



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Conectividade e ajustes em sistemas socioecológicos: o papel das  
redes de colaboração na conservação da biodiversidade**

Andrés Burgos Delgado

Orientador: Prof. Frédéric Adelin Georges Mertens

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. Maria Paula Baptista da Costa Antunes

Tese de Doutorado

Brasília - DF, Março de 2019

BURGOS, Andrés

**Conectividade e ajustes em sistemas socioecológicos: o papel das redes de colaboração na conservação da biodiversidade / Andrés Burgos.**

Brasília, 2019.

235 p.: il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

1. Análise de redes sociais. 2. Colaboração. 3. Conservação em larga escala. 4. Governança ambiental. 5. Mosaico do Espinhaço. 6. Problema de ajuste. 7. Redes socioecológicas. 8. Sistemas socioecológicos. I. Universidade de Brasília. CDS. II. Título

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e empregar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Andrés Burgos Delgado

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CDS)

**Conectividade e ajustes em sistemas socioecológicos: o papel das  
redes de colaboração na conservação da biodiversidade**

Andrés Burgos Delgado

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção de Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovado por:

---

Frédéric Adelin Georges Mertens, Doutor (CDS - UnB)  
(Orientador)

---

Maria Paula Baptista da Costa Antunes, Doutora (Faculdade de Ciências e Tecnologia -  
Universidade Nova de Lisboa)  
(Coorientadora)

---

José Luiz de Andrade Franco, Doutor (CDS - UnB)  
(Examinador Interno)

---

Mercedes Maria da Cunha Bustamante, Doutora (Departamento de Ecologia - UnB)  
(Examinadora Externa)

---

Bernardo Machado Gontijo, Doutor (Instituto de Geociências – Universidade Federal de  
Minas Gerais)  
(Examinador Externo)

Brasília-DF, Março de 2019



Esta tese é composta do meu trabalho original que tenho realizado desde o início da minha pesquisa de doutorado em regime de cotutela entre a Fundação Universidade de Brasília (FUB/UnB) e a Universidade Nova de Lisboa (UNL) - Registro de Convênio 9892, e não contém nenhum material previamente publicado nem submetido para me qualificar de qualquer outro grau ou diploma em qualquer universidade ou instituição diferente das citadas anteriormente. Cabe ressaltar que, embora vários colaboradores contribuíram de alguma forma para este trabalho de pesquisa, eu sou o principal autor dos quatro manuscritos e do resto de componentes apresentados nesta tese.

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

*Dedico esta Tese a todas as pessoas que trabalham incansavelmente tecendo amor, ciência, música e poesia para alimentar o sonho incessante de uma sociedade laica, inclusiva, convivial e respeitosa com toda e qualquer forma de vida.*





## AGRADECIMENTOS

É com extrema satisfação que concluo mais uma importante etapa da minha vida representada pela realização desta tese de doutorado. No entanto, este trabalho não é resultado apenas de um esforço individual. O caminho percorrido e os inúmeros aprendizados adquiridos neste período só foram possíveis porque muitas pessoas me acompanharam neste longo e difícil, mas muito prazeroso, percurso. A todas essas pessoas, citadas abaixo, mas também àquelas omitidas involuntariamente, eu deixo meu eterno agradecimento:

Às comunidades do Mosaico do Espinhaço, por sua hospitalidade, participação e colaboração nesta pesquisa. Os agradecimentos estendem-se aos funcionários das unidades de conservação em que trabalhei, pela atenção e compromisso no cuidado com o patrimônio de todos. Também gostaria de expressar minha gratidão ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), ao Instituto Biotrópicos, ao Instituto Casa da Glória (IGC/UFMG) e ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), pelo apoio logístico na execução da pesquisa. Sou especialmente grato a Gabriel Ávila, Nathália Portero, Alexander Azevedo (Alex) e Mariana Lacerda, sempre prestativos e acolhedores. Gratidão também aos meus “anjos da guarda” em terras mineiras: Milton Tavares e Amália (Café Mineiro). Vocês não imaginam como facilitaram o desenvolvimento do meu trabalho de campo!

Ao meu orientador, Frédéric Mertens, pela amizade, estímulo e sábios conselhos nesses anos de intenso trabalho conjunto. Obrigado Frédéric por me deixar voar com minhas próprias ideias e me ajudar a direcioná-las com tranquilidade e lucidez para o resultado final aqui registrado. Agradeço à minha coorientadora, Paula Antunes, por todo o apoio prestado, demonstrando sempre disponibilidade e transmitindo-me confiança no meu trabalho.

De forma coletiva, preciso registrar meus agradecimentos às equipes de trabalho das instituições que me acolheram ao longo desta caminhada: Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS/UnB), Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade (CENSE/UNL) e Centro de Sensoriamento Remoto (CSR/UFMG). Um agradecimento especial merece ser feito aos meus colegas de doutorado e aos membros dos corpos administrativos do CDS e do CENSE, com quem tenho tido a oportunidade de unir uma convivência agradável, companheira e produtiva dentro de um rico ambiente acadêmico e de trabalho. Eu também não posso me esquecer de reconhecer o quanto Maristela me ajudou para tornar a fase final de escrita da tese mais agradável ao me presentear com conversas descontraídas e cafés deliciosos nos momentos de pausa.

A todas as pessoas que escutaram, forneceram pareceres criteriosos, reflexões e provocações oportunas e apoiaram o desenvolvimento das minhas ideias, seja em reuniões, conversas de corredor ou de bar, ajudando a melhorar meu trabalho. Em especial a Fernando Goulart e Sky, pela amizade e apoio ao andamento da tese. Sou muito grato aos professores Eduardo Nakano e Jorge Cerdeira pelo auxílio para esclarecer minhas dúvidas sobre os desafios de análise dos dados da pesquisa. Eu também sou grato a João Pena, Marcos Rosetti e Julyana Lima pela contribuição nos procedimentos analíticos.

Agradeço à minha família amada. Ao meu pai, à minha mãe e ao meu irmão pelos sacrifícios, amor, compreensão e dedicação que tiveram para que eu pudesse completar o meu percurso acadêmico. Em especial, à minha avó centenária, mulher inspiradora da minha vida e fonte inesgotável de dignidade, honradez e coragem.

À Larissa, minha companheira, pela presença amorosa, paciência e tolerância, e por entender esse momento e me incentivar do início ao fim deste trabalho. A ela também devo um reconhecimento muito especial por dedicar um tempo considerável para revisar linguisticamente todo este documento.

Às minhas amigas e meus amigos de longa data, por me ajudarem a chegar tão longe nesta aventura, especialmente: Fernando Pérez, Carla Gualdani, Rubén Asorey, Sabela Dávila, Carlos Passos, Naira Campos, Rocío Candales e Rebeca Sevilla. O que seria de mim sem vocês?

Por fim, mas não menos, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Colaboração EkoSanté, pelo apoio na realização dessa pesquisa.



## RESUMO

A conservação da biodiversidade é uma questão global com enormes implicações para o bem-estar humano e constantemente confrontada com novos desafios. Considerando que a conservação da biodiversidade envolve também uma dimensão social de gestão e que, em geral, as áreas protegidas (APs) concebidas como “ilhas” isoladas de preservação são ineficazes para a proteção da natureza, é necessário um esforço de pesquisa orientado a promover a gestão territorial. Igualmente, uma prioridade de pesquisa na conservação é entender de que maneira as pessoas interagem entre si e com os ecossistemas para produzir resultados socialmente justos e ecologicamente sustentáveis. Esta tese teve como objetivo compreender quais são as formas de governança colaborativa compatíveis com a gestão territorial que garantem os processos ecológicos na escala da paisagem, para além dos limites das APs.

A pesquisa se concentra nas inter-relações entre as características da governança colaborativa e as características dos ecossistemas que são objeto de atenção nas iniciativas de conservação em larga escala. Um total de 230 entrevistas foram conduzidas junto a atores públicos, privados e da sociedade civil em um estudo de caso de um mosaico de APs, localizado na Serra do Espinhaço (Brasil), a fim de analisar a estrutura e a função da rede de colaboração para entender melhor seu papel na governança, enquanto processo que influencia os resultados de conservação. A perspectiva de redes foi utilizada como marco teórico-conceitual principal para examinar quatro desafios de governança associados à conservação em larga escala e que podem fornecer uma melhor compreensão das complexas interações entre sistemas sociais e ecológicos: 1) a descentralização e inclusão dos atores no processo colaborativo, 2) a robustez da rede de governança, 3) as interações multinível e, 4) o problema do ajuste socioecológico. A análise de redes sociais (ARS) foi combinada com a análise qualitativa para apoiar a interpretação dos dados da rede e avaliar como os padrões relacionais influenciam a governança do mosaico de APs.

A tese consta de quatro manuscritos principais que abordam cada um desses desafios. O **Manuscrito 1** mapeia a rede de colaboração dos atores envolvidos na gestão territorial do estudo de caso e analisa em que medida essa colaboração está sendo refletida em padrões relacionais descentralizados e inclusivos que apontam para a “boa governança”. As descobertas deste manuscrito sugeriram que os padrões de conexões podem fortalecer estratégias de conservação da natureza em âmbito regional, bem como auxiliar na identificação de barreiras à gestão territorial. O **Manuscrito 2** avalia a robustez da rede de colaboração para sustentar a gestão dos recursos naturais mesmo que uma fração significativa dos membros da rede e atores relevantes para a gestão deixem de estar envolvidos nas parcerias. Os resultados destacaram a resistência da rede, favorecendo assim o desenvolvimento de ações conjuntas e duradouras essenciais para garantir a sustentabilidade do processo de governança e, portanto, a preservação a longo prazo dos ecossistemas e seus processos. O **Manuscrito 3** explora a complexidade das interações multinível e o papel da “função ponte” na coesão dos processos colaborativos entre atores que estão diretamente envolvidos na gestão territorial e que operam em diferentes níveis espaciais aninhados. As descobertas realçaram o valor e a necessidade de que o desenho de estratégias colaborativas para a conservação em larga escala considere as dinâmicas ecológicas no hábitat local e em nível de paisagem, assim como as interdependências entre processos de gestão e ecológicos. O **Manuscrito 4** sintetiza os temas e ideias que surgiram nos capítulos empíricos prévios para analisar as conexões, interdependências e possíveis (des)ajustes entre a rede social de governança e a rede de conectividade ecológica, de modo a avaliar seus impactos para os resultados da conservação. A análise combinada de dados sociais e ecológicos mostrou que a iniciativa de conservação em larga escala estudada foi globalmente caracterizada por um ajuste de escala apropriado. Contudo, foram identificadas algumas falhas de governança susceptíveis de comprometer os objetivos de conservação da iniciativa e que precisam ser corrigidas com prioridade.

Coletivamente, os resultados da tese fornecem algumas luzes sobre como análises estruturais podem ser usadas para avaliar o desempenho dos arranjos de governança no sentido de enfrentar adequadamente os problemas da gestão territorial e de ações específicas de conservação em larga escala. Além disso, desenvolvem e ilustram conceitual e empiricamente aspectos que contribuem a desvendar a trama socioecológica inerente à conservação da biodiversidade, explorando como diversas partes interessadas com responsabilidade de uso e gestão dos recursos naturais influenciam e são influenciadas por diferentes elementos do ambiente natural e por suas próprias interações. O estudo empírico serve, ainda, para testar o ajuste entre os processos de governança colaborativa e as características dos ecossistemas sob gestão nos sistemas socioecológicos (SSE). Embora as

descobertas aqui apresentadas sejam baseadas em pesquisas no Brasil, elas são pertinentes para a concepção e implementação de iniciativas de conservação em larga escala futuras e em curso em uma ampla gama de contextos, dada a expansão global dessas iniciativas e os desafios socioecológicos que elas enfrentam e partilham. De modo geral, minha tese facilita a transição do conhecimento para o planejamento da conservação visando criar estratégias eficientes, integrais e operacionalmente viáveis, dedicadas a prevenir, diminuir e reverter os efeitos negativos na natureza.

**Palavras-chave:** análise de redes sociais; colaboração; conservação em larga escala; governança ambiental; Mosaico do Espinhaço; problema de ajuste; redes socioecológicas; sistemas socioecológicos.

## ABSTRACT

Biodiversity conservation is a global issue with enormous implications for future human welfare and its maintenance is constantly challenged. Considering that the biodiversity conservation involves also a social dimension of management and that, in general, protected areas (PAs) conceived as isolated "islands" of preservation are inefficient in the protection of nature, a research effort is required to promote the territorial management. It is equally important that conservation research understand how people interact with each other and with ecosystems to produce socially just and ecologically sustainable results. This thesis aimed to understand which forms of collaborative governance are compatible with territorial management that guarantee the ecological processes at the scale of the landscape, beyond the boundaries of the PAs.

Research focuses on the interrelations between the collaborative governance characteristics and the ecosystems characteristics that are the object of attention in large-scale conservation initiatives. A total of 230 interviews were conducted with public, private, and civil society actors in a case study of a PAs mosaic, located in the Espinhaço Range (Brazil), in order to analyze the structure and function of the collaborative network to better understand their role in governance, as a process that influences conservation results. The network perspective was used as main theoretical-conceptual framework to examine four governance challenges associated with large-scale conservation and that can provide a better understanding of the complex interactions between social and ecological systems: 1) the decentralization and inclusion of actors in the collaborative process, 2) the robustness of the governance network, 3) the multi-level interactions, and 4) the problem of fit. The social network analysis (SNA) was combined with qualitative analysis to support the interpretation of network data and to evaluate how relational patterns influence governance of the PAs mosaic.

The thesis consists of four main manuscripts that address each of these challenges. **Manuscript 1** maps the collaborative network of actors involved in the territorial management of the study case and examines to what extent this collaboration is being reflected in decentralized and inclusive relational patterns that points to "good governance." The findings of this manuscript suggest that the patterns of connections can strengthen nature conservation strategies at the regional level, as well as assist in identifying barriers to territorial management. **Manuscript 2** evaluates the robustness of the collaborative network to sustain the management of natural resources even if a significant fraction of network members and relevant stakeholders for management are no longer involved in partnerships. The results highlighted the network's resistance, thereby enabling the development of joint and lasting actions to ensure the sustainability of the governance process and, therefore, the long-term preservation of ecosystems and their processes. **Manuscript 3** explores the complexity of multilevel interactions and the role of the "bridging function" in the cohesion of collaborative processes among actors who are directly involved in territorial management and who operate at different nested spatial levels. The findings stressed the value and need for the design of collaborative strategies for large-scale conservation consider the ecological dynamics in local habitat and landscape level, as well as the interdependencies between management and ecological processes. **Manuscript 4** summarizes the themes and ideas that emerged in previous empirical chapters to analyze the connections, interdependencies, and possible (mis)fits between the governance network and the ecological connectivity network, in order to assess their impacts on conservation outcomes. The combined analysis of social and ecological data showed that the large-scale conservation initiative studied was globally characterized by appropriate scale fit. However, some governance gaps have been identified that could jeopardize the conservation objectives of the initiative and that need to be remedied with priority.

Overall, the thesis results provide some insights on how structural analysis can be used to assess the performance of governance arrangements in the sense of addressing adequately the problems of territorial management and particular large-scale conservation actions. In addition, research findings help to develop and illustrate conceptual and empirical aspects that contribute to clarify the social-ecological tangle inherent in biodiversity conservation, exploring how different stakeholders with responsibility for the use and management of natural resources influence and are influenced by different elements of the natural environment and their own interactions. The empirical study also serves to test the fit between the collaborative governance processes and the characteristics of the ecosystems under management in social-ecological systems (SES). Although the findings presented here are based on research in Brazil, they are relevant to the design and implementation of large-scale conservation initiatives current and future in a wide range of contexts, given the global expansion of these initiatives

and the social-ecological challenges they face and share. In general, my thesis facilitates the transition from knowledge to conservation planning to create efficient, integral and operationally viable strategies dedicated to preventing, reducing and reversing negative effects on nature.

**Keywords:** social network analysis; collaboration; large-scale conservation; environmental governance; Espinhaço Mosaic; problem of fit; social-ecological networks; social-ecological systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica da Cadeia do Espinhaço e da área de estudo, o Mosaico do Espinhaço .....	42
Figura 2: Localização da Serra do Espinhaço Meridional .....	45
Figura 3: Desenho da pesquisa .....	47
Figura 4: Mapa da área de estudo .....	48
Figura 5: Área de estudo dentro do Mosaico do Espinhaço, no sul da Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais (área sombreada no mapa inserido), sudeste do Brasil .....	81
Figura 6: Rede de governança colaborativa no Mosaico do Espinhaço (n = 230) .....	88
Figura 7: Estrutura centro-periferia da rede de governança no Mosaico do Espinhaço .....	89
Figura 8: Distribuição de frequência (%) do número de relações de colaboração na rede de governança do Mosaico do Espinhaço .....	89
Figura 9: Distribuição das relações de colaboração na rede de governança colaborativa dentro e entre os grupos definidos de acordo com o gênero (a), nível de educação (b), ocupação (c), área de influência ou atuação (d), atividades pro-ambientais (e), participação em associações (f) .....	92
Figura 10: Localização da área de estudo no estado de Minas Gerais .....	114
Figura 11: Rede de colaboração da gestão do Mosaico do Espinhaço (n = 230) .....	117
Figura 12: Porcentagem de indivíduos que permanecem conectados no componente principal da rede de colaboração em função da porcentagem de nós removidos aleatoriamente .....	120
Figura 13: Porcentagem de indivíduos que permanecem conectados no componente principal da rede de colaboração em função do número de nós mais centrais (maior grau e maior intermediaridade) removidos .....	124
Figura 14: Figura conceitual que reflete uma rede colaborativa de governança multinível associada à escala espacial de uma iniciativa de gestão territorial .....	139
Figura 15: Localização do Mosaico do Espinhaço no Brasil e esboço da distribuição das unidades espaciais de análise .....	141
Figura 16: Rede de governança do Mosaico do Espinhaço (n = 230) .....	147
Figura 17: Estrutura da rede de governança do Mosaico do Espinhaço (ME) baseada nos níveis espaciais de gestão .....	149
Figura 18: Modo de relacionamento colaborativo entre áreas protegidas (APs) analisadas do Mosaico do Espinhaço (ME) .....	152
Figura 19: Distribuição dos tipos de relações de colaboração conforme os níveis espaciais de atuação dos membros da rede de governança .....	153
Figura 20: Modelo conceitual de conectividade socioecológica .....	172
Figura 21: Localização da área de estudo na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) e domínios vegetais .....	173

Figura 22: Formações típicas da região do Espinhaço, incluindo campo limpo (a), campo cerrado adjacente a uma área de cerrado típico (b), campo rupestre (c) e campo sujo (d) .....	174
Figura 23: Espécies de aves selecionadas no estudo. <i>Augastes scutatus</i> (Trochilidae) (a) e <i>A. scutatus</i> visitando <i>Lobelia spp.</i> (b), ambas espécies típicas dos topos de montanhas do leste de Minas Gerais; <i>Asthenes luizae</i> (Furnariidae) (c); <i>Embernagra longicauda</i> (Thraupidae) (d) .....	177
Figura 24: Incremento médio do índice integral de conectividade (IIC) na área de estudo .....	182
Figura 25: Rede de governança do Mosaico do Espinhaço (n = 230) .....	185
Figura 26: Força da correlação entre o indicador ecológico (DIIC adaptado) e os indicadores sociais .....	187
Figura 27: Relevância ecológica e relevância social das áreas protegidas (APs) da área de estudo com base nos resultados transformados das medidas de conectividade ecológica e conectividade social .....	188
Figura 28: Visualização de (des)ajustes de escala na área de estudo .....	189



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Definições selecionadas de governança .....	31
Tabela 2: Mosaicos implantados no Brasil dispostos de acordo com o ano de reconhecimento, extensão aproximada e número de unidades de conservação (UCs) que os formam .....	35
Tabela 3: Dados gerais das unidades de conservação do Mosaico do Espinhaço .....	49
Tabela 4: Resumo das entrevistas dos participantes .....	55
Tabela 5: Características demográficas e socioculturais dos participantes do estudo por gênero (%) .....	87
Tabela 6: Número de colaborações dos dez atores mais conectados .....	89
Tabela 7: Medidas da rede de colaboração do estudo de caso .....	119
Tabela 8: Atores deletados nos testes de remoção dirigida na rede de colaboração de estudo. a) Perturbação estrutural: atores com maior centralidade de grau ( <i>degree</i> ) e maior centralidade de intermediaridade ( <i>betweenness</i> ). b) Perturbação atributiva: atores das categorias gestor e conselheiro que saíram do cargo .....	122
Tabela 9: Atributos individuais dos participantes do estudo por área de influência ou atuação (%) .....	146
Tabela 10: Distribuição das relações de colaboração na rede de estudo dos grupos que atuam em níveis espaciais sub-regional e regional (nível supra-AP) .....	152
Tabela 11: Características biológicas e ecológicas compartilhadas entre as espécies-alvo .....	178
Tabela 12: Resumo dos resultados da medida de conectividade ecológica para cada área protegida (AP) da área de estudo .....	183
Tabela 13: Resumo dos resultados das medidas de conectividade social para cada área protegida (AP) da área de estudo .....	185
Tabela 14: Coeficiente de correlação da análise de correlação de Pearson ( <i>r</i> ) e coeficiente de determinação ( <i>r</i> <sup>2</sup> ) entre o indicador ecológico e os indicadores sociais de conectividade na área de estudo .....	186



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AP** – Área Protegida
- APA** – Área de Proteção Ambiental
- APAEAV** – APA Estadual das Águas Vertentes
- APAMF** – APA Municipal de Felício
- APAMRM** – APA Municipal do Rio Manso
- APAMSG** – APA Municipal da Serra do Gavião
- APAMSM** – APA Municipal da Serra de Minas
- ARS** – Análise de Redes Sociais
- DIIC** – Delta do Índice Integral de Conectividade
- GT** – Grupo de Trabalho
- ICMBio** – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- IEF** – Instituto Estadual de Florestas
- IIC** – Índice Integral de Conectividade
- IUCN** – União Internacional para Conservação da Natureza
- MAB** – *Man and Biosphere*
- ME** – Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral
- MG** – Minas Gerais
- MMA** – Ministério do Meio Ambiente
- MONATE** – Monumento Natural Estadual da Várzea do Lajeado
- NMRC** – Número Médio de Relações de Colaboração
- ONG** – Organização Não Governamental
- PEBI** – Parque Estadual do Biribiri
- PEPI** – Parque Estadual do Pico do Itambé
- PERP** – Parque Estadual do Rio Preto
- PIB** – Produto Interno Bruto
- PNSV** – Parque Nacional das Sempre Vivas
- RB** – Reserva da Biosfera
- RBSE** – Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço
- SM** – Salário Mínimo
- SdEM** – Serra do Espinhaço Meridional

**SNUC** – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

**SPSS** – *Statistical Package for Social Sciences*

**SSE** – Sistema Socioecológico

**UC** – Unidade de Conservação

**UNESCO** – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	

<b>Introdução Geral</b> .....	25
Contexto de pesquisa e fundamentação do problema .....	25
Abordagem teórica .....	28
Contexto empírico .....	41
Metodologia geral .....	46
Organização da tese .....	61
Referências bibliográficas .....	62

### Capítulo 1

<b>Redes colaborativas para a governança de áreas protegidas: explorando novos modelos de gestão territorial integrada</b> .....	77
1.1 Resumo .....	77
1.2 Introdução .....	78
1.3 Métodos .....	80
1.3.1 Estudo de caso .....	80
1.3.2 Definição da rede .....	81
1.3.3 Coleta de dados .....	82
1.3.4 Análise de dados .....	84
1.4 Resultados .....	85
1.4.1 População de estudo .....	85
1.4.2 Caracterização da rede de colaboração .....	87
1.4.3 Distribuição dos laços da rede de colaboração .....	90
1.5 Discussão .....	93
1.5.1 A rede de colaboração do Mosaico do Espinhaço .....	93
1.5.2 Padrões da rede de colaboração .....	94
1.6 Conclusões e recomendações futuras .....	99
Referências bibliográficas .....	101

### Capítulo 2

<b>Robustez de redes e governança colaborativa: implicações para a gestão territorial em uma iniciativa emergente de conservação em larga escala</b> .....	105
2.1 Resumo .....	105
2.2 Introdução .....	106
2.3 Marco conceitual .....	108
2.3.1 Governança colaborativa no contexto territorial para melhorar a eficácia das áreas protegidas .....	108
2.3.2 Análise de redes sociais como ferramenta para examinar o processo de colaboração na gestão territorial .....	109
2.3.3 Propriedades de rede e eficácia do processo de colaboração .....	109
2.3.4 Robustez da rede de governança colaborativa .....	112

2.4 Métodos .....	113
2.4.1 Região e dados de estudo .....	113
2.4.2 Caracterização e análise da rede de governança colaborativa .....	116
2.5 Resultados .....	119
2.5.1 Caracterização inicial .....	119
2.5.2 Simulações de remoção aleatória .....	119
2.5.3 Simulações de remoção dirigida .....	120
2.6 Discussão.....	124
2.6.1 Caracterização inicial .....	124
2.6.2 Simulações de remoção.....	125
2.6.3 Limitações e implicações para futuras pesquisas.....	127
2.7 Conclusões .....	129
Referências bibliográficas .....	130

### **Capítulo 3**

#### **O papel das redes de colaboração multinível na governança de paisagens protegidas: um estudo de caso brasileiro de gestão territorial.....**

3.1 Resumo.....	135
3.2 Introdução .....	136
3.3 Métodos .....	140
3.3.1 Região de estudo.....	140
3.3.2 Definição e dados da rede .....	142
3.3.3 Análise de dados .....	144
3.4 Resultados .....	144
3.4.1 Participantes do estudo.....	144
3.4.2 Caracterização da rede de governança colaborativa .....	147
3.4.3 Distribuição de laços multinível .....	147
3.4.4 Caracterização das relações de colaboração.....	153
3.5 Discussão.....	154
3.5.1 Nível de área protegida.....	154
3.5.2 Nível supra-área protegida.....	157
3.6 Conclusões .....	161
Referências bibliográficas .....	163

### **Capítulo 4**

#### **Integração de redes sociais e ecológicas em iniciativas de conservação em larga escala: análise de des(ajustes).....**

4.1 Resumo.....	167
4.2 Introdução .....	168
4.3 Abordagem e metodologia .....	171
4.3.1 Modelo conceitual de estudo .....	171
4.3.2 Estudo de caso .....	173
4.3.3 Coleta de dados.....	176
4.3.4 Análise de dados .....	179
4.4 Resultados .....	182
4.4.1 Rede ecológica .....	182
4.4.2 Rede social.....	183

4.4.3 Rede socioecológica: nível de (des)ajuste .....	185
4.5 Discussões e conclusões .....	190
4.5.1 Ajuste global .....	190
4.5.2 Desajuste local .....	191
4.5.3 Avanços, lacunas e direções futuras.....	193
Referências bibliográficas .....	194
<b>Conclusão Geral</b> .....	201
Síntese dos achados mais relevantes .....	201
Principais contribuições.....	204
Recomendações para futuras pesquisas.....	208
Referências bibliográficas .....	211
Apêndice A. Roteiro de entrevista semiestruturada .....	215
Apêndice B. Questionário sociométrico de redes.....	219
Apêndice C. Protocolo do grupo focal.....	220
Apêndice D. Medidas de análise de redes sociais .....	222
Apêndice E. Autorização para atividades com finalidade científica .....	224
Apêndice F. Materiais suplementares para o Capítulo 1 .....	226
Apêndice G. Materiais suplementares para o Capítulo 2 .....	229
Apêndice H. Materiais suplementares para o Capítulo 3.....	233
Apêndice I. Materiais suplementares para o Capítulo 4 .....	234





## Introdução Geral

### Contexto de pesquisa e fundamentação do problema

A humanidade enfrenta de forma premente os desafios de encontrar soluções sustentáveis para complexos problemas ambientais que têm implicações em múltiplos níveis espaciais e temporais. A colaboração entre diversos atores, dentro de um intrincado cenário de interações multinível, é frequentemente considerada um elemento chave para desenvolver soluções viáveis para esses problemas no longo prazo (Dietz et al., 2003; Armitage et al., 2009; Berkes, 2009; Bodin & Crona, 2009). Porém, compreender quais são as características dos processos colaborativos que têm potencial de responder às grandes questões ambientais atuais, incluindo a conservação da biodiversidade, é ainda uma pergunta em aberto, com muitas lacunas de conhecimento (Guerrero et al., 2015; Alexander et al., 2017; Bodin, 2017). Esta questão de pesquisa é o objeto central da governança ambiental colaborativa, que procura capturar de forma abrangente diversas abordagens de gestão ambiental baseadas em processos participativos de tomada de decisão e busca de consenso (Bodin, 2017). Assim, sistemas de governança colaborativa vem sendo revelados como capazes de permitir (ou restringir) o estabelecimento e o desempenho de áreas protegidas (APs) para contribuir com os objetivos de conservação da natureza, especialmente no contexto de conservação em larga escala (Borrini-Feyerabend et al., 2006; Bixler et al., 2016; Maciejewski et al., 2016; Alexander et al., 2017). A governança colaborativa fornece então uma valiosa entrada analítica para examinar a diversidade de atores e os processos sociais relativos à gestão territorial de APs.

