale do Ribeira apresenta um dos piores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH[6]) do estado, com uma média de 0,711, abaixo da média estadual (0,783) e mesmo nacional (0,769).

O desestímulo a essas atividades precisa vir acompanhado de ações de fiscalização e oferta de oportunidades às comunidades locais. Neste sentido, os respondentes do questionário apontam que a visitação nos Parques cumpre um duplo papel de combate a irregularidades: “a presença de monitores ambientais, espeleólogos e visitantes na área protegida contribui para inibir a ação de caçadores e extratores de palmito, bem como auxilia no trabalho das equipes de fiscalização, concomitante a geração de recursos financeiros”. Esta possibilidade tem potencial para dinamizar a economia da região, empregando, direta ou indiretamente, parte significativa da força de trabalho hoje absorvida em atividades predatórias (SÃO PAULO, 2010a).

Os planos de manejo apontam que, apesar do poder público ter avançado na busca por compatibilizar desenvolvimento e conservação, mais iniciativas de incentivos, fiscalização e perspectivas de subsistência viáveis são necessárias para essas comunidades do entorno dos Parques (SÃO PAULO, 2010a; SÃO PAULO, 2010b).

[6] O IDH mensura o grau de desenvolvimento humano de um país através de três dimensões fundamentais: saúde, educação e renda. Publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Os conflitos de interesse e as dificuldades de comunicação repercutem nas relações que as comunidades possam ter com os tomadores de decisão, sejam gestores ou pesquisadores. Os respondentes relataram que “Principalmente questões relacionadas ao baixo IDH da região, acarretam em conflitos de interesse entre comunidades e UCs, além de baixa escolaridade e analfabetismo científico”. Tais desafios são importantes de serem identificados previamente pois irão demandar um maior esforço dos planejadores do monitoramento na fase de delineamento. Oficinas e diálogos abertos com a população local podem auxiliar nessas problemáticas, bem como a compreender as motivações abordadas no tópico anterior.

Da mesma forma, mudar as abordagens não condizentes com a realidade local também são necessárias, pois como visto, todo método precisa de adaptações para o contexto empregado (CONRAD; HICHEY, 2011). Outros apontamentos correspondem ao acompanhamento científico do projeto (RBS) referente a medir a confiabilidade dos dados coletados, mencionado em uma das respostas da seguinte forma: “Como fazer com que os mesmos potenciais beneficiários do turismo em cavernas coletem dados confiáveis sobre o impacto do turismo em cavernas? Será que estas pessoas não tenderão sempre a minimizar os impactos negativos em seus dados coletados?”.

Para minimizar os possíveis vieses nos dados coletados e conferir uma confiabilidade ao monitoramento, é recomendável a adoção de uma manutenção rigorosa da metodologia escolhida para o monitoramento, tal como o acompanhamento periódico por especialistas (BARNARD et al., 2017; KAYS et al., 2017; FLESCH et al., 2017).

Quanto a “Garantir a disponibilidade de infraestrutura tecnológica para coleta e transmissão de dados”, tem sido reforçado nas recomendações de muitos autores (MILLER-RUSHING; PRIMACK, 2008; ELLWOOD et al., 2016; SCHMUCKI et al., 2016; MCKINLEY et al., 2017) dado que uso de tecnologias no campo da conservação dos recursos naturais tem auxiliado a gestão dessas áreas e possibilitado a inclusão social nas mais diferentes regiões do globo. Sabe-se que as unidades de conservação no Brasil recebem um dos menores investimentos no mundo (MEDEIROS, 2011). Assim, uma etapa fundamental é a identificação de parcerias e fontes financiamento no início do projeto para um bom desenvolvimento de um monitoramento baseado em ciência cidadã.

5.2.5. Respostas dos especialistas sobre o potencial da ciência cidadã em ambientes cavernícolas

Em sua essência, a ciência cidadã se baseia nos pontos fortes das tradições científicas, empregando observações e/ou pesquisas sistemáticas para produzir informações que podem ser confirmadas por outros. Esta abordagem abre a pesquisa para contribuições e percepções públicas, que por meio da combinação da participação pública e pesquisas com rigor metodológico, pode ampliar as oportunidades de informar tomadores de decisão e influenciar políticas públicas futuras de forma mais rápida. Só que para isso, se faz necessário o estabelecimento de boas práticas metodológicas adequadas para a realidade socioambiental da área de estudo (VANN-SANDER et al., 2016).

Este tópico apresenta as respostas dos pesquisadores em espeleologia (grupo 1) para a seguinte pergunta semiaberta: “Dentre as boas práticas identificadas na literatura, quais delas você considera importantes durante o processo de implementação de um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã?”. Alguns exemplos de recomendações apontados na RBS foram utilizados para auxiliar nas respostas, como: (i) Instituir mecanismos para curadoria permanente, transparência, controle e disponibilidade pública de dados; (ii) Avaliar como esses programas de ciência cidadã são percebidos pelos próprios participantes; (iii) Buscar inspiração em experiências já consolidados para otimizar o processo de elaboração do programa; (iv) Criar procedimentos para garantir robustez estatística aos dados.

O acompanhamento científico dos dados em um monitoramento baseado em ciência cidadã foi uma das maiores preocupações dos respondentes, em respostas como: "Se ocorrer de forma organizada, coletiva e na maioria das vezes com pesquisadores, não vejo porque a ciência cidadã não ser uma boa ideia”. Esta é uma recomendação amplamente apoiada para ambientes sensíveis como as cavernas (TOOMEY et al., 2009; TRIMBOLI; TOOMEY, 2016).

Alguns especialistas trouxeram nas observações que “Seria interessante estar atrelado instituições que desenvolvem pesquisa ou atividades de educação espeleológica”, visando auxiliar em monitoramentos com essa abordagem. A inclusão das universidades em projetos de ciência cidadã, por exemplo, pode trazer benefícios para todas as partes interessadas, garantindo a robustez científica e otimização de recursos (STEGER; BUTT; HOOTEN, 2017). Segundo Volten et al. (2018), instituições ou universidades podem apoiar atividades de ciência cidadã usando seus ativos, que incluem acesso a habilidades profissionais e de pesquisa de alta qualidade, infraestrutura existente (incluindo plataformas de ciência cidadã), redes interdisciplinares e colaboração.

No quesito acesso e transparência dos dados, a ciência cidadã pode ser vista como parte do movimento da ciência aberta, que inclui o livre acesso à publicação, software de código aberto e padrões de dados abertos. Nesse sentido, uma resposta trouxe que “as instituições e seus pesquisadores que executam projetos de C.C. devem ser incentivados a aderir a práticas abertas”. Além disso, a total transparência dos objetivos da pesquisa, protocolo de pesquisa e técnicas de análise garantem a confiança dos cidadãos participantes e a documentação completa da qualidade e reprodutibilidade dos resultados (BROWN; WILLIAMS et al., 2018).

Quanto às metodologias para assegurar a qualidade e confiabilidade dos dados, a literatura aponta que aspectos como (i) estabelecer protocolos bem definidos para cada etapa, (ii) ter um controle na coleta dos dados e (iii) garantir a robustez estatística, são primordiais no delineamento do projeto, pois sua ausência é uma das maiores causas de equívocos em alguns projetos (TORNEY et al., 2019). Apesar do sucesso comprovado e do potencial do uso de conjuntos de dados de ciência cidadã para abordar questões globais urgentes, a etapa de elaboração e certificação dos métodos junto à especialistas se faz necessária em locais sensíveis (BIRD et al., 2013), como o caso de ambientes cavernícolas. Aspectos como envolver muitos indivíduos com habilidades e comprometimentos variados poderá levar a uma diminuição da precisão nas medições, como na identificação ou contagem de espécies. Além disso, fontes significativas de viés podem estar presentes nos dados, como subdetecção de espécies ou distribuição não aleatória do esforço (CRALL et al., 2011).

Por outro lado, também foi exposto que “garantir que a coleta seja realizada por diferentes participantes pode ser positivo, se estruturado de forma estratégica”. Bird et al. (2013) ressaltam que trabalhar com estatísticos e voluntários ajudará a compreender as prováveis restrições em torno da amostragem e pode exigir algumas tentativas e erros. Dada a ampla gama de abordagens de modelagem disponíveis, é importante considerar os principais problemas com o conjunto de dados, como eles afetarão a pergunta que está sendo feita e, em seguida, escolher o melhor método para lidar com esses problemas (BIRD et al., 2013).

Em termos de minimização dos vieses, foi recomendado pelas respostas: “é vital registrar dados sobre aspectos do ambiente ou execução de pesquisas que provavelmente influenciarão os resultados”. Bird et al. (2013) destacam que, embora os procedimentos de coleta de dados sejam padronizados, a verdadeira uniformidade na amostragem é improvável. Em casos que a subjetividade de medição é um problema potencial, é importante considerar meios de coletar dados que irão permitir a caracterização, validação ou modelagem hierárquica que permita corrigir ou explicar tal viés (BIRD et al., 2013; FREIWALD et al., 2018). Um

exemplo seria incluir reamostragens de áreas com informações conhecidas, usando conjuntos de dados de treinamento ou realizando pesquisas com vários observadores.

Assim, os desafios associados à análise de bancos de dados de CC apresentam uma excelente oportunidade para colaboração entre estatísticos e cientistas conservacionistas, tornando possível o desenvolvimento de novas abordagens estatísticas e projetos de pesquisa que abrirão novos caminhos na superação de alguns dos problemas que delineamos neste trabalho (BIRD et al., 2013).

Também foi apontado por um especialista: "Acredito que a ciência cidadã pode contribuir para a conservação das cavidades ao criar junto aos moradores das proximidades a consciência da importância da conservação das cavidades. Várias cavidades possuem os seus guardiões, instruir essas pessoas é uma maneira de ajudar a preservar o patrimônio espeleológico. E o turismo, com o treinamento de monitores locais, sempre pode ser uma ótima opção de fazer um uso sustentável do ambiente e manter as cavernas intactas ao mesmo tempo em que são fonte de renda para as comunidades locais. A exemplo do Petar, onde os guias são treinados e conscientizados para a conservação, não só das cavernas, mas de todo ecossistema ali presente. E tiram de lá grande parte de seu sustento através do turismo."

Por fim, o item “Avaliar como os programas de ciência cidadã são percebidos pelos próprios participantes” foi um aspecto bastante contemplado nas respostas dos questionários, ainda que muitas vezes esquecidos no planejamento. O feedback não só das metodologias, mas das experiências e expectativas dos participantes são igualmente importantes para a continuidade do monitoramento, direcionando para possíveis aprimorações (KOSS et al., 2009).

5.2.6. Potencialidades e desafios para a adoção da ciência cidadã no monitoramento dos impactos das atividades de uso público nas UCs do Vale do Ribeira.

Segundo Marra (2001), a sustentabilidade da atividade de visitação em cavernas demanda um cauteloso planejamento do perfil e do comportamento dos visitantes, principalmente pela fragilidade dos recursos naturais e culturais no interior dessas cavidades. Um fator fundamental para evitar ou minimizar os impactos negativos do uso público é o estabelecimento de indicadores adequados de qualidade do ambiente das cavernas. Além do planejamento, o controle é imprescindível e deve ser realizado periodicamente em intervalo de

tempo que permita medir com segurança a integridade física da caverna. Para tal, o plano de manejo é um instrumento que visa adequar o uso público de forma condizente ao tipo de caverna.

Neste tópico, foi questionado aos pesquisadores do grupo 1 por meio de uma pergunta aberta, quais indicadores eles julgavam plausíveis de serem monitorados por não cientistas. Para a classificação das respostas, partimos do princípio que um indicador deve definir condições específicas, ser verificável, replicável, objetivo e confiável (MANNING, 1999), também foi feita uma busca nos planos de manejo dos parques do Vale do Ribeira, de forma a identificar os indicadores de impacto de visitação definidos pelas UCs e comparar com as respostas dos especialistas.

Os Parques Estaduais escolhidos para esta etapa (PEI, PECD, PETAR e PECB), possuem em seus respectivos planos de manejo (PM) um programa de monitoramento que tem como base a seleção de uma lista de indicadores dos impactos da visitação, metodologia de verificação em campo, frequência de monitoramento, dentre outras estratégias de ação. A premissa desses programas é o estabelecimento de indicadores diretamente observáveis, facilmente mensuráveis e ausentes de subjetividades na leitura de sua ocorrência (MANNING, 1991). Eles geralmente são divididos em quatro categorias: Sociais ou Antrópicos, Bióticos, Físicos ou Abióticos e em alguns planos de manejo como de Intervales, há a categoria de indicadores de Clima.

A partir disso, foi elaborado o quadro 7, no qual a lista dos indicadores de impacto extraídos dos planos de manejo foi confrontada com as respostas dadas pelos pesquisadores. As respostas foram sistematizados nas categorias já mencionadas acima, totalizando 6 indicadores sociais, 4 bióticos, 8 físicos e 4 do clima.

Quadro 7. Respostas referente a potenciais indicadores de impactos do uso público passíveis de serem monitorados por não cientistas e a presença de tais indicadores nos Planos de Manejo.

Indicadores trazidos nas respostas dos questionários		**Presentes nos Programas de Monitoramento dos Planos de Manejo**
Sociais	Lixo	✓
	Danos à infraestrutura	✓

Bióticos	Alteração da composição da fauna	✓
	Alteração do comportamento de quirópteros	✓
	Cobertura vegetal do entorno	
Físicos	Qualidade da água	✓
	Suspensão material particulado	✓
	Manchas nas paredes	✓
	Danos a espeleotemas	✓
	Nível de corpos d'água	
Clima ou Físicos	Temperatura	✓
	Umidade Relativa	✓
	Variáveis climáticas	

Fonte: Elaborado pela autora. Informações da segunda coluna foram retiradas dos planos de manejo do PEI, PECD, PETAR e PECB.

As respostas que não se enquadraram nos requisitos de um bom indicador (MANNING, 1999) foram agrupados em "Não Classificáveis", como: "Área de entorno das cavidades e uso delas; Estado de conservação das cavernas e entorno"; "Estado da trilha"; "Ocorrência de incêndios nos entornos das cavidades"; "Denúncia de práticas ilegais"; "Denúncia de depredação"; "Atividade minerária e a ação de algumas indústrias que emitem particulados"; "Ambiente cavernícola em geral"; "Alterações antrópicas óbvias"; "Modificações no terreno"; "Controle da degradação ambiental"; "acessibilidade"; "fotomonitoramento".