Tradicionalmente, a implementação de APs, sob a forma de diferentes categorias de proteção, tem sido a principal estratégia de conservação da biodiversidade *in situ* (Chape et al., 2005; Lovejoy, 2006). Porém, a criação de APs que funcionam como “ilhas” de recursos naturais tem-se mostrado insuficiente para a conservação das espécies do habitat em longo prazo. Isso porque APs isoladas não conseguem evitar a fragmentação dos ecossistemas e, conseqüentemente, dificultam o fluxo de genes e a movimentação da biota necessários para a manutenção de patrimônios genéticos robustos e adaptativos no contexto de mudanças ambientais cada vez mais rápidas e intensas (Sodhi & Ehrlich, 2010). Esse caminho tampouco garante a manutenção dos processos e serviços ecossistêmicos que sustentam o bem-estar humano (Costanza et al., 2007). A necessidade de promover a conectividade entre os fragmentos de ecossistemas naturais tem motivado abordagens alternativas de gestão de APs, evoluindo do manejo de espaços protegidos isolados à gestão territorial de grandes áreas, constituídas por um conjunto de APs integradas à matriz de uso do território (Crooks & Sanjayan, 2006; Rouget et al., 2006; McKinney et al., 2010; Fitzsimons et al., 2013). Essa

mudança de abordagens para a conservação implica, também, a evolução da formulação de soluções de gestão. Aos poucos, estas soluções estão avançando desde formas *top-down* únicas, concentradas em APs independentes umas das outras e envolvendo ações localizadas, para soluções *bottom-up* e integradas que focam no enfrentamento de múltiplas ameaças e incluem diversas ações de manejo em paisagens dominadas por humanos. Dentre as estratégias brasileiras de gestão territorial, os mosaicos de APs foram criados de modo a responder às limitações das tradicionais iniciativas de conservação da biodiversidade, reconhecendo as interdependências funcionais dos sistemas ecológicos e sociais, assim como a multiplicidade de níveis espaciais, temporais e de organização social envolvidos na gestão dos ecossistemas (MMA, 2010a).

Na última década, as redes sociais têm emergido como perspectiva conceitual e metodológica para estudar a estrutura e a efetividade dos sistemas de governança ambiental colaborativa (Bodin & Crona, 2009; Bodin & Prell, 2011). Redes sociais formais e informais têm sido repetidamente citadas como um atributo-chave dos arranjos de governança multiator e multinível na literatura sobre gestão de recursos naturais (Dietz et al., 2003; Folke et al., 2005; Lebel et al., 2006; Armitage et al., 2009; Lubel, 2015; Bodin, 2017). Contudo, entender como as redes sociais influenciam os resultados da gestão territorial é uma área crucial de pesquisa ainda pouco estudada (Alexander & Armitage 2015; Guerrero et al., 2015; Scarlett & McKinney, 2016). Da mesma forma, diversos estudos baseados na abordagem de redes trouxeram avanços relevantes sobre as características estruturais das redes de governança ambiental em diferentes contextos socioambientais (e.g., Ernstson et al., 2010; Bodin & Prell, 2011; Mertens et al., 2011; Mills et al., 2014; Guerrero et al., 2015; Mertens et al., 2015; Barnes et al., 2016). Estes estudos, porém, encontraram limitações para avaliar a efetividade dos processos colaborativos e seus impactos diretos sobre a qualidade do meio ambiente ou a sustentabilidade dos recursos naturais estudados (Bodin & Tengö, 2012).

Para superar este desafio, novas pesquisas baseadas na análise de redes socioecológicas buscam caminhos para estudar, de forma mais precisa, as inter-relações entre as características da governança colaborativa e as características dos ecossistemas que são o objeto da gestão ambiental (ver Guerrero et al., 2018 para uma revisão sistemática dessa literatura). Estas pesquisas avaliam os padrões relacionais das redes sociais e ecológicas que integram os sistemas socioecológicos (SSE) e as formas pelas quais essa estrutura afeta ao desempenho de tais sistemas. Este tipo de estudos se apoia na ampla literatura sobre os ajustes entre a dimensão social e a dimensão ecológica dos SSE (*social-ecological fit*, em inglês, ver Folke et al., 2005, 2007; Cumming et al., 2006). Estudos empíricos recentes testaram o ajuste socioecológico em diferentes contextos de gestão, tais como áreas úmidas, áreas marinhas protegidas e recursos hídricos, entre outros (e.g., Rathwell & Peterson, 2012; Bergsten et al., 2014; Guerrero et al., 2015; Treml et al., 2015; Alexander et

al., 2017). Os resultados mostraram o frequente desajuste entre as duas dimensões e a relevância de explorar a governança colaborativa em outros contextos, como no âmbito de modelos de gestão territorial, no intuito de revelar as condições que poderiam favorecer o ajuste entre os processos colaborativos e ecológicos e compreender seus impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

Adicionalmente, é amplamente reconhecido que muitos dos problemas ambientais mais urgentes e complexos de hoje operam em escala regional e global, ultrapassando fronteiras nacionais e interconectando sociedades e ecossistemas diversos (Rockström et al., 2009; Bodin, 2017). Assegurar uma colaboração efetiva pode ser a chave para abordar as questões ambientais nessas escalas. Porém, a maioria das pesquisas atuais sobre redes de governança ambiental foram conduzidas numa escala relativamente local (Bodin & Tengö, 2012; Bergsten et al., 2014). Estudos pioneiros realizados na escala regional demonstraram os desafios de obter dados abrangentes e robustos para buscar estabelecer relações de causalidade entre processos de governança e sustentabilidade ambiental (Mertens et al., 2011; Rathwell & Peterson, 2012; Treml et al., 2015; Alexander et al., 2017). Por conseguinte, mais esforços de pesquisa devem ser direcionados para compreender as relações entre os sistemas colaborativos e ecológicos nas escalas regional e global, bem como para oferecer evidências empíricas que liguem processos e resultados da governança territorial de APs e interações sociais entre partes interessadas. O estudo apresentado nesta tese é uma dessas tentativas para aumentar o entendimento empírico sobre ajustes socioecológicos e processos de governança de recursos naturais em SSE, com ênfase particular na qualidade e efetividade de iniciativas de conservação em larga escala. Vendo o apelo desses conceitos na teoria, fiquei curioso em saber até que ponto essas ideias poderiam realmente ser alcançadas na prática.

### **Objetivos da pesquisa**

Ao moldar o processo de governança, as redes podem ter implicações profundas tanto para as pessoas quanto para as ações de conservação e as propriedades de SSE. Não obstante, muito permanece desconhecido sobre o seu papel específico, funções e impactos. Portanto, o objetivo desta pesquisa de doutorado é compreender em que medida o acoplamento entre estruturas de redes de governança colaborativa e processos ecológicos, no contexto de modelos de gestão territorial, contribui para a conservação da biodiversidade *in situ*. O estudo explora principalmente a estrutura e a função de redes de colaboração entre atores públicos, privados e da sociedade civil para entender melhor seu papel na governança de iniciativas de conservação em larga escala. Dentro do propósito mais amplo declarado acima, os cinco objetivos específicos desta pesquisa de doutorado são:

1. Analisar o impacto de padrões relacionais, com ênfase na inclusão e descentralização, sobre a governança colaborativa de recursos naturais em iniciativas de conservação em larga escala;
2. Examinar a robustez de redes de colaboração e suas implicações para a manutenção de funções chave associadas ao processo de governança territorial;
3. Avaliar a colaboração multinível e a contribuição das organizações ponte na governança territorial;
4. Analisar as interações e possíveis (des)ajustes entre redes de governança colaborativa e redes de conectividade ecológica visando entender as consequências que potenciais descompassos entre processos ecológicos e de gestão podem ter para as propriedades de SSE e os resultados da conservação; e
5. Conceitualmente, desenvolver e ilustrar a contribuição da abordagem de redes no estudo das dinâmicas de interdependência funcional de SSE.

A próxima seção considera os fundamentos teóricos e conceituais que permeiam a tese. O restante desta introdução fornece uma visão geral do contexto empírico e dos métodos usados na pesquisa. Nela também são destacadas algumas questões éticas enfrentadas na pesquisa. A introdução conclui com uma síntese da estrutura da tese.

## **Abordagem teórica**

### **Conservação e sistemas socioecológicos**

A conservação da biodiversidade está relacionada com a viabilidade a longo prazo de espécies, ecossistemas e processos evolutivos (Soulé, 1985). Além das considerações de ordem ética e filosóficas suscitadas pela proteção da biodiversidade em razão de seu valor intrínseco, a conservação está cada vez mais vinculada à geração de serviços ecossistêmicos que resultam, em última instância, em contribuições da natureza para as populações humanas (Costanza et al., 2007). Nós fazemos parte da biodiversidade, mas também dependemos dela para os alimentos e materiais que usamos, a qualidade do ar que respiramos, a água que bebemos, a estabilidade climática, bem como para nossa saúde, inspiração estética e felicidade. No entanto, a grande maioria das populações e espécies de plantas e animais - peças-chave dos sistemas de suporte à vida humana - estão em forte declínio, e muitas já estão extintas, afetando negativamente as economias, meios de subsistência e segurança alimentar. Como exemplo, na região das Américas, que abriga sete dos 17 países mais biodiversos do mundo e tem algumas das mais extensas áreas selvagens do planeta, cerca de 25% das 14 mil espécies que ali vivem, avaliadas pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês), estão em alto risco de extinção (IPBES,

2018). Já no Brasil, considerado o país que tem a flora mais rica do mundo, quase 5% das espécies de plantas catalogadas estão em vias de desaparecer, sendo a Mata Atlântica o bioma com a maior quantidade de espécies de plantas ameaçadas, seguida do Cerrado (Martinelli & Moraes, 2013), os dois *hotspots* no território nacional (Myers et al., 2000). Preocupações sobre o declínio e a perda de espécies não são hipotéticas e sim pouco alentadoras. O ritmo de extinção das espécies a nível mundial chega atualmente a ser 1000 vezes superior ao causado sem a intervenção humana e a extinção em massa de espécies pela atividade humana atualmente em curso continua a se acelerar e deve eliminar mais da metade de todas as espécies ao final deste século. Tal dinâmica está provocando que o mundo natural e os sistemas de suporte à vida, como os conhecemos hoje, entrem em colapso (WWF, 2016; Wilson, 2018). Essa degradação generalizada da diversidade biológica é ocasionada principalmente pela rápida redução e fragmentação de habitats, a superexploração e uso insustentável dos recursos naturais, a poluição da terra, do ar e do solo, e o aumento em número e em grau de impacto de espécies invasoras, além das mudanças climáticas (MEA, 2005; Sodhi & Ehrlich, 2009).

No contexto de um planeta altamente antropizado e em resposta a uma perda maciça de biodiversidade em escala global, o estabelecimento de APs tem representado um dos principais esforços de conservação da vida silvestre em todo o mundo nos últimos tempos (Bruner et al., 2001; Chape et al., 2005; CBD, 2011). A IUCN define APs como “espaços geograficamente delimitados, reconhecidos e dedicados a proteção e manutenção da diversidade biológica a longo prazo, com serviços ecossistêmicos e valores culturais associados, e geridos através de meios legais ou outros meios efetivos” (Dudley, 2008:9). Em geral, independentemente da tipologia e/ou modelo adotado, APs são frequentemente reconhecidas como SSE (Berkes et al., 2003; Phillips, 2004; Ostrom, 2007; Cumming et al., 2015) e a literatura mais ampla sobre planejamento de conservação tem assumido, cada vez mais, que esforços de conservação da biodiversidade ocorrem como parte de complexos SSE (Ban et al., 2013; Palomo et al., 2014; Guerrero & Wilson, 2017). SSE representam um caso específico de sistemas complexos focados nas interações entre seres humanos e natureza, e definidos por várias escalas espaciais, temporais e organizacionais que enfatizam a visão de que sistemas sociais e ecológicos estão de fato ligados, sendo a separação entre os dois artificial e arbitrária (Berkes et al., 2003; Ostrom, 2007). Com base na teoria da complexidade, definições comuns de SSE incluem características como sistemas auto-organizados e adaptativos, com dinâmica não-linear, ciclos de retroações, limiares de transição entre estados e com propriedades emergentes como consequência do seu caráter multinível de organização, e cuja gestão está sujeita a significativos níveis de incerteza (Folke, 2006; Liu et al., 2007; Norberg & Cumming, 2008; Resilience Alliance, 2010). SSE são compostos por multiplicidade de agentes interagindo, relações e níveis interconectados, de maneira que

seres humanos influenciam e são influenciados pelos processos dos ecossistemas. É amplamente aceito que as interações recíprocas entre os sistemas sociais e ecológicos podem levar os SSE ao aumento da vulnerabilidade e à perda de resiliência e, conseqüentemente, também podem afetar a eficácia dos esforços de conservação (Berkes et al., 2003; Liu et al., 2007; Galaz et al., 2008; Folke et al., 2010; Cumming et al., 2015; Allen et al., 2016). Ainda assim, sistemas de governança apropriados podem facilitar ações de conservação e manejo (e.g., restauração de habitat, prevenção de incêndios, aplicação de cotas de captura ou controle de espécies invasivas) mais vantajosas para lidar com ameaças nos SSE e para favorecer a persistência de populações, comunidades e ecossistemas de interesse a longo prazo. A implementação de ações bem-sucedidas na conservação e no planejamento de APs é, portanto, desafiadora, pois práticas de conservação que não levem em conta o contexto socioecológico, bem como as propriedades e desafios dos SSE, podem não conseguir se adaptar nem responder de maneira efetiva às mudanças nas condições sociais e ecológicas de tais sistemas ao longo do tempo. No entanto, a exploração das interdependências socioecológicas na conservação até o momento tem sido limitada. Conseqüentemente, o conceito de SSE fornece nesta tese uma base analítica para examinar a relação entre os seres humanos e a natureza, e os objetivos e processos relativos ao manejo de recursos naturais e da conservação da biodiversidade. Sua aplicação permite explorar um viés teórico que ressalta variáveis como multiescala, multidimensional, multinível, diversidade, complexidade e gestão integrada de recursos, auxiliando a entender o contexto que pode afetar os resultados da conservação. Vincular aspectos de planejamento e gestão da conservação - que fazem parte de um processo social - ao enquadramento interdisciplinar do SSE (Ostrom, 2007, 2009) ajuda, portanto, a incorporar de maneira efetiva nas ferramentas de conservação considerações sociais que influenciam as decisões de conservação, ampliando o contexto predominantemente ecológico para um contexto socioecológico. O uso de SSE nesta tese remete para formas de se olhar o mundo afastando-se de visões reducionistas e de corte unidimensional sobre a natureza da ciência clássica. Nesse sentido, proporciona uma abordagem para a conservação que vai ao encontro da escola de pensamento que enfatiza a coevolução das sociedades humanas e ecossistemas, bem como a biodiversidade como uma coleção de sistemas dinâmicos que ligam complexos componentes biológicos e sociais. Da mesma maneira, aqui, a aplicação do conceito de SSE assume que a conservação da biodiversidade é um componente vinculado ao desafio de gerenciar esses complexos sistemas ligados ao desenvolvimento sustentável (Costanza et al., 1993; Vitousek et al., 1997; Berkes et al., 2003; Waltner-Toews et al., 2008; Sterling et al., 2010; Folke et al., 2011).

### Governança colaborativa para a conservação da vida silvestre

Ainda que existe uma ampla literatura sobre a gestão de APs, se concentrando cada vez mais na avaliação da eficácia do manejo desses locais para a conservação da biodiversidade (e.g., Pretty & Smith, 2004; Hockings et al., 2006; Leverington et al., 2010; Coad et al., 2013), poucos estudos adotam uma perspectiva explícita de governança ligando processos sociais e resultados da conservação (Dietz et al., 2003; Folke et al., 2005; Chaffin et al., 2014). Gestão e governança não são fenômenos iguais nem mutuamente exclusivos, mas estão intimamente relacionados. Ao descrever decisões e ações destinadas a conservar a natureza, a gestão está preocupada com decisões operacionais, resultados específicos e prazos mais curtos, de maneira que revela uma tendência a se concentrar nos aspectos técnicos (i.e., meios e ações para alcançar determinados objetivos), e não políticos (Borrini-Feyerabend & Hill, 2015). Já a governança é caracterizada por um escopo de mais longo prazo e pela consideração de dimensões, estruturas e processos sociais adicionais cruciais para a conservação da natureza (e.g., instituições, valores, papéis, redes sociais) e relacionados com quem de fato detém o poder, a autoridade e a responsabilidade de tomar e implementar decisões de conservação (Borrini-Feyerabend & Hill, 2015; Alexander et al., 2016). Dessa forma, a governança considera e fornece o contexto que permite a gestão, pois molda e influencia as respostas de manejo, e desempenha um papel fundamental em traduzi-las em resultados de conservação (Folke, et al., 2005; Lebel et al., 2006). Embora existam muitas definições do termo "governança" (Tabela 1), nesta tese eu o uso para descrever a maior capacidade de decisão e influência que os atores não governamentais têm adquirido para gerir ações coletivas em sua interação com a natureza.

**Tabela 1.** Definições selecionadas de governança.

Definição	Autores/ano
Governança alude às interações entre estruturas, processos e tradições que determinam como o poder e as responsabilidades são exercidos, como as decisões são tomadas e como os cidadãos ou outras partes interessadas podem opinar	Institute on Governance, 2003
Governança se refere às interações públicas e privadas empreendidas para resolver os desafios sociais, e as instituições e princípios que mediam essas interações	Armitage et al., 2009
Governança é definida como a determinação consciente da ação através do uso de várias formas de poder que tem a ver com quem decide, como essas decisões são tomadas e quem é (ou deveria ser) responsabilizado por elas	Borrini-Feyerabend & Hill, 2015
Governança são as regras formais e informais, os sistemas de criação de regras e as redes de atores em todos os níveis (local, regional, global) que influenciam como as sociedades identificam, projetam e implementam ações de conservação	Alexander et al., 2016

O processo de governança abre novas possibilidades de manejo dos recursos naturais e gestão de APs que vão além do Estado ou do mercado como únicas soluções possíveis para recuperar ou evitar a degradação ambiental. Contudo, como em outros SSE, os desafios da governança de APs são inerentemente complexos (e.g., diversidade de partes interessadas, interações multinível/multiescala, surpresa e incertezas). Mesmo que o conceito de colaboração não seja necessariamente visto como uma panaceia para todos os problemas socioecológicos (Imperial, 2005; Bodin, 2017), acredita-se que formas de governança mais colaborativas podem contribuir para um maior sucesso na conservação e gestão de recursos naturais. Isso porque esse tipo de governança tem o potencial de envolver e unir de forma significativa atores para melhorar a coordenação e o fluxo de informações, mobilizar diferentes fontes de conhecimento e promover a flexibilidade para permitir que os atores respondam com maior eficácia aos desafios apresentados pelo caráter complexo dos SSE (Berkes et al., 2003; Folke et al., 2005; Ostrom, 2010a; Bodin, 2017). A governança colaborativa reúne atores com diversos interesses, conhecimentos e recursos em fóruns comuns com agências públicas, para engajar-se na tomada de decisão orientada por consenso (Ansell & Gash, 2008). Nesse contexto, a agência é obrigada, por lei ou política, a colaborar com outras partes interessadas para construir e melhorar os limites das respostas do governo central às ameaças ambientais (Lemos & Agrawal, 2006; Borrini-Feyerabend & Hill, 2015). Abordagens colaborativas de governança permitem o gerenciamento adaptativo necessário para apoiar a implementação de ações de conservação em diferentes escalas ecológicas e de gestão (Folke et al., 2005; Olsson et al., 2007; Armitage et al., 2009; Brondizio et al., 2009) e fornecem uma orientação geral para uma “boa governança” de APs (Lockwood et al., 2010).

A operacionalização do conceito de governança colaborativa, também referida como governança em rede (e.g., Alexander et al., 2016; Scarlett & McKinney, 2016) depende, em parte, da criação e manutenção de redes sociais formais e informais que caracterizam as interações entre as partes interessadas e influenciam suas atitudes e comportamentos (Borgatti et al., 2009). A pesquisa interdisciplinar sobre redes colaborativas tem argumentado que os atores envolvidos, com quem eles colaboram e de que maneira eles estão ligados às estruturas dos ecossistemas, podem influenciar na gestão e conservação de recursos naturais e têm profundas implicações nas habilidades dos atores para lidar com diferentes tipos de problemas e mudanças ambientais (e.g., Carlsson & Sandström, 2008; Lauber et al., 2008; Bodin & Crona, 2009; Bodin & Prell, 2011; Alexander & Armitage, 2015; Guerrero et al., 2015; Bodin, 2017). Apesar disso, em geral, poucos estudos se concentraram explicitamente nas redes colaborativas entre indivíduos envolvidos na governança de iniciativas de conservação em larga escala ou redes de APs (e.g., Guerrero et al., 2015; Bixler et al., 2016; Scarlett & McKinney, 2016; Alexander et al., 2017). Neste sentido, esta tese emprega uma perspectiva de redes para examinar quatro desafios de governança associados à conservação em larga



escala e que podem fornecer uma melhor compreensão das complexas interações entre sistemas sociais e ecológicos: 1) a descentralização e inclusão dos atores no processo colaborativo, 2) a robustez da rede de governança, 3) as interações multinível e, 4) o problema do ajuste.

### **Conservação em larga escala: uma nova abordagem para a proteção da biodiversidade**

Nas últimas décadas, o número e a cobertura de APs aumentaram drasticamente na maior parte do mundo. A extensão global de APs praticamente dobrou de tamanho desde a Cúpula da Terra de 1992 no Rio de Janeiro, e atualmente existem mais de 200.000 APs cobrindo cerca de 15% da superfície terrestre mundial e aproximadamente 4% da área oceânica global (UNEP-WCMC & IUCN 2016). No entanto, ademais de muita biodiversidade ainda não estar totalmente representada dentro das APs (Rodrigues et al., 2004; CBD, 2011), ecossistemas naturais em áreas próximas a elas estão se tornando cada vez mais fragmentados, provocando que muitas APs se tornem “ilhas” isoladas dentro de paisagens alteradas pelo ser humano (DeFries et al., 2005; Boitani et al., 2007). Vários estudos identificaram que a maioria dos problemas que afetam as APs envolvem mudanças no uso da terra e atividades que se originam em áreas adjacentes (Kozłowski & Vass-Bowen, 1997; DeFries et al., 2005; Hansen & De Fries, 2007; Palomo et al., 2013). Além disso, um estudo recente (Jones et al., 2018) mostrou que um terço das APs do planeta sofre intensamente com atividades humanas realizadas dentro das suas fronteiras, como a construção de estradas, a pastagem, o desflorestamento e a urbanização, comprometendo seriamente o alcance das metas de conservação.

A biologia da conservação confirma a necessidade de uma rede expandida de APs com conectividade aprimorada entre habitats, envolvendo APs e seus arredores para reduzir a perda da biodiversidade e manter a integridade e a função dos ecossistemas em longo prazo (Crooks & Sanjayan, 2006, Prugh et al., 2008; CBD, 2011; Santini et al., 2016). Nessa lógica, a ênfase crescente na biogeografia da conservação, junto com o avanço de sofisticadas ferramentas computacionais especialmente voltadas para a modelagem ecológica, ajudou a ascensão de uma abordagem de conservação em larga escala (Myers et al. 2000; Whittaker et al., 2005; Clark et al., 2010). Essa nova abordagem reconhece a necessidade de ir além da identificação e gestão de APs únicas para dar conta da gestão das paisagens circundantes e prioriza a representatividade dos habitats e a conservação de ecossistemas por meio de suas escalas “naturais” em vez daqueles delineados por fronteiras políticas, económicas ou culturais (Lindenmayer & Burgman, 2005; Rouget et al., 2006; Pressey & Bottrill, 2009). Iniciativas de conservação em larga escala envolvem normalmente combinações heterogêneas de uso e cobertura da terra e uma gama diversificada de partes interessadas,

incluindo proprietários, comunidades locais e organizações governamentais e não governamentais, para planejar e implementar diferentes tipos de atividades de conservação (Worboys et al., 2010; Guerrero et al., 2015). Estas estratégias de conservação de grandes paisagens representam tipos particulares de SSE caracterizados pela interdependência entre componentes sociais e ecológicos que operam em vários níveis aninhados e cuja manutenção das principais funções ecológicas requer uma governança colaborativa em rede e multinível (e.g., McKinney et al., 2010; Fitzsimons et al., 2013; Wyborn & Bixler, 2013; Guerrero et al., 2015; Scarlett & McKinney, 2016).

Esforços de conservação em larga escala já estão em andamento em todos os continentes, sendo um dos mais notáveis o modelo da Reserva da Biosfera (RB) que surgiu dentro do Programa "Man and Biosphere (MAB)" da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Este instrumento de conservação, adotado internacionalmente, visa promover a integração harmoniosa de pessoas e natureza para o desenvolvimento sustentável na escala regional e conta com uma rede de 669 sítios distribuídos por 120 países, 7 deles no Brasil (UNESCO, 2018). Iniciativas nacionais de conservação em larga escala incluem, entre outros exemplos, os corredores Yellowstone to Yukon nas Montanhas Rochosas na América do Norte, o Corredor Biológico Mesoamericano e o Corredor de Conservação Vilacamba-Amboró na América do Sul, Greater Virunga, Greater Cederberg e Maloti Drakensberg na África e, The Great Eastern Ranges na Austrália; a paisagem Terai Arch no Nepal e Índia e; os mecanismos de conservação transfronteiriça Tri-national Mont Blanc Massif e Lower Danube Green Corridor na Europa (Worboys et al., 2010; World Bank, 2010).

No Brasil, mosaicos de APs representam uma iniciativa nacional de conservação em larga escala que reflete aspectos do movimento de conservação sob uma perspectiva regional e está em implantação como uma ferramenta importante de gestão territorial, integrada e participativa para fortalecer as APs (MMA, 2000). Mosaicos de APs têm a finalidade de compatibilizar e otimizar a gestão de um conjunto de APs próximas ou sobrepostas entre si, favorecendo a ampliação da conectividade entre áreas remanescentes e o manejo da paisagem e, portanto, promovendo que APs se insiram no contexto socioecológico de seus territórios. As primeiras iniciativas de implementação deste instrumento de gestão territorial surgiram em 2005 e, até o presente, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) brasileiro reconheceu 15 mosaicos (Tabela 2). O Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral (doravante ME), objeto de estudo desta tese, é um deles.

**Tabela 2.** Mosaicos implantados no Brasil dispostos de acordo com o ano de reconhecimento, extensão aproximada e número de unidades de conservação (UCs)<sup>1</sup> que os formam. Fonte: MMA (2013); MMA (2018).

Nome. Estado	Ano	Tamanho (ha)	UCs
Capivara-Confusões. PI	2005	1.500.000	2
Litoral de São Paulo e Paraná. SP/PR	2006	1.622.168	34
Bocaina. SP/RJ	2006	250.000	18
Mata Atlântica Central Fluminense. RJ	2006	295.723	22
Mantiqueira. SP/ RJ/MG	2006	729.138	23
Sertão Veredas-Peruaçu. MG/GO/BA	2009	1.783.799	14
Espinhaço: Alto Jequitinhonha - Serra do Cabral. MG	2010	1.900.000	19
Mico-Leão-Dourado. RJ	2010	209.000	22
Baixo Rio Negro. AM	2010	7.500.000	11
Foz do Rio Doce. ES	2010	300.000	7
Extremo Sul da Bahia. BA	2010	307.000	12
Carioca. RJ	2011	35.000	23
Amazônia Meridional. MT/RO	2011	7.114.471	40
Oeste do Amapá e Norte do Pará. AP/PA	2013	12.397.347	6
Serra do Cipó. MG	2018	2.700.000	18

### **Desafios de governança: descentralização, robustez, interações multinível e o problema do ajuste**

O desenvolvimento de abordagens eficazes de governança para os problemas de conservação e gestão ambiental tem sido uma importante área de enfoque da pesquisa interdisciplinar nas últimas décadas (Borrini-Feyerabend et al., 2006; Larson & Soto, 2008; Ostrom, 2010b). Um desafio-chave associado à governança colaborativa dos recursos naturais e de APs é o grau em que os sistemas de governança promovem o relacionamento descentralizado e inclusivo favorável à “boa governança” (Graham et al., 2003; Lockwood, 2010) ou, quando menos, à uma governança “suficientemente boa” (Fonseca & Bursztyn, 2009). A descentralização é um processo por meio do qual poderes de decisão são transferidos do governo central para instituições subnacionais (i.e., governos locais,

<sup>1</sup> Na legislação brasileira, o termo “unidade de conservação” é utilizado para diferenciar territórios especialmente destinados à conservação da biodiversidade de outras áreas protegidas, tais como terras indígenas, territórios quilombolas, áreas de preservação permanente e reservas legais. Contudo, esse termo é o que mais se aproxima do conceito de área protegida da IUCN, de maneira que os dois vocábulos são utilizados indistintamente nesta tese.

comunidades e setor privado) (Stoker, 1998). Esse processo está relacionado com o preceito da inclusão, que se refere às oportunidades disponíveis para todos os interessados de participarem e influenciarem os processos e ações de tomada de decisão (Lockwood, 2010). A ênfase é colocada no maior controle local na gestão de recursos naturais, na democratização e na integração de desenvolvimento e conservação, com o objetivo de melhorar a eficiência, a equidade e a justiça na gestão, e como meio para apoiar o desenvolvimento sustentável (Ribot, 2002; Lemos & Agrawal, 2006; UNDP, 2006). Nestas circunstâncias, a boa governança requer a participação de todos os setores da população nos processos, decisões e ações de conservação, incluindo mulheres e grupos marginalizados e desfavorecidos que antes eram excluídos pelas tradicionais abordagens de comando e controle. Em geral, acredita-se que uma mudança de modelos *top-down* para formas mais descentralizadas e inclusivas de governança, por meio da atribuição de direitos (e obrigações) claros a partes interessadas em relação aos recursos naturais, pode trazer benefícios para a conservação (ver, e.g., Ghimire & Pimbert, 1997; Cistulli, 2002; UNDP, 2006; Lockwood, 2010). Ainda assim, poucos estudos empíricos foram realizados até o momento que liguem processos e resultados da governança territorial de APs e interações sociais entre os atores envolvidos.

Cientistas, governos e gestores de recursos naturais estão cada vez mais interessados em aplicar a resiliência às iniciativas de conservação, de maneira a fortalecer ou minimizar aspectos de uma configuração particular de SSE que provoquem que o sistema se transforme para um estado mais desejável ou que evitem que se mova para um estado indesejável. Um desses elementos "manejável" para proporcionar uma maior capacidade de resiliência socioecológica e uma "boa governança" nos SSE pode ser reforçar a robustez da rede de governança ou contar com sistemas de governança robustos (Lebel et al., 2006; Webb & Bodin, 2008), no sentido de ser capazes de manter suas funções básicas na presença de erros internos e externos (Barábasi, 2014). Consequentemente, a eficácia da governança para a conservação está atrelada às configurações de redes colaborativas que permitam a manutenção de funções benéficas para a gestão dos recursos naturais ao longo do tempo, tais como a capacidade de comunicação, troca de ideias, experiências e conhecimentos entre os atores envolvidos. Há uma grande quantidade de evidências teóricas que sustentam que arranjos de governança descentralizados, multinível, redundantes e diversos, contribuem para a robustez dos sistemas de governança e melhoram a capacidade de SSE para manter um conjunto desejado de serviços ecossistêmicos diante de contínuas perturbações e mudanças (Bodin & Norberg, 2005; Webb & Bodin, 2008; Marshall & Smith, 2010; Biggs et al., 2012). Nesse sentido, alguns autores têm proposto um quadro teórico-metodológico de robustez para medir e discernir estratégias de gestão e arranjos institucionais que mantêm estados ecológicos favoráveis e bens e serviços desejáveis (Anderies et al., 2004; Anderies & Janssen,

2013). Contudo, ainda são escassas as evidências empíricas que avaliam a robustez geral de sistemas de governança na conservação, especificamente em um contexto regional, para sustentar a gestão de recursos naturais ao longo do tempo.

Desafios da governança colaborativa também envolvem esforços para resolver os dilemas multinível na relação sociedade-ambiente, associados principalmente a escala espacial (cf. Cash et al., 2006). Existe cada vez mais convicção de que a natureza dinâmica dos problemas sociais e ecológicos altera fundamentalmente a maneira pela qual a governança na conservação pode ser concebida e desenvolvida, demandando o uso de uma perspectiva de complexidade, conjunturas pluralistas e abordagens de governança multinível (Cash et al., 2006; Berkes, 2007; Bodin, 2017). Os sistemas naturais devem ser entendidos como conjuntos complexos de espécies e ecossistemas que se situam em múltiplos níveis espaciais (e.g., fragmento, paisagem, região), e se aninham em configurações complexas, enquanto composição, estrutura e função (Noss, 1990; Poiani et al., 2000; Lindenmayer et al., 2008; Wyborn & Bixler, 2013). Por sua vez, arranjos de governança de sistemas naturais precisam envolver redes de governança entre atores localizados em posições diferentes na escala espacial e efetivadas por meio de conexões sociais ou institucionais - que podem ser horizontais (i.e., dentro do mesmo nível) ou verticais (i.e., em diferentes níveis) -, entre indivíduos ou organizações. A contribuição destes atores na gestão territorial dependerá da sua capacidade de influir nos processos ecossistêmicos associados à sua área de atuação. Contudo, essa capacidade estará condicionada pelas colaborações que os atores desenvolvem com outros parceiros ancorados tanto no mesmo, quanto em diferentes níveis espaciais e que favorecerão a gestão de ecossistemas aninhados. Tais vínculos multinível visam a aprendizagem compartilhada e a articulação de problemas, e fornecem um mecanismo importante para acessar recursos, ideias e informações (Young, 2002; Berkes et al., 2003). Colaborações dentro e entre níveis espaciais permitem uma abordagem integrada de gestão, vinculando ações em múltiplos níveis (e.g., planejamento local e territorial) e podem ser induzidas ou reforçadas por meio de indivíduos ou organizações ponte, como coordenadores e facilitadores de processos de governança (e.g., Olsson et al., 2007, Berkes, 2009, Berdej & Armitage, 2016a). No entanto, são escassos os estudos que exploram redes de governança colaborativa e multinível para alcançar objetivos da conservação sob uma perspectiva espacialmente explícita.

Finalmente, outro desafio-chave associado à governança colaborativa na conservação é o grau em que os sistemas de governança se encaixam com as características do sistema biofísico. O problema do ajuste vem sendo objeto de interesse crescente na literatura sobre governança em SSE e é descrito aqui como um descompasso entre os atributos ou características de um sistema de governança (i.e., redes colaborativas) e o conjunto maior de atributos ou recursos de um SSE (Folke et al. 1998, 2007; Galaz et al. 2008; Epstein et al.

2015). Essa falta de correspondência ou congruência acontece quando as estratégias e ações de gestão dos ecossistemas são desenvolvidas e aplicadas em escalas da organização social ou instituição projetada para gerenciá-los que não refletem a natureza multiescalar dos problemas de conservação (Guerrero et al., 2013; Berdej & Armitage, 2016b). Isso sucede, por exemplo, quando a gestão global não está adaptada às particularidades locais, ou quando ações de curto prazo são usadas para tratar processos ecológicos que ocorrem a longo prazo. O desajuste socioecológico influencia os resultados e a prática da conservação e resulta comumente em consequências não intencionais devido à má gestão de ecossistemas (e.g., degradação por pragas, espécies invasoras, poluição, fogo), contribuindo para uma diminuição da resiliência socioecológica (Cumming et al., 2006; Alexander et al., 2017). O problema do ajuste é de especial relevância nas iniciativas de conservação em larga escala, onde reflete desafios de governança únicos apresentados por esses SSE. Geralmente iniciativas de conservação em larga escala operam em cenários de grande complexidade social e ecológica que incluem, entre outras características: ecossistemas transfronteiriços e heterogêneos; múltiplos atores, instituições e setores políticos afetados e envolvidos; constelação de interesses de todos os limites jurisdicionais e geográficos; variabilidade temporal e espacial; prevalência de dinâmicas multinível e multiescala e; sobreposições territoriais, culturais, sociais e económicas (ver, e.g., Wyborn & Bixler, 2013; Berdej & Armitage, 2016b; Bixler et al., 2016; Scarlett & McKinney, 2016; Alexander et al., 2017). Somando-se a isso, em países em desenvolvimento como o Brasil, onde a descentralização democrática foi fortemente praticada nos últimos 20 anos (Ribot, 2006), a atenção ao ajuste é particularmente importante. Isso porque, nesses países, apesar de que que representações de classe, organizações não governamentais (ONGs), conselhos locais e grupos de interesse, entre outros, vêm assumindo cada vez mais poderes e responsabilidades em processos de governança ambiental, ainda persiste uma lógica de gestão ligada às relações da sociedade com o sistema ecológico fundada na dispersão de esforços, na fragmentação e na descontinuidade (Câmara, 2013; Castro & Futemma, 2015). De fato, a dificuldade de relacionamento e a pouca coordenação e comunicação intersetorial e intergovernamental em diferentes níveis, envolvendo atores/agências responsáveis pela gestão de mosaicos de APs, constitui uma fragilidade destacada nos diagnósticos desse modelo de gestão territorial (Delelis et al., 2010; Ganem, 2011; WWF/IPÊ, 2012; Melo & Irving, 2014). Diante disso, é crescente o reconhecimento de que melhorar o ajuste requer ir além dos processos e atributos ecológicos (e.g., conectividade ecológica) e realizar uma análise crítica das redes de governança colaborativa (e.g., conectividade social) (ver, e.g., Galaz et al., 2008; Cumming et al., 2010; Bergsten et al., 2014; Bodin et al. 2014; Guerrero et al., 2015; Berdej & Armitage, 2016b; Trem et al., 2016; Alexander et al., 2017; Bodin, 2017). Nesta tese, eu me junto a essas vozes que advogam pela integração das dimensões ecológica e social para abordar os

desafios mais prementes no contexto da conservação, mas dando especial atenção à essa última dimensão.

### **A perspectiva de redes: ligando sistemas sociais e ecológicos**

As interações entre os atores dentro de um arranjo de governança podem ser caracterizadas como uma rede social e analisadas para avaliar sua eficácia enquanto potencial para formular e implementar ações de conservação nas escalas apropriadas. Esta tese aplica a perspectiva de redes – definida aqui como um modelo conceitual e conjunto associado de métodos analíticos que permitem fornecer explicações da realidade social, por meio de características estruturais (cf. Marin & Wellman, 2011). A perspectiva de redes é embasada na teoria de redes, que se refere aos mecanismos e processos que interagem com estruturas de rede para produzir certos resultados para indivíduos e grupos (Borgatti & Halgin, 2011). Consequentemente, ela é usada aqui para analisar o comportamento de indivíduos, grupos e organizações com base na estrutura relacional (i.e., padrões de relações), assumindo que: i) as relações entre atores são importantes; ii) os atores são interdependentes; iii) uma relação entre dois atores representa um fluxo de recursos materiais ou não materiais, tais como informação, inovação, riqueza ou poder, dentre outros e; iv) estruturas de rede melhoram ou inibem a capacidade de agir dos atores e a disponibilidade e troca de recursos entre eles (Wasserman & Faust, 1999).

A perspectiva de redes emerge de vários corpos interdisciplinares da literatura (ver, e.g., Freeman, 2004 e Bodin & Prell, 2011, para um relato histórico). Seu interesse abrange todas as ciências sociais, e está aumentando rapidamente em física, epidemiologia, biologia, biogeografia da conservação, e ciência da sustentabilidade (Borgatti et al., 2009; Cumming et al., 2010; Valente, 2010; Henry & Vollan, 2014). Os fundamentos teóricos e possibilidades analíticas dessa perspectiva estão atraindo a atenção crescente como uma abordagem para examinar a conectividade social relacionada à gestão de recursos naturais (Bodin et al., 2006; Bodin & Crona, 2009; Bodin & Prell, 2011), participação de partes interessadas na governança de APs (Garcia-Amado et al., 2012; Calvet-Mir et al., 2015) e planejamento de conservação (Guerrero et al., 2013; Mills et al., 2014). Redes emergiram também como o mecanismo de governança predominante para esforços de conservação em larga escala (Palomo et al., 2014; Guerrero et al., 2015; Bixler et al., 2016; Scarlett & McKinney, 2016). Além disso, o fato de a governança ser conduzida em redes de colaboração está sendo cada vez mais enfatizado como um aspecto crucial para a eficácia e qualidade dos resultados desse processo (Head, 2008; Lubell, 2015).

A perspectiva de redes fornece uma estrutura para modelar e analisar empiricamente, de forma individual e em conjunto, processos sociais (e.g., colaboração, participação), características estruturais da rede (e.g., inclusão, descentralização, robustez), atributos

sociais (e.g., confiança, poder) e funções do ator (e.g., função ponte) associadas às redes de governança. Como resultado das interações entre os membros de uma rede de governança, podem-se identificar estruturas relacionais às quais deve-se atribuir a emergência de propriedades sistêmicas da rede e padrões relacionais, que ajudarão a discernir melhor tanto a organização dessa rede social, quanto os seus resultados na gestão de recursos naturais. Padrões relacionais e características de rede (i.e., propriedades estruturais) podem ser descritas por métricas, tais como distribuição de conectividades, centralidade, número de componentes e distância média (Scott, 2000; Hanneman & Riddle, 2005). Diante disso, a capacidade dos atores em um SSE para gerir os recursos naturais vai depender principalmente do componente social, isto é, da rede de indivíduos ou grupos agindo para manejar o sistema (Walker, 2004). Portanto, analisar as dinâmicas colaborativas que acontecem em um determinado SSE (e.g., iniciativa de conservação em larga escala) apresenta-se como um elemento relevante para entender os vínculos que se estabelecem entre a rede e o desempenho desse modelo de gestão territorial. Por essa razão, ao longo desta tese, eu foco nas redes sociais como um componente-chave na compreensão da governança de recursos naturais.

Contudo, além de dados sociais, a perspectiva de redes também permite analisar empiricamente dados ecológicos (e.g., conectividade da paisagem; Keitt et al. 1997; Urban & Keitt, 2001; Bodin et al., 2006; Bodin & Norberg, 2007). Do ponto de vista ecológico, normalmente os nós de uma rede representam manchas de habitat espacialmente distinguíveis, enquanto que as relações descrevem ligações de dispersão (i.e., movimento de espécies) que podem conectar as manchas. Além disso, a perspectiva de redes proporciona um meio para vincular padrões específicos de interdependências sociais e ecológicas de SSE a desafios específicos de governança, incluindo desafios de ajuste e interações multinível/multiescala (e.g., Folke et al., 2005; Ernstson et al., 2010; Rathwell & Peterson, 2012; Bergsten et al., 2014; Bodin et al., 2014). Isto se deve principalmente ao fato de que a abordagem de redes oferece uma maneira de unificar as análises social e ecológica. Ou seja, apesar das diferenças na natureza dos nós e das conexões das redes social e ecológica, esta perspectiva usa uma linguagem comum que possibilita descrever e representar os SSE em termos de nós e laços (i.e., como redes de interação entre diversos componentes) (ver, e.g., Janssen et al., 2006; Weeb & Bodin, 2008; Gonzalès & Parrot, 2012). Isso permite, por exemplo, integrar as análises das redes social e ecológica e examinar os ajustes entre os padrões relacionais de cada rede para compreender as ligações e consequências que eventuais descompassos entre processos de gestão e ecológicos possam ter para as propriedades de um SSE. Todos esses elementos fornecem fundamentos de aplicação da perspectiva de redes para examinar características de SSE que podem facilitar ou restringir a colaboração na governança dos recursos naturais no caso de estudo apresentado nesta tese.



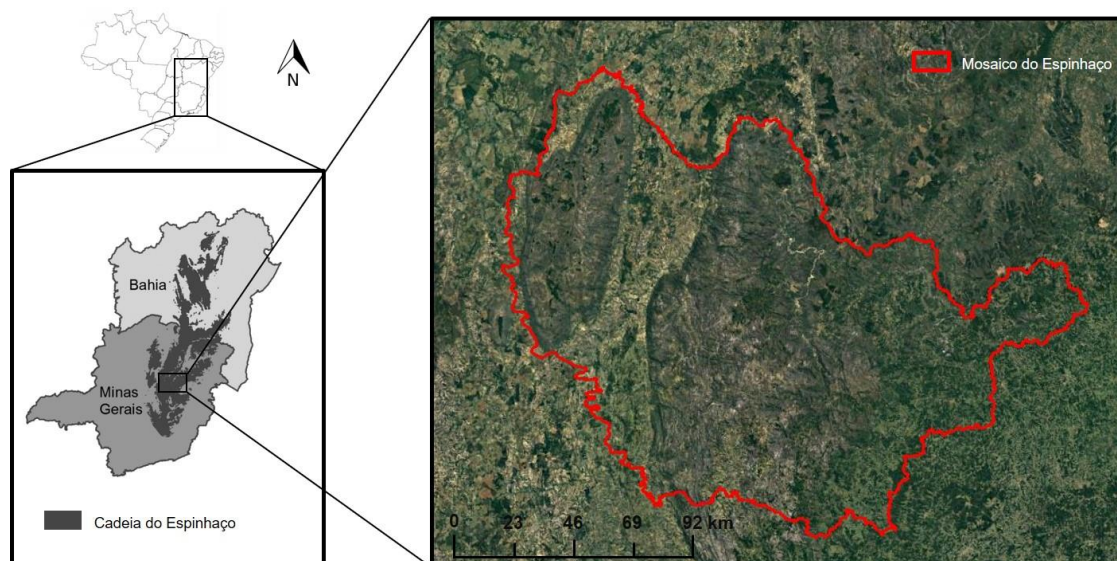
## Contexto empírico

### Cadeia do Espinhaço

A Cadeia do Espinhaço, na qual o ME encontra-se inserido, foi originalmente denominada Serra do Espinhaço pelo geólogo alemão Eschwege (1832) e aqui se optou por tratar também como “Espinhaço”. O Espinhaço é uma formação de montanhas interrompidas por vales de rios situada no leste brasileiro que se estende no sentido norte-sul desde o Quadrilátero Ferrífero, na região centro-sul de Minas Gerais, até a Chapada Diamantina, na porção central da Bahia (Figura 1). Essa formação representa a faixa orogênica pré-cambriana mais extensa e contínua do território brasileiro (Almeida-Abreu & Renger, 2002), estabelecendo-se como um grande corredor ecológico natural. Abrange uma região de aproximadamente 15 milhões de ha, com cerca de 50 a 100 km de extensão longitudinal e quase 1.200 km de extensão latitudinal, e apresenta um relevo acidentado com altitude geralmente superior a 1.000 m, alcançando um máximo de 2.002 m no Pico do Itambé (Giulietti et al., 1997; Ross, 2009).

O conjunto de montanhas da Cadeia do Espinhaço é caracterizado por ser bastante antigo, do Paleo/Mesoproterozóico (Martins-Neto, 1998), com alternância de formações quartzíticas e de filitos (Dossin et al., 1990). Já os solos, são oriundos da decomposição de quartzitos e arenitos, geralmente pedregosos, pobres, ácidos e arenosos, com baixa capacidade de retenção de água (Ferreira & Magalhães, 1977). Em relação ao clima, este é do tipo mesotérmico, caracterizado por verões brandos e úmidos e invernos mais frescos e secos, embora com microclimas diversos condicionados a fatores topográficos (Galvão & Nimer, 1965). A temperatura média anual é de 18,7 °C e a precipitação média anual está em torno de 1.500 mm (Neves, Abreu & Fraga, 2005).

A natureza geomorfológica deste sistema orográfico dá ao relevo da região uma conformação singular, com uma declividade relativamente suave no lado oriental, e escarpas acentuadas na face ocidental. Essa conformação é precisamente o que converte o Espinhaço em um divisor de águas entre a bacia hidrográfica do rio São Francisco, a oeste, e as bacias de rios que drenam diretamente para o Atlântico (e.g., Doce, Jequitinhonha, Mucuri, Pardo, Contas, Paraguaçu e Itapicuru), a leste (Saadi, 1995). A elevada concentração de nascentes na Cadeia do Espinhaço e seu papel preponderante na organização atual da rede de drenagem de importantes bacias hidrográficas do Brasil, fazem desse conjunto montanhoso um verdadeiro repositório e reservatório das águas brasileiras e área prioritária para a proteção de mananciais hídricos.