O fotomonitoramento é apresentado em todos os planos de manejo consultados, como um indicador a ser acompanhado nos programas de monitoramento. Contudo, destacamos que ele está mais relacionado a um método do que um possível indicador em si, não se enquadrando na definição e nem características que um bom indicador de impactos de uso público precisa apresentar.

Segundo o documento “Roteiro metodológico para o manejo de impactos de visitação" do ICMBio (2014), o grupo de indicadores sociais são aqueles medem a influência do conjunto de atividades de visitação da UC em seu contexto social, permitindo verificar qual o impacto que a visitação promove em termos econômicos, culturais, de comportamento da população e de dinâmica espacial.

Apesar de “acessibilidade” não ter entrado na lista de possível indicadores, é válido ressaltar que esse tema que vem ganhando espaço nas discussões acadêmicas do espeleoturismo (NUNES et al., 2008) e que apresenta um grande desafio dado as condições naturais dos ambientes de cavernas. No Brasil a lei de turismo aprovada em 2008 (Lei n.11.771/08) promove a atividade turística como fator de inclusão social, capaz de criar trabalho e renda para a população. Também sugere a possibilidade de realizar monitoramento sobre impactos sociais, econômicos e ambientais da atividade. Assim, para atender essa demanda sem perder a qualidade de experiência do visitante e considerando as diversas categorias de Pessoas com Necessidades Especiais (PNE), é recomendado uma pesquisa prévia sobre as necessidades desse público para a criação de indicadores condizentes com cada área e atividade disponível, bem como aconselha-se classificar as cavidades que possuem suporte para receber os PNEs (NUNES et al., 2009; NUNES et al., 2008).

Outro aspecto social que não entrou na lista, mas que vale a pena ser destacado, é o comportamento de visitantes relativo ao respeito às normas de conservação e segurança dos Parques. Este, é evidenciado por alguns estudos como aspecto fundamental para entender as relações dos turistas com o meio ambiente, visto que a quantidade de impactos negativos em uma área pode estar mais ligada ao comportamento das pessoas do que o número de visitantes em si naquele local (TAKAHASHI, 1998; HAMMIT; COLE, 1998; COLE, 2000).

Estudos têm monitorado o comportamento dos turistas e suas preferências por meio das fotos postadas nas principais redes sociais como Instagram, Facebook e Flickr (DAVIS, 2018; PICKERING et al., 2020). O conteúdo das imagens e tags relacionadas ao local ou a atividade realizada tem se mostrado uma fonte capaz de fornecer grande volume de dados de forma complementar à pesquisa tradicional, bem como identificar comportamentos danosos para o meio ambiente e para quem visita as áreas.

Para a gestão de áreas protegidas, abordagens desse tipo também tem auxiliado em como trabalhar a comunicação com turistas visando o atendimento às normas de segurança (PICKERING et al., 2020). Apesar de promissor, o uso de tecnologias no âmbito dos princípios da ciência cidadã (ECSA, 2015) demanda a integração dos não-cientistas na coleta desses dados, de modo que o voluntário saiba que suas hashtags, informações e fotos estão sendo utilizadas para o monitoramento e educação ambiental.

Dos temas passíveis de serem monitorados não contemplados nas respostas, há a experiência do visitante. Abordado apenas nos planos de manejo, este aspecto possui uma ampla gama de monitoramento, indo desde a satisfação pelos serviços oferecidos no local até a privacidade ou experiências locais (KATAOKA, 2004). Apesar de não ter aparecido nas respostas dos especialistas, a literatura internacional evidencia que a experiência do visitante é um indicador passível de ser monitorado por não-cientistas por meio de metodologias que englobam questionários, feedbacks nas redes sociais ou conversas com monitores voluntários (GOFFREDO et al., 2010; CONRAD; HICHEY, 2011; LEONG; KYLE, 2014; BRANCHINI et al., 2015; SANTANGELI et al., 2016).

Dentre os diversos indicadores monitorados por não-cientistas, aqueles relativos aos fatores bióticos e físicos são as que mais vem sendo estudadas no mundo (EITZEL et al., 2015; KOBORI et al., 2018). Destaca-se a alteração na composição da macrofauna através de métodos de presença e ausência de espécies com voluntários treinados ou fotomonitoramento (GOFFREDO et al., 2010; BRASCHLER et al., 2010; CONRAD; HICHEY, 2011; MOYER-HORNER, et al., 2012; THIEL et al., 2014; LEONG; KYLE, 2014; BENJAMINS et al., 2018). Evidenciado tanto nos planos de manejo quanto pelas respostas dos questionários, este indicador é passível de ser acompanhado por voluntários, desde que possua metodologias de coleta de dados bem definidas (FLESH et al., 2017).

Um exemplo bem-sucedido de monitoramento com ciência cidadã para o ambiente de cavernas é do *Mammoth Cave National Park* nos Estados Unidos. Por meio de parcerias de instituições governamentais, universidade e o parque, foi implementado um programa de ciência cidadã para abranger uma ampla gama de projetos de pesquisa e diferentes tipos de voluntários, visando atingir os objetivos de conservação, gestão e uso público da área (TRIMBOLI; TOOMEY, 2016). O envolvimento dos cientistas cidadãos também variou, abrangendo um amplo espectro desde somente coleta de dados à participação em todas as etapas. Alguns dos aspectos monitorados pelos voluntários foram: fluxo hídrico dentro e fora da caverna; invertebrados aquáticos; plantas; fotomonitoramento da estrutura da caverna; população de anfíbios e morcegos; recursos naturais e culturais relacionados às cavernas.

A cobertura vegetal no entorno próximo da caverna também é um indicador possível de ser monitorado por não-cientistas, por exemplo, ao longo da trilha. Embora não apareça nos planos de manejo, a coberta vegetal do entorno pode influenciar em aspectos que vão desde o aporte de sedimentos para dentro da caverna, proteção do solo e dos recursos hídricos, bem como pode contribuir para o bem-estar e lazer dos visitantes, amenizando condições climáticas adversas (DUARTE, 2006; SILVERIO, 2014)

O aporte de sedimentos ocorre toda vez que solo ou sedimento é transportado para dentro da caverna pelos calçados dos visitantes. Fato que é mais recorrente nas áreas de entrada da caverna e a quantidade de material transportado pode variar de acordo com as condições de drenagem e tipo de solo da trilha que dá acesso às cavidades (TOOMEY, 2009). Existem casos em que é possível observar a presença de solo transportado ao longo de todo o percurso aberto à visitação (MARRA, 2001). Esse processo pode acarretar algumas consequências como aceleração da dissolução das rochas carbonáticas por meio da acidificação resultante do processo de decomposição, como também pode modificar a teia alimentar do ambiente interno, ainda que cavernas sejam geralmente estáveis em relação ao montante de matéria orgânica presente em seu interior (MARRA, 2001; TOOMEY, 2009; ZANATTO et al., 2019). Considerando que esse material é transportado na maioria das vezes pelos próprios visitantes, incluí-los monitoramento pode trazer benefícios consideráveis.

Como citado anteriormente, os indicadores físicos são bem estabelecidos tanto para o monitoramento convencional em cavernas quanto para o modelo baseado na ciência cidadã. Para “qualidade da água” e “nível da água”, apontados nos planos de manejo e pelos especialistas de espeleologia, podemos citar o exemplo de pesquisadores do México que monitoraram na costa caribenha, a qualidade das águas subterrâneas do sistema cárstico local por intermédio de estudantes, professores, mergulhadores e outros comunitários. No exemplo mexicano, foram utilizados fotografias, questionários, coleta de amostras e oficinas com as partes interessadas a fim de identificar uma gestão sustentável para os recursos hídricos da região (SCHILLER et al., 2019).

Ainda que a literatura sobre ciência cidadã no monitoramento para cavernas seja incipiente, algumas metodologias utilizadas no ambiente externo podem ser adaptadas para o meio hipógeo (TOOMEY et al., 2009; TRIMBOLI et al., 2016). Este é o caso de indicadores como (i) suspensão de material particulado (ii) alterações em espeleotemas e (iii) erosão. O primeiro, diretamente associado à visitação e aplicável aos ambientes secos da caverna, caracteriza-se pela ocorrência da suspensão de partículas de solo e o depósito de material particulado sobre espeleotemas e paredes da caverna. A suspensão desse material ocorre com a

passagem de visitantes, que ao longo do tempo passa a se acumular nos espeleotemas alterando sua cor e possivelmente, a composição dessas formações (MARRA, 2001; TOOMEY et al., 2009).

Para os espeleotemas devem ser considerados o seu escurecimento e das paredes das cavernas, provocado pelo contato direto das mãos e calçados sujos dos visitantes com essas formações (MARRA, 2001). A causa está associada principalmente à falta de equipamentos facilitadores, fazendo com que os visitantes as utilizem como apoio ao caminhamento. Já no caso do indicador de Erosão, o pisoteamento dessas regiões faz com que as margens dos rios cedam, gerando turbidez das águas e em casos extremos, a iniciação de processos de assoreamento do leito dos rios. Na maioria dos casos, esse fato pode conferir efeito negativo sobre a fauna aquática prejudicada com o material em suspensão (SÃO PAULO, 2010a). Segundo Marra (2001), as instruções nesses casos deve ser o direcionamento dos visitantes para evitar as margens dos rios.

Esses três indicadores são de fácil observação e identificação, passíveis de serem monitorado por cientistas-cidadãos através de anotações, questionários ou fotografias, de forma conjunta a ações educativas.

Outra categoria de indicadores existente são os de clima ou de meio físico. Estudos sobre o microclima das cavernas têm sido utilizados para determinar o nível de variação presente no ambiente (DE FREITAS, 2010). A análise dos parâmetros do ambiente cavernícola e sua correlação com as possíveis alterações potencialmente causadoras de danos ambientais é uma ferramenta importante para o planejamento e principalmente para o monitoramento do uso público em cavernas, tal como orientar o nível de uso que este ambiente suporta (SÃO PAULO, 2010; MARRA, 2001).

Geralmente, as condições climáticas no interior de cavernas possuem características diferenciadas daquelas existentes no ambiente externo. Tais aspectos tem que ser levados em consideração em um monitoramento ambiental, pois a existência de fluxos de água dentro da caverna irá interferir não somente na umidade relativa, como também nos fluxos de massa e energia (CIGNA, 2004; MARRA, 2001).

O monitoramento do clima externo tem como principal propósito auxiliar nas atividades de uso público da caverna, e não está associado diretamente aos impactos causados pela visitação (SÃO PAULO, 2010a; SÃO PAULO, 2010b), por exemplo, a ocorrência de enchentes que apresentam um fator de risco aos visitantes de áreas restritas, especialmente em cavernas com drenagem perene (CIGNA, 2004). As cheias também trazem impactos cíclicos em

cavernas e à fauna troglomórfica, por isso é recomendável o monitoramento da probabilidade de uma cheia intensa (MARRA, 2001; CIGNA, 2004).

No quesito fluxo hídrico, impactos negativos do uso público no ambiente externo podem afetar as cavernas em termos de redução dos volumes de água no epicarste. Nesse sentido, diversos estudos têm utilizado monitoramento por foto ou vídeo dos visitantes do volume hídrico, aplicando palavras-chaves relacionadas ao objeto do monitoramento nas plataformas digitais. (BULLERI; BENEDITTI-CECCHI; 2014; KAYS et al., 2015; SWANSON et al., 2016; MICHELSEN et al., 2016; TANTIPISANUH; GALE, 2018; BENJAMINS et al., 2018).

Apesar dos apontamentos da categoria "Não classificáveis" trazidos pelos respondentes não cumprirem o requisito de um bom indicador, o monitoramento do entorno das cavidades ou estado de conservação tanto do ambiente epígeo quanto do hipógeo são imprescindíveis para a manutenção dos ambientes cavernícolas, visto que possuem uma relação de dependência de fatores como carreamento de nutrientes e o ciclo de vida de espécies trogloxenas e troglófilas [7] (TRAJANO; BICHUETTE, 2006; SCHINER-RACOVITZA, 1907).

[7] Trogloxenos são espécies encontradas regularmente no meio hipógeo, mas que precisam retornar à superfície para completar seu ciclo de vida; Troglófilos são espécies que podem viver e se reproduzir tanto no meio hipógeo quanto no meio epígeo. Para saber mais vide Schiner-Racovitza (1907).

5.3. Recomendações práticas para tomadores de decisão na perspectiva da ciência cidadã

Este tópico tem por finalidade abarcar direcionamentos práticos baseados no conteúdo da revisão bibliográfica sistemática e das respostas contempladas nos questionários. Tais recomendações são voltadas aos planejadores ou tomadores de decisão, de modo a orientar aspectos necessários dentro de um projeto de ciência cidadã em áreas protegidas, considerando as especificidades dos ambientes cavernícolas. Em síntese, iremos discutir os seguintes tópicos:

i. Escolha da abordagem da ciência cidadã
ii. Identificação dos atores envolvidos e níveis de participação
iii. Identificação do objetivo do projeto
iv. Entender as motivações do público-alvo
v. Construção ou adaptação coletiva dos protocolos de coleta de dados
vi. Estabelecer parcerias e fonte de recursos
vii. Testagem de protocolos e feedback
viii. Compartilhamento dos dados

Como exposto, nem todo projeto de pesquisa é um bom candidato para ser realizado com ciência cidadã. Primeiramente, é importante ponderar se é a melhor abordagem para usar em determinado contexto socioambiental e se condiz com os objetivos do monitoramento, tendo em conta a obrigatoriedade de haver benefícios para todos os envolvidos.