**Figura 1.** Localização geográfica da Cadeia do Espinhaço e da área de estudo, o Mosaico do Espinhaço. Fonte: Adaptado de Google Earth (<https://www.google.com/earth/>). Dados do mapa: Image © 2019 Landsat/Copernicus.

Além de atuar como um divisor de águas, a Cadeia do Espinhaço constitui, em sua porção centro-sul, uma barreira geográfica entre os domínios do Cerrado e da Mata Atlântica (dois dos maiores biomas brasileiros e *hotspots* mundiais; Myers et al., 2000). Igualmente, em sua porção norte, delimita uma zona de transição entre os domínios Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga (Giulietti et al., 1997). Nas regiões mais elevadas das serras, geralmente em altitudes acima de 900 m e ocupando áreas disjuntas associadas a solos litólicos ao longo de todo o maciço, ocorrem os campos rupestres (Rapini et al., 2008). Este ecossistema representa formações herbáceo-arbustivas e um ambiente extremamente frágil e de baixa resiliência, caracterizado por expressiva biodiversidade e alto grau de endemismo, sobretudo de espécies vegetais (ver, e.g., Giulietti et al., 1997; Jacobi et al., 2007; Medina & Fernandes, 2007; Versieux et al., 2008).

A vegetação do Espinhaço inclui então uma série de estratos altitudinais e uma variada combinação de fitofisionomias de norte a sul dos três grandes domínios fitogeográficos brasileiros (i.e., Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica) (Giulietti & Pirani, 1988; Jacobi et al., 2007). Este mosaico fitofisionômico se reflete na heterogeneidade da paisagem e acaba por produzir um grande mosaico de biodiversidade, pois a concentração de ecótonos propicia uma multiplicidade de alternativas ecológicas de adaptação (Giulietti et al., 1997, 2000; Gontijo, 2008). Desde o ponto de vista biogeográfico, padrões de distribuição de espécies sugerem, ademais, mecanismos de vicariância ou isolamento que podem ter levado à especiação (Leite et al., 2008). A riqueza florística da região tem despertado o interesse de naturalistas e botânicos desde expedições históricas na região realizadas no século XIX (Costa, 2005) e tem sido estimada em mais de 4.000 espécies (Giulietti et al., 1997). Uma

grande diversidade de espécies e alto índice de endemismos são também registrados para alguns grupos faunísticos como mamíferos (Lessa et al., 2008), anfíbios (Nascimento et al., 2005; Leite et al. 2008) e aves (Stattersfield et al., 1998; Vasconcelos et al., 2008).

A relevância biológica do Espinhaço tem sido destacada nacional e regionalmente em estudos de priorização para a conservação da biodiversidade (e.g., Costa et al. 1998, Conservation International et al., 2000; Drummond et al., 2005; MMA, 2007; Silva et al., 2008). Além disso, o conjunto montanhoso já foi considerado como um centro de diversidade vegetal pela WWF/IUCN (Davis et al. 1997), uma das 200 Ecorregiões Globais (Olson & Dinerstein, 2001) e uma área de endemismo de aves da BirdLife International (Develey & Goerck, 2009). Em 2005, a porção sul do maciço foi declarada uma RB pela UNESCO, em reconhecimento à sua importância biológica, geomorfológica e histórica (<http://www.unesco.org/new/pt/brasil>). A Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE) se estende por mais de 3 milhões de ha e integra 94 municípios e 121 UCs (2015) (IABS & RBSE, 2017).

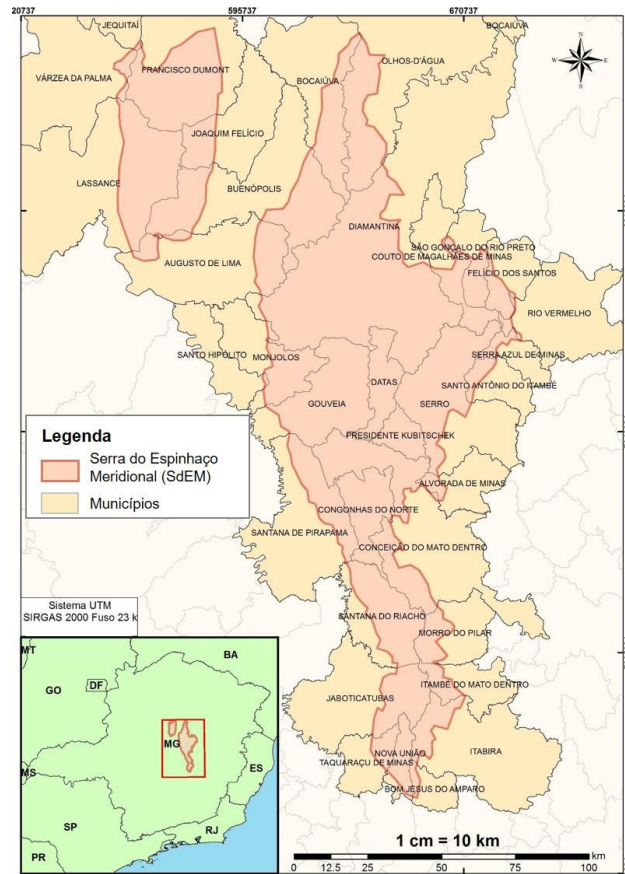
Junto à infinidade de diferentes ambientes e riquezas naturais, o Espinhaço possui traços culturais marcantes que fazem com que essa região seja única no Brasil e no mundo. A região é caracterizada, em praticamente toda a sua extensão, por uma ocupação humana antiga vinculada à extração de ouro ou diamantes, e atividades de base minerária associadas, que foi especialmente intensa durante os séculos XVII a XIX (Rapini et al., 2008). O histórico dessa ocupação se reflete na presença atual de diversos povos, tais como quilombolas, ribeirinhos, pescadores, raizeiros, garimpeiros e agricultores familiares, dentre outros. Essas comunidades se estabeleceram no território, expressando seus saberes, costumes e tradições associados a diversas identidades e patrimônios materiais e imateriais e conformando um mosaico cultural diversificado como importante elemento da paisagem (Gontijo, 2008).

### **Serra do Espinhaço Meridional**

Devido a grande extensão e abrangência, a Cadeia do Espinhaço é normalmente dividida pelos especialistas em uma porção ao norte (Espinhaço Baiano ou “Chapada Diamantina”, na Bahia) e outra ao sul (Espinhaço Mineiro ou “Serra do Espinhaço”, em Minas Gerais). Por sua vez, a parte mineira, subdivide-se habitualmente em uma porção setentrional e outra meridional, sendo esta última denominada Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) (Saadi, 1995). A SdEM está situada no centro do estado de Minas Gerais e corresponde a uma faixa montanhosa de aproximadamente 300 km de direção norte-sul que abrange grande parte das regiões do Alto Jequitinhonha e Serra do Cabral, as quais compõem parte do ME (Figura 2). Detentora de uma expressiva diversidade biológica e sociocultural (Azevedo et al., 2009) que reflete a riqueza e diversidade do patrimônio natural e cultural do Espinhaço, a

SdEM foi apontada como de importância especial para a conservação, por ser um ambiente particular (Costa et al. 1998, Drummond et al. 2005).

A ocupação da SdEM teve historicamente a mineração como sua indutora. Porém, com a decadência dessa atividade no século XIX, a produção da economia diversificou-se com destaque inicial para a agropecuária e a intensificação da produção industrial, o comércio e a prestação de serviços (Pereira, 2005). Já no século XX, mais especificamente na década de 1970, a mineração (inicialmente de ouro e diamantes e, mais recentemente, de minério de ferro) deu um salto quantitativo com grandes investimentos e implantação de projetos internacionais para o setor (Silva, 1995). Essa mesma época também foi marcada pelo auge do comércio de sempre-vivas, pois embora muitas famílias da SdEM já tivessem encontrado previamente no extrativismo de diversos escapos e inflorescências uma alternativa de fonte de renda, a comercialização aumentou na década de 1970, devido ao interesse na exportação (Costa et al., 2008). Atualmente, a mineração, a agropecuária e a extração vegetal continuam sendo atividades importantes para a economia da região. As características edáficas e geomorfológicas da SdEM (base litológica que tende a produzir solo extremadamente pobre e pouco desenvolvido), unidas à particular biodiversidade da região, inibem a agricultura de larga escala e favorecem o desenvolvimento da agricultura familiar devido, sobretudo, ao seu potencial de extrativismo vegetal e à necessidade de construir uma agricultura mais sustentável que considere os aspectos sociais e ambientais, além dos aspectos econômicos. A atividade turística vem mostrando taxas de crescimento positivas ao longo dos últimos anos, se apresentando como uma grande alternativa de geração de renda (Araújo & Lacerda, 2009; Souza et al., 2012). Contudo, trata-se de uma região culturalmente extrativista, na qual a maioria da população realiza atividades de pequena escala e de base local e que vive em condições socioeconômicas precárias. Diante disso, uma grande parcela da população residente na SdEM necessita do suporte de políticas e programas sociais, advindas do poder público, seja em caráter assistencial ou de orientação e capacitação para o mercado (IABS & RBSE, 2017).



**Figura 2.** Localização da Serra do Espinhaço Meridional. Fonte: Modificado de Ribas (2015).

Apesar da grande importância biológica da SdEM, seus ecossistemas vêm sofrendo diversos impactos ambientais devido principalmente à fragmentação e à destruição dos habitats. Dentre eles, destacam-se a exploração minerária, extração de areia, incêndios (muitos provocados para ampliação de áreas de plantio ou de pastagens), atividades agropecuárias e reflorestamentos, ocupação desordenada, introdução de espécies exóticas invasoras, extrativismo de produtos não madeireiros (principalmente sempre-vivas, canelas-de-ema, cactos, bromélias e orquídeas), turismo não planejado e caça predatória (Costa et al. 1998; Menezes & Giulietti, 2000; Pougy et al., 2015). Ecossistemas de montanha (e.g., campos rupestres) serão os primeiros lugares a sofrer os impactos das mudanças climáticas globais, com perdas de serviços ecossistêmicos essenciais com consequências nefastas (IPCC, 2007). A utilização intensiva dessas áreas montanhosas por interesses diferentes e por vezes concorrentes (e.g., conservação, turismo, atividade agrícola/pecuária/florestal, indústria, comércio, acesso local) significa que a realidade da conservação destes ecossistemas é notavelmente complexa e o potencial de conflitos na região, oriundos da dicotomia conservação-crescimento econômico, é alto.

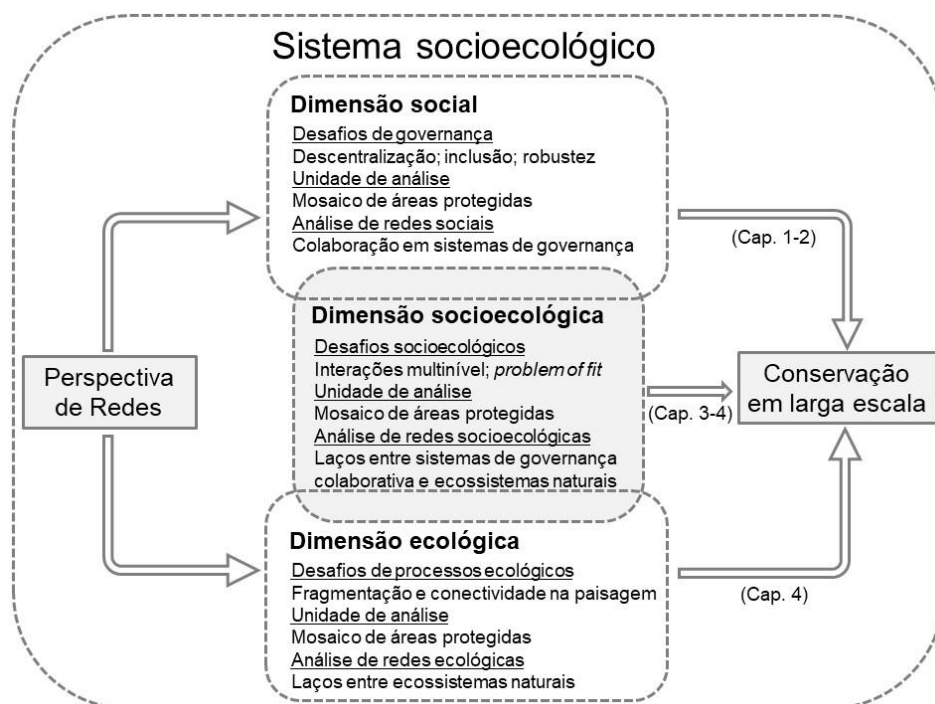
A alta fragmentação dos habitats e a perda da biodiversidade impulsionaram políticas e iniciativas públicas voltadas à conservação ambiental na SdEM. Nos últimos anos, o poder público criou importantes UCs nessa região, visando preservar e garantir a longo prazo a conservação de ecossistemas e recursos naturais vitais para a manutenção de processos ecológicos (IEF, 2012a; Pougy et al., 2015; IABS & RBSE, 2017). O grande desafio dessas UCs é o cumprimento dos objetivos de sua criação, por meio de um sistema eficiente de implementação e articulação que, entre outras coisas, contemple a heterogeneidade paisagística e sociocultural existente e integre as ações das UCs com o seu entorno.

### **Metodologia geral**

Esta seção descreve a orientação metodológica do estudo e os métodos de pesquisa específicos utilizados. Nela, apresento o desenho da pesquisa, introduzo o caso de estudo e mostro os procedimentos para coleta e análise de dados. Por fim, exponho algumas considerações éticas envolvidas na pesquisa.

### **Desenho da pesquisa**

O desenho geral da pesquisa é descrito na Figura 3 abaixo. Em conjunto, a pesquisa procura examinar as relações entre as dimensões sociais e ecológicas em um SSE integrado que pode ser representado como uma rede socioecológica. A abordagem considera três planos de interação e análise: (i) social-social, (ii) ecológico-ecológico e, (iii) social-ecológico. O primeiro nível de análise, centrou-se nos laços de colaboração entre os atores individuais com poder de decisão sobre o uso e gestão dos recursos naturais do ME, avaliando assim a capacidade da rede social de influenciar os processos de governança na conservação em larga escala. O segundo, focou no estudo do arranjo espacial dos fragmentos de habitat do ME, buscando compreender de que forma a capacidade da paisagem (i.e., rede ecológica) facilita ou dificulta os fluxos biológicos e a intensidade da movimentação de organismos entre os habitats. Já o terceiro nível de análise, concentrou-se nos padrões socioecológicos do ME, explorando os ajustes entre a escala de organização da rede social e os processos ambientais da rede ecológica. Detalhes sobre o caso de estudo e os procedimentos metodológicos adotados são expostos nas seções a seguir.



**Figura 3.** Desenho da pesquisa. Fonte do modelo: Adaptado de Alexander (2015).

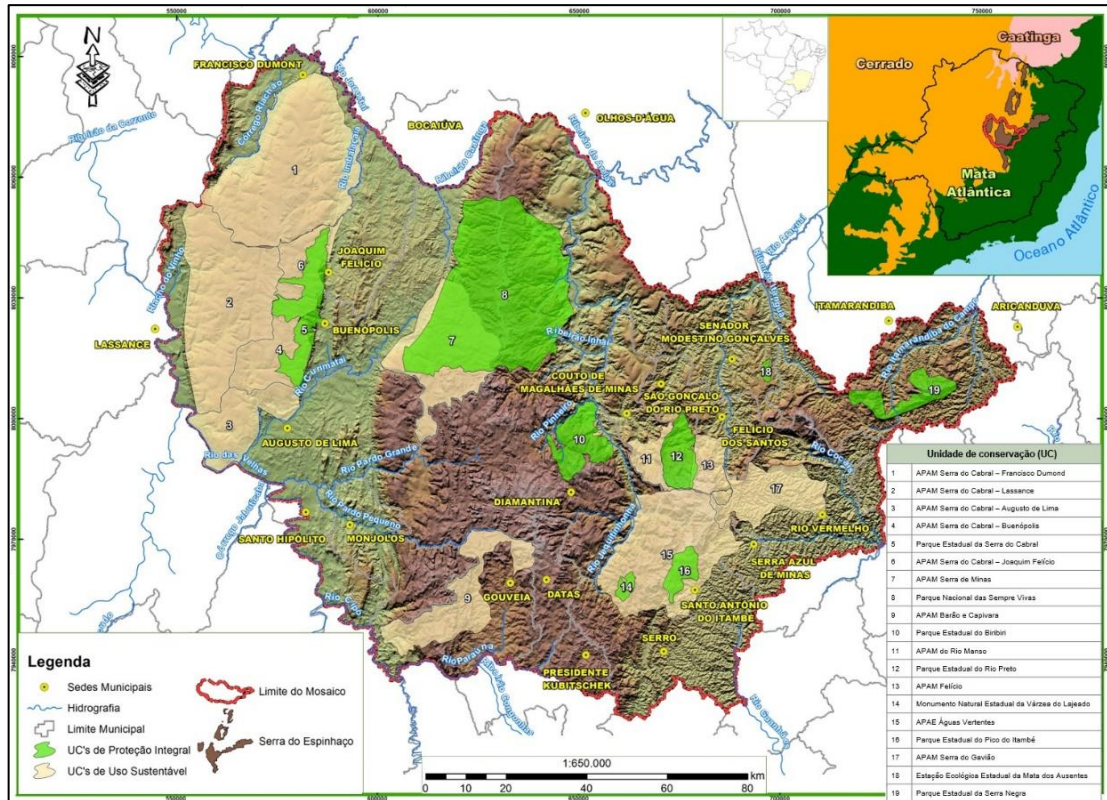
### Caso de estudo

O núcleo do trabalho de campo foi realizado no ME, no estado de Minas Gerais, durante 2016-2017. Este mosaico de APs situa-se na zona de abrangência da RBSE e estende-se por quase 2 milhões de ha, distribuídos em 24 municípios, e com propriedade misturada entre pública e privada. Reúne 19 UCs de proteção integral e de uso sustentável e seu território possui áreas sob o domínio da Mata Atlântica, o qual dá lugar ao Cerrado na medida em que segue para o oeste, sendo o Espinhaço o elemento geográfico desta transição (Ávila, 2014; Figura 4). A transição de biomas como fator ecológico diferenciador no ME está incorporada na orientação desta iniciativa de conservação em larga escala: “conservar e desenvolver de forma sustentável um segmento representativo da cadeia do Espinhaço que integra, cerrado, campos rupestres e mata atlântica.” (Azevedo et al., 2009:17).

Aproximadamente 260 mil pessoas residem nos municípios que compõem o ME. Todos os municípios possuíam, no último censo (2010), uma população inferior a 50.000 habitantes, com destaque para Bocaiúva, Diamantina e Itamarandiba que superavam os 30.000 residentes (IBGE, 2018). A densidade populacional dos municípios é baixa, com variações entre 2,2 e 25 habitantes/km<sup>2</sup>. Embora no conjunto de municípios a população urbana exceda a rural, a maior parte deles têm uma vocação predominantemente agropecuária, com seus trabalhadores ocupados principalmente na criação de gado, atividades de agricultura, silvicultura e produção de carvão vegetal. Nesse contexto rural, a maioria dos municípios (20)



detêm produto interno bruto (PIB) *per capita* abaixo de R\$10.000,00 e as propriedades de caráter não familiar superam, em número, as familiares (Ávila, 2014).



**Figura 4.** Mapa da área de estudo. Fonte: Modificado de Ribas (2015).

O panorama geral das UCs que formam o ME (Tabela 3) mostra que nessa iniciativa estão representadas as três esferas governamentais brasileiras: federal, estadual e municipal. Revela, ainda, que a maioria destas UCs foram criadas nas décadas de 1990 e 2000 e que correspondem a categorias menos restritivas, enquadradas no grupo de uso sustentável, pelo que tendem a oferecer menores garantias de proteção à biodiversidade que as categorias de proteção integral. Essa situação regional coincide com o panorama histórico da criação de UCs em Minas Gerais e no Brasil. Na escala estadual e nacional o número de UCs de uso sustentável nessas mesmas décadas mais que duplicou em relação à década anterior e a tendência de se proteger mais área em UCs mais permissivas – principalmente Áreas de Proteção Ambiental (APAs) – se acentuou (Drummond et al., 2010).



**Tabela 3.** Dados gerais das unidades de conservação do Mosaico do Espinhaço. Fonte: Elaborado pelo autor a partir de IEF (2012b). APAE: Área de Proteção Ambiental Estadual; APAM: Área de Proteção Ambiental Municipal; PN: Parque Nacional; PE: Parque Estadual; EE: Estação Ecológica; MNE: Monumento Natural Estadual.

<b>Nome</b>	<b>Categoria de manejo</b>	<b>Tipo de uso</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Ano de criação</b>
Águas Vertentes	APAE	Uso sustentável	76.310	1998
Barão e Capivara	APAM	Uso sustentável	35.758,46	2002
Felício	APAM	Uso sustentável	11.683,29	2003
Rio Manso	APAM	Uso sustentável	8.824,23	2001
Serra do Cabral - Buenópolis	APAM	Uso sustentável	30.606,87	1999
Serra do Cabral - Lassance	APAM	Uso sustentável	81.095,86	2002
Serra do Cabral – Joaquim Felício	APAM	Uso sustentável	19.308,27	2000
Serra do Cabral – Francisco Dumont	APAM	Uso sustentável	104.981,83	1999
Serra do Cabral – Augusto de Lima	APAM	Uso sustentável	30.073,34	2000
Serra do Gavião	APAM	Uso sustentável	28.232,41	2001
Serra de Minas	APAM	Uso sustentável	55.210,94	1999
Sempre-Vivas	PN	Proteção integral	124.554,13	2002
Biribiri	PE	Proteção integral	16.998,66	1998
Pico do Itambé	PE	Proteção integral	6.520,34	1998
Rio Preto	PE	Proteção integral	12.184,33	1994
Serra do Cabral	PE	Proteção integral	22.494,17	2005
Serra Negra	PE	Proteção integral	13.654,31	1998
Mata dos Ausentes	EE	Proteção integral	489,66	1974
Várzea do Lajeado e Serra do Raio	MNE	Proteção integral	2.199,98	2011

Como já destacado anteriormente, o ME tem papel vital na conservação dos recursos hídricos do Brasil, representa uma das mais importantes regiões biogeográficas do país e também corresponde a um relevante epicentro para a biodiversidade da América do Sul. Devido à sua insubstituibilidade, a região que abrange o ME tem sido reconhecida como uma área prioritária para a conservação. Em 2005, ano no qual uma grande porção do Espinhaço foi declarada RB, a ONG Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre, em parceria com outras duas ONGs ambientalistas (i.e., Conservação Internacional e Fundação Biodiversitas), lançaram o projeto Espinhaço Sempre Vivo (ver, e.g., Silva et al., 2008), com o objetivo de mapear o conhecimento da biodiversidade do Espinhaço, bem como suas ameaças e estado

de conservação. Como parte das etapas do projeto, diversos pesquisadores que atuavam na região foram convidados a participar de um workshop com o objetivo de desenhar, aplicando o planejamento sistêmico de conservação (Margules & Pressey, 2000), um sistema de APs representativo e que incorporasse habitats prioritários para a conservação da biodiversidade do Espinhaço. O resultado desse exercício sugeriu que as regiões do Alto Jequitinhonha e Serra do Cabral apresentavam expressiva importância para esse imaginado sistema de APs. Esse acontecimento, foi, assim, o prenúncio da concepção do ME, sendo que as primeiras articulações para iniciar o processo de criação e implantação ocorreram ao final de 2007, e as atividades oficiais começaram em abril de 2008. Em novembro de 2010, a região foi designada como mosaico de APs pelas autoridades brasileiras (MMA, 2010b). Um ano antes, foi reconhecido o Mosaico Grande Sertão Veredas-Peruaçu, também em Minas Gerais, considerado, até hoje, uma inspiração e referência para o ME em critérios como mobilização social e implementação de ações planejadas (com. pessoal, 2016). A iniciativa do ME, enquanto sistema de gestão integrada, surge para proporcionar maior efetividade de governança das APs, fortalecendo, também, a RBSE.

A ideia de mosaico de APs foi gerada através dos debates ocorridos durante a elaboração do texto do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), na década de 1990, cujas discussões incorporaram a necessidade de um planejamento consistente da conservação, sob uma abordagem ecossistêmica. A motivação e objetivos para este instrumento de gestão territorial são expressados no SNUC (MMA, 2000) como:

“Art. 26. Quando existir um conjunto de unidades de conservação de categorias diferentes ou não, próximas, justapostas ou sobrepostas, e outras áreas protegidas públicas ou privadas, constituindo um mosaico, a gestão do conjunto deverá ser feita de forma integrada e participativa, considerando-se os seus distintos objetivos de conservação, de forma a compatibilizar a presença da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regional.”

Uma das principais vantagens de um mosaico é que possibilita a manutenção de processos importantes para a funcionalidade dos ecossistemas, ao incluir áreas que estão fora das UCs e que atuam como corredores ecológicos entre elas. Além disso, esta figura de proteção permite que se aplique na prática um conjunto de ações para a otimização de recursos financeiros e humanos e para a promoção de parcerias e o estabelecimento de maior força política, com o propósito de captar recursos e fazer valer interesses conservacionistas (Delelis et al., 2010; IABS & RBSE, 2017).

A gestão de um mosaico é acompanhada por um Conselho Consultivo, presidido por um dos chefes das UCs constantes, que deve propor diretrizes e ações para compatibilizar, integrar e otimizar a gestão dessas áreas, sendo fundamental a participação da comunidade local. No ME, a composição e competências desse conselho é estabelecida na Portaria MMA N°444, de 26 de novembro de 2010, que institui o mosaico (MMA, 2010b). Duas das quatro

atribuições estão vinculadas à capacidade do conselho de se manifestar, a pedido de órgão governamental competente, para propor soluções sobre assunto de interesse para a gestão do ME. As outras duas permitem ao conselho elaborar seu regimento interno, e propor atuações para aprimorar as atividades desenvolvidas em cada UC, bem como a relação com a população residente na área do mosaico. O planejamento de ações e projetos de interesse comum no ME decorrem principalmente de discussões e apontamentos resultantes de oficinas, cursos e reuniões regulares do conselho, bem como de diferentes grupos de trabalho (GTs) atuantes na região (e.g., turismo, educação ambiental, comunicação, incêndios).

A área de estudo analisada nesta tese é exemplo de um território que contém uma combinação de sistemas ecológicos representativos de importantes biomas brasileiros, envolvendo uma diversidade de áreas naturais habitadas. Alberga condições e potencialidades para a promoção de uma política adequada de desenvolvimento sustentável, favorecendo quer as populações locais, quer a conservação e valorização da natureza e da biodiversidade. O ME está em um nível muito basal de implantação e necessita de análises objetivas no sentido de dar subsídios ao seu processo de implementação, examinando problemas de conservação, conflitos socioambientais e desafios de gerenciamento diagnosticados (e.g., Ávila, 2014; Morais, 2014; Ribas, 2015). Demanda, ainda, estruturas relacionais e criação de espaços de colaboração entre instituições governamentais, organizações da sociedade civil, academia, instituições privadas e populações residentes para a gestão integrada da área. Seguindo estas peculiaridades, este SSE foi selecionado como caso de estudo para esta pesquisa. A escolha do caso se fundamenta também no meu conhecimento da região devido à minha vivência pessoal e profissional, na existência de informação acessível relativa a aspectos ecogeográficos e à diversidade biológica, e no estabelecimento de contatos prévios com instituições atuantes nesse espaço que manifestaram interesse em disponibilizar essa informação para a pesquisa aqui apresentada.

Embora eu esteja ciente de que os estudos de caso têm limitações, decorrentes basicamente da questão da generalização ou aplicabilidade do conhecimento gerado por esse tipo de pesquisa (Stake, 2000; Baxter, 2010), nesta tese o “caso” não é tratado como algo à parte, abstrato ou específico, nem na sua gênese nem no seu desenvolvimento. A esse respeito, minha intenção aqui é que este estudo de caso esteja conectado à discussão corrente na área e preocupado com o processo de construção coletiva do conhecimento, contribuindo para o que Baxter (2010) descreve como generalização analítica (teórica) em vez de generalização estatística.

### **Procedimentos de coleta de dados**

Esta pesquisa empregou uma abordagem de métodos mistos, por meio do uso de métodos e dados tanto qualitativos quanto quantitativos – cada um dos quais oferece tipos distintos e complementares de informação (Ivankova et al., 2006; Hay, 2010; Creswell, 2014). Os principais argumentos para justificar a escolha de técnicas qualitativas e quantitativas neste estudo foram quatro. Primeiro, o uso de diferentes fontes e tipos de dados contribuiu, desde uma perspectiva confirmatória e de triangulação de dados, para a corroboração e a convergência dos resultados observados (Creswell, 2014). Segundo, alguns dados coletados auxiliaram para contextualizar o objeto de estudo. Terceiro, a interpretação dos dados da rede social (e.g., propriedades estruturais, conteúdo e significado dos laços) se beneficia significativamente de uma abordagem de métodos mistos (Prell, 2012; Domínguez & Hollstein, 2014). E quarto, a combinação de dados qualitativos e quantitativos é adequada para lidar com os desafios da sustentabilidade e de natureza interdisciplinar, bem como para estudar, de maneira mais integrativa, as interdependências socioecológicas (Young et al. 2006; Ostrom, 2009; Guerrero et al., 2018). A seção a seguir fornece uma visão geral dos recursos e instrumentos de coleta de dados empregados para esta pesquisa. Detalhes adicionais podem ser encontrados nos Capítulos 1 a 4, bem como nos Apêndices A a E.

#### *Revisão da literatura*

A revisão da literatura desempenhou um papel fundamental ao longo desta pesquisa. Ela foi realizada de forma contínua antes, durante e após o levantamento de dados em campo, se bem que uma parte substancial deste trabalho ocorreu no início do processo. A busca orientada, sistemática e exaustiva de literatura científica revisada por pares, livros de editoras reconhecidas e teses, contribuiu para perfilar o problema de pesquisa. Posteriormente, ajudou a desenvolver o quadro teórico e a proporcionar indicações adequadas para o enfoque, o método e a instrumentação da pesquisa destinada à coleta e análise de dados. Além disso, esse instrumento permitiu ganhar autonomia e um espírito mais crítico para estimar as probabilidades de sucesso da pesquisa proposta, enquanto contribuições significativas e originais ao conhecimento.

#### *Observação não participante*

A observação não participante é um método passivo não estruturado para coletar dados primários que se caracteriza por levar a cabo o estudo do objeto ou fenômeno estudado desde fora, sem participar com ele (Liu & Maitlis, 2010). Serve como processo de investigação que permite o questionamento da realidade em que o sujeito investigado constrói seus conhecimentos coletivos (Ostrower, 1998). Desse modo, possibilita ao pesquisador extrair de maneira relativamente discreta informações de grupos e situações baseadas na análise de

comportamentos espontâneos e acontecimentos no momento em que eles se produzem. Como um método de campo, a observação não participante fornece um indicador do nível em que as indagações estão para, a partir dessa análise, se estruturarem posteriores e complementares entrevistas (Ostrower, 1998; Liu & Maitlis, 2010).

Técnicas de observação não participantes foram usadas para entrar no sistema social do ME, estabelecer contato, identificar partes interessadas e observar eventos, atividades e interações de forma direta, porém não ativa (Liu & Maitlis, 2010). Eu realizei várias viagens, de janeiro a dezembro de 2016, para visitar diversas UCs e zonas encravadas nos interstícios que conformam o ME. Durante essas visitas exploratórias, efetuei um reconhecimento da área de estudo e do contexto socioambiental da região do mosaico. Ademais, tive encontros informais com indivíduos e grupos em diferentes ambientes de trabalho. Dentre eles, acompanhei pesquisadores e técnicos de instituições públicas e privadas que atuam na região e membros das comunidades da área de estudo em reuniões, visitas, comemorações e outros eventos. Durante a observação, fiz perguntas aos informantes garantindo que essas questões não distraíssem ou atrapalhassem o que se passava nesses ambientes e visando clarificar aspectos notados durante a observação. As observações ajudaram a obter visões sobre, por exemplo, sentimentos subjacentes e opiniões desses atores a respeito da iniciativa ou processos de conservação e sobre o próprio processo colaborativo na gestão. Além disso, de setembro a dezembro de 2016 e de maneira alternada, me alojei em equipamentos reservados a pesquisadores nas UCs e em pousadas nos interstícios do ME. Esta estadia me permitiu conhecer a situação das pessoas que vivem e/ou trabalham dentro do mosaico e sua interpretação sobre os processos de colaboração na governança do ME. Também assisti como observador a dois cursos de capacitação do ME e a duas reuniões de conselhos gestores de UCs integradas nele para me familiarizar com esses ambientes participativos, observar como funcionam e conhecer os participantes. Todas as observações do comportamento verbal e não verbal dos diferentes tipos de atores sociais ajudaram, ademais, a obter uma visão do estado das interações entre eles (e.g., tensão, persuasão, cooperação), identificar atores-chave e detectar conflitos existentes.

Um diário de campo foi utilizado para documentar e guardar as observações. Junto com a observação, o diário de campo forma parte do esqueleto interpretativo dos acontecimentos presenciados e se forma a partir dos registros que o pesquisador realiza no momento de observar um fenômeno (Creswell, 2014). A esse respeito, anotações incluíram, entre outros detalhes, relatos da reunião ou evento, localização da atividade e esboço do local, desenhos, assuntos tratados, comportamentos, gestos e comentários realizados pelas pessoas. Além disso, as anotações incorporaram a descrição íntima da experiência pessoal do trabalho de campo, por meio de diversas valorações, impressões, reflexões e pensamentos do que foi observado. Nesse caso, tomou-se cuidado para distinguir o que foi observado das

interpretações do pesquisador. Quando não foi possível realizar a anotação em tempo real da atividade, o registro dos dados observacionais se realizou na primeira oportunidade disponível.

#### *Entrevistas semiestruturadas*

Entrevistas semiestruturadas permitem, ao mesmo tempo, a liberdade de expressão do entrevistado e a manutenção do foco pelo entrevistador (Hay, 2010). Podem incluir uma variedade de perguntas abertas e fechadas e/ou uma lista de tópicos sobre assuntos de interesse do entrevistado, porém também perguntas cuidadosamente elaboradas (Dunn, 2010). As entrevistas semiestruturadas são geralmente baseadas em um roteiro que permite ao entrevistador a liberdade de utilização e de inclusão de novas questões, caso seja identificada essa necessidade, à medida que o diálogo entre o entrevistado e o entrevistador vai acontecendo (Hay, 2010; Newing, 2011). A flexibilidade desse instrumento oferece vários benefícios. Favorece não só a descrição dos fenômenos sociais, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade, por meio da produção de informação espontânea, respostas detalhadas, interpretações alternativas e elementos imprevistos (Newing, 2011). Da mesma forma, pode fazer emergir informações de forma mais livre, pois as respostas não estão condicionadas a uma padronização de opções (Dunn, 2010).

Entrevistas semiestruturadas (n = 230) foram realizadas com representantes de grupos e associações comunitárias, conselhos gestores das UCs e conselho consultivo do ME, empresários, ONGs, instituições governamentais envolvidas na gestão do ME e outros (Tabela 4). As entrevistas foram conduzidas pessoalmente por mim entre setembro e dezembro de 2016, duraram de trinta a noventa minutos e foram geralmente realizadas no local de trabalho ou escritório dos respondentes. Com aquelas pessoas que não foi possível um encontro pessoal (31), as entrevistas foram realizadas por videoconferência (12) ou por meio de questionário (adaptado) para ser respondido via e-mail (19). Os entrevistados foram selecionados usando a técnica de amostragem de bola de neve, em que cada entrevistado fornece informações para o contato de outros respondentes potenciais (Hay, 2010). O ponto de partida (i.e., atores iniciais) desta amostragem iniciou-se com os membros do conselho consultivo do ME. O método de bola de neve foi conduzido até que novos entrevistados passaram a repetir os indivíduos já citados em entrevistas anteriores, sem acrescentar praticamente nenhum possível respondente, isto é, até alcançar o fechamento da rede (Hanneman & Riddle, 2005).

**Tabela 4.** Resumo das entrevistas dos participantes.

<b>Tipo de organização</b>	<b>Nº de entrevistas</b>
Associação comunitária	33
ONG	12
Universidade	27
Instituição governamental	57
Empresa	10
Organização de gestão	91
<b>Total entrevistas</b>	<b>230</b>

Além de reunir informações acerca das características sociodemográficas, o conhecimento prévio dos entrevistados sobre o ME e o papel dessa iniciativa para a conservação dos ecossistemas, o roteiro de entrevistas continha questões abertas e fechadas destinadas a coletar dados a respeito de dois tópicos principais: 1) arranjos de gestão; e 2) valor social dos serviços ecossistêmicos (Apêndice A). As respostas foram anotadas por escrito pelo entrevistador em presença das pessoas entrevistadas. As notas manuscritas foram ampliadas o mais rapidamente possível após cada entrevista e, posteriormente, transcritas e organizadas em uma planilha eletrônica. Devido ao sotaque, pronúncia e/ou uso de gírias dos entrevistados, em algumas ocasiões a ajuda de pesquisadores locais foi solicitada para garantir a precisão e a representação justa das respostas dos participantes.

#### *Questionário sociométrico de redes*

A coleta de dados também incluiu o uso de um questionário sociométrico. Esse questionário foi aplicado ao mesmo tempo que as entrevistas semiestruturadas. O questionário solicitou aos entrevistados que identificassem, no plano individual, a presença, o nível, tipo e natureza das suas relações de colaboração associadas à conservação e gestão dos recursos naturais do ME (Apêndice B). A população alvo foi definida como todos os indivíduos que se auto-reconhecessem com responsabilidade no uso e gestão dos recursos naturais do ME. Os entrevistados da lista de empossados no conselho consultivo do ME foram os atores iniciais da amostragem de bola de neve para a coleta de dados da rede social. Esses atores foram convidados a sugerir outros potenciais entrevistados. Para identificar "populações ocultas" ou indivíduos-chave que de outra forma não seriam conhecidos (Bryman, 2012) e encontrar indivíduos que produzissem uma amostra menos enviesada, bolas de neve adicionais foram iniciadas com atores (5) que não estavam nessa lista original, mas que foram detectados com base no conhecimento e julgamento do pesquisador durante a observação não participante.

### *Revisão de documentos*

Um método contínuo de coleta de dados foi a revisão de documentos. Minutas de reuniões ordinárias do conselho consultivo do ME foram revisadas para conhecer os temas de pauta e identificar os conselheiros e as instituições ou coletivos representados. Também se revisaram as listas atualizadas de conselheiros empossados nos conselhos gestores das UCs do ME, assim como as listas de presença e relatórios dos cursos e reuniões nos quais estive como observador. Outros materiais, tanto impressos quanto eletrônicos, relacionados com a iniciativa de conservação e o contexto regional de estudo foram igualmente considerados, destacando: relatórios e resumos de projetos, planos de manejo das UCs, inventários, legislações e decretos, apresentações, blogs, artigos de jornais e websites. Os documentos foram identificados usando palavras-chave em buscadores da Internet e recomendações boca a boca, via entrevista ou observações. Para cada documento foi criada uma ficha de leitura contendo resumo, referência e algumas transcrições de trechos destacados com base em sua relevância para o objeto de estudo. A revisão documental ajudou a identificar atores e instituições relevantes e a reunir informações básicas sobre eles (e.g., categorias, tipo, interesses e preocupações). Ademais, foi útil para apontar elementos que subsidiaram a elaboração do roteiro das entrevistas semiestruturadas. Finalmente, os documentos usados serviram para identificar lacunas / problemas de pesquisa e para contextualizar os achados, ajudando a complementar e validar outras fontes de dados (i.e., triangulação).

### *Grupos focais*

Um método final de coleta de dados sociais envolveu os grupos focais. Grupos focais (n = 2) foram conduzidos em Belo Horizonte e Diamantina, com partes interessadas ligadas à conservação do ME e com um tamanho de grupo que variou de 4 a 10 participantes, visando facilitar aprofundamento e fluidez na discussão. Os grupos tiveram uma composição de participantes heterogênea, com representantes de diversos interesses e demandas de uso dos recursos naturais do ME e previamente contatados por e-mail ou telefone. O recrutamento de participantes foi realizado durante a observação não participante, convidando aqueles que manifestaram interesse e disposição para participar. Em alguns casos, nem todos os que confirmaram apareceram. Em outros casos, houve participantes que compareceram e contribuíram no grupo focal apesar de não terem sido contatados. As discussões duraram, em média, entre sessenta e noventa minutos, e cobriram quatro tópicos principais: (1) atores envolvidos; (2) conservação e serviços ecossistêmicos; (3) governança e participação social e; (4) uso e gestão (Apêndice C). A ideia central deste processo de pesquisa exploratório foi a de construir um ambiente de aprendizado em torno de um tema de interesse comum aos participantes, bem como extrair elementos que pudessem subsidiar a geração de ideais e a



elaboração de instrumentos para a realização da pesquisa. A técnica de grupos focais está relacionada com a coleta de dados ao se discutir um tópico específico por meio de interações grupais que possam proporcionar a compreensão de percepções, atitudes e representações de grupos humanos (Morgan, 1997).

#### *Gerando dados da rede ecológica*

Neste estudo, redes ecológicas foram usadas para estimar o nível de conectividade funcional entre habitats remanescentes do ME, servindo particularmente como um indicador ecológico que permitiu mensurar a importância de cada UC para a conectividade ecológica do ME. Redes ecológicas espaciais têm sido usadas na ecologia de paisagem para representar manchas de recursos naturais como nós, e um processo ecológico (e.g., dispersão e troca de energia ou material genético) como laços que conectam os nós (Urban & Keitt, 2001; Bodin & Norberg, 2007; Dale & Fortin 2010). Aqui, os nós ecológicos representam manchas vegetais das UCs do ME e os laços ecológicos correspondem às habilidades de diferentes espécies de aves endêmicas para dispersar entre os fragmentos ecológicos das UCs que formam a área de estudo. Para a definição das classes de uso e cobertura da terra no ME foi usado o mapa de solos do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2010). Foi utilizado também o mapa de fitofisionomias disponibilizado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) para o ano de 2009 (<http://www.ief.mg.gov.br/>) que aplica sensoriamento remoto e extenso trabalho de campo. As espécies de aves usadas para avaliar o potencial de deslocamento diante da estrutura da paisagem do ME foram identificadas apoiando-se na revisão da literatura e documental (e.g., planos de manejo das UCs, inventários de biomas).

#### **Procedimentos de tratamento e análise de dados**

Esta seção apresenta de modo geral os métodos analíticos utilizados nesta pesquisa. Uma visão mais detalhada sobre eles e a teoria que os apoia pode ser encontrada nos Capítulos 1 a 4. Os dados coletados foram inseridos e organizados em uma planilha do Microsoft Excel e, em seguida, os dados relacionais foram convertidos em formato binário (i.e., zeros e uns) para tratamento sociométrico. Após verificação e triangulação de dados, 230 indivíduos (de um total de 282 citados) foram selecionados para o banco de dados permanente deste estudo. O critério para selecionar e manter um indivíduo na análise foi o de ter sido entrevistado, possuindo, portanto, dados sobre ele. Nesta pesquisa a porcentagem de indivíduos que não responderam a perguntas da rede social, porque não foi possível o contato ou não atenderam à chamada, foi de 18,4%. A não resposta e os dados ausentes podem impactar significativamente a estrutura da rede analisada e as medidas associadas (Borgatti et al., 2006). Contudo, Bodin & Prell (2011) destacam que em pesquisas

relacionadas à gestão de recursos naturais e contextos de conservação, dados ausentes de até 20% são geralmente aceitáveis.

A análise de redes sociais (ARS) foi usada para medir a extensão da colaboração entre diversos grupos de atores associada à rede de governança do ME (i.e., mapear, descrever e analisar padrões relacionais interpessoais). Essa abordagem permite avaliar as configurações estruturais de redes sociais em sistemas de governança de recursos naturais que influenciam na capacidade de gestão colaborativa (Bodin & Crona, 2009; Bodin & Prell, 2011). Para os propósitos deste estudo, a ARS focalizou especificamente nas seguintes medidas: centro-periferia, distribuição de grau, número médio de relações internas aos grupos e entre grupos, número de componentes, densidade, distância média, diversidade de grupos de atores, e centralidade (em suas diferentes abordagens: grau, intermediaridade e proximidade) (ver Apêndice D para descrições mais detalhadas sobre o significado das medidas para os processos e resultados da governança). Os dados de redes sociais foram analisados usando o software de tratamento de dados relacionais UCINET versão 6.627 (Borgatti et al., 2002), enquanto que NetDraw versão 2.160 (Borgatti, 2002) permitiu gerar os mapas de rede (i.e., sociogramas).

Para além do nível de análise social desta pesquisa (Capítulos 1-4), a perspectiva de redes foi usada no nível de análise ecológico (Capítulo 4), de maneira a avaliar os efeitos prejudiciais da fragmentação na paisagem sobre a persistência de espécies e o funcionamento dos ecossistemas da área de estudo. Nesse sentido, embora índices estruturais sejam amplamente utilizados ao analisar a conectividade da paisagem, aqui se optou pelas métricas funcionais por considerá-las uma estrutura mais realista para entender como as paisagens afetam à sobrevivência das espécies (ver, e.g., Urban & Keitt, 2001; Pascual-Hortal & Saura, 2006). A conectividade ecológica foi modelada para diferentes espécies de aves endêmicas classificadas no grupo funcional de campo rupestre. O limiar de dispersão assumido em uma matriz sem habitat foi de 500 metros, uma vez que a maioria das espécies não são dispersoras de longo alcance e evitam cruzar áreas de não-habitat (Marini, 2010). Para avaliar a importância das UCs para a conectividade ecológica do ME, com respeito a determinados fragmentos vegetais (nós) e distâncias de dispersão (laços) dos grupos funcionais, foi usado o índice integral de conectividade (IIC) proposto por Pascual-Hortal & Saura (2006). Para modelar a conectividade funcional das espécies foi usado o software Conefor Sensinode 2.2 (Saura & Torné, 2009) e a extensão do mesmo para o software ArcGIS.

Os dados qualitativos coletados das entrevistas, observações não participantes (notas de campo) e grupos focais foram analisados (embora não necessariamente ao mesmo tempo) usando um método de comparação constante enraizado na teoria fundamentada nos dados (Glaser & Strauss, 1967). As respostas e notas observacionais coletadas foram comparadas

entre si ao longo do processo de pesquisa para identificar os principais temas relacionados ao processo colaborativo e à funcionalidade da rede de governança. Por meio de um processo interativo, comparações sistemáticas entre similaridades e diferenças encontradas nos dados foram usadas para criar categorias descritivas nas quais poder agregar os temas extraídos. No entanto, o processo de categorização foi indutivo e dedutivo. Assim, alguns temas foram definidos a priori com base no referencial teórico da pesquisa, mas novos temas também foram emergindo espontaneamente dos dados brutos (Hay, 2010; Braun & Clarke, 2013). Em geral, os principais temas incluem: cenário e contexto socioecológico, processos sociais de relacionamentos (colaboração, organização, participação) e percepções dos atores (sobre conservação e serviços ecossistêmicos). Todas as respostas às perguntas abertas foram lidas várias vezes e as anotações tomadas durante a primeira leitura foram sendo refinadas nas leituras subsequentes até definir temas claros e de interesse para a pesquisa. Os temas e conceitos agrupados em categorias foram reavaliados por suas interrelações e gradualmente incluídos em categorias centrais até chegar ao ponto de saturação (i.e., quando nenhum novo conceito emergiu desde os dados). As categorias centrais estabelecidas representam padrões de conduta dos atores e sua análise permite fazermos uma ideia do contexto de interesse na pesquisa, descrevendo que é relevante e problemático da situação estudada (Jezewski, 1995).

Integrar métodos e dados de pesquisa quantitativos e qualitativos ajuda a validar e enriquecer os achados (Creswell, 2014). Nesta tese, os dados qualitativos foram combinados com os resultados da ARS para apoiar a interpretação dos dados da rede, pois essa integração fornece benefícios significativos para entender processos de governança de recursos naturais (Bodin & Prell, 2011; Berdej & Armitage, 2016b; Alexander et al., 2017). Finalmente, SPSS (Statistical Package for Social Sciences) foi usado para realizar as análises estatísticas no projeto (e.g., análise de variância, estimativa de tamanho de efeito e análise de correlação).

### **Considerações éticas**

As preocupações éticas em relação aos métodos de pesquisa utilizados nesta tese permearam todo o trabalho. Uma autorização do governo brasileiro (autorização número 54403-1; Apêndice E) foi obtida para conduzir atividades com finalidade científica no ME. Considerações éticas durante a realização da pesquisa incluíram: consentimento informado, confidencialidade e anonimato para os participantes, segurança de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa, direito a receber as informações de estudo de forma clara na devolução dos resultados e, sensibilidade às questões culturais.

Um consentimento verbal foi obtido dos entrevistados antes de realizar as entrevistas e os questionários. Os objetivos da pesquisa foram apresentados oralmente para os participantes,

e por escrito mediante solicitação. Ficou claro para os entrevistados e os participantes dos grupos focais que eles teriam liberdade de participar ou não da pesquisa, podendo retirar o consentimento em qualquer etapa do estudo sem nenhum tipo de prejuízo ou represália. Também se garantiu aos participantes da pesquisa os benefícios resultantes do projeto, tanto em termos de retorno social, quanto no acesso, a qualquer momento, aos procedimentos e produtos da pesquisa. Uma carta introdutória foi incluída nos casos em que os participantes foram primeiramente contatados por e-mail para uma entrevista e / ou grupo focal.

Algumas considerações éticas adicionais foram levadas em consideração nos instrumentos de pesquisa especificamente relacionados à observação não participante, grupos focais e entrevistas. O caderno de campo usado para compilar os dados relativos à observação não participante não foi compartilhado com ninguém, garantindo assim o sigilo das informações bem como o anonimato dos informantes. Nos grupos focais, o processo de consentimento livre, prévio e informado (oralmente) foi explícito sobre a confidencialidade. A vulnerabilidade dos participantes diante do tema e tópicos propostos foi considerada tanto durante a fase de planejamento dos grupos focais, quanto no decorrer das discussões. Já os entrevistados, foram tratados com um código identificador alfanumérico e informados de que suas respostas seriam anonimizadas de forma a garantir a confidencialidade dos dados fornecidos (Braun & Clarke, 2013). Do mesmo modo, os nomes das pessoas citadas nos questionários sociométricos foram removidos dos dados de redes sociais e substituídos por um identificador.

A confidencialidade dos participantes foi mantida na publicação e comunicação de todos os resultados desta pesquisa para que nenhum indivíduo pudesse ser identificado. Para tal, o termo "comunicação pessoal" (abreviação: com. pessoal) foi usado quando existiu a necessidade de citar ou parafrasear a resposta parcial / integral de um participante coletada por meio de entrevista semiestruturada. Além disso, todos os dados foram armazenados em um laptop protegido por senha e utilizados somente para esta pesquisa.

Finalmente, como pesquisa realizada em um contexto estrangeiro e embora o pesquisador tenha proficiência em língua portuguesa e conhecimento de referências culturais da região de estudo, tomou-se especial cuidado com os desafios associados ao interculturalismo (Kearns & Dyck, 2015). Nesse sentido, foi dada especial atenção a: (1) minimizar e exprimir diretamente as incompreensões do pesquisador, colocando estas naturalmente no jogo de perguntas-resposta para obter uma explicação do respondente; (2) envolver e colaborar ativamente na pesquisa com pesquisadores e organizações locais e / ou regionais e; (3) considerar as relações de poder inerentes ao processo de pesquisa.