Assim, é fundamental escolher a abordagem da ciência cidadã antes de selecionar os métodos que serão utilizados. Esta etapa envolve a definição dos níveis de participação dos voluntários em um projeto, dentre os vários modelos existentes (BONNEY et al., 2009; SHIRK et al., 2012; DANIELSEN et al., 2009). Nas observações finais do questionário, os pesquisadores do grupo 2 encorajaram o aumento no nível de participação dos voluntários em projetos de ciência cidadã, com a condicionante que esse maior envolvimento dos voluntários seja planejado a longo prazo e que seja feita uma aproximação dos tomadores de decisão com as comunidades locais do Vale do Ribeira.

Nesse sentido, a literatura expõe que a maioria dos projetos estagnam no âmbito contributivo dos voluntários, por ser mais fácil envolver diversos participantes, aumentar a conscientização de um problema e reunir lotes de dados em uma ampla área geográfica. Contudo, nesses casos os participantes estão menos envolvidos e o risco científico de

desenvolver um projeto participativo que não seja socialmente relevante não compensa do ponto de vista metodológico e de recursos dispendidos (BONNEY et al., 2015). Por isso, autores recomendam a mesclagem dessas escalas de envolvimento, por exemplo, incluindo um grupo central de participantes altamente envolvidos que ajudam a desenvolver novas questões e métodos de pesquisa, ao lado de um grupo mais amplo de participantes que contribuem com suas observações (MOYER-HORNER et al., 2012; LEONG; KYLE, 2014; SINGH et al., 2014; CARBALLO-CÁRDENAS et al., 2016; VILLASEÑOR et al., 2016; KOBORI et al., 2018).

Da mesma forma, os objetivos do projeto precisam ser claramente definidos e comunicados desde o princípio. Assim como a equipe deve ser interdisciplinar, com profissionais de expertise não apenas em métodos de coleta, mas em uma boa comunicação com o público. Como apontamos na RBS, esse é um item importante para estabelecer e manter um bom relacionamento entre as partes (EITZEL, 2015; CONRAD; HICHEY, 2011; BONNEY et al., 2015).

As contribuições dos voluntários devem ser importantes. Estudos mostram que a principal razão pela qual as pessoas participam de projetos de ciência cidadã é para colaborar com uma causa e fazer a diferença diante dos problemas que há no mundo (RADDICK et al., 2013; LEONG; KYLE, 2014; BRANCHINI et al., 2015). Uma maneira de garantir que suas colaborações sejam importantes é usar os dados que coletaram. Se os dados não estiverem sendo usados, o projeto se torna uma experiência científica ou de educação ambiental, não um projeto de ciência cidadã.

É recomendado que a questão central do monitoramento seja algo com que as pessoas se importem ou possam se entreter fazendo, visto que os cientistas cidadãos são voluntários que escolheram ajudar na pesquisa (SINGH et al., 2014), aspecto muitas vezes esquecido pelos planejadores e tomadores de decisão (BARNARD et al., 2017).

A metodologia deve incluir protocolos claros e cientificamente válidos. Os projetos de ciência cidadã precisam ter os mesmos requisitos que outros projetos de pesquisa quando se trata de protocolos que produzem dados confiáveis (ROQUE et al., 2018). Assim, garantir que esses procedimentos estejam em vigor também ajuda a garantir que as contribuições dos participantes sejam relevantes.

Por outro lado, os protocolos devem ser fáceis de seguir e incluir técnicas relativamente claras (MACKENZIE et al., 2017). Muitos dos cientistas cidadãos terão pouco treinamento científico anterior para se basear, e ser capaz de treiná-los é fundamental para o sucesso do projeto (FLESCH et al., 2017). Isso não significa que serão incapazes de conduzir pesquisas ou

fazer uso de técnicas complexas, apenas precisarão de mais treinamento ou de mais conhecimento e experiência para um projeto com esse propósito.

Na implementação de um novo projeto de ciência cidadã para uma Unidade de Conservação, os autores Trimboli e Toomey (2016) recomendam algumas reflexões para auxiliar nas delimitações, como priorizar as ações de acordo com os recursos disponíveis e a seleção das melhores e mais viáveis etapas do projeto em que os participantes seriam incorporados. Em termos de orçamento, projetos de ciência cidadã não estão livres de custos, pois sempre irão demandar recursos humanos, de infraestrutura ou financeiros para desenvolver materiais, treinamento e apoiar os participantes (THIEL et al., 2014; LARSON et al., 2016; KOBORI et al., 2018).

Como mostrado no início deste trabalho, a SiBBr expõe várias iniciativas nacionais de levantamento e monitoramento baseadas em ciência cidadã que já estabeleceram protocolos, ferramentas educacionais e sistemas de gerenciamento de dados para ambientes não cavernícolas. Tornar como referência esses projetos e fazer colaborações com universidades ajuda a otimizar o tempo e permite que os dados coletados sejam usados em projetos de grandes escalas.

Dentre os objetos de estudo, muitos projetos de ciência cidadã enfocam nos recursos naturais. No entanto, perguntas sobre aspectos culturais associados aos ambientes de caverna podem surgir. Por exemplo, o monitoramento de impactos sobre as pinturas rupestres em paredes. Para estas questões, desenvolver um projeto de ciência cidadã com documentação fotográfica com a intenção de monitorar mudanças nos recursos culturais dentro da caverna pode ser uma solução exequível. Trimboli e Toomey (2016) relatam esse método encontrando fotografias históricas e refazendo a imagem no mesmo local. Os registros fotográficos possibilitam a observação das alterações que podem ter ocorrido entre os momentos em que as imagens foram tiradas.

Uma etapa importante é a testagem dos protocolos de pesquisa, formulários de inscrição e materiais de treinamento para garantir que a metodologia seja adequada para o propósito. É fácil fazer suposições sobre o que atrai diferentes pessoas, que tipo de linguagem é apropriado e se as instruções são claras ou não (CONRAD; HICHEY, 2011; SHUMBA et al., 2018). Por isso, de modo a garantir que o projeto atinja os objetivos, é necessário um piloto para testar todos os elementos com os participantes potenciais em condições realistas.

A avaliação deve ser um processo contínuo que possibilita o aprimoramento do projeto no âmbito de um monitoramento ambiental participativo. Esse acompanhamento ajudará a

melhorar a ciência cidadã tanto em termos de dados coletados e analisados, quanto das experiências dos participantes. Para tal, todos os envolvidos devem ser incluídos nessa etapa, visto que as diferentes visões e vivências podem ser cruciais para uma avaliação construtiva do projeto, refletindo em um aprimoramento que atenda melhor as partes interessadas e aos objetivos do monitoramento.

O compartilhamento dos dados também é importante. As recomendações direcionam para, sempre que possível, informar aos participantes como seus dados estão sendo usados e quais são os resultados do projeto, uma vez que essa ação reforça como seu trabalho está sendo utilizado e ressalta a utilidade dos esforços empregados (BARNARD et al., 2017; HU et al., 2017).

Outro ponto de destaque é a necessidade de avaliar o grau de relevância de cada cavidade, pois algumas cavernas possibilitam receber apenas o turismo de aventura ou somente atividades de pesquisa. Ainda, em alguns casos, como o de ocorrência de espécies endêmicas, a literatura e os especialistas consultados (grupo 1) sugerem que a visitação deve ser proibida e que a abordagem da ciência cidadã não deve ser aplicada.

Portanto, o monitoramento por não cientistas deve ser aplicado apenas em os locais onde o público em geral já tem o acesso permitido (ECSA, 2015). Assim, os planejadores devem estruturar projetos baseados em quais tipos de dados são adequados para os cidadãos coletarem (sejam turistas, guias, estudantes, entre outros.). A pergunta que deve ser feita pelo pesquisador é: “como eu posso gerar novos conhecimentos, responder perguntas relevantes, ajudar a resolver problemas de gestão a partir de dados que qualquer cidadão (eventualmente com algum treinamento) pode coletar?”.

6. CONCLUSÃO

Neste trabalho, por meio de um conjunto de métodos complementares, buscou-se identificar as boas práticas relativas à ciência cidadã, bem como o seu potencial de aplicação para o monitoramento ambiental de cavernas, considerando, mais especificamente, a realidade dos parques presentes na região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo.

A RBS possibilitou a elaboração de uma lista de recomendações, vantagens e desafios da ciência cidadã no mundo para áreas protegidas, de modo que os resultados dessa primeira etapa foram fundamentais para embasar a construção das questões presentes nos questionários.

Por meio das respostas dos questionários, foi possível compreender a perspectiva dos especialistas em espeleologia e de monitoramento participativo, frente a abordagem da ciência cidadã em um contexto socioeconômico e ambiental das cavernas paulistas. Tais apontamentos possibilitaram a identificação de aspectos que não constavam na revisão bibliográfica sistemática, como recomendações relacionadas às motivações dos participantes para participar de projetos com essa temática e desafios de conflitos de interesse entre os envolvidos. Esta etapa metodológica também viabilizou a compreensão sobre quais indicadores de impactos de uso público seriam passíveis de serem monitorados por cientistas cidadãos em cavidades subterrâneas.

Assim, o conjunto de resultados permitiu direcionar uma série de recomendações práticas para a implementação de um monitoramento ambiental das atividades de uso público em cavernas situadas em Unidades de Conservação com base nos princípios e diretrizes da ciência cidadã, de acordo com as necessidades dos planos de manejos consultados dos parques estaduais.

Espera-se que os resultados aqui apresentados abram a perspectiva de novas pesquisas nessa temática, uma vez que a ciência cidadã tem sido uma abordagem promissora na conservação do meio ambiente, capaz de aproximar a sociedade às questões ambientais e suprir a falta de dados em projetos de monitoramento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVES-BUENO, E. *et al*. Citizen science as an approach for overcoming insufficient monitoring and inadequate stakeholder buy-in in adaptive management: criteria and evidence. Ecosystems 18.3: 493-506, 2015.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BENSUSAN, N. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 176p. 2009.

BARNARD, P.; ALTWEGG, R.; EBRAHIM, I.; UNDERHILL, L.G. Early warning systems for biodiversity in southern Africa – How much can citizen science mitigate imperfect data?. **Biological Conservation**. 208. 2017.

BARR, J.R. T. C.; HOLSINGER, J. R. Speciation in cave faunas. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 16, n. 1, p. 313-337, 1985.

BEAUSOLEIL, RICHARD, A., JOSEPH D. Clark, e Benjamin T. A Long-Term Evaluation of Biopsy Darts and DNA to Estimate Cougar Density: An Agency-Citizen Science Collaboration: Biopsy Darts and DNA to Estimate Cougar Density. **Wildlife Society Bulletin** 40, nº 3: 583–92. 2016.

BEN LAMINE, E., A. DI FRANCO, ROMDHANE, M.S., FRANCOUR, P. Can citizen science contribute to fish assemblages monitoring in understudied areas? The case study of Tunisian marine protected areas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 200: 420–27. 2018.

BENJAMINS, S. J. et al. Evaluating the potential of photo-identification as a monitoring tool for flapper skate (Dipturus intermedius). **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems** 28, nº 6: 1360–73. 2018.

BIRD, Tomas J. et al. Statistical solutions for error and bias in global citizen science datasets. **Biological Conservation**. v. 173, p. 144-154, 2014.

BITAR, O.Y.; BRAGA, T.O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. *In*: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. cap. 4.2, p.165-179.

BOGGIANI, P. C. et al. A Disciplina Geologia Geral-Sistema Terra, Introdutória ao Curso de Geologia da USP: Conteúdo e Reflexões. Geologia USP. Publicação Especial. v. 4, p. 33-45, 2007.

BONNEY, R. et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **Bioscience**. 59: 977–984. 2009.

BONNEY, R.; COOPER, C.; BALLARD, H. The theory and practice of citizen science: Launching a new journal. **Citizen Science: Theory and Practice**, v. 1, n. 1, 2016.

BOS, J.S., L.; NANAYAKKARA, M.; HURLBERT, K. “Citizen science for Saskatchewan

lakes: a pilot project". **Lake and Reservoir Management**, 2019.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**. v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BOULLÓN, Roberto C. Espacio turístico y desarrollo sustentable. **Aportes y transferencias**. v. 10, n. 2, p. 17-24, 2006.

BULLERI, F.; BENEDETTI-CECCHI, L. Chasing fish and catching data: recreational spearfishing videos as a tool for assessing the structure of fish assemblages on shallow rocky reefs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 506, p. 255-265, 2014.

BRANCHINI, S. et al. Using a citizen science program to monitor coral reef biodiversity through space and time. **Biodiversity and Conservation**. 24, nº 2: 319–36. 2015.

BRASCHLER, Brigitte et al. Realizing a synergy between research and education: how participation in ant monitoring helps raise biodiversity awareness in a resource-poor country. **Journal of Insect Conservation**. v. 14, n. 1, p. 19-30, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Roteiro Metodológico de Planejamento. Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas do Brasil**. Brasília: IBAMA, 2002.

BRASIL. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, 19 de julho de 2000.

BRASIL. **Lei n.11.771/08, de 17 de setembro de 2008**. Dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico.

BRASIL. **Decreto nº 6.640, de 7 de nov. de 2008** que dá nova redação aos arts. 1°, 2°, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1o de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 347, de 10 de setembro de 2004**. Regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em disposto em seu Regimento Interno, aprovado pela Portaria no 499, de 18 de dezembro de 2002. Brasília: DOU, 2004.

BRITO, M. C. W. Unidades de conservação, intenções e resultados. São Paulo: **FAPESP/Annablume**, 230p. 2003.

COLLABORATION FOR ENVIRONMENTAL EVIDENCE (CEE). Guidelines for Systematic Review and Evidence Synthesis in Environmental Management. Version 4.2. **Environmental Evidence**. 2013.

CALLAGHAN, C. T.; MARTIN, J. M.; MAJOR, R. E.; KINGSFORD, R. T. Avian monitoring–comparing structured and unstructured citizen science. **Wildlife Research**, v. 45, n. 2, p. 176-184, 2018.

CARBALLO-CÁRDENAS, E. C.; TOBI, H. Citizen science regarding invasive lionfish in Dutch Caribbean MPAs: Drivers and barriers to participation. **Ocean & Coastal Management**. v. 133, p. 114-127, 2016.

COHN, J.P. Citizen science: can volunteers do real research?. **BioScience**. 58(3) 192-197. 2008.

CONRAD, C.C.; HILCHEY, K.G. A review of citizen science and communitybased environmental monitoring: issues and opportunities. **Environmental monitoring and assessment** 176: 273-291. 2010.

COOK, C. N.; POSSINGHAM, H. P.; FULLER, R. A. Contribution of systematic reviews to management decisions. **Conservation Biology**. v. 27, n. 5, p. 902-915, 2013.

CULVER, D. C. Cave life evolution and ecology. **Harvard University Press**, Cambridge, MA. 1982.

CULVER, D. C.; PIPAN, T. The biology of caves and other subterranean habitats. Oxford: **Oxford Unversity Press**. 2009.

CULVER, D. C.; SKET, B. Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. **Journal of cave and Karst studies**, v. 62, n. 1, p. 11-17, 2000.

CROCE, A.; NAZZARO, R. An atlas of orchids distribution in the Campania region (Italy), a citizen science project for the most charming plant family. **Italian Botanist**. v. 4, p. 15, 2017.

CVITANOVIC, C. et al. Building trust among marine protected area managers and community members through scientific research: Insights from the Ningaloo Marine Park, Australia. **Marine Policy**, v. 93, p. 195-206, 2018.

DANIELSEN, F.; BURGESS, N.D.; BALMFORD, A. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. **Biodiversity Conservation.** 14(11):2507-2542, 2005.

DANIELSEN, F. et al. Local participation in natural resource monitoring: a characterization of approaches. **Conservation Biology**. 23(1):31–42. 2009.

DANIELSEN, F. et al. Increasing Conservation management action by involving local people in natural resource monitoring. **Ambio**. 36(7):566-570. 2007.

DA SILVA, S. F. Avaliação das alterações ambientais na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Piçarrão, Campinas-SP. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2000.

DA SILVA, J. M. C. et al. Funding deficits of protected areas in Brazil. **Land Use Policy**. v. 100, p. 104926, 2021.

DE FIGUEIREDO, L. A. V. História da espeleologia brasileira: protagonismo e atualização cronológica. **Anais do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**. Sociedade Brasileira de Espeleologia, Ponta Grossa. 2011.

DE QUEIROZ, E. D.; VALLEJO, L. R. USO PÚBLICO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO–ENTRE O IDEAL E O REAL. **Revista Eletrônica Uso Público em Unidades de Conservação.** v. 5, n. 9, p. 01-15. 2017.

DEHARVENG, L. Diversity patterns in the Tropics. *In:* D. C. Culver AND W. B. White (Eds.). **Encyclopedia of caves**. Elsevier Academic Press, Amsterdam, Netherlands. pp. 166-170. 2005

DEFRIES, R.; HANSEN, A. TURNER, L.; Reid, r. LIU, J. Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function. **Ecological Applications**. 17:1031–1038. 2007.

DEVICTOR, V.; WHITTAKER, R. J.; BELTRAME, C. Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. **Diversity and distributions**, v. 16, n. 3, p. 354-362, 2010.

DUDLEY, N. Guidelines for applying protected area management categories. [s.l.] **IUCN**, 2008.

EATON, D. P. et al. Citizen scientists help unravel the nature of cattle impacts on native mammals and birds visiting fruiting trees in Brazil's southern Pantanal. **Biological Conservation**. *208*, 29-39. 2017.

EITZEL, M. V. et al. Citizen science terminology matters: Exploring key terms. **Citizen science: Theory and practice**. v. 2, n. 1, 2017.

ECSA. **European Citizen Science Association**. 2015. Dez princípios da ciência cidadã. Acesso em: 05 set 2020. <https://ecsa.citizen-science.net/wp-content/uploads/2020/02/ecsa_ten_principles_of_cs_portuguese.pdf>.

FARIA, H. H. D. Eficácia de gestão de unidades de conservação gerenciadas pelo Instituto Florestal de São Paulo, Brasil. 401f. **Tese de Doutorado em Geografia**. Faculdade de Ciências e de Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2004.

FARHADINIA, M. S. et al. Citizen science data facilitate monitoring of rare large carnivores in remote montane landscapes. **Ecological Indicators**, v. 94, p. 283-291, 2018.

FAUZI, M. F. et al. INDIGENOUS COMMUNITY TREE INVENTORY: ASSESSMENT OF DATA QUALITY. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences**. v. 42, 2016.

FLESH, E.P.; BELT, J.J. "Comparing citizen science and professional data to evaluate extrapolated mountain goat distribution models". **Ecosphere** 8, nº 2. 2017.

FREITAG, A. A typology for strategies to connect citizen science and management. **Environmental monitoring and assessment**. v. 188, n. 9, p. 519, 2016.

FREIWALD, J. et al. Citizen science monitoring of marine protected areas: case studies and recommendations for integration into monitoring programs. **Marine Ecology**, v. 39, p. e12470, 2018.

FRITZ, S. et al. Citizen science and the United Nations sustainable development goals. **Nature Sustainability**, v. 2, n. 10, p. 922-930, 2019.

GIBERT, J.; DEHARVENG, L. Subterranean Ecosystems: A Truncated Functional Biodiversity. **BioScience**. 52(6):473-481, 2002.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: **Atlas**, 1999.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: **Atlas**, 200p. 2011.

GITZEN, R.A.; MILLSPAUGH, J.J.; COOPER, A.B.; LICHT, D.S. Design and Analysis of Long-term Ecological Monitoring Studies. Cambridge, UK: **Cambridge University Press**. 2012.

GIRARDELLO, M. et al. Gaps in biodiversity occurrence information may hamper the achievement of international biodiversity targets: insights from a cross-taxon analysis. **Environmental Conservation**, v. 45, n. 4, p. 370-377, 2018.

GREENWOOD, J.J.D. Citizens, science and bird conservation. **Journal of Ornithology**. 148: S77–S124. 2007.

GROVES, C.; GAME, E.T. Conservation Planning: Informed Decisions for a Healthier Planet. **Greenwood Village**. CO:Roberts & Co. 2016

GODOY, L. R. C.; LEUZINGER, M. D. O financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil: característica e tendências. **Ministério do Meio Ambiente**. Ano 52, n 206: 223-243. 2015.

GOFFREDO, Stefano et al. Unite research with what citizens do for fun: "recreational monitoring" of marine biodiversity. **Ecological Applications**. v. 20, n. 8, p. 2170-2187, 2010.

HADDAWAY, N. R.; BILOTTA, G. S. Systematic reviews: Separating fact from fiction. **Environment International**. v. 92–93, p. 578–584, jul. 2016.

HADJ-HAMMOU, J.; LOISELLE, S.; OPHOF D.; THORNHILL, I. Getting the full picture: Assessing the complementarity of citizen science and agency monitoring data. **PLoS ONE** 12(12):e0188507. 2017.

HARDT, R. Sistema cárstico e impactos antrópicos: Considerações sobre o manejo. In: **1° SIMPGEO/SP**, Rio Claro. 2008.

HECKER, S. et al. Citizen science: innovation in open science, society and policy. **UCL Press**. (eds) 2018.

HU, R. et al. A bird's view of new conservation hotspots in China. **Biological Conservation**. v. 211, p. 47-55, 2017.

ICMBIO. Anuário estatístico do patrimônio espeleológico brasileiro. **Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas**. Brasília. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS (IPÊ); INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Monitoramento Participativo da Biodiversidade: aprendizados em evolução. 2º ed, São Paulo, 2019.

IRVING, M. de A.; MATOS, K. Gestão de parques nacionais no Brasil: projetando desafios para a implementação do Plano Nacional Estratégico de Áreas Protegidas**. Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 89-96, 2006.

JORDAN, R. C.; BROOKS, W. R.; HOWE, D. V.; EHRENFELD, J. G. Evaluating the performance of volunteers in mapping invasive plants in public conservation lands. **Environmental management**, v. 49, n. 2, p. 425-434, 2012.

JOSEPH, E. P. et al. A citizen science approach for monitoring volcanic emissions and promoting volcanic hazard awareness at Sulphur Springs, Saint Lucia in the Lesser Antilles arc. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 369, p. 50-63, 2019.

JUBERTHIE, C. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In: Wilkens, H., Culver D. C. & Humphreys, W. F. (eds.). **Ecosystems of the World 30. Subterranean Ecosystems**. Elsevier, Amsterdan. p. 17-39. 2000.

JUFFE-BIGNOLI, D. et al. Protected Planet Report. **UNEP-WCMC**: Cambridge, UK. 2014.

KAYS, R. et al. Cats are rare where coyotes roam. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 5, p. 981-987, 2015.

KAYS, R. et al. Does hunting or hiking affect wildlife communities in protected areas?. **Journal of Applied Ecology**, v. 54, n. 1, p. 242-252, 2017.

KOSS, R. S. et al. An evaluation of Sea Search as a citizen science programme in Marine Protected Areas. **Pacific Conservation Biology**. v. 15, n. 2, p. 116-127, 2009.

KOBORI, H.; Ellwood, E.R.; Miller-Rushing, A.J.; Sakurai, R. Citizen Science. Encyclopedia of Ecology (Second Edition). Elsevier, 1: 529-535, 2019.

LAKSHMINARAYANAN, S. Using citizens to do science versus citizens as scientists. **Ecology and Society** 12:1, 2007.

LARSON, L.R.; CONWAY, A.L.; HERNANDEZ, S.M.; CARROLL, J.P. "Human-wildlife Conflict, Conservation Attitudes, and a Potential Role for Citizen Science in Sierra Leone, Africa". **Conservation and Society** 14, nº 3: 205–17. 2016.

LAURANCE, W. F.Does research help to safeguard protected areas?. **Trends inEcology & Evolution**. Vol. 28, No. 5, 261–266, 2013.

LEGRAND, M.; CHLOUS, F. Citizen science, participatory research, and naturalistic knowledge production: Opening spaces for epistemic plurality (an interdisciplinary comparative workshop in France at the Muséum national d'Histoire naturelle ['National museum of natural History']). **Environmental Development** 20: 59–67. 2016.

LEONG, K. M.; KYLE, G. T. Engaging park stewards through biodiversity discovery: Social outcomes of participation in bioblitzes. **Park Sci**. v. 31, p. 106-111, 2014.

LEUNG, Y. Turismo e gestão da visitação em áreas protegidas. **Union internationale pour la conservation de la nature**. 2019.

LEWANDOWSKI, E.; SPECHT, H. Influence of volunteer and project characteristics on data quality of biological surveys. Conservation Biology, v. 29, n. 3, p. 713-723, 2015.
SINGH, N. J.; DANELL, K.; EDENIUS, L.; ERICSSON, G. Tackling the motivation to monitor: success and sustainability of a participatory monitoring program. **Ecology and Society**, 19(4). 2014.

MACARAIG, J. M. R. Citizen science and greenspace planning in the rouge river watershed. **Journal of Environmental Policy & Planning**, v. 17, n. 4, p. 435-451, 2015.

MAGNUSSON, W. E. et al. Biodiversidade e monitoramento ambiental integrado. PPBio **Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia**. Áttema Editoral. Santo André, SP. 2013.

MAHER, M.L. et al. NatureNet: a model for crowdsourcing the design of citizen science systems. In: **Proceedings of the companion publication of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing**. 2014. p. 201-204.

MAMEDE, S.; BENITES, M.; ALHO, C. J. R. Ciência Cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do Pantanal. **Revista brasileira de educação ambiental.** Revbea, São Paulo, V. 12, n. 4: 153-164, 2017.

MANNING, R. E. Studies in Outdoor Recreation. Search and research for satisfaction. **Oregon State University Press**, Corvallis. 374. 1999.

MARRA, Ricardo José Calembo. Espeleo Turismo: Planejamento e Manejo de Cavernas. Brasília: Editora **WD Ambiental**. 2001.

MACKENZIE, C. M. et al. Lessons from citizen science: assessing volunteer-collected plant phenology data with Mountain Watch. **Biological conservation**, v. 208, p. 121-126, 2017.

MCKINLEY, D. C. et al. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. **Biological Conservation.** *208*, 15-28. 2017.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C.E.F.; PAVESE, H. B.; ARAÚJO, F. F. S. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: **UNEP-WCMC**, 44p. 2011.

MERLINO, S., M.; LOCRITANI, M.; STROOBANT, E.; MIONI, D. SeaCleaner: Focusing citizen science and environment education on unraveling the marine litter problem. **Marine Technology Society Journal.** 49. nº 4: 99–118. 2015.

METZGER, E. S.; LENDVAY, J. M. COMMENTARY: seeking environmental justice through public participation: a community-based water quality assessment in Bayview Hunters Point. **Environmental Practice**. v. 8, n. 2, p. 104-114, 2006.

MICHELSEN, N. et al. YouTube as a crowd-generated water level archive. **Science of the Total Environment**. *568*, 189-195. 2016.

MILLER, G.; TWINING-WARD, L. Monitoring for a Sustainable Tourism Transition: The Challenge of Developing and Using Indicators. Wallingford. UK: **CABI**. 2005.

MILLER-RUSHING, A. et al. Parks use phenology to improve management and communicate climate change. **Park Sci**, v. 28, p. 61-67, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Diagnóstico da visitação em parques nacionais e estaduais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas**. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadastro nacional de unidades de conservação 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Informe Nacional sobre as Áreas Protegidas no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. 2007.

MORÁN‐ORDÓÑEZ, A. et al. Efficiency of species survey networks can be improved by integrating different monitoring approaches in a spatial prioritization design. **Conservation Letters**, v. 11, n. 6, p. e12591, 2018.

MOYER-HORNER, L.; SMITH, M.M.; BELT, J. "Citizen science and observer variability during American pika surveys". **Journal of Wildlife Management**. 76, nº 7: 1472–79. 2012.

MULDER, R. A.; GUAY, P. J.; WILSON, M.; COULSON, G. Citizen science: recruiting residents for studies of tagged urban wildlife. **Wildlife Research**. v. 37, n. 5, p. 440-446, 2010.

NEWMAN, G.; GRAHAM, J.; CRALL, A.; LAITURI, M. The art and science of multi-scale citizen science support. **Ecological Informatics**. 6(3):217-227. 2011.