## Organização da tese

Dados os objetivos gerais e específicos, a tese é dividida em três partes ou componentes. O formato apresentado é o de uma compilação de artigos, de maneira que os capítulos (1, 2, 3 e 4) são manuscritos independentes, dos quais eu sou o primeiro autor, que estão escritos especificamente para submissão em periódicos científicos revisados por pares. Os manuscritos possuem uma sequência lógica, em virtude da dinâmica metodológica do trabalho que se interliga, e correspondem a capítulos empíricos focados no estudo de caso. Devido à natureza desses manuscritos, há algumas repetições, relacionadas ao contexto e métodos da pesquisa. As outras duas partes (Introdução Geral e Conclusão Geral) fazem as ligações entre os capítulos e explicam o contexto em que esta pesquisa foi conduzida. Cada parte desta tese é descrita de forma sucinta abaixo.

O restante da Introdução Geral apresenta o contexto do tema abordado, os problemas de pesquisa levantados na tese e as justificativas que impulsionaram a sua realização. A seguir, são apresentados os objetivos que dão suporte à pesquisa e que estão vinculados a cada um dos capítulos empíricos. A introdução abrange o referencial teórico e os quadros conceituais e metodológicos relevantes para o projeto de pesquisa. No entanto, os métodos particulares dos componentes individuais do estudo são detalhados nos capítulos empíricos correspondentes, associados aos dados específicos. Esta introdução contém também o contexto do estudo de caso, incluindo a descrição de aspectos sociais e ambientais e de alguns elementos históricos e institucionais que afetam à conservação e à gestão dos recursos naturais na região de estudo.

O Capítulo 1 apresenta o manuscrito intitulado *Redes colaborativas para a governança de áreas protegidas: explorando novos modelos de gestão territorial integrada*. Este capítulo centra-se na caracterização de propriedades estruturais e funcionais da rede de governança entre os atores do estudo de caso. Com base na perspectiva de redes, o intuito é mapear a rede de colaboração dos atores envolvidos na gestão territorial do ME e analisar em que medida essa colaboração está sendo refletida em padrões relacionais descentralizados e inclusivos que apontam para a “boa governança”.

No Capítulo 2, intitulado *Robustez de redes e governança colaborativa: implicações para a gestão territorial em uma iniciativa emergente de conservação em larga escala*, a dimensão de análise principal é a escala temporal associada à rotatividade de pessoal. O capítulo avalia a robustez da rede do ME para sustentar ao longo do tempo a gestão dos recursos naturais. Para isso, a rede é exposta a remoções com a intenção de investigar se possui uma estrutura com potencial de assegurar suas funções básicas (e.g., troca de informação e organização de ações coletivas) no longo prazo, em contextos de mudanças sociais, ambientais e políticas.

O Capítulo 3 corresponde ao manuscrito intitulado *O papel das redes de colaboração multinível na governança de paisagens protegidas: um estudo de caso brasileiro de gestão*

*territorial*. Nele, a rede de governança e seu papel para alcançar os objetivos da conservação no contexto da gestão territorial são avaliados sob uma perspectiva espacialmente explícita. O capítulo explora a complexidade das interações multinível e o papel dos grupos ponte na coesão dos processos colaborativos entre atores que estão diretamente envolvidos na gestão territorial e que operam em diferentes níveis espaciais aninhados.

O Capítulo 4, intitulado *Integração de redes sociais e ecológicas em iniciativas de conservação em larga escala: análise de des(ajustes)*, sintetiza os temas e ideias que surgiram nos capítulos empíricos prévios - que exploram diferentes propriedades da rede colaborativa relevantes para a governança do ME -, para analisar as conexões, interdependências e possíveis (des)ajustes entre essa rede social e a rede de conectividade ecológica. No capítulo, a partir da construção de indicadores de conectividade social e ecológica baseados na contribuição relativa de cada UC para a conectividade global da respetiva rede, os (des)ajustes socioecológicos são quantificados e seus impactos para os resultados da conservação no SSE do estudo são avaliados, concentrando-se no descompasso entre processos ecológicos e de governança na escala das APs individuais, bem como na escala da paisagem como um todo.

Finalmente, a Conclusão Geral resume, à guisa de considerações finais, os principais resultados da pesquisa. Os resultados são discutidos com relação aos manuscritos individuais e à tese como um todo. Esta parte final sintetiza as principais contribuições conceituais e metodológicas desta tese para o campo das redes socioecológicas, assim como para os desafios de governança enfrentados pelas iniciativas de conservação em larga escala. As conclusões consideram os pontos fortes e as limitações da pesquisa e terminam com sugestões para futuras pesquisas.

## Referências bibliográficas

- Alexander, S. M. 2015. *The ties that bind: connections, patterns, and possibilities for marine protected areas*. PhD dissertation, School of Environment, Resources and Sustainability. University of Waterloo, Waterloo, Canada. 228 p.
- Alexander, S. M., & D. Armitage. 2015. A Social Relational Network Perspective for MPA Science. *Conservation Letters* 8(1):1–13.
- Alexander, S. M., D. Armitage, P. J. Carrington, & Ö. Bodin. 2017. Examining horizontal and vertical social ties to achieve social–ecological fit in an emerging marine reserve network. *Aquatic Conservation* 27:6:1209-23.
- Alexander, S. M., M. Andrachuk, & D. Armitage. 2016. Navigating governance networks for community-based Conservation. *Front. Ecol. Environ.* 14(3):155-164.
- Allen, C. R. 2016. Quantifying spatial resilience. *Journal of Applied Ecology* 53:625–635.
- Almeida-Abreu, P. A., & F.E. Renger. 2002. Serra do Espinhaço: Um orógeno de colisão do mesoproterozóico. *Revista Brasileira de Geociências* 32(1):1-14.

- Anderies, J. M., & M. A. Janssen. 2013. Robustness of Social-Ecological Systems: Implications for Public Policy. *Policy Studies Journal* 41(3): 513–536.
- Anderies, J. M., M. A. Janssen, & E. Ostrom. 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and Society* 9(1):18.
- Ansell, C., & A. Gash. 2008. Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory* 18(4):543-571.
- Araújo, M., & M. D. O. Lacerda. 2009. Paisagem e itinerários turísticos na Serra do Espinhaço Meridional – eixo Ipoema - Itambé do Mato Dentro, Minas Gerais. *Rev. Tur. em Análise* 20:302–320.
- Armitage, D. R., R. Plummer, F. Berkes, R. I. Arthur, A. T. Charles,...& E. Wollenberg. 2009. Adaptive co-management for social–ecological complexity. *Front Ecol Environ* 7(2):95–102.
- Ávila, G. C. 2014. *Mosaico de áreas protegidas do Espinhaço: Alto Jequitinhonha - Serra do Cabral, Minas Gerais e os desafios para sua efetividade*. Dissertação, Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 174 p.
- Azevedo, A. A., M. F. Goulart, J. A. Silva, & C. F. Vilhena. 2009. *Mosaico de Unidades de Conservação do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral: Processo de criação e implantação*. Instituto Biotrópicos, Diamantina.
- Ban, N. C., M. Mills, J. Tam, C. C. Hicks, S. Klain,...& K. MA. Chan. 2013. Towards a social-ecological approach for conservation planning: embedding social considerations. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11:194–202.
- Barabási, A.-L. 2014. *Network Science*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Barnes, M. L., J. Lynham, K. Kalberg, & P. Leung. 2016. Social networks and environmental outcomes. *PNAS* 113(23):6466-6471.
- Baxter, J. 2010. Case studies in qualitative research. Pages 81-98 in I. Hay (Ed.). *Qualitative Research Methods in Human Geography*. Oxford University Press, Oxford.
- Berdej, S. M., & D. R. Armitage. 2016a. Bridging Organizations Drive Effective Governance Outcomes for Conservation of Indonesia’s Marine Systems. *PLoS ONE* 11(1):e0147142.
- Berdej, S. M., & D. R. Armitage. 2016b. Bridging for Better Conservation Fit in Indonesia's Coastal-Marine Systems. *Front. Mar. Sci.* 3:101.
- Bergsten, A., D. Galafassi, & Ö. Bodin. 2014. The problem of spatial fit in social-ecological systems: detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region. *Ecology and Society* 19(4):6.
- Berkes, F. 2007. Community-based conservation in a globalized world. *PNAS* 104(39): 15188–15193.
- Berkes, F. 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management* 90:1692–1702.
- Berkes, F., C. Folke, & J. Colding. 2003. *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Biggs, R., M. Schlüter, D. Biggs, E. L. Bohensky, S. BurnSilver,...& P. C. West. 2012. Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 37:421-448.
- Bixler, R. P., S. Johnson, K. Emerson, T. Nabatchi, M. Reuling,...& M. Grove. 2016. Networks and landscapes: a framework for setting goals and evaluating performance at the large landscape scale. *Front. Ecol. Environ.* 14:145–153.

- Bodin, Ö. 2017. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science* 357(6352):1-8.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance. What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19:366-374.
- Bodin, Ö., & C. Prell. 2011. *Social networks and natural resource management*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bodin, Ö., & J. Norberg. 2005. Information Network Topologies for Enhanced Local Adaptive Management. *Environmental Management* 35(2):175-193.
- Bodin, Ö., & J. Norberg. 2007. A network approach for analyzing spatially structured populations in fragmented landscape. *Landscape Ecology* 22(1):31-44.
- Bodin, Ö., & M. Tengö. 2012. Disentangling intangible social-ecological systems. *Global Environmental Change* 22:430-439.
- Bodin, Ö., B. Crona, & H. Ernstson. 2006. Social networks in natural resource management: What is there to learn from a structural perspective? *Ecology and Society* 11(2): r2.
- Bodin, Ö., B. Crona, M. Thyresson, A. L. Golz, & M. Tengö. 2014. Conservation Success as a Function of Good Alignment of Social and Ecological Structures and Processes. *Conservation Biology* 28(5):1371-1379.
- Bodin, Ö., M. Tengö, A. Norman, J. Lundberg, & T. Elmqvist. 2006. The value of small size: loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar. *Ecological Applications* 16(2):440-451.
- Boitani, L., A. Falcucci, L. Maiorano, & C. Rondinini. 2007. Ecological networks as conceptual frameworks or operational tools in conservation. *Conservation Biology* 21:1414-1422.
- Borgatti, D., & S. Halgin. 2011. On Network Theory. *Organization Science* 22(5):1-14.
- Borgatti, S. P. 2002. *NetDraw: Graph Visualization Software*. Analytic Technologies, Needham, MA.
- Borgatti, S. P., A. Mehra, D. J. Brass, & G. Labianca. 2009. Network Analysis in the Social Sciences. *Science* 323(5916):892-985.
- Borgatti, S. P., M. G. Everett, & L. C. Freeman. 2002. *UCINET 6 for Windows: software for social network analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.
- Borgatti, S., K. Carley, & D. Krackhardt. 2006. On the robustness of centrality measures under conditions of imperfect data. *Soc Networks* 28:124-136.
- Borrini-Feyerabend, G., & R. Hill. 2015. Governance for the conservation of nature. Pages 169-206 in G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary & I. Pulsford (Eds.). *Protected Area Governance and Management*. ANU Press, Canberra.
- Borrini-Feyerabend, G., J. Johnson, & D. Pansky. 2006. Governance of protected areas. Pages 641-672 in M. Lockwood, G. L. Worboys, & A. Kothari (Eds.). *Managing Protected Areas: A Global Guide*. Earthscan, London.
- Braun, V., & V. Clarke. 2013. *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. Sage, London.
- Brondizio, E. S., E. Ostrom, & O. R. Young. 2009. Connectivity and the Governance of Multilevel Social-Ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 253-278.
- Bruner, A. G., R. E. Gullison, R. E. Rice, & G. A. da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291:125-128.
- Bryman, A. (Ed.). *Social Research Methods*. Oxford, Ontario, Canada.



- Calvet-Mir, L., S. Maestre-Andrés, J. Molina, & J. van den Bergh. 2015. Participation in protected areas: a social network case study in Catalonia, Spain. *Ecology and Society* 20(4):45.
- Câmara, J. B. D. 2013. Governança ambiental no Brasil: ecos do passado. *Revista de Sociologia e Política* 21(46):125-146.
- Carlsson, L. G., & A. C. Sandström. 2008. Network governance of the commons. *International Journal of the Commons* 2(1):33-54.
- Cash, D. W., W. Adger, F. Berkes, P. Garden, L. Lebel, P. Olsson, L. Pritchard, & O. Young. 2006. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society* 11(2):8.
- Castro, F., & C. Fudemma. 2015. *Governança ambiental no Brasil - entre o socioambientalismo e a economia verde*. Paco Editorial, Jundiaí, SP.
- Chaffin, B. C., H. Gosnell, & B. A. Cosens. 2014. A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. *Ecology and Society* 19(3):56.
- Chape, S., J. Harrison, M. Spalding, & I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360:443-455.
- Cistulli, V. 2002. *Environment in decentralized development: economic and institutional issues*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Clark, S. G., A. Hohl, C. Picard, & D. Newsome (Eds.). 2010. *Large Scale Conservation: Integrating Science, Management, and Policy in the Common Interest*. Yale School of Forestry & Environmental Studies, New Haven.
- Coad, L., F. Leverington, N. D. Burgess, I. C. Cuadros, J. Geldmann,...& M. Hockings. 2013. Progress towards the CBD protected area management effectiveness targets. *Parks* 19:13–24.
- Conservation International do Brasil (CI Brasil), Fundação SOS Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica), Fundação Biodiversitas (FB), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA-SP), & Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF). 2000. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. MMA/SBF, Brasília.
- Convention on Biological Diversity (CBD). 2011. *Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Targets*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- Costa C. M. R., G. Herrmann, C. M. Soares, L. V. Lins, & I. R. Lamas. 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Costa F. N. 2005. Campos Rupestres. Pages 138-145 in A. C. Silva, L. C. V. S. F. Pedreira, & P. A. Abreu (Eds.). *Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes*. O Lutador, Belo Horizonte.
- Costa, F.N., M. Trovó, & P. T. Sano. 2008. Eriocaulaceae na Cadeia do Espinhaço: riqueza, endemismo e ameaças. *Megadiversidade* 4(1-2), 89–97.
- Costanza, R., B. Fisher, K. Mulder, S. Liu, & T. Christopher. 2007. Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecological economics* 61(2):478-491.
- Costanza, R., L. Wainger, C. Folke, & K-G. Mäler. 1993. Modelling complex ecological and economic systems. *Bioscience* 43:545–555.
- Creswell, J. 2014. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications Inc., Thousand Oaks, CA.

- Crooks, K. R., & M. Sanjayan. 2006. Connectivity conservation: maintaining connections for nature. Pages 1-20 in K. R. Crooks & M. Sanjayan (Eds.). *Connectivity conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Cumming, G. S., C. R. Allen, N. C. Ban, D. Biggs, H. C. Biggs,...& M. Schoon. 2015. Understanding protected area resilience: a multi- scale, social- ecological framework. *Ecological Applications* 25: 299–319.
- Cumming, G. S., D. H. M. Cumming, & C. L. Redman. 2006. Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society* 11(1):14.
- Cumming, G. S., Ö. Bodin, H. Ernstson, & T. Elmqvist. 2010. Network analysis in conservation biogeography: challenges and opportunities. *Diversity and Distributions* 16:414–425.
- Dale, M. R. T., & M.-J. Fortin. 2010. From graphs to spatial graphs. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41 (1):21–38.
- Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos, & A. C. Hamilton. 1997. *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation, Vol. 3*. Information Press, Oxford.
- DeFries, R., A. Hansen, A. C. Newton, & M. C. Hansen. 2005. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications* 15(1):19–26.
- Delelis, C. J., T. Rehder, & T. M. Cardoso. 2010. *Mosaicos de áreas protegidas: reflexões e propostas da cooperação franco-brasileira*. Ministério do Meio Ambiente, MMA; Embaixada da França no Brasil – CDS UnB, Brasília.
- Develey, P. F., & J. M. Goerck. 2009. Brazil. Pages 99-112 in C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson, & I. Yépez Zabala (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority Sites for Biodiversity Conservation (No. 16)*. BirdLife International, Quito, Ecuador.
- Dietz, T., E. Ostrom, & P. C. Stern. 2003. The Struggle to Govern the Commons. *Science* 302:1907-1912.
- Domínguez, S., & B. Hollstein. 2014. *Mixed Methods Social Networks Research: Design and Application*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Dossin, I. A., T. M. Dossin, & M. L. S. C. Chaves. 1990. Compartimentação estratigráfica do Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais – os grupos Diamantina e Conselheiro da Mata. *Revista Brasileira de Geociências* 20:178-186.
- Drummond G. M., C. S. Martins, A. B. M. Machado, F. A. Sebaio, & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Drummond, J. A., J. L. Franco, & D. Oliveira. 2010. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. Pages 341-385 in R. S. Ganem (Org.). *Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas*. Câmara dos Deputados, Edições Câmara, Brasília.
- Dudley, N. (Ed.). 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Dunn, K. 2010. Interviewing. Pages 50-82 in I. Hay (Ed.). *Qualitative Research Methods in Human Geography*. Oxford University Press Canada, Don Mills, ON.
- Epstein, G., J. Pittman, S. M. Alexander, S. Berdej, T. Dyck,... & D. Armitage. 2015. Institutional fit and the sustainability of social-ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14:34-40.

- Ernstson, H., S. Barthel, E. Andersson, & S. T. Borgström. 2010. Scale-crossing brokers and network governance of urban ecosystem services: the case of Stockholm. *Ecology and Society* 15(4):28.
- Eschwege, W.L. von. 1832. *Beitraege zur gebirgskunde Brasiliens*. G. Reimer Verlag, Berlin.
- Ferreira, M. B., & G. M. Magalhães. 1977. *Contribuição para o conhecimento da vegetação da Serra do Espinhaço em Minas Gerais (Serras do Grão Mogol e da Ibitipoca)*. Anais do XXVI Congresso Nacional de Botânica, Rio de Janeiro.
- Fitzsimons, J., I. Pulsford, & G. Wescott. 2013. *Linking Australia's Landscapes: Lessons and Opportunities from Large-scale Conservation Networks*. CSIRO Publishing, Clayton, Australia.
- Folke, C. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16(3):253-267.
- Folke, C., L. Pritchard, F. Berkes, J. Colding, & U. Svedin. 1998. *The problem of fit between ecosystems and institutions*. IHDP Working Paper No. 2. International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP), Bonn, Germany.
- Folke, C., L. Pritchard, F. Berkes, J. Colding, & U. Svedin. 2007. The problem of fit between ecosystems and institutions: ten years later. *Ecology and Society* 12(1):30.
- Folke, C., S. R. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Chapin, & J. Rockström. 2010. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4):20.
- Folke, C., S. R. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Chapin, & J. Rockström. 2011. Reconnecting to the biosphere. *AMBIO* 40:719-738.
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, & J. Norberg. 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30:441-73
- Fonseca, I. F., & Bursztyjn, M. 2009. A banalização da sustentabilidade: reflexões sobre governança ambiental em escala local. *Sociedade e Estado* 24(1):17-46.
- Freeman, L. C. 2004. *The development of social network analysis: a study in the sociology of science*. Empirical Press, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). 2010. *Mapa de Solos de Minas Gerais: legenda expandida*. UFV/CETEC/UFLA/FEAM, Belo Horizonte.
- Galaz, V., P. Olsson, T. Hahn, C. Folke, & U. Svedin. 2008. The problem of fit among biophysical systems, environmental and resource regimes, and broader governance systems: insights and emerging challenges. Pages 147-186 in O. R. Young, L. A. King, & H. Schroeder (Eds.). *Institutions and environmental change: principal findings, applications and research frontiers*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Galvão, M. V., & E. Nimer. 1965. Clima. Pages 91-139 in *Geografia do Brasil – Grande Região Leste, Vol. 5*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Ganem, R. S. 2011. Gestão integrada da biodiversidade: Corredores, Mosaicos e Reservas da Biosfera. Pages 377-414 in Ganem, R. S. (Org.). *Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas*. Câmara, Brasília.
- García-Amado, L. R., M. R. Pérez, I. Iniesta-Arandia, G. Dahringer, F. Reyes, & S. Barrasa. 2012. Building ties: social capital network analysis of a forest community in a biosphere reserve in Chiapas, Mexico. *Ecology and Society* 17(3):3.
- Ghimire, K. B., & M. P. Pimbert. (Eds.). 1997. *Social Change and Conservation: Environmental Politics and Impacts of National Parks and Protected Areas*. Earthscan, London.
- Giulietti, A. M., & J. R. Pirani. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. Pages 39-69 in W. R. Heyer, & P.

- E. Vanzolini (Eds.). *Proceedings of a workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Giulietti, A. M., J. R. Pirani, & R. M. Harley. 1997. Espinhaço range region. Eastern Brazil. Pages 397-404 in S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos, & A. C. Hamilton (Eds.). *Centres of plant diversity. A guide and strategies for their conservation, Vol. 3. The Americas*. WWF/IUCN, Cambridge, UK.
- Giulietti, A. M., R. M. Harley, L. P. d. Queiroz, M. G. L. Wanderley & J. R. Pirani. 2000. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. Pages 311-318 in T. B. Cavalcanti, & B. M. T. Walter (Eds.). *Tópicos Atuais em Botânica*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília.
- Glaser, B., & A. Strauss. 1967. *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Aldine Publishing Company, New York.
- Gontijo, B. M. 2008. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4(1-2):7–14.
- Gonzalès, R., & L. Parrott. 2012. Network Theory in the Assessment of the Sustainability of Social–Ecological Systems. *Geography Compass* 6(2):76–88.
- Graham, J., B., B. Amos, & T. Plumptre. 2003. *Governance Principles for Protected Areas in the 21<sup>st</sup> Century*. Institute on Governance, Ottawa.
- Guerrero, A. M., & K. A. Wilson. 2017. Using a social-ecological framework to inform the implementation of conservation plans. *Conservation Biology* 31(2):290-301.
- Guerrero, A. M., N. J. Bennett, K. A. Wilson, N. Carter, D. Gill,... & A. Nuno. 2018. Achieving the promise of integration in social-ecological research: a review and prospectus. *Ecology and Society* 23(3):38.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, & K. A. Wilson. 2015. Achieving Cross-Scale Collaboration for Large Scale Conservation Initiatives. *Conservation Letters* 8(2):107–117.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, J. Corcoran, & K. A. Wilson. 2013. Scale Mismatches, Conservation Planning, and the Value of Social-Network Analyses. *Conservation Biology* 27(1):35–44.
- Hanneman, R. A., & M. Riddle. 2005. *Introduction to social network methods*. University of California, Riverside, CA.
- Hansen, A.J., & R. DeFries. 2007. Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands. *Ecological Applications* 17(4):974-988.
- Hay, I. 2010. *Qualitative Research Methods in Human Geography*. Oxford University Press Canada, Don Mills, ON.
- Head, B. W. 2008. *Assessing network-based collaborations*. *Public Management Review* 10(6):733-749.
- Henry, A. & B. Vollan. 2014. Networks and the challenge of sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources* 39:583-610.
- Hockings, M., S. Stolton, F. Leverington, N. Dudley, & J. Courrau. 2006. *Evaluating Effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Imperial, M. T. 2005. Using collaboration as a governance strategy: lessons from six watershed management programs. *Administration and Society* 37(3):281-320.
- Institute on Governance/Parks Canada (IOG). *Governance principles for protected areas in the 21st century: a discussion paper*. IOG, Ontario.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), & Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE). 2017. *Revista Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço* 1(1), Edição especial. Editora IABS, Brasília.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2018. *Informação sobre os municípios brasileiros*. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>> Acesso em: 02 out. 2018.

Instituto Estadual de Florestas (IEF). 2012a. *Panorama da Biodiversidade em Minas Gerais*. Governo de Minas, Belo Horizonte, Brasil.

Instituto Estadual de Florestas (IEF). 2012b. *Unidades de Conservação de Minas Gerais*. Diretoria de Áreas Protegidas - Gerência de Criação e Implantação de Unidades de Conservação (Banco de dados institucional), Belo Horizonte.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2018. *Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas*. IPBES secretariat, Bonn, Germany.

Ivankova, N. V., J. W. Creswell, & S. L. Stick. 2006. Using Mixed-Methods Sequential Explanatory Design: From Theory to Practice. *Field Methods* 18(1):3-20.

Jacobi, C. M., F. F. do Carmo, R. C. Vincent, & J. R. Stehmann. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 16:2185-2200.

Janssen, M. A., Ö. Bodin, J. M. Anderies, T. Elmqvist, H. Ernstson, R. R. J. McAllister, P. Olsson, & P. Ryan. 2006. A network perspective on the resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1):15.

Jezewski, M. A. 1995. Evolution of grounded theory: conflict resolution through culture brokering. *Advances in Nursing Science* 17:14-30.

Jones, K. R., O. Venter, R. A. Fuller, J. R. Allan, S. L. Maxwell, ... & E. M. Watson. 2018. One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science* 360:788–791.

Kearns, R., & I. Dyck. 2015. Being a culturally safe researcher. Pages 125-138 in D. Wepa (Ed.). *Cultural Safety in Aotearoa New Zealand*. Cambridge University Press, Port Melbourne, Australia.

Keitt, T. H., D. L. Urban, & B. T. Milne. 1997. Detecting critical scales in fragmented landscapes. *Ecology and Society* 1(1):4.

Kozlowski, J., & N. Vass-Bowen. 1997. Buffering external threats to heritage conservation areas: Planner's perspective. *Landsc. Urban Plan* 37:245–267.

Larson, A. M., & F. Soto. 2008. Decentralization of natural resource governance regimes. *Annual Review of Environment and Resources* 33(1): 213-239.