NUNES, Érica et al. Inclusão Social de Portadores de Necessidades Especiais (PNEs) e a Prática do Turismo em Áreas Naturais: avaliação de seis cavidades turísticas do Estado de São Paulo. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas: **Revista científica da Seção de Espeleoturismo da Sociedade Brasileira de Espeleologia.** v. 1, n. 1, jun. Edição comemorativa. 2008.

ONAGA, C. A.; DRUMOND M. A. Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação Federais do Brasil. Brasília: **Ibama**. 2007.

ORTEGA-ÁLVAREZ, R.; SÁNCHEZZ-GONZÁLEZ, L. A. Reflexiones en torno al monitoreo biológico comunitario en México. In Ortega-Álvarez R, SánchezGonzález LA, Berlanga H (eds.). Plumas de Multitudes: Integración Comunitaria en el Estudio y Monitoreo de Aves en México, **CONABIO**: Federal District, Mexico; 158–171. 2015.

ORTEGA-ÁLVAREZ, R.; SÁNCHEZZ-GONZÁLEZ, L. A.; VALERA-BERMEJO, A.; BERLANGA-GARCÍA, H. 2016. Community-Based Monitoring and Protected Areas: Towards an Inclusive Model. **Sustainable Development**. 25:200, 2017.

ORTEGA-ÁLVAREZ, R.; SÁNCHEZZ-GONZÁLEZ, L. A.; CALDERÓN-PARRA, R.; BERLANGA, H. Programa de Monitoreo Comunitario de Aves en el sureste de México. In Ortega-Álvarez R, Sánchez-González LA, Berlanga H (eds.). Plumas de Multitudes: Integración Comunitaria en el Estudio y Monitoreo de Aves en México, **CONABIO**: Federal District, Mexico; 22–47. 2015.

PEREIRA, R. C. et al. Monitoramento in situ da biodiversidade: proposta para um sistema brasileiro de monitoramento da biodiversidade. Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**.2013.

PIKESLEY, S. K. et al. Pink sea fans (Eunicella verrucosa) as indicators of the spatial efficacy of Marine Protected Areas in southwest UK coastal waters. **Marine Policy**, v. 64, p. 38-45, 2016.

PICKERING, C. et al. Using social media images and text to examine how tourists view and value the highest mountain in Australia. **Journal of Outdoor Recreation and Tourism**, v. 29, p. 100252, 2020.

PNUD. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento** (ONU). Relatório de Desenvolvimento Humano, 2019. (acessado em 23/Jan/2020). https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/presscenter/articles/2019/pnud-apresenta-relatorio-de-desenvolvimento-humano-2019-com-dado.html

PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: CECAV. III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Brasília: **CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Cap. 1, p. 7-23. 2011

PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. **Conservation biology**. v. 20, n. 6, p. 1647-1656, 2006.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (ONU). **Índice de desenvolvimento humano municipal brasileiro, Brasília: PNUD**, Ipea, FJP, 2013. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/. Acesso em: 20 set. 2020

RIESCH, H.; POTTER, C. Citizen science as seen by scientists: methodological, epistemological and ethical dimensions. **Public Understanding of Science**. 23(1): 107-120. 2014.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

ROBINSON et al. Ten principles of citizen science. 2018. In: Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J. & Bonn, A. Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy. UCL Press, London. 2018.
ROELFSEMA, C. et al. A citizen science approach: a detailed ecological assessment of subtropical reefs at Point Lookout, Australia. **PLoS One**. v. 11, n. 10, p. e0163407, 2016.

ROQUE, F. O. et al. A network of monitoring networks for evaluating biodiversity conservation effectiveness in Brazilian protected areas. Perspectives in ecology and conservation, v. 16, n. 4, p. 177-185, 2018.

SANTOS, K. M. P.; TATTO, N. Agenda socioambiental de comunidades quilombolas do Vale do Ribeira. **Instituto Socioambiental**, 2008.

SANTOS-MARTÍNEZ, M.L.; MÁLAGA-TEMICH, B.; LOZADA-RONQUILLO, M.P. El monitoreo de aves y la participación social en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas: movilización para su conservación. In Ortega-Álvarez R, Sánchez-González LA, Berlanga H (eds.). Plumas de Multitudes: Integración Comunitaria en el Estudio y Monitoreo de Aves en México, **CONABIO**: Federal District, Mexico; 48–69. 2015.

SÃO PAULO/SMA. Instituto Florestal (IF). **Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Carlos Botelho**. São Paulo, 2008.

SÃO PAULO/SMA. Instituto Florestal (IF). **Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Intervales**. São Paulo, 2010a.

SÃO PAULO/SMA. Instituto Florestal (IF). **Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira**. São Paulo, 2010b.

SÃO PAULO/SMA. Instituto Florestal (IF). **Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Caverna do Diabo**. São Paulo, 2010c.

SANTANGELI, A. et al. Voluntary non-monetary approaches for implementing conservation. **Biological Conservation**, v. 197, p. 209-214, 2016.

SESSEGOLO, G.C.; THEULEN, V.A. Proteção do Patrimônio Espeleológico Brasileiro In: EUROPEAN SPELEOLOGICAL CONGRESS, Lisboa. **Anais**. Lisboa, Portugal, 10 p. 1999.

SCHMELLER, D. S. et al. Advantages of volunteer-based biodiversity monitoring in Europe. **Conservation Biology**. 23: 307–316. 2008.

SCHMELLER, D. S. et al. "Building capacity in biodiversity monitoring at the global scale." **Biodiversity and conservation**. 26, no. 12: 2765-2790. 2017.

SCHILLER, A.; SUPPER, R.; ALONSO, G. M. Citizen Science in the context of extended international Karst groundwater research collaborations in Tulum/Mexico. **Geophysical Research Abstracts**. 2019.

SHIRK, J.L. et al. Public participation in scientific research: A framework for deliberate design. **Ecology and Society.** 17: 29. 2012.

SHUMBA, T.; MONTGOMERY, R. A.; RAMUSSEN, G. S.; MCDOLNAD, D. W. African wild dog habitat use modelling using telemetry data and citizen scientist sightings: are the results comparable?. **African Journal of Wildlife Research**, v. 48, n. 1, 2018.

SINGH, Navinder J. et al. Tackling the motivation to monitor: success and sustainability of a participatory monitoring program. **Ecology and Society**, v. 19, n. 4, 2014.

SILVERIO, Marcos Otavio. Atuação da arquitetura no uso público de cavernas. Conceitos, métodos e estratégias para ocupação. Caverna do Diabo, SP. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2014.

SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R.P.; FERREIRA, R.L. Cave conservation priority index to adopt a rapid protection strategy: a case study in Brazilian Atlantic rain forest. **Environmental management.** 55(2):279-295. 2015.

SPELLERBERG, I. F. Monitoring ecological change. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom. 2005.

SUSSKIND, L.; CAMACHO, A. E.; SCHENK T. A critical assessment of collaborative adaptive management in practice. **J Appl Ecol.** 49:47–51. 2012.

SPEAR, D.M.; PAULY, G.B.; KAISER, K. Citizen science as a tool for augmenting museum collection data from urban areas. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, n. JUL, 2017.

STEGER, C.; BUTT, B.; HOOTEN, M. B. Safari Science: assessing the reliability of citizen science data for wildlife surveys. **Journal of Applied Ecology**, v. 54, n. 6, p. 2053-2062, 2017.

SWANN, D. E.; SPRINGER, A. C.; O'BRIEN, K. Using citizen science to study saguaros and climate change at Saguaro National Park. **PARKScience**, v. 28, n. 1, p. 69, 2011.

SWANSON, A.; KOSMALA, M.; LINTOTT, C.; PACKER, C. A generalized approach for producing, quantifying, and validating citizen science data from wildlife images. Conservation Biology, v. 30, n. 3, p. 520-531, 2016.

TANTIPISANUH, N.; GALE, G. A. Identification of biodiversity hotspot in national level–Importance of unpublished data. **Global Ecology and Conservation**, v. 13, p. e00377, 2018.

TAYLOR, P.L.; CRONKLETON, P.; BARRY, D. Learning in the field: using community self-studies to strengthen forest-based social movements. **Sustainable Development.** 21: 209–223, 2013.

THORNHILL, I.; S. LOISELLE, S.; LIND, K.; OPHOF, D. The Citizen Science Opportunity for Researchers and Agencies. **BioScience** 66(9):720-721. 2016.

THEULEN, V.; SESSEGOLO, Gisele Cristina. Estratégias para Conservação das Cavernas Brasileiras. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY. 2001.

THIEL, M. et al. Citizen scientists and marine research: volunteer participants, their contributions, and projection for the future. In: HUGHES, R. N.; HUGHES, D. J.; SMITH, I. P. **Oceanography and Marine Biology**: An Annual Review, Volume 52, v. 52, p. 257-314, 2014.

TORNEY, C. J. et al. A comparison of deep learning and citizen science techniques for counting wildlife in aerial survey images. **Methods in Ecology and Evolution**. v. 10, n. 6, p. 779-787, 2019.

TRAJANO, E. Cave Faunas in the Atlantic Tropical Rain Forest: Composition, Ecology, and Conservation 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 882-893, 2000.

TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. Notes on the food wbs in caves of Southeastem Brasil. Mém. **Biospéol**. 18: 75-79. 1991.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E., Biologia Subterrânea - Introdução. 1. ed. São Paulo, SP: **Redespeleo Brasil**, v. 1. 92 p. 2006.

TRIMBOLI, S. R. Citizen Science at Mammoth Cave National Park: Integrating Research and Education. **Mammoth Cave Research Symposia**. Western Kentucky University TopSCHOLAR. Paper 11. 2016.

TRIMBOLI, S. R.; TOOMEY, R. S. Developing a Citizen Science Program that Supports Your Park's Resource Management and Monitoring Needs. **Engagement, Education, and Expectations: The Future of Parks and Protected Areas**. Ed. Hancock, Michigan. V. 17. 2016.

TULLOCH, A. I. et al. To boldly go where no volunteer has gone before: predicting volunteer activity to prioritize surveys at the landscape scale. **Diversity and Distributions**, v. 19, n. 4, p. 465-480, 2013.

UNEP-WCMC, IUCN and NGS. Protected Planet Report 2018. **UNEP-WCMC, IUCN and NGS**: Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA. 2018.

UNEP-WCMC. **World Database of Protected**. Outubro, 2019. Available at: <www.protectedplanet.net>

VALLEJO, L. R. Uso público em áreas protegidas: atores, impactos, diretrizes de planejamento e gestão. **Revista Eletrônica Anais Uso Público em Unidades de Conservação**., v. 1, n. 1, p. 13-26. 2013.

VANN-SANDER, S.; CLIFTON, J.; HARVEY, E. Can citizen science work? Perceptions of the role and utility of citizen science in a marine policy and management context. Marine Policy, v. 72, p. 82-93, 2016.

VILLASENOR, E. et al. Characteristics of participatory monitoring projects and their relationship to decision-making in biological resource management: a review. **Biodiversity and conservation**. v. 25, n. 11, p. 2001-2019, 2016.

VOLTEN, H. et al. Enhancing National Environmental Monitoring through Local Citizen Science. In **Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy**, edited by Hecker Susanne, Haklay Muki, Bowser Anne, Makuch Zen, Vogel Johannes, and Bonn Aletta, 337-52. London*: UCL Press, 2018.*

YOCCOZ, N.G.; NICHOLS, J.D.; BOULINIER, T. Monitoring of biological diversity in space and time. **Trends in Ecology and Evolution** 16: 446–453. 2001.

WATSON, J. E.; DUDLEY, N.; SEGAN, D. B.; HOCKINGS, M. The performance and potential of protected areas. **Nature**, 515, 67-73. 2014.

WHITELAW, G.; VAUGHAN, H.; CRAIG, B.; ATKINSON, D. Establishing the Canadian Community Monitoring Network. **Environmental Monitoring and Assessment**. 88: 409–418, 2003.

BROWN, E. D.; WILLIAMS, B. K. The potential for citizen science to produce reliable and useful information in ecology. **Conservation Biology**. v. 33, n. 3, p. 561-569, 2019.

WWF. Cortes no Orçamento da União para 2018 atingem as Unidades de Conservação e combate ao desmatamento. Relatório informativo de Políticas Públicas. Brasília, DF. 2017.

WWF. Mesmo com revisão dos cortes, orçamento do MMA será insuficiente. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?70862/Mesmo-com-revisao-dos-cortes-orcamento-do-MMA-sera-insuficiente/>. Acesso em: 10 de out. 2019.

YOUNG, C, E. F.; MEDEIROS, R. (org.). Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras. Rio de Janeiro: **Conservação Internacional**, 181 p. 2018.

8. APÊNDICES

8.a. Tabelas de resultados da Revisão bibliográfica sistemática

Quadro 8. Categorização das vantagens de acordo com cada assunto e autor (com os códigos de artigo).

1.Vantagens	
1.1. Voluntários	
1.1.1. Empoderamento local	
a) melhorou a educação e desenvolveu habilidades de liderança	A1; A10; A14; A29; A35; A36; A37; A1; A10; A17; A26; A29
b) sensação de propriedade dos dados	A1
c) envolvimento ativo/ engajamento local/ justiça ambiental	A1; A7; A8; A10; A15; A17; A18; A20; A22; A25; A29; A34; A40; A42; A47; A49; A50; A52; A58; A60
1.1.2. Aumento do interesse da comunidade pelo tema	
a) observadores céticos se tornaram contribuidores regulares em sua área local	A4
b) crescente interesse dos voluntários ao projeto	A3; A25; A52
c) aumento do interesse pelo monitoramento	A5
d) trabalhar mais no projeto	A1
1.1.3. Satisfação pessoal; valorização da comunidade	

a) atendimento de demandas/ expectativas da comunidade	A2
b) Gerar dados ao parque/projeto	A9; A16; A35
c) satisfação pessoal / reconhecimento público	A14
d) experiência gratificante:	A9
1.1.4. Educação; aumento do conhecimento da comunidade	
a) desejo/oportunidade de aprender mais	A1; A2; A8; A9; A14; A26;
b) interesse em buscar futuros estudos ou carreiras na área ambiental	A1
c) voluntários construindo sua capacidade aprendendo novas habilidades e compartilhando	A2; A10; A15; A17; A20, A24; A26
d) alfabetização científica	A7; A8; A10; A16; A20; A35; A37; A40; A49; A50; A52
e) aprenderam mais sobre questões ecológicas/ consciência ambiental	A1; A7; A8; A18; A20; A24; A26; A49; A53; A55; A57;
1.1.5. Benefício econômico	
a) Apoio financeiro	A14; A26
b) subsistência local sustentável	A26
1.2. Pesquisa	
1.2.1. Otimização do tempo do pesquisador	

a) Acesso à propriedade privada mais fácil com comunitários	A35
b) Ecossistemas/espécies sendo monitorados que de outra forma não seriam (contínuo/e/ou/ +rápidos	A10, A14; A25; A26; A28; A35; A40; A45; A51
c) Presença e ausência de espécies de forma + rápida	A11; A54; A56
d) podem alcançar múltiplos objetivos de monitoramento populacional com C.C.	A40
e) pode ser aplicada a qualquer conjunto de dados de pesquisa em grande escala	A13, A14; A19; A21; A22; A51; A53; A54
f) participação voluntária permite a amostragem de grandes áreas e a cobertura de uma ampla gama de	A14; A18; A21; A25; A39; A55;
1.2.2. Menos invasivo para o meio ambiente	A54
1.2.3. Complementaridade	
a) contribuiu para um protocolo comum de aquisição de dados	A20; A40;
b) ciência cidadã pode complementar a pesquisa científica de maneiras importantes para biodiversidade	A4; A12; A14; A17; A18; A20; A21; A22; A25; A26; A28; A29; A35; A36; A37; A40; A43; A45; A50; A51; A53; A56
c) Conhecimento de comunidades locais agregam na pesquisa	A26; A33
1.2.4. Confiabilidade	
a) sugerem que dados gerados pela C.C. podem ser volumosos, únicos e são confiáveis	A4; A11; A12; A13; A18; A19; A21; A22; A25; A26; A27; A28; A31; A32; A40; A43; A45; A48; A49; A50; A51; A52; A53; A54; A55; A56; A57; A59

b) conseguem detectar/ manejar espécies e sua distribuição	A12; A14; A18; A23; A25; A27; A28; A32; A33; A35; A38; A40; A45; A46; A51; A54; A55; A56
1.2.5. Pesquisas futuras	
a) Destacou áreas para pesquisas futuras	A1, A14
1.2.6. Maior envolvimento gera maior conscientização	
a) Quanto mais a comunidade está envolvida e contribui para os resultados - maior nível de aceitação	A29
b) Avanços na tecnologia da informação terá um papel fundamental na melhoria capacidade	A4
1.3. Econômica	
1.3.1. Otimização	
a) Custos do monitoramento baseado em voluntários são baixos em relação aos benefícios para os parques e visitantes do parque	A7; A9; A10; A12; A13, A14; A17; A31; A34; A35; A37; A42; A44; A45; A46; A51; A54; A55
b) Melhorou a gestão de recursos	A10; A50; A53
1.4. Gestão	
1.4.1. Transparência	A16; A58
1.4.2. Relação comunidade x gestão	
a) manter o interesse dos participantes locais favorece a implementação em ações	A30; A52

b) fortalecendo a conexão social e ambiental voluntária com gestor local e grupo comunitário	A2; A30
1.4.3. Otimização do tempo/ recursos	
a) Pode fornecer um sistema de aviso / detecção precoce para a gestão do parque	A10, A11, A13; A25; A30; A60
b) incorporar o conhecimento das motivações dos voluntários pode ajudar a priorizar os esforços de	A13; A60
1.5. Governança	
1.5.1. Comunicação/aprendizado	
a) compartilhamento de conhecimento entre participantes voluntários e cientistas	A14; A36; A49; A51; A53
b) criando parcerias entre o público, organizações e agências de pesquisa, com aprendizado por	A2; A60
1.5.2. Afetar políticas públicas	
a) incentivar alguns a tomar medidas para promover a mitigação e adaptação à conservação	A8; A14; A26; A29; A30; A37; A43; A44
b) Desejo do governo de ser mais inclusivo é cumprido	A10
c) Apoiar / impulsionar mudanças proativas na política e na legislação	A10

Quadro 9. Categorização dos problemas e desafios de acordo com cada assunto e autor (com os códigos de artigo).

2. Problemas/Desafios	
2.1. Voluntários	
2.1.1. Confiança	
a) Voluntários não se sentem confortáveis em se expor	A1; A26
2.1.2. Motivação	
a) Mobilizar a comunidade/falta de interesse	A1; A10; A21; A24; A26; A37; A50; A58; A60
2.1.3. Habilidades/Conhecimentos	
a) Barreiras linguísticas	A26
b) Falta de experiência em monitoramento	A10; A16; A38
c) Diferenças culturais	A26
d) Acesso a informações/conhecimentos adequados	A10; A38
2.1.4. Reconhecimento	
a) sentir relevante na tomada de decisão	A14; A26; A30; A58
b) exigem compensação pelo seu tempo	A26
2.2. Pesquisa	

2.2.1. Confiabilidade dos dados	A11, A25; A26; A33; A41; A43; A46; A48; A59
2.2.2. Metodologia	
a) Mecanismos de controle	A10; A37; A50
b) dificuldade na coleta dos dados dependendo da *spp* em questão	A25; A35
c) fragmentação dos dados	A10
d) Metodologia inadequada	A10; A11; A23, A55
2.2.3. Falta de protocolos	A23
2.2.4. Tempo	
a) falta de tempo para treinamento	A40; A53
b) limitado pelo tempo dos cientistas	A57
2.2.5. Acompanhamento do projeto	
a) Manutenção de projetos a longo prazo	A17
b) gerenciamento do projeto, dados, voluntários	A29
2.2.6. Viabilidade do projeto	
a) Falta de objetividade no projeto	A10
b) local de difícil acesso	A42

c) falta de apoio/respaldo científico por parte de preservacionistas	A32
d) dependência do número de voluntários	A54
2.3. Gestão	
2.3.1. Falta de abertura da gestão para ouvir as comunidades	A14
2.3.2. Utilidade dos dados para tomada de decisão/gestão	A10
2.4. Economia	
2.4.1. Falta de Financiamento	A10, A14; A17; A34; A38; A42; A46; A57
2.4.2. Identificar fontes de apoio	A14
2.4.3. Aspectos econômicos prevalecem sobre o ambiental e social na tomada de decisão	A22; A28; A46;
2.5. Governança	
2.5.1. Comunicação	
a) falta de networking	A10
b) falta feedback entre as partes	A14; A26; A46
c) diferentes visões de ciência cidadã	A29
d) Esclarecimento do papel do pesquisador x comunidade	A26
2.5.2. Apropriação dos dados	

a) Aproveitar os dados para gerar política pública	A14
2.5.3. Conflitos de interesse	
a) Conflitos que atrapalham a implementação das recomendações	A17
b) Falta de acordo com empresas privadas que se beneficiam dos recursos	A17

Quadro 10. Categorização das recomendações de acordo com cada assunto e autor (com os códigos de artigo).

3. Recomendações	
3.1. Voluntários	
3.1.1. Aumentar os níveis de participação	A2; A11; A16; A17; A24; A30; A46; A50
3.1.2. Identificar o perfil/ habilidades da comunidade/ motivações dos participantes	A10; A11; A13; A17; A21; A23; A24; A27; A29; A30; A35; A36; A37; A38; A42; A50; A52; A60
3.1.3. Fornecer incentivos econômicos	A60
a) Dar prêmios	A21
3.1.4. Incentivos não econômicos	
a) Teoria da arquitetura das escolhas	A32
b) Dar o reconhecimento as comunidades	A16; A17; A21; A37; A54; A60

c) Tornar o monitoramento "divertido"	A17; A37
3.1.5. Formação	
a) Promover educação (ambiental; alfabetização)	A3; A12; A16; A26; A43; A58; A60
b) Treinamento	A23; A25; A37; A41; A42; A52; A58; A59
3.2. Pesquisa	
3.2.1. Comunicação	
a) tornar materiais e resultados acessíveis	A1; A24; A30; A35
b) Criar um plano de comunicação simples e efetivo	
3.2.2. Tecnologia	
a) Usar mídias digitais sociais	A24; A42
b) Uso de fotografia para validar/coletar	A25; A35
3.2.3. Metodologia	
a) Aplicar em locais acessíveis, com menor impacto	A55
b) Se basear em programas com C.C. consolidados	A10
c) Coleta por aos pares (2 voluntários)	A32
d) Apoiar os dados com métodos estatísticos	A14; A23; A34; A37; A45; A46; A47; A54

e) Planejar e se basear em protocolos, com etapas bem definidas	A14; A23; A26; A27; A29; A35; A37; A40; A42; A45; A46; A47; A51; A52; A59
f) Questionários claros que direcionem os voluntários ao objeto da pesquisa	A38; A40
3.2.4. Acompanhamento do projeto	
a) Mecanismos para curadoria permanente, transparência, e disponibilidade pública de dados	A37; A41; A44; A45; A50; A54; A58
b) Avaliar a forma como esses programas de ciência cidadã são percebidos pelos próprios cidadãos	A2
c) Mecanismos de controle	A52; A59
d) Acompanhamento científico dos dados	A37; A39; A40; A45; A52; A59
3.3. Gestão	
3.3.1. Transparência na gestão	A58
3.3.2. Boas Práticas	
a) Inspiração nas melhores práticas do uso dos dados na tomada de decisão	A10; A12
3.4. Economia	
3.4.1. Identificar fontes de recursos	
a) Obtenção de financiamento (agências de financiamento)	A3
b) Identificação de suporte	A3; A10
3.4.2. Planejamento dos investimentos	

a) Planejar investimentos em programas de monitoramento	A13
3.4.3. Otimização de recursos	
a) Parcerias entre programas e instituições podem ajudar nos custos do projeto	A34; A43
3.5. Governança	
3.5.1. Arranjo Institucional	
a) Descentralização do poder de decisão	A30
b) Criação de uma estrutura de governança colaborativa	A58
c) Influência política	A37
d) Confiança e motivação entre todas as partes interessadas	A29; A41
3.5.2. Alinhamento de expectativas	
a) Favorecer a comunicação entre as partes para medidas de conservação	A2; A37; A43; A58; A60
b) Todas as partes entenderam os benefícios mútuos da ciência cidadã	A29; A43; A54
3.5.3. Políticas Públicas	
a) Governo deve criar políticas para ações de conservação e aumentar o investimento na educação ambiental	A43

Quadro 11. Lista com os códigos de artigos e autores selecionados na RBS.

Nº	Título	Citação
1	Commentary: Seeking environmental justice through public participation: A community-based water quality assessment in Bayview Hunters Point	Metzger; Lendvay, 2006.
2	An evaluation of Sea Search as a citizen science programme in Marine Protected Areas	Koss et al, 2009.
3	Unite research with what citizens do for fun: Recreational monitoring of marine biodiversity	Goffredo et al 2010.
4	Citizen science: recruiting residents for studies of tagged urban wildlife	Mulder et al, 2010
5	Realizing a synergy between research and education: how participation in ant monitoring helps raise biodiversity awareness in a resource-poor country	Braschler et al, 2010
6	Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography: Citizen science and conservation biogeography	Devictor et al, 2010.
7	Parks use phenology to improve management and communicate climate change	Miller-Rushing et al, 2011
8	Using citizen science to study saguaros and climate change at Saguaro National Park	Swann et al, 2011.
9	Citizen scientists in action: Providing baseline data for climate-sensitive species	Carolin et al, 2011
10	A review of citizen science and community-based environmental monitoring: Issues and opportunities	Conrad; Hichey, 2011
11	Citizen science and observer variability during American pika surveys	Moyer-Horner et al, 2012
12	Evaluating the performance of volunteers in mapping invasive plants in public conservation lands	Jordan et al, 2012
13	To boldly go where no volunteer has gone before: Predicting volunteer activity to prioritize surveys at the landscape scale	Tulloch et al, 2013

14	Citizen scientists and marine research: Volunteer participants, their contributions, and projection for the future	Thiel et al, 2014
15	Naturenet: A model for crowdsourcing the design of citizen science systems	Maher et al, 2014
16	Engaging park stewards through biodiversity discovery: Social outcomes of participation in bioblitzes	Leong; Kyle, 2014
17	Tackling the motivation to monitor: success and sustainability of a participatory monitoring program	Singh et al, 2014
18	Ten years of citizen science data collection of wetland plants in an urban protected area	Buldrini et al, 2015
19	Cats are Rare Where Coyotes Roam	Kays ls ns, 2015.
20	SeaCleaner: Focusing citizen science and environment education on unraveling the marine litter problem	Merlino et al, 2015
21	Using a citizen science program to monitor coral reef biodiversity through space and time	Branchini et al, 2015
22	Citizen Science and Greenspace Planning in the Rouge River Watershed	Macaraig, 2015
23	Influence of volunteer and project characteristics on data quality of biological surveys: Data Quality of Volunteer Surveys	Lewandowski; Specht, 2015
24	Citizen science regarding invasive lionfish in Dutch Caribbean MPAs: Drivers and barriers to participation	Carballo-Cárdenas et al, 2016
25	A citizen science approach: A detailed ecological assessment of subtropical reefs at point lookout, Australia	Roelfsema et al, 2016
26	Human-wildlife Conflict, Conservation Attitudes, and a Potential Role for Citizen Science in Sierra Leone, Africa	Larson et al, 2016
27	A generalized approach for producing, quantifying, and validating citizen science data from wildlife images	Swanson et al, 2016
28	Pink sea fans (Eunicella verrucosa) as indicators of the spatial efficacy of Marine Protected Areas in southwest UK coastal waters	Pikesley et al, 2016.
29	Can citizen science work? Perceptions of the role and utility of citizen science in a marine policy and management context	Vann-Sander et al, 2016