Lauber, T. B., D. J. Decker, & B. A. Knuth. 2008. Social Networks and Community-Based Natural Resource Management. *Environmental Management* 42:677–687.

Lebel, L., J. M. Anderies, B. Campbell, C. Folke, S. Hatfield-Dodds, T. P. Hughes, & J. Wilson. 2006. Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1):19.

- Leite, F. S. F., F. A. Juncá, & P. C. Eterovick. 2008. Status do conhecimento, endemismo e conservação de anfíbios anuros da Serra do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade* 4(1-2):158–176.
- Lemos, M. C., & A. Agrawal. 2006. Environmental Governance. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 31:297–325.
- Lessa, L. G., B. M. A. Costa, D. M. Rossoni, V. C. Tavares, L. G. Dias, E. A. M. Morais Junior, & J. A. Silva. 2008. Mamíferos da Cadeia do Espinhaço: riqueza, ameaças e estratégias para conservação. *Megadiversidade* 4(1-2):218-232.
- Leverington, F., K. L. Costa, H. Pavese, A. Lisle, & M. Hocking. 2010. A Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness. *Environmental Management* 46(5): 685-698.
- Lindenmayer, D., & M. Burgman. 2005. *Practical Conservation Biology*. CSIRO Publishing, Clayton, Australia.
- Lindenmayer, D., R. J. Hobbs, R. Montague-Drake, J. Alexandra, A. Bennett, M. Burgman,... & L. Fahrig. 2008. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecology Letters* 11(1):78-91.
- Liu, F., & S. Maitlis. 2010. Non-Participant Observation. Pages 610-612 in A. Mills, G. Durepos, & E. Wiebe, editors. *Sage Encyclopedia of Case Study Research*. Sage Publications Ltd., Thousand Oaks, EUA.
- Liu, J., T. Dietz, S. R. Carpenter, M. Alberti, C. Folke,...& W. W. Taylor. 2007. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science* 317(5844):1513-1516.
- Lockwood, M. 2010. Good governance for terrestrial protected areas: A framework, principles and performance outcomes. *J. Environ Manage.* 91(3):754-66.
- Lovejoy, T. E. 2006. Protected areas: a prism for a changing world. *Trends in ecology and evolution* 21(3):329-333.
- Lubell, M. 2015. Collaborative partnerships in complex institutional systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 12:41-47.
- Maciejewski, K., J. Bauma, & G. S. Cumming. 2016. Integration of private land conservation areas in a network of statutory protected areas: Implications for sustainability. *Biological Conservation* 200:200–206.
- Margules, C. R., & R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- Marin, A., & B. Wellman. 2011. Social network analysis: an introduction. Pages 11-25 in Carrington, P. J., & J. Scott. (Eds.). *The Sage Handbook of Social Network Analysis*. SAGE, London.
- Marini, M. A. 2010. Bird movement in a fragmented Atlantic Forest landscape. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 45(1):1-10.
- Marshall, G. R., & D. M. S. Smith. 2010. Natural resources governance for the drylands of the Murray–Darling Basin. *The Rangeland Journal* 32:267-282.
- Martinelli, G., & M. A. Moraes. 2013. Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Martins-Neto, M. A. 1998. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do Paleo/Mesoproterozóico. *Revista Brasileira de Geociências* 28:151-168.
- McKinney, M., L. Scarlett, & D. Kemmis. 2010. *Large landscape conservation: a strategic framework for policy and action*. Lincoln Institute for Land Policy, Cambridge, MA.

- Medina, B. M. O., & G. W. Fernandes. 2007. The potential of natural regeneration of rocky outcrop vegetation on rupestrian field soils in “Serra do Cipó”, Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 30:665–678.
- Melo, G. M., & M. A. Irving. 2014. Mosaicos de unidades de conservação: desafios para a gestão integrada e participativa para a conservação da natureza. *Geografias* 10(2):46-58.
- Menezes, N.L., & A. M. Giuliatti, 2000. Campos Rupestres. Pages 65-73 in M.P. Mendonça, & L.V. Lins. (Org.). *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Fundação Biodiversitas, Fundação Zoo-Botânica, Belo Horizonte.
- Mertens, F., R. Távora, I. F. da Fonseca, R. Grando, M. Castro, & K. Demeda. 2011, Redes sociais, capital social e governança ambiental no Território Portal da Amazônia. *Acta Amazonica* 41(4):481-492.
- Mertens, F., M. Fillion, J. Saint-Charles, P. Mongeau, R. Távora,... & D. Mergler. 2015. The role of strong-tie social networks in mediating food security of fish resources by a traditional riverine community in the Brazilian Amazon. *Ecology and Society* 20(3).
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Mills, M., J. G. Álvarez-Romero, K. Vance-Borland, P. Cohen, R. L. Pressey, A. M. Guerrero, & H. Ernstson. 2014. Linking regional planning and local action: Towards using social network analysis in systematic conservation planning. *Biological Conservation* 169:6-13.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. *Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225 parágrafo 1º, incisos I, II, III, e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. MMA, Brasília, Brasil.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2007. *Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007*. MMA, Brasília.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2010a. *Portaria nº 482 de 14 de dezembro de 2010*. MMA, Brasília.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2010b. *Portaria 444 de 26 de novembro de 2010*. Reconhece o Mosaico de unidades de conservação do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral. MMA, Brasília.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2013. *Portaria n.º 4 de 3 de janeiro de 2013*. Reconhece o Mosaico do Oeste do Amapá e Leste do Pará, 2013. MMA, Brasília.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2018. *Mosaicos*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/mosaicos>> Acesso em: 12 jul. 2018.
- Morais, M. S. 2014. *A realidade socioambiental imposta às comunidades locais pela criação e implementação dos parques estaduais do Biribiri e Rio Preto*. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 245 p.
- Morgan, D. L. 1997. *Focus group as qualitative research*. Sage, Thousand Oaks, California.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Da Fonseca, & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772):853–858.
- Nascimento, L. B., M. Wachlevski, & F.S.F. Leite. 2005. Anuros. Pages 211-229 in A. C. Silva, L. C. V. S. F. Pereira, & P. A. A. Abreu (Eds.). *Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes*. O Lutador, Belo Horizonte.

- Neves, S. C., P. A. A. Abreu, L. M. S. Fraga. 2005. Fisiografia. 2005. Pages 47-58 in A. C. Silva, L. V. S. F. Pedreira, & P. A. A. Abreu (Eds.). *Serra do Espinhaço Meridional, paisagens e ambientes*. O Lutador, Belo Horizonte.
- Newing, H. 2011. *Conducting research in conservation: A social science perspective*. Routledge, New York, NY.
- Norberg, J., & S. Cumming. 2008. *Complexity Theory for a Sustainable Future*. Columbia University Press, New York.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- Olson, D. M., & E. Dinerstein. 2001. The Global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89:199–224.
- Olsson, P., C. Folke, V. Galaz, T. Hahn, & L. Schultz. 2007. Enhancing the fit through adaptive co-management: creating and maintaining bridging functions for matching scales in the Kristianstads Vattenrike Biosphere Reserve Sweden. *Ecology and Society* 12(1):28.
- Ostrom, E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:15181–15187.
- Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social- ecological systems. *Science* 325: 419–422.
- Ostrom, E. 2010a. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 20:550-557.
- Ostrom, E. 2010b. Beyond markets and states: Polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review* 100:641-672.
- Ostrower, F. 1998. Nonparticipant observation as an introduction to qualitative research. *Teaching Sociology* 26(1):57-61.
- Palomo, I., B. Martín-López, M. Potschin, R. Haines-Young, & C. Montes. 2013. National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosyst. Serv.* 4:104–116.
- Palomo, I., C. Montes, B., Martín-López, J. A. González, M. García-Llorente, P. Alcorlo, & M. R. G. Mora. 2014. Incorporating the Social–Ecological Approach in Protected Areas in the Anthropocene. *BioScience* 64(3):181-191.
- Pascual-Hortal, L., & Saura, S. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* 21(7):959–967.
- Pereira, M. A. A. 2005. Domínio histórico-social. Pages 247–258 in A. C. Silva, L.C.V.S.F, Pedreira, & P. A. Almeida-Abreu (Eds.). *Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes*. O Lutador, Belo Horizonte.
- Phillips, A. 2004. Turning ideas on their head: the new paradigm for protected areas. *Environmental History* 9:173–198.
- Poiani, K. A., B. D. Richter, M. G. Anderson, & H. E. Richter. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes, and networks. *BioScience* 50:133-146.
- Pougy, N., M. Verdi, E. Martins, E., R. Loyola, & G. Martinelli. (Orgs.). 2015. *Plano de Ação Nacional para a conservação da flora ameaçada de extinção da Serra do Espinhaço Meridional*. CNCFlores: Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Laboratório de Biogeografia da Conservação: Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro.



- Prell, C. 2012. *Social network analysis: History, theory & methodology*. SAGE Publications Ltd., London, UK.
- Pressey, R. L., & M. C. Bottrill. 2009. Approaches to landscape and seascape-scale conservation planning: convergence, contrasts and challenges. *Oryx* 43(4):464–475.
- Pretty, J., & D. Smith. 2004. Social Capital in Biodiversity Conservation and Management. *Conservation Biology* 18(3):631-638.
- Prugh, L. R., K. E. Hodges, A. R. E. Sinclair, & J. S. Brashares. 2008. Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105:20770–20775.
- Rapini, A., P. L. Ribeiro, S. Lambert, & J. R. Pirani. 2008. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4(1-2):15–23.
- Rathwell, K. J., & G. D. Peterson. 2012. Connecting social networks with ecosystem services for watershed governance: a social-ecological network perspective highlights the critical role of bridging organizations. *Ecology and Society* 17(2): 24.
- Resilience Alliance. 2010. *Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners*. Version 2.0.
- Ribas, R. P. 2015. *Análise Espacial da Conectividade Estrutural na Paisagem: Uma Aplicação no Mosaico de Áreas Protegidas do Espinhaço: Alto Jequitinhonha - Serra do Cabral*. Tese de Doutorado, Belo Horizonte, UFMG.
- Ribot, J. C. 2002. *Democratic Decentralization of Natural Resources: Institutionalizing Popular Participation*. World Resources Institute, Washington.
- Ribot, J. C. 2006. Representation, Citizenship and Public Domain: Framing the Local Democracy Effects of Institutional Choice and Recognition. IASCP, Ubud, Bali.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin,... & J. Foley. 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2):32.
- Rodrigues, A. S. L., S. J. Andelman, M. I. Bakarr, L. Boitani, T. M. Brooks,... & X. Yan. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428:640–643.
- Ross, J. L. S. 2009. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. Oficina de textos, São Paulo/SP.
- Rouget, M., R. M. Cowling, A. T. Lombard, A.T. Knight, & G. I. H. Kerley. 2006. Designing large-scale conservation corridors for pattern and process. *Conservation Biology* 20:549-561.
- Saadi, A. 1995. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. *Geonomos* 3(1):41-75.
- Santini, L., S. Saura, & C. Rondinini. 2016. Connectivity of the global network of protected areas. *Diversity and Distributions* 22:199–211.
- Scarlett, L., & M. McKinney. 2016. Connecting people and places: the emerging role of network governance in large landscape conservation. *Front Ecol Environ* 14(3):116-125.
- Scott, J. 2000. *Social Network Analysis. A Handbook*. Sage Publications, London, UK.
- Silva, J. A., R. B. Machado, A. A. Azevedo, G. M. Drumond, R. L. Fonseca,... & M. B. R. Neto. 2008. Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estados de Minas Gerais e Bahia, Brasil. *Megadiversidade* 4(1-2):248-270.
- Silva, O. P. da. 1995. A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. *Geonomos* 3:77–86.

- Sodhi N. S., & P. R. Ehrlich. (Eds.). 2010. *Conservation Biology for All*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Soulé, M. E. 1985. What is conservation biology? *Bioscience* 35:727-734.
- Souza, D. E., R. F. Scalco, & K. F. Xavier. 2012. As implicações da criação do Parque Estadual do Biribiri para a comunidade e para o desenvolvimento do turismo. *Cad. Geogr.* 22:116–132.
- Stake. R. E. 2000. Case studies. Pages 435-454 in N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.). *Handbook of qualitative research*. Sage, London.
- Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long, & D. C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Sterling, E., A. Gómez, & A. L. Porzecanski. 2010. A systemic view of biodiversity and its conservation: Processes, interrelationships, and human culture. *BioEssays* 32(12):1090-1098.
- Stoker, G., 1998. Governance as theory: five propositions. *International Social Science Journal* 50:17–28.
- Tremblay, E. A., P. I. J. Fidelman, S. Kininmonth, J. A. Ekstrom, & Ö. Bodin. 2015. Analyzing the (mis)fit between the institutional and ecological networks of the Indo-West Pacific. *Global Environmental Change* 31:263–271.
- UN Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), & International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2016. *Protected Planet Report 2016*. UNEP-WCMC and IUCN, Cambridge UK and Gland, Switzerland.
- United Nations Development Program (UNDP). 2006. *Decentralized Governance of Natural Resources*. Part 1: Manual and Guidelines for Practitioners. UNDP, Nairobi, Kenya.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). *Directory of the World Network of Biosphere Reserves (WNBR)*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Disponível em <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/world-network-wnbr/wnbr/>> Acesso em: 12 jul. 2018.
- Urban, D., & T. Keitt. 2001. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology* 82:1205–1218.
- Valente, T. W. 2010. *Social Networks and Health: Models, Methods, and Applications*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Vasconcelos, M. F., L. E. Lopes, C. G. Machado, & M. Rodrigues. 2008. As aves dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço: diversidade, endemismo e conservação. *Megadiversidade* 4(1-2):197-217.
- Versieux, L. M., T. Wendt, R. B. Louzada, & M. G. L. Wanderley. 2008. Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4(1-2):98-110.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, & J. M. Melillo. 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* 277(5325):494-499.
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, & A. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society* 9(2):5.
- Waltner-Toews, D., J. J. Kay, & N-M. E. Lister. 2008. *The ecosystem approach: complexity, uncertainty, and managing for sustainability*. Columbia University Press, New York.
- Wasserman, S., & K. Faust. 1999. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Webb, C., & Ö. Bodin. 2008. A network perspective on modularity and control of flow in robust systems. Pages 85-118 in Norberg, J., & G. S. Cumming, G.S. (Eds.). *Complexity theory for a sustainable future*. Columbia Press, New York.

- Whittaker, R.H., M. B. Araújo, P. Jepson, R. J. Ladle, J. M. E. Watson, & K. J. Willis. 2005. Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11:3–23.
- Wilson, E. O. 2018. *The 8 Million Species We Don't Know*. The New York Times, 3/III/2018.
- Worboys, G. L, W. L. Francis, & M. Lockwood (Eds.). 2010. *Connectivity Conservation Management. A Global Guide*. Earthscan, London.
- World Bank (WB). 2010. *Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-based approaches to Climate Change*. World Bank, Washington D.C.
- World Wide Fund for Nature (WWF). 2016. *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. WWF International, Gland, Switzerland.
- World Wildlife Fund Brasil (WWF), & Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ). 2012. *Gestão de Unidades de Conservação: compartilhando uma experiência de capacitação*. WWF-Brasil, Brasília.
- Wyborn, C., & R. P. Bixler. 2013. Collaboration and nested environmental governance: Scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *Journal of Environmental Management* 123:58-67.
- Young, O. 2002. Institutional interplay: the environmental consequences of cross-scale interactions. Pages 263-291 in E. Ostrom, T. Dietz, N. Dolsvak et al. (Eds). *The drama of the commons*. National Academy Press, Washington, DC.
- Young, O. R., E. F. Lambin, F. Alcock, H. Haberl, S. I. Karlsson,... & P. H. Verburg. 2006. A portfolio approach to analyzing complex human environment interactions: institutions and land change. *Ecology and Society* 11(2):31.



## Capítulo 1

### Redes colaborativas para a governança de áreas protegidas: explorando novos modelos de gestão territorial integrada

#### 1.1 Resumo

A gestão efetiva de áreas protegidas (APs) é um objetivo estratégico para a conservação da biodiversidade que depende da implementação de soluções colaborativas em iniciativas de conservação em larga escala. Em contraste com a tradicional abordagem de comando e controle, diferentes modelos de gestão de APs passaram a adotar o planejamento territorial integrado e participativo, incorporando colaborações entre diversos grupos como estratégia de conservação adaptada aos contextos sociais e ecológicos em uma escala regional. No entanto, ainda são escassas as evidências empíricas que liguem interações sociais entre stakeholders e processos e resultados da governança territorial de APs, especialmente em paisagens tropicais megadiversas. Aqui, aplicamos a análise de redes sociais (ARS) para mapear a rede de colaboração entre indivíduos envolvidos na governança (n = 230) de um modelo de gestão territorial no Brasil. Os grupos sociais foram definidos por gênero, educação, ocupação, área de influência ou atuação, atividades pró-ambientais e participação em associações. Nossos resultados mostram que a estrutura colaborativa da rede é densa e modular, com uma grande proporção de vínculos entre atores em diferentes categorias, promovendo o relacionamento descentralizado e inclusivo favorável à “boa governança”. Nossa análise também identifica ausência e/ou baixa representatividade de mulheres, proprietários e trabalhadores rurais, bem como potenciais desequilíbrios provocados pela exclusão de atores locais e o controle de gestores, pesquisadores e técnicos. Essas descobertas permitem oferecer recomendações para mobilizar e articular o tecido social com vistas à melhoria da governança. Discutimos como os padrões de conexões podem contribuir para identificar barreiras e oportunidades de ação conjunta no sentido de fortalecer estratégias de conservação da natureza em âmbito regional e apoiar a preservação a longo prazo dos ecossistemas e seus processos.

*Palavras-chave:* análise de redes sociais; conservação em larga escala; Espinhaço; gestão de recursos naturais; governança colaborativa; sistemas socioecológicos.

## 1.2 Introdução

A estratégia de conservação da natureza baseada na criação de áreas protegidas (APs) como ilhas, administradas de maneira isolada dentro de uma matriz de território degradado, tem-se mostrado insuficiente para a conservação das espécies em longo prazo e a manutenção dos processos e serviços ecossistêmicos (Butchart et al., 2010; Scolozzi et al., 2014). A necessidade de promover a conectividade entre os fragmentos de ecossistemas naturais, uma vez que os processos ecológicos necessitam de áreas extensas para se manterem e assim evitar o colapso das funções ecológicas e da biodiversidade, tem motivado abordagens alternativas de APs (Crooks & Sanjayan, 2006; Rayfield, Fortin & Fall, 2011). Na prática, a evolução do conceito original de APs se traduz na gestão biorregional, na criação de redes de conservação e na implantação de iniciativas de conservação em larga escala (Miller, 1996; Palomo et al., 2014; Pulsford et al., 2015; Bixler et al., 2016). Estas abordagens reconhecem a complexidade das interações envolvendo sistemas sociais e ecológicos, e facilitam a análise de processos sociais que podem influenciar na conservação.

No Brasil, as aproximações de gestão territorial de APs se materializam na criação de mosaicos de APs. Mosaicos de APs correspondem à categoria V (i.e., paisagens protegidas) da classificação da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês) de APs (Dudley, 2008), e visam a conectividade da paisagem e a sustentabilidade na gestão dos fragmentos naturais como estratégias de funcionamento dos ecossistemas e de promoção do bem-estar das populações (Ministério do Meio Ambiente 2000). Mosaicos de APs envolvem, geralmente, grandes áreas geográficas, compostas por várias APs de diversas categorias de proteção e esferas governamentais de gestão, e por áreas de interstício com diferentes formas de uso da terra. Eles também envolvem atores heterogêneos com variados papéis e funções e com diferentes interesses na gestão, muitas vezes, conflitantes.

A governança para a gestão territorial requer o desejo de atacar problemas complexos e a implantação de processos que levem em conta a diversidade de atores, interesses e demandas de uso. Nesses processos de governança, a ordenação e o manejo dos recursos naturais devem ser planejados e conduzidos de modo participativo para alcançar o ajuste socioecológico (Borrini-Feyerabend et al. 2013; Scarlett & McKinney, 2016; Alexander et al., 2017). Isso exige a aproximação de atores com diferentes formações educacionais, conhecimentos, papéis, experiências e ocupações, como um mecanismo que facilite a abordagem de problemas associados a estruturas complexas e ajude a articular o planejamento e implementação de ações de cada AP com a governança em larga escala. A colaboração em rede entre diversos atores com responsabilidade de uso e gestão dos recursos naturais tornam-se, então, questão central e adquire grande complexidade na governança de mosaicos de APs.

Diversos princípios básicos de “boa governança” estão sendo amplamente recomendados para a governança colaborativa de APs. Dentre eles, destacam-se a legitimidade, transparência, equidade, inclusão e conectividade (Graham, Amos & Plumptre, 2003; Lockwood, 2010). Da mesma forma, outros aspectos como heterogeneidade e representatividade, confiança, experiência organizacional, interdisciplinaridade e articulação horizontal e vertical, são apontados como características (individuais e grupais) que podem condicionar o desempenho dos sistemas de governança no âmbito dos modelos integrados de gestão territorial e sistemas socioecológicos (SSE) voltados à conservação da natureza (Bodin & Crona, 2009; Gidsicki, 2013; Barnes-Mauthe et al., 2015). Adicionalmente, é reconhecido que a distribuição de capital social de “união” e de “ponte” (i.e., *bonding social capital* e *bridging social capital*, por essa ordem, em inglês) nos SSE pode ajudar a identificar barreiras e oportunidades de ação para superar os problemas de gestão e governança colaborativa de recursos naturais (Brondizio, Ostrom & Young, 2009; Barnes-Mauthe et al., 2015; Burgos & Mertens, 2017).

De modo a garantir a missão dos mosaicos de APs, as formas de organização das redes de colaboração destas estratégias de conservação deveriam estar baseadas em padrões estruturais congruentes com os requerimentos para o sucesso preconizados pelos modelos de gestão territorial integrada e pela “boa governança” em APs, particularmente, por meio de relações descentralizadas e inclusivas. Da mesma forma, seria de esperar que mosaicos de APs mostrassem um desenvolvimento organizativo e dinâmico de capital social *bonding* e *bridging*, por meio de colaborações diversificadas, de maneira a aumentar a sua eficácia, contribuindo para a conservação dos serviços ecossistêmicos e o uso sustentável dos recursos naturais.

A análise de redes sociais (ARS) é um método propício para medir a extensão da colaboração e explorar a governança de APs desde a perspectiva da gestão territorial (Prell, Hubacek & Reed, 2009; Cumming et al., 2010). ARS faz visíveis as estruturas sociais e a capacidade dos atores que sustentam a gestão dos recursos naturais em escala paisagística (Beilin et al., 2013) e revela diferentes características de rede que têm importantes implicações para a governança ambiental e gestão colaborativa de recursos naturais (Crona & Bodin, 2006; Bodin & Prell, 2011). ARS fornece também um mecanismo útil para operacionalizar o capital social (Borgatti, Jones & Everett, 1998).

Neste artigo, apoiamo-nos na ARS como uma maneira possível de caracterizar os atores e suas relações e fornecer uma compreensão mais profunda sobre o envolvimento dos stakeholders na gestão territorial e integrada. Usamos 3 propriedades de rede, bem reconhecidas na literatura, relevantes para promover funções chave na gestão vinculadas à descentralização e inclusão dos atores no processo colaborativo da governança (Bodin & Crona, 2009; Henry & Vollan, 2014; Enqvist, Tengö & Bodin, 2014): (i) estrutura centro-

periferia; (ii) distribuição de grau e; (iii) distribuição de relações internas aos grupos (*bonding*) e entre grupos (*bridging*). Testamos as propriedades na rede de colaboração do Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha-Serra do Cabral (ME), uma iniciativa de gestão territorial situada em Minas Gerais, Brasil.

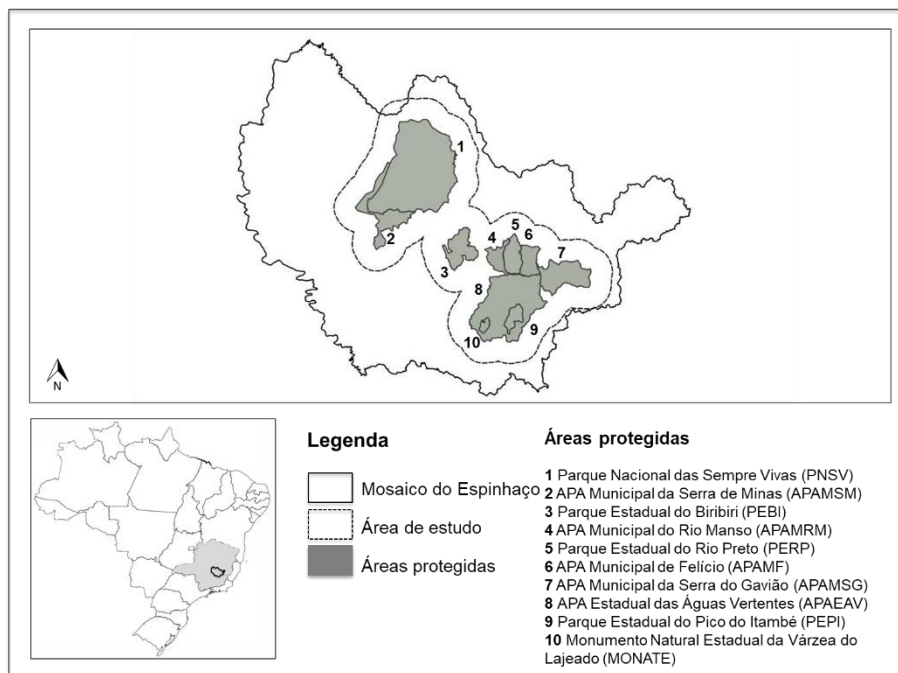
Combinamos a coleta de dados quantitativos e qualitativos com o objetivo principal de mapear a rede de colaboração dos atores envolvidos na governança para a gestão territorial do ME e analisar em que medida essa colaboração está sendo refletida em padrões relacionais que apontam para o sucesso da governança. Os objetivos específicos da investigação são: (i) identificar os stakeholders do ME e indagar acerca do papel e implicações dos seus atributos pessoais na governança colaborativa; (ii) avaliar a estrutura da rede de colaboração associada a esse modelo de gestão territorial; (iii) analisar o impacto dos padrões relacionais, com ênfase na relação *bonding/bridging*, sobre a gestão dos recursos naturais do ME; e (iv) oferecer subsídios teóricos e metodológicos que contribuam no desafio de avaliar a qualidade e efetividade dos modelos de gestão territorial.