30	Characteristics of participatory monitoring projects and their relationship to decision-making in biological resource management: a review	Villaseñor et al, 2016.
31	A long-term evaluation of biopsy darts and DNA to estimate cougar density: An agency-citizen science collaboration: Biopsy Darts and DNA to Estimate Cougar Density	Beausoleil et al, 2016
32	Voluntary non-monetary approaches for implementing conservation	Santangeli et al, 2016
33	Indigenous Community Tree Inventory: Assessment of Data Quality	Fauzi et al, 2016
34	Safari Science: assessing the reliability of citizen science data for wildlife surveys	Steger et al, 2017
35	Citizen science as a tool for augmenting museum collection data from urban areas	Spear et al, 2017
36	Diving for science - science for diving: volunteer scuba divers support science and conservation in the Mediterranean Sea	Cerrano et al, 2017
37	Early warning systems for biodiversity in southern Africa – How much can citizen science mitigate imperfect data?	Barnard et al, 2017
38	Lessons from citizen science: Assessing volunteer-collected plant phenology data with Mountain Watch	Mackenzie et al, 2017
39	Does hunting or hiking affect wildlife communities in protected areas?	Kays et al, 2017.
40	Comparing citizen science and professional data to evaluate extrapolated mountain goat distribution models	Flesch et al, 2017
41	An atlas of orchids distribution in the Campania region (Italy), a citizen science project for the most charming plant family	Croce et al, 2017
42	Building capacity in biodiversity monitoring at the global scale	Schmeller et al, 2017
43	A bird's view of new conservation hotspots in China	Hu et al, 2017
44	Evaluating the potential of photo-identification as a monitoring tool for flapper skate (*Dipturus intermedius*)	Benjamins et al, 2018
45	Gaps in biodiversity occurrence information may hamper the achievement of international biodiversity targets: Insights from a cross-Taxon analysis	Girardello et al, 2018

46	Efficiency of species survey networks can be improved by integrating different monitoring approaches in a spatial prioritization design	Morán-Ordóñez et al, 2018
47	A network of monitoring networks for evaluating biodiversity conservation effectiveness in Brazilian protected areas	Roque et al, 2018
48	How training citizen scientists affects the accuracy and precision of phenological data	Feldman et al, 2018
49	Challenges and opportunities for monitoring wild Nile crocodiles with scute mark-recapture photography	Coetzee et al, 2018
50	Building trust among marine protected area managers and community members through scientific research: Insights from the Ningaloo Marine Park, Australia	Cvitanovic et al, 2018.
51	Citizen science contributes to the understanding of the occurrence and distribution of cetaceans in southeastern Brazil – A case study	Lodi et al, 2018
52	Citizen science monitoring of marine protected areas: Case studies and recommendations for integration into monitoring programs	Freiwald et al, 2018.
53	Can citizen science contribute to fish assemblages monitoring in understudied areas? The case study of Tunisian marine protected areas	Ben Lamine et al, 2018
54	Citizen science data facilitate monitoring of rare large carnivores in remote montane landscapes	Farhadinia et al, 2018
55	African Wild Dog Habitat Use Modelling Using Telemetry Data and Citizen Scientist Sightings: Are the Results Comparable?	Shumba et al, 2018
56	Avian monitoring – comparing structured and unstructured citizen science	Callaghan et al, 2018
57	Citizen Science in Schools: Students Collect Valuable Mammal Data for Science, Conservation, and Community Engagement	Schuttler et al, 2019
58	Citizen science for Saskatchewan lakes: a pilot project	Bos et al, 2019
59	A comparison of deep learning and citizen science techniques for counting wildlife in aerial survey images	Torney et al, 2019.
60	A citizen science approach for monitoring volcanic emissions and promoting volcanic hazard awareness at Sulphur Springs, Saint Lucia in the Lesser Antilles arc	Joseph et al, 2019

8.b. Questionários enviado aos especialistas

QUESTIONÁRIO PARA OS PESQUISADORES QUE TRABALHAM COM AS COMUNIDADES DO VALE DO RIBEIRA

1. Nome

2. Instituição

3. Especialidade

4. A ciência cidadã é prática de engajar qualquer pessoa da sociedade em um projeto científico (comunidades, turistas, monitores, entre outros), produzindo dados constantes, confiáveis e utilizáveis por cientistas e tomadores de decisão. Além disso, pode contribuir para a aproximação da sociedade a questões locais, promovendo empoderamento e o sentimento de pertencimento dessas pessoas ao ambiente. Diante dessa explicação, como você avalia o seu conhecimento/experiência a respeito da ciência cidadã?

    - Alto
    - Médio
    - Baixo

5. Como primeira etapa desta pesquisa, foi realizada revisão de literatura sobre boas práticas relativas à participação de não cientistas em programas de monitoramento em cavernas. Quais você considera importante para que um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã seja bem sucedido?

- Identificar o perfil/ motivações dos participantes
- Promover atividades educacionais com os participantes concomitante ao monitoramento (educação ambiental/alfabetização)

- Garantir aos participantes todos os materiais necessários para que o monitoramento seja realizado
- Tornar acessíveis os dados resultantes finais aos não cientistas participantes
- Fornecer incentivos econômicos ou prêmios
- Fornecer treinamentos ou capacitações
- Nenhuma das anteriores
- Outro: _____

6. Considerando a sua experiência com as comunidades do Vale do Ribeira, o que você acredita que motivaria essas pessoas a participarem de projetos de ciência cidadã?

7. Quais os possíveis desafios relacionados as comunidades locais poderiam inviabilizar um projeto de Ciência Cidadã em Parques Estaduais, na opinião?
    - exemplo da literatura: problemas de comunicação com gestores e pesquisadores, barreiras culturais, entre outros.

8. Utilize o espaço abaixo para considerações que achar pertinente a abordagem da ciência cidadã para o monitoramento em cavernas ou justificar questões anteriores desse questionário.

QUESTIONÁRIO PARA OS PESQUISADORES/ESPECIALISTAS EM ESPELEOLOGIA

1. Nome

2. Instituição

3. Especialidade

4. A ciência cidadã é prática de engajar qualquer pessoa da sociedade em um projeto científico (comunidades, turistas, monitores, entre outros), produzindo dados constantes, confiáveis e utilizáveis por cientistas e tomadores de decisão. Além disso, pode contribuir para a aproximação da sociedade a questões locais, promovendo empoderamento e o sentimento de pertencimento dessas pessoas ao ambiente. Diante dessa explicação, como você avalia o seu conhecimento/experiência a respeito da ciência cidadã?
   - o Alto
   - o Médio
   - o Baixo

5. Como primeira etapa desta pesquisa, foi realizada revisão de literatura sobre boas práticas relativas à participação de não cientistas em programas de monitoramento em cavernas. Quais você considera importante para que um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã seja bem sucedido?
   - o Identificar o perfil/ motivações dos participantes
   - o Promover atividades educacionais com os participantes concomitante ao monitoramento (educação ambiental/alfabetização)
   - o Garantir aos participantes todos os materiais necessários para que o monitoramento seja realizado
   - o Tornar acessíveis os dados resultantes finais aos não cientistas participantes
   - o Fornecer incentivos econômicos ou prêmios
   - o Fornecer treinamentos ou capacitações
   - o Nenhuma das anteriores
   - o Outro: _____

6. Dentre as boas práticas identificadas na literatura, quais delas você considera importante durante o processo de implementação de um programa de monitoramento baseado em ciência cidadã para que este seja bem sucedido?

7. Na literatura internacional são encontrados exemplos de como o cidadão não cientista podem produzir dados a serem usados em programas de monitoramento. Alguns desses exemplos adaptados para o contexto de ambientes subterrâneos estão listados abaixo (as referências estão ao final deste questionário):

   Fotografia das trilhas, rios e espeleotemas com turistas e voluntários através do uso de redes sociais, sites, hashtags ou outras ferramentas; identificando visualmente e relatando espécies da macrofauna e da flora (participantes treinados);

   Considerando o seu objeto de pesquisa em ambientes de cavernas, o que você considera que tem potencial de ser monitorado com a ciência cidadã?

8. Utilize o espaço abaixo para considerações que achar pertinente a abordagem da ciência cidadã para o monitoramento em cavernas ou justificar questões anteriores desse questionário.

9. ANEXOS

ANEXO 1. Carta de aprovação COTEC

EQUIPE	:	Gabrielle Abreu Nunes e Victor Eduardo Lima Ranieri
VIGÊNCIA	:	Março de 2019 a Março de 2021

Carta COTEC nº 635/2020 D23/2020 PH

São Paulo, 10 de Novembro de 2020.

Senhora
Gabrielle Abreu Nunes
Rua Ceará,
1911
Araraquara-SP
CEP: 14.810-165
Tel.: (16) 9 9607-3684
E-mail: gabinunes.bio@usp.br / gabinunes.bio@gmail.com

Em adendo à Carta COTEC nº 324/2020 de 23 de Julho de 2020, informamos o projeto "Monitoramento ambiental através da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo", constante do processo em referência, de autoria de Gabrielle Abreu Nunes e Victor Eduardo Lima Ranieri foi aprovado para ser executado, no período de Março de 2019 a Março de 2021, nas seguintes Unidades:

UNIDADE e RESPONSÁVEL	ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	OBSERVAÇÕES

O original deste documento é eletrônico e foi assinado digitalmente por SILVANA CRISTINA PEREIRA MUNIZ DE SOUZA.
Para verificar a autenticidade desta cópia impressa, acesse o site https://e.ambiente.sp.gov.br/atendimento e informe o processo IF.004365/2020-42 e o código PBQB7KD8.

Parque Estadual Carlos Botelho Ao responsável pela Unidade Gestor: Pietro de Oliveira Scarascia	a) Sede Administrativa: Rodovia SP-139, km 78,4 Bairro do Abaitinga São Miguel Arcanjo-SP CEP: 18.230-000 / Caixa Postal 37 Telefone para informação: (15) 3279-0483 E-mail: pe.carlosbotelho@fflorestal.sp.gov.br Dias e horário de funcionamento: diariamente das 8h às 17h. O acesso às trilhas é permitido somente até as 15h. Em horário de verão, acesso às trilhas monitoradas é permitido até as 16h. b) Visitação: Rodovia SP-139, km 78,4 Bairro do Abaitinga São Miguel Arcanjo-SP CEP: 18.230-000 / Caixa Postal 37 Dias e horário de funcionamento: de segunda-feira a domingo das 8h às 17h. Sábados e domingos 8h às 17h.	Com relação à realização do projeto no Parque Estadual Carlos Botelho, manifestamo-nos: De acordo com a execução do projeto; Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Baixa prioridade; Com relação ao planejamento da Unidade, o Parque Estadual Carlos Botelho possui: Plano de Manejo; Com relação às atividades previstas pelo projeto: não existe restrição; • As seguintes colocações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta Unidade: Somos favoráveis à aprovação do projeto de pesquisa "Monitoramento ambiental através da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo" de autoria da pesquisadora Gabrielle Abreu Nunes, a ser desenvolvido no Parque Estadual Carlos Botelho; Com a finalidade de contribuir com a segurança dos trabalhos de campo a serem desenvolvidos no Parque Estadual Carlos Botelho, solicitamos: 1- Que seja informado junto ao Portal do Parque Estadual Carlos Botelho o local do Parque a ser adentrado para o desenvolvimento dos trabalhos de campo; 2- Que seja preenchido o Termo de Ciência de Risco pelo responsável e todos demais componentes da equipe, antes da realização dos trabalhos de campo); 3- As visitas de representantes de outras instituições, fotógrafos, imprensa, etc., deverão ser comunicadas com a necessária antecedência junto ao Gestor do Parque Estadual Carlos Botelho, para que sejam providenciadas as regularizações necessárias; 4- Que a contratação de mateiros e auxiliares de campo, seja comunicada com antecedência ao Gestor do Parque; 5- Agendar um contato inicial prévio, antes do início dos trabalhos, com o Gestor do Parque Estadual Carlos Botelho, para se verificar os tipos de apoio que poderão ser prestados;

1

EQUIPE : Gabrielle Abreu Nunes e Victor Eduardo Lima Ranieri

VIGÊNCIA : Março de 2019 a Março de 2021

UNIDADE e RESPONSÁVEL	ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	OBSERVAÇÕES

O original deste documento é eletrônico e foi assinado digitalmente por SILVANA CRISTINA PEREIRA MUNIZ DE SOUZA.
Para verificar a autenticidade desta cópia impressa, acesse o site https://e.ambiente.sp.gov.br/atendimento e informe o processo IF.004365/2020-42 e o código PBQB7KD8.

		6- É necessário que o pesquisador responsável cadastre o projeto no site: https://ingressosparquespaulistas.com.br/categoria-produto/pesquisador para um *voucher* de desconto no valor das diárias; 7- A reserva do alojamento está sujeita à disponibilidade das hospedarias: Jacutinga, Muriqui e Bugio; 8- As atividades não previstas no projeto original estão vetadas, devendo ser previamente notificadas e submetidas à análise da COTEC (Comissão Técnico-Científica) do Instituto Florestal, para que as mesmas possam vir a serem desenvolvidas; 9- Enviar, obrigatoriamente, via e-mail, os relatórios mensais ao Parque Estadual Carlos Botelho, conforme modelo do Anexo I; 10- Apresentar os relatórios anuais, em dezembro, junto à COTEC. Cópia da dissertação, tese, artigos, resumos em eventos científicos e outras formas de publicações podem ser apresentados junto ao Parque Estadual Carlos Botelho e à COTEC; 11- é obrigatório o envio do trabalho final (impresso) para os arquivos da Unidade de Conservação; 12- A execução e operacionalização do projeto deverá se adequar Á Portaria Normativa FF-DE n. 322/2020, bem como a outros instrumentos normativos que visem combater ou mitigar os contágios por SARS COV-2 (NOVO CORONAVÍRUS) entre seres humanos e em exemplares de fauna silvestre; Solicitamos aos pesquisadores e toda a equipe envolvida, que tenham conhecimento das diretrizes de trabalho anteriormente relacionadas e que, em caso de alguma dúvida, entrem em contato com o Gestor desta Unidade de Conservação; Relatórios parciais e final encaminhados à COTEC devem também ser remetidos à administração do Parque Estadual Carlos Botelho, para serem juntados ao acervo da Unidade.
Parque Estadual Caverna do Diabo Ao responsável pela Unidade Gestor: Ives Simões Arnone	a) Sede Administrativa: Av. Caraitá, 312, Centro – Eldorado-SP, CEP: 11.960-000 Telefones para informação: (13) 38711242 (Sede) / (13) 3871-1208 (Núcleo) E-mail: pe.cavernadiabo@fflorestal.sp.gov.br Dias e horário de funcionamento: de terça-feira a domingo das 8h às 17h. Feriados prolongados abertura nas segundas-feiras e fechamento no dia útil subsequente. Nos meses de janeiro e julho, o parque funciona diariamente das 8h às 17h. b) Visitação: Endereço: Estrada da Caverna, Rodovia SP-165, km111 Horário de atendimento ao público: de terça-feira a domingo das 8h às 17h	Com relação à realização do projeto no Parque Estadual Caverna do Diabo, manifestamo-nos: De acordo com a execução do projeto; Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Alta prioridade; Com relação ao planejamento da Unidade, o Parque Estadual Caverna do Diabo possui: Plano de Manejo Espeleológico; Com relação às atividades previstas pelo projeto: não existe restrição; • As seguintes colocações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta Unidade: Comunicar a administração da Unidade de Conservação em caso de visita técnica e sobre o início dos trabalhos de campo com antecedência mínima de 15 (quinze) dias, através dos telefones (13) 3871 - 1242/ 3071- 3318 ou ainda pelo endereço eletrônico pe.cavernadiabo@fflorestal.sp.gov.br; - Enviar cópia de materiais oriundos da pesquisa realizada na UC como relatórios parciais, final, artigos, dissertação, tese e resumos em eventos científicos à administração do Parque para compor o seu acervo; Dentro das possibilidades da pesquisadora realizar uma visita a região para apresentar os resultados do projeto de pesquisa junto à rede de ensino local e ao conselho Gestor do Parque;

EQUIPE : Gabrielle Abreu Nunes e Victor Eduardo Lima Ranieri

VIGÊNCIA : Março de 2019 a Março de 2021

UNIDADE e RESPONSÁVEL	ENDEREÇO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	OBSERVAÇÕES
	Horários especiais: Feriados prolongados: abertura nas segundas-feiras e fechamento no dia útil subsequente, das 8h às 17h. Férias (de 1º a 31 de janeiro, e de 1º a 30 de julho): de segunda-feira a domingo, das 8h às 17h.	• Relatórios parciais e final encaminhados à COTEC devem também ser remetidos à administração do Parque Estadual Caverna do Diabo, para serem juntados ao acervo da Unidade.
Parque Estadual Intervales Ao responsável pela Unidade Gestor: Thiago Borges Conforti	a) Sede Administrativa: Endereço: Estrada Municipal, km 25 Ribeirão Grande-SP CEP: 18.315-000 Telefones para informação: (15) 3542-1511 (15) 3542-1245 E-mail: pe.intervales@fflorestal.sp.gov.br Dias e horário de funcionamento: Diariamente das 8h às 17h. Visitas às cavernas ocorrem de terça-feira a domingo das 8h às 17h. Em feriados prolongados, abertura das cavernas ocorre de segundas-feiras e fechamentos no dia útil subseqüente. b) Visitação: Endereço: Estrada Municipal, km 25 Ribeirão Grande-SP CEP: 18.315-000 Dias e horário de funcionamento: de segunda-feira a domingo das 8h às 21h.	Com relação à realização do projeto no Parque Estadual Intervales, manifestamo-nos: De acordo com a execução do projeto; Com relação aos resultados do projeto, as informações geradas serão de: Alta prioridade; Com relação ao planejamento da Unidade, o Parque Estadual da Intervales possui: ● Plano de Gestão, ● Plano de Manejo e ● Planos de Manejo Espeleológicos; Com relação às atividades previstas pelo projeto existem restrições quanto: ● Ao Plano de Manejo e ● ao zoneamento estabelecido para a Unidade; As seguintes colocações devem ser observadas pelos autores, por ocasião da visita a esta Unidade: 1) Apresentar cronograma para visitas de campo, com 15 dias de antecedência no e-mail pe.intervales@fflorestal.sp.gov.br, e obter anuência e apoio do Parque; 2) Oferecer capacitação didática pedagógica a equipe técnica do PEI durante visita de campo sobre o tema da pesquisa. Método de capacitação a ser combinado. Agendar com Gestão do Parque no e-mail pe.intervales@fflorestal.sp.gov.br; 3) Ter as atividades de campo acompanhadas por monitor ambiental cadastrado na Unidade de Conservação. Verificar com a Gestão da Unidade de Conservação as possibilidades; 4) Ter conhecimento de normas, diretrizes e zoneamento do Plano de Manejo do PEI. Disponível no endereço http://fflorestal.sp.gov.br/planosde-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/; Ter conhecimento de normas, diretrizes e zoneamento do Planos de Manejo Espeleológicos do Parque Estadual Intervales. Disponível no endereço https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-demanejo/planos-de-manejoplanos-espeleologicos/; Relatórios parciais e final encaminhados à COTEC devem também ser remetidos à administração do Parque Estadual Intervales, para serem juntados ao acervo da Unidade.

"Projeto bem fundamentado, estruturado e redigido. O tema é relevante para as Unidades de Conservação que abrigam patrimônio espeleológico. A metodologia contempla a aplicação de questionários e entrevistas com diversos atores relacionados à temática. Ressaltamos que deverá ser cumprida a legislação relacionada à ética na pesquisa envolvendo seres humanos. As entrevistas e questionários deverão contemplar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A autora apresentou o comprovante de aceite - parecer consubstanciado do CEP-Plataforma Brasil."

EQUIPE : Gabrielle Abreu Nunes e Victor Eduardo Lima Ranieri VIGÊNCIA :
Março de 2019 a Março de 2021

O original deste documento é eletrônico e foi assinado digitalmente por SILVANA CRISTINA PEREIRA MUNIZ DE SOUZA.
Para verificar a autenticidade desta cópia impressa, acesse o site https://e.ambiente.sp.gov.br/atendimento e informe o processo IF.004365/2020-42 e o código PBQB7KD8.

Por ocasião das visitas nesta Unidade, solicitamos:

1. Agendar os trabalhos de campo junto à administração da Unidade, com antecedência mínima de 15 dias, fornecendo o nome de todos os membros da equipe visitante;
2. Visitas de pesquisadores, representantes de outras instituições, convidados, pesquisadores estrangeiros, alunos, amigos, fotógrafos, imprensa, etc., não relacionados no projeto original como membro da equipe executora devem ser previamente notificadas e autorizadas pela administração da Unidade;
3. Permitir acompanhamento por pessoal da Unidade, quando o responsável pela Unidade assim estabelecer;
4. Atividades não previstas no projeto original estão vetadas, devendo ser previamente notificadas e submetidas à análise e aprovação do Instituto Florestal;
5. Atividades não previstas no projeto original, como a captura e manipulação da fauna, estão vetadas, devendo ser previamente notificadas e submetidas à análise e aprovação do Instituto Florestal;
6. Portar a licença do SISBIO/IBAMA. Quando renovada, apresentar cópia para ser anexada ao processo;
7. Somente os autores nomeados na licença do SISBIO/IBAMA poderão efetuar coletas;
8. Questionários, formulários, entrevistas orais e outras formas de abordagem de pessoal local e do público visitante devem ter o roteiro previamente submetido à ciência do responsável pela administração da Unidade;
9. Atividades de coleta de amostras da biodiversidade estão condicionadas à apresentação de cópia da licença SISBIO/IBAMA. Quando renovada, apresentar cópia para ser anexada ao processo;
10. As intervenções a serem executadas na Unidade, como colocação de placas, pregos, faixas, distribuição de folhetos, etc. devem ser previamente e formalmente autorizadas pelo responsável pela administração da Unidade;
11. Não deixar no campo vestígios da passagem no local como resíduos, buracos, embalagens, armadilhas, tambores, etc. Trincheiras e escavações devem ser seguidas de processos de recuperação, minimizando o dano local;
12. Havendo necessidade de acompanhamento por mateiros, guarda-parques, consultar a Unidade sobre possível disponibilidade, com antecedência mínima de 15 dias e;
13. Havendo necessidade de deslocamento de equipamentos, realizar por conta própria ou consultar a Unidade sobre possível disponibilidade de auxiliares, com antecedência mínima de 15 dias.

Responsáveis por projetos com previsão de coletas devem providenciar a autorização SISBIO/IBAMA na página http://www.ibama.gov.br/sisbio/index.php?id_menu=205. Obtida a autorização, encaminhar cópia à Comissão Técnico-Científica – COTEC para ser anexado no processo respectivo. A partir de janeiro de 2008, toda e qualquer forma de coleta nas UCs deverá ser formalmente licenciada pelo SISBIO/IBAMA.

Conforme estabelece a Portaria do Diretor Geral de 23/01/90, e cientificado à V. Senhoria **nos Termos de Compromisso e de Responsabilidade assinados**, há necessidade de encaminhar à COTEC, um relatório **anual, no mês de Dezembro de cada ano**. Nos relatórios assinalar a área de estudos em GPS/coordenadas geográficas.

O original deste documento é eletrônico e foi assinado digitalmente por SILVANA CRISTINA PEREIRA MUNIZ DE SOUZA.
Para verificar a autenticidade desta cópia impressa, acesse o site https://e.ambiente.sp.gov.br/atendimento e informe o processo IF.004365/2020-42 e o código PBQB7KD8.

Relatórios parciais e final encaminhados à COTEC devem também ser remetidos à administração das Unidades de Conservação, para serem juntados ao acervo da Unidade.

Cópia da dissertação, tese, artigos, resumos em eventos científicos e outras formas de publicações podem ser apresentados como relatório parcial e final. Não havendo possibilidade de cópias, solicita-se o encaminhamento da(s) referência(s) bibliográfica(s), que possibilite(m) o acesso a todas as informações geradas no projeto.

A utilização para outros fins que não seja a pesquisa científica, de fotografias, imagens, vídeos e outras mídias registradas nas Unidades a título deste projeto devem ser objetos de termo específico, conforme a Portaria CINP, de 09/02/1999, publicada no DOE de 10/02/1999.

4

EQUIPE	:	Gabrielle Abreu Nunes e Victor Eduardo Lima Ranieri
VIGÊNCIA	:	Março de 2019 a Março de 2021

Esta aprovação não implica em suporte financeiro de qualquer natureza por parte do Instituto Florestal. A participação e ou auxílio financeiro por parte do Instituto Florestal, quando houver, deverá ser detalhado e formalizado através de contratos, convênios e outros instrumentos legais pertinentes, cuja cópia deve ser juntada ao presente processo.

Para qualquer informação ou eventualidade, colocamo-nos à sua inteira disposição.

Por prestigiar a nossa instituição, agradecemos.

Atenciosamente,

Silvana Cristina Pereira Muniz de Souza
COTEC - Comissão Técnico-Científica
Instituto Florestal
Rua do Horto, nº 931
02377-000 - São
Paulo – SP
Fone: (011)
2231- 8555
cotec2@gmail.c
om

O original deste documento é eletrônico e foi assinado digitalmente por SILVANA CRISTINA PEREIRA MUNIZ DE SOUZA.
Para verificar a autenticidade desta cópia impressa, acesse o site https://e.ambiente.sp.gov.br/atendimento e informe o processo IF.004365/2020-42 e o código PBQB7KD8.

5

ANEXO 2. Parecer substanciado do Comitê de Ética (Plataforma Brasil)

USP - ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - EACH/USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Monitoramento ambiental através da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo **Pesquisador:** GABRIELLE ABREU NUNES **Área Temática:**

Versão: 2

CAAE: 30608820.2.0000.5390

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.017.247

Apresentação do Projeto:

O projeto de mestrado "Monitoramento ambiental através da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo" é realizado na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Tem por objetivo propor um procedimento de monitoramento do uso público de base cidadã para cavernas em Parques Estaduais no Estado de São Paulo, de forma a integrar a sociedade à gestão desses locais e os planos de manejo dessas áreas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Propor um procedimento de monitoramento de cavernas situadas em Unidades de Conservação com base nos princípios e diretrizes da ciência cidadã.

Objetivo Secundário: • identificar experiências relacionadas ao monitoramento da biodiversidade em cavernas baseadas em ciência cidadã e elaborar um quadro de referências de boas práticas nacionais e internacionais relativas ao tema; • Propor um modelo de manejo para Unidades de Conservação na qual a participação das comunidades seja incorporada, seguindo as necessidades dos planos de manejos dos parques estaduais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos estão no fato de que, para a realização da entrevista ou questionário foi estruturado um roteiro de perguntas condutoras (JUNTO AO ANEXO DO TCLE). As respostas irão auxiliar a embasar de forma conceitual esta pesquisa, assim como na condução das análises e considerações do trabalho. Dentre as vantagens da ciência cidadã relacionadas ao monitoramento e a comunidade, encontra-se

predominantemente o aumento do empoderamento local e educação, pois esse tipo de monitoramento, quando bem-sucedido, promove engajamento local, educação ambiental, alfabetização cientifica, sensação de propriedade dos dados por parte da comunidade, quando eles sentem que fazem parte do projeto e contribuem de fato para o avanço, bem como desperta o interesse dos jovens de aprender mais e buscar possíveis carreiras na área ambiental. Salienta-se que a entrevista trará benefícios no sentido de contribuir com a produção do conhecimento acadêmico sobre o tema.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1515104.pdf	04/05/2020 18:26:47		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ENTREVISTAS_E_ROTEIRO_PERGUNTAS_GabrielleNunes_Usp.pdf	04/05/2020 18:26:12	GABRIELLE ABREU NUNES	Aceito
Outros	CARTA_PENDENCIA_GABRIELLENUNES.pdf	07/04/2020 18:19:44	GABRIELLE ABREU NUNES	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoAssinado.pdf	05/03/2020 11:10:47	GABRIELLE ABREU NUNES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	MestradoGabrielleNunescometedeetica.docx	27/02/2020 12:42:37	GABRIELLE ABREU NUNES	Aceito

Investigador	MestradoGabrielleNunescometedeetica.docx	27/02/2020 12:42:37	GABRIELLE ABREU NUNES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 09 de maio de 2020

Assinado por:
Rosa Yuka Sato Chubaci
(Coordenador(a))