### **1.3 Métodos**

#### **1.3.1 Estudo de caso**

O estudo foi realizado no ME, situado no perfil transversal (E-O) da Serra do Espinhaço e na zona de abrangência da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, Brasil (Figura 5). O ME tem uma área de aproximadamente 18.924 km<sup>2</sup> e é exemplo de um território de transição de importantes biomas brasileiros (i.e., Cerrado e Mata Atlântica) que envolve uma diversidade de áreas naturais habitadas e tem relevância do ponto de vista, não só ambiental, mas também social e histórico. Nas últimas décadas, a alta fragmentação dos habitats e a perda da biodiversidade impulsionaram políticas e iniciativas públicas voltadas à conservação ambiental, e fizeram da biodiversidade um indicador com desempenho positivo na área de estudo (Instituto Estadual de Florestas 2012).





**Figura 5.** Área de estudo dentro do Mosaico do Espinhaço, no sul da Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais (área sombreada no mapa inserido), sudeste do Brasil. As áreas protegidas estão numeradas.

O ME foi oficialmente constituído em dezembro de 2010. É composto por oito APs de proteção integral (categorias I–III da IUCN; Dudley, 2008), onze APs de uso sustentável (Área de Proteção Ambiental (APA); categoria V da IUCN; Dudley, 2008) e suas áreas de interstício. O ME abrange, em alguns casos parcialmente, 24 municípios e é um sistema de conservação integrado nas três esferas do governo brasileiro (i.e., municipal, estadual, federal), com APs estabelecidas em áreas de domínio público e privado. O ME conta com um conselho consultivo que atua como instância de gestão participativa e integrada das APs constantes e a partir do qual é operacionalizada a administração desse modelo de gestão territorial.

Devido à grande extensão territorial do ME e visando a viabilidade logística e operacional do estudo, foi realizado um recorte espacial. Esse recorte restringe a abordagem mais profunda desta pesquisa à região central do ME, formada por 10 APs - de diferentes esferas governamentais (i.e., 4 municipais, 5 estaduais e 1 federal) e categorias de proteção (i.e., 5 de proteção integral e 5 de uso sustentável) - e por seus interstícios (ver Figura 5). Acredita-se que a região escolhida é representativa da riqueza socioambiental regional e dos complexos processos sociais e ecológicos que acontecem no ME.

### 1.3.2 Definição da rede

A população alvo foi definida como todos os indivíduos que se auto-reconhecessem com responsabilidade no uso e gestão dos recursos naturais do ME. Para obter um conjunto preliminar da população objeto de estudo tão completo como possível foi elaborada uma lista

inicial incluindo os conselheiros do ME e das APs da área de estudo. Essa lista inicial foi utilizada como ponto de partida de uma amostragem bola de neve, em que cada entrevistado foi solicitado a fornecer informações para o contato de outros respondentes potenciais. O método bola de neve foi conduzido até que a adição e menção de novos nomes foi mínima, semelhante à saturação (Hanneman & Riddle, 2005). Os eventuais vazios decorrentes desta abordagem (i.e., atores isolados da rede) foram corrigidos por meio da identificação de atores potencialmente desconectados a partir da interpelação aos atores entrevistados e, ainda, da observação dos próprios pesquisadores durante o trabalho de campo.

### **1.3.3 Coleta de dados**

Foram coletados dados sobre as características dos participantes e a colaboração na gestão territorial do ME. A coleta de dados foi realizada entre setembro e dezembro de 2016 e incluiu revisão de documentos e entrevistas semiestruturadas.

#### *Revisão de documentos*

Revisamos as duas últimas minutas das reuniões ordinárias do conselho consultivo do ME para conhecer os temas de pauta e identificar os conselheiros e as instituições ou coletivos representados. Também revisamos as listas atualizadas de conselheiros empossados nos conselhos gestores das APs do ME que dispõem deste órgão de participação. Finalmente, revisamos as listas de presença e relatórios de cursos e reuniões nos quais estivemos como observadores: dois cursos de capacitação do ME e três reuniões de conselhos gestores de APs integradas nele. Essas revisões documentais ajudaram a identificar stakeholders do ME e a definir categorias a que pertencem. Além disso, revelaram alguns dos interesses e preocupações dos participantes em relação à área de estudo e processos de colaboração na governança do ME, assim como, elementos que subsidiaram a elaboração dos questionários usados nas entrevistas semiestruturadas.

#### *Entrevistas semiestruturadas*

Os dados atributivos e relacionais dos atores foram coletados por meio de questionários administrados em entrevistas pessoais semiestruturadas com stakeholders (n = 230) (ver Apêndice A). Com aquelas pessoas que não foi possível um encontro pessoal (31), as entrevistas foram realizadas por videoconferência (12) ou por meio do questionário (adaptado) para ser respondido via e-mail (19). Do total de pessoas citadas pelos entrevistados (282), 52 não foram entrevistadas porque não foi possível o contato ou não responderam à chamada. Indivíduos citados, porém, não entrevistados, não foram contemplados para as análises.

Os atributos foram definidos de acordo com nosso conhecimento do contexto local e uma revisão detalhada da literatura (Crona & Bodin, 2006; Bodin & Prell, 2011; Barnes-Mauthe

et al., 2013, 2015) sobre características pessoais que podem contribuir para a variação de capital social e afetar a gestão colaborativa e os padrões de uso de recursos naturais e, conseqüentemente, condicionar o desempenho dos sistemas de governança. Usamos os seguintes atributos pessoais para caracterizar individualmente cada membro da rede, estabelecer a diversidade de indivíduos e grupos presentes e analisar os padrões relacionais.

Gênero molda os espaços de negociação e as práticas de participação na gestão de recursos naturais (Arora-Jonsson, 2013) e caracteriza a boa governança de APs por meio da não discriminação e a gestão colaborativa com participação igualitária entre homens e mulheres (Graham et al., 2003). Educação, entendida aqui como o acesso à educação formal, é frequentemente citada como um ingrediente necessário para uma boa governança pois influi na capacidade dos atores para serem ativamente envolvidos em processos de gestão participativos e para desempenhar as funções requeridas (Fonseca & Bursztyn, 2009). Igualmente, este atributo pode ser usado para entender melhor o papel que a interdisciplinaridade, a expertise e a interação entre “especialistas” e “não especialistas” desempenham no sucesso da governança ambiental (Graham et al., 2003). A preservação ou melhoria dos ecossistemas do ME depende dos trabalhos realizados, relacionados (direta ou indiretamente) com a gestão dos recursos naturais, e da coordenação entre essas tarefas. Espera-se que os resultados dessa gestão sejam influenciados pelos padrões de colaboração entre os grupos sociais que desenvolvem diversas ocupações. A área de influência ou atuação, enquanto níveis espaciais de uso e gestão dos recursos naturais por parte dos stakeholders, é também susceptível de influenciar os padrões de colaboração e os resultados da governança. Ligações entre níveis são especialmente importantes para a gestão de recursos compartilhados cujos usuários operam em múltiplos níveis espaciais (Cash et al., 2006) e a colaboração multinível constitui um desafio para estabelecer “vínculos para o ecossistema mais amplo” e, com isso, criar estruturas mais eficazes para a governança de APs e para responder à complexidade dos SSE (Brondizio et al., 2009; Lockwood, 2010). Da mesma forma, o compromisso com a conservação, expressado no desenvolvimento de atividades pró-ambientais por parte dos stakeholders, é susceptível de influenciar os padrões de colaboração relacionados com a gestão dos recursos naturais nas APs. Articular diferentes tipos e fontes de práticas e conhecimentos de conservação entre stakeholders e desenvolver coletivamente esses conhecimentos moldarão os resultados da governança (Armitage et al., 2009). Finalmente, participação em associações pode ser considerado um indicador de organização social e de experiência organizacional dos stakeholders ligado ao empenho cívico (Putnam, 2000). Este atributo pode ajudar a avaliar a heterogeneidade associativa dos stakeholders e a comprovar se experiências e identidades organizacionais diferenciadas no interior da uma rede jogam um papel relevante nas relações de colaboração para a gestão territorial.

Para coletar os dados relacionais da rede, na entrevista perguntamos especificamente às pessoas “Com quem você geralmente costuma colaborar ou trabalhar junto em atividades relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais do ME?”. As colaborações podem ser formais ou informais. Para fins de análise, foi considerado que existe uma relação de colaboração entre dois indivíduos quando no mínimo uma delas cita a outra.

Nossa pesquisa se concentra na análise da rede de colaboração existente entre atores com responsabilidade (direta ou indireta) na gestão dos recursos naturais do ME. Acreditamos que são esses laços os de maior potencial de alteração na paisagem e que resultam em mudanças na gestão ecológica. Além disso, nossa pesquisa tem interesse em explorar não só o desafio na gestão de um conjunto de APs, próximas, justapostas ou sobrepostas, mas, também (e, sobretudo), a gestão conjunta e integrada dessas APs e das áreas públicas e privadas que se situam nos seus interstícios.

#### **1.3.4 Análise de dados**

Como parte da ARS, utilizamos informações das entrevistas para calcular três medidas que ajudam a qualificar as conexões e a interpretar o significado que o poder social dos nós e a dispersão e distribuição das relações de uma rede de colaboração têm para criar condições favoráveis para a gestão dos recursos naturais.

A estrutura centro-periferia implica um núcleo denso e coeso e uma periferia esparsa e desconectada (Borgatti & Everett, 2000). Em comparação com as redes formadas por múltiplos centros ou grupos distinguíveis, as estruturas centro-periferia apresentam apenas um “centro de poder”, fato que pode reduzir atitudes de nós-ou-eles entre atores e, com isso, minimizar o risco de conflitos que venham eventualmente a dificultar os processos colaborativos (Johnson, Boster & Palinkas, 2003; Bodin & Crona, 2009). Sua aplicação pode lançar luz sobre a ação coletiva em redes de governança para a gestão territorial, por meio da capacidade de facilitar a coordenação, a divisão de papéis e o estabelecimento de normas e estruturas de ação. A distribuição do número de relações de cada ator em uma rede, ou a distribuição de grau da rede, fornece informações sobre estruturas de rede desejáveis versus indesejáveis para a promoção da ação coletiva, a aprendizagem social e o conhecimento para a ação (Henry & Vollan, 2014). Redes dispersas, com um grande número de nós muito mal conectados (baixo grau) e um pequeno, mas influente, número de nós muito bem conectados (elevado grau), são altamente dependentes da capacidade dos atores centrais para promover mudanças sociais, por meio da cooperação e o consenso. Adicionalmente, a distribuição heterogênea de relações pode ser muito eficaz na divulgação rápida de informações, minimizando a densidade da rede global (Barabási & Bonabeau, 2003). Finalmente, a ARS propõe ferramentas metodológicas para caracterizar a distribuição e padrões de colaborações dentro (*bonding*) e entre grupos sociais (*bridging*), destacando assim o envolvimento de cada

grupo no processo participativo. Arranjos de colaboração baseados no capital social *bonding* e *bridging* podem fortalecer processos de governança (García-Amado et al., 2012; Yamaki, 2015). O primeiro, mediante o fomento da confiança e a redução de conflitos, favorecendo a colaboração e a troca de informações e consolidando o grupo para a ação coletiva; o segundo, por meio do acesso a novas ideias e do desenho de estratégias entre atores com experiências diversificadas, mobilizando recursos que não estão disponíveis dentro de um próprio grupo. Alguns autores defendem que um equilíbrio entre estas duas formas de capital social é importante para os processos de governança ambiental (Bodin & Crona 2009; Brondizio et al., 2009).

As medidas descritivas da rede de colaboração foram calculadas e avaliadas utilizando o software UCINET (Borgatti, Everett & Freeman, 2002). Os sociogramas para visualizar a estrutura da rede foram gerados usando o software NetDraw (Borgatti, 2002). A distribuição e os padrões de colaboração dentro e entre os grupos sociais da rede nos permitiram construir indicadores de capital social *bonding* e *bridging*, avaliar o impacto dos arranjos de colaboração sobre a gestão dos recursos naturais e examinar a relação entre os atributos dos stakeholders e a variação do capital social. A função *collapse* de UCINET foi usada para agrupar os indivíduos entrevistados por atributos compartilhados e para calcular o número médio de relações de colaboração (NMRC) dentro e entre os grupos da rede. Os valores NMRC dentro e entre os grupos e a distribuição de relações *bonding/bridging* para os diversos grupos estão disponíveis no Apêndice F (Tabelas F1-F7). Um teste de variância ANOVA foi aplicado aos dados para determinar se o NMRC era significativamente diferente entre os grupos sociais. Além do teste de significância, os valores eta-quadrado foram calculados como uma medida de tamanho do efeito para as diferenças médias dos grupos.

## **1.4 Resultados**

### **1.4.1 População de estudo**

A Tabela 5 mostra as características dos entrevistados envolvidos na governança do ME de acordo com os atributos pessoais considerados como potencialmente influentes sobre as relações de colaboração e que permitem agrupar os membros da rede social em diferentes categorias. A população de estudo está formada por mais do dobro de homens (70,9%) que mulheres (29,1%). Os níveis de educação formal são geralmente altos, uma vez que mais da metade dos respondentes têm estudos superiores, de graduação (37%) e de pós-graduação (21%). Quase dois terços dos stakeholders são responsáveis “formais” pela administração das APs do ME ou desenvolvem atividades técnicas de assessoria e assistência relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais do ME. As outras categorias de ocupação incluem, em ordem decrescente de frequência: lideranças comunitárias e ambientalistas e ativistas

socioambientais; pesquisadores vinculados a projetos de pesquisa e extensão na região e; pequenos produtores rurais, agricultores familiares e extrativistas (e.g., apanhadores de flores). A maioria dos indivíduos realizam suas atividades em um nível espacial local, vinculadas a um fragmento ou pequena unidade espacial (e.g., mancha de vegetação, comunidade/município, AP individual). Alguns indivíduos têm uma abrangência de uso e gestão em nível de paisagem ou sub-região (e.g., conjunto de APs, bacia hidrográfica, serra); enquanto muito poucos realizam suas atividades num nível global, na região ou no ME como um todo. A maioria dos indivíduos se vincularam com intervenções de educação ambiental como estratégia de sensibilização; fiscalização para o controle, proteção e prevenção de impactos ambientais; mobilização, visando a estruturação e fortalecimento da organização social e; ações de preservação voltadas à recuperação e manejo ambiental. Alguns indivíduos participam em atividades de mediação, que visam a resolução de conflitos socioambientais gerados no contexto do ME. Contudo, quase 25% dos respondentes manifestaram não estar realizando nem pensando em realizar ações pró-ambientais na sua área de influência ou atuação. Uma ampla porcentagem das pessoas entrevistadas é afiliada a algum coletivo organizado, participando principalmente como conselheiros/as de alguma AP do ME. Algumas pessoas entrevistadas estão envolvidas em associações da região, sejam públicas ou privadas, incluindo organizações sem fins lucrativos, sindicatos, consórcios, autarquias, colégios profissionais, núcleos de estudos e/ou comissões. Já uma menor porcentagem de entrevistados atua no conselho consultivo do ME, coparticipa nos dois conselhos consultivos vinculados formalmente à governança do ME, ou é membro de outro conselho de maior abrangência (e.g., meio ambiente, turismo, patrimônio, desenvolvimento rural/comunitário). Ainda assim, mais de dois terços dos entrevistados manifestaram não participar em nenhum coletivo da região.

**Tabela 5.** Características demográficas e socioculturais dos participantes do estudo por gênero (%). ME = Mosaico do Espinhaço; AP = Área protegida.

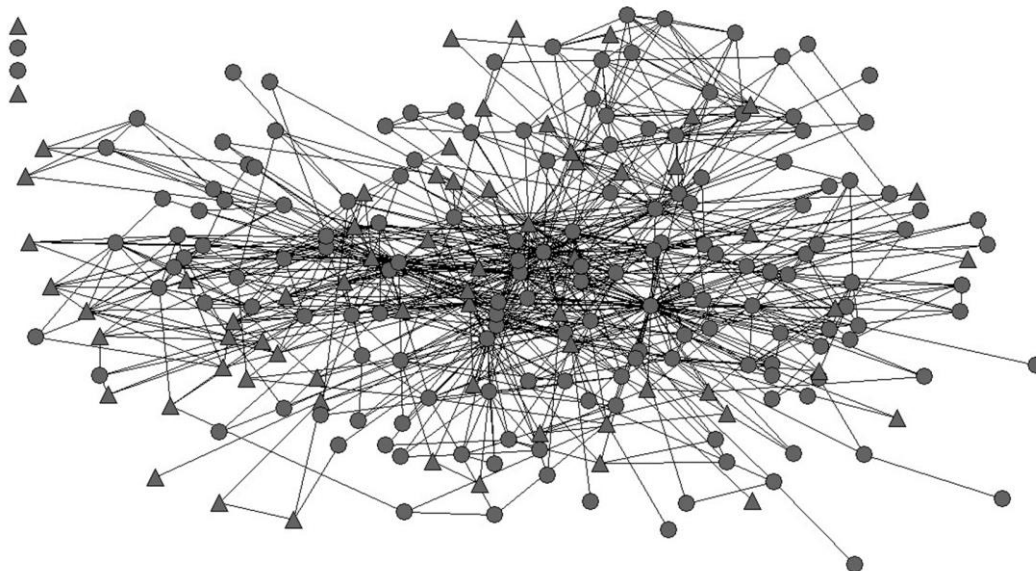
Características	Mulheres	Homens	Todos
	(n=67)	(n=163)	(n=230)
<i>Nível e educação (anos)</i>			
0-5	11,9	9,2	10,0
6-9	13,4	20,9	18,7
10-12	7,5	14,1	12,2
13-17	41,8	35,6	37,4
18 +	25,4	20,2	21,7
<i>Ocupação*</i>			
Liderança / ativista	19,4	13,5	15,2
Gestor(a)	20,9	41,7	35,7
Técnico(a)	29,9	28,2	28,7
Pesquisador(a)	17,9	12,3	13,9
Produtor(a) / agricultor(a) rural	11,9	4,3	6,5
<i>Área de influência</i>			
Fragmento	76,1	71,2	72,6
Paisagem	16,4	17,8	17,4
Região	7,5	11,0	10,0
<i>Atividades pró-ambientais*</i>			
Mediação de conflitos	4,5	3,1	3,5
Fiscalização	4,5	22,7	17,4
Educação ambiental	23,9	24,5	24,3
Mobilização social	17,9	14,1	15,2
Preservação ambiental	19,4	12,9	14,8
Nenhuma	29,9	22,7	24,8
<i>Participação em associações</i>			
Associação	16,4	13,5	14,3
Conselho consultivo ME	4,5	3,1	3,5
Conselho consultivo AP	40,3	35,6	37,0
Ambos conselhos	7,5	4,9	5,7
Outro conselho	3,0	6,1	5,2
Nenhuma	28,4	36,8	34,3
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

\* Chi-quadrado  $p < 0.05$

#### 1.4.2 Caracterização da rede de colaboração

A rede de colaboração do ME está formada por 230 indivíduos e possui um componente principal representado pela maioria dos membros da rede, densamente conectados entre si (n=226) (Figura 6). Existem 4 atores isolados, 2 homens e 2 mulheres, que não citaram parceiro de colaboração algum, nem foram indicados por outros. O número de colaborações

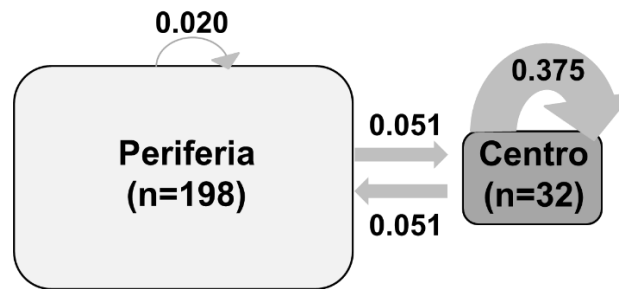
entre todos os indivíduos da rede é 1784, o que corresponde a uma média de 7,75 laços por ator.



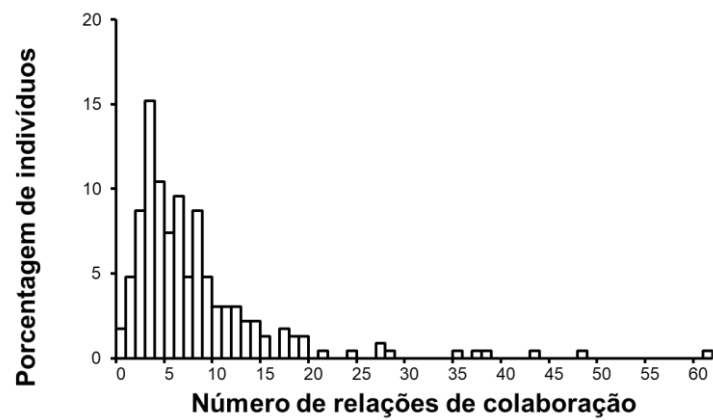
**Figura 6.** Rede de governança colaborativa no Mosaico do Espinhaço (n = 230). Nós descritos como círculos representam homens, enquanto que triângulos representam mulheres. Uma linha entre dois indivíduos indica uma relação de colaboração.

A rede apresenta um subgrupo central fortemente unido (n=32), envolta do qual se organizam as atividades de gestão dos recursos naturais do ME, e um subgrupo periférico pouco coeso (n=198), integrado pela maioria dos atores da rede (Figura 7). Os atores da zona central mantêm entre si 37% de todas as colaborações possíveis entre os membros da rede. A rede de colaboração do ME exibe uma distribuição heterogênea dos números de colaborações (Figura 8), com poucos indivíduos altamente conectados e muitos membros da rede com poucas conexões (57% dos indivíduos têm de 0 a 6 relações de colaboração). A Tabela 6 mostra os atores mais conectados e a média de conectividade da rede. A maioria dos atores com maior grau de conectividade são servidores vinculados aos órgãos públicos com competências de gestão no ME. Três homens que atuam, respectivamente, como gestor de uma AP estadual, gerente de uma organização não governamental socioambiental e coordenador regional de APs são os indivíduos mais centrais na rede de colaboração.





**Figura 7.** Estrutura centro-periferia da rede de governança no Mosaico do Espinhaço.



**Figura 8.** Distribuição de frequência (%) do número de relações de colaboração na rede de governança do Mosaico do Espinhaço.

**Tabela 6.** Número de colaborações dos dez atores mais conectados. M = masculino; F = feminino.

	<b>Gênero</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Colaborações</b>
1	M	Gestor	61
2	M	Liderança / ativista	48
3	M	Gestor	43
4	F	Gestora	38
5	M	Gestor	37
6	M	Gestor	35
7	F	Técnica	28
8	M	Gestor	27
9	M	Técnico	27
10	M	Gestor	24
<b>Média de conectividade de todos os nós</b>			<b>7,8</b>

### 1.4.3 Distribuição dos laços da rede de colaboração

Na Figura 9 os círculos representam as categorias dos atributos analisados e seu diâmetro é proporcional ao número de indivíduos em cada grupo, conforme especificado dentro de cada círculo. As setas representam as relações de colaboração internas e externas aos grupos de atores e sua espessura é proporcional ao valor NMRC. O NMRC para um dado grupo é indicado na legenda da figura.

#### *Gênero*

A Figura 9a mostra que o envolvimento na colaboração tanto de homens como de mulheres é intenso. O NMRC é 8,1 e 6,8, respectivamente. A maioria das colaborações dos homens acontece com outros homens, porém as mulheres estabelecem mais parcerias com os homens do que consigo próprias. Respectivamente, 77% das colaborações dos homens e 35% das mulheres na governança do ME têm lugar com membros do mesmo gênero.

#### *Educação*

Não há diferenças significativas nos NMRCs médios entre os grupos definidos pelo nível de educação formal e todos os grupos foram bem conectados, porém não uniformemente (Figura 9b). Indivíduos com os mais altos níveis de educação (i.e., graduação e pós-graduação) concentram o maior número de relações, com um NMRC de 8,4 e 9,9, respectivamente. Essas relações correspondem principalmente a colaborações internas a cada um dos grupos e a parcerias entre eles. O resto dos grupos, de menor nível de educação, exibem padrões de colaboração similares entre eles, tanto dentro como entre grupos. De qualquer maneira, parece que existe uma tendência crescente das relações de colaboração vinculada à escolaridade, uma vez que o NMRC aumenta à medida que também se incrementam os anos de educação formal.

#### *Ocupação*

Os padrões de colaboração diferem significativamente entre os grupos definidos pela ocupação no ME (Figura 9c, ANOVA,  $p = 0,02$ ), e de acordo com o eta-quadrado (0.048), o tamanho do efeito foi pequeno. O grupo de indivíduos responsáveis pela gestão “formal” das APs que integram o ME teve um NMRC significativamente mais elevado comparado com os outros grupos. Apesar de colaborar intensamente com membros do seu próprio grupo (i.e., 66% das relações correspondem a colaborações internas), esse grupo formado por gestores, analistas ambientais, guarda-parques e monitores também tem numerosos laços de colaboração com o resto, em particular com lideranças, pesquisadores e técnicos. Pesquisadores, técnicos e, em menor grau, produtores rurais, também exibiram forte colaboração interna. A produção rural é a atividade menos comum entre os membros da rede e os indivíduos que realizam essa atividade, junto aos técnicos, constituem os grupos com menor NMRC.

### *Área de influência ou atuação*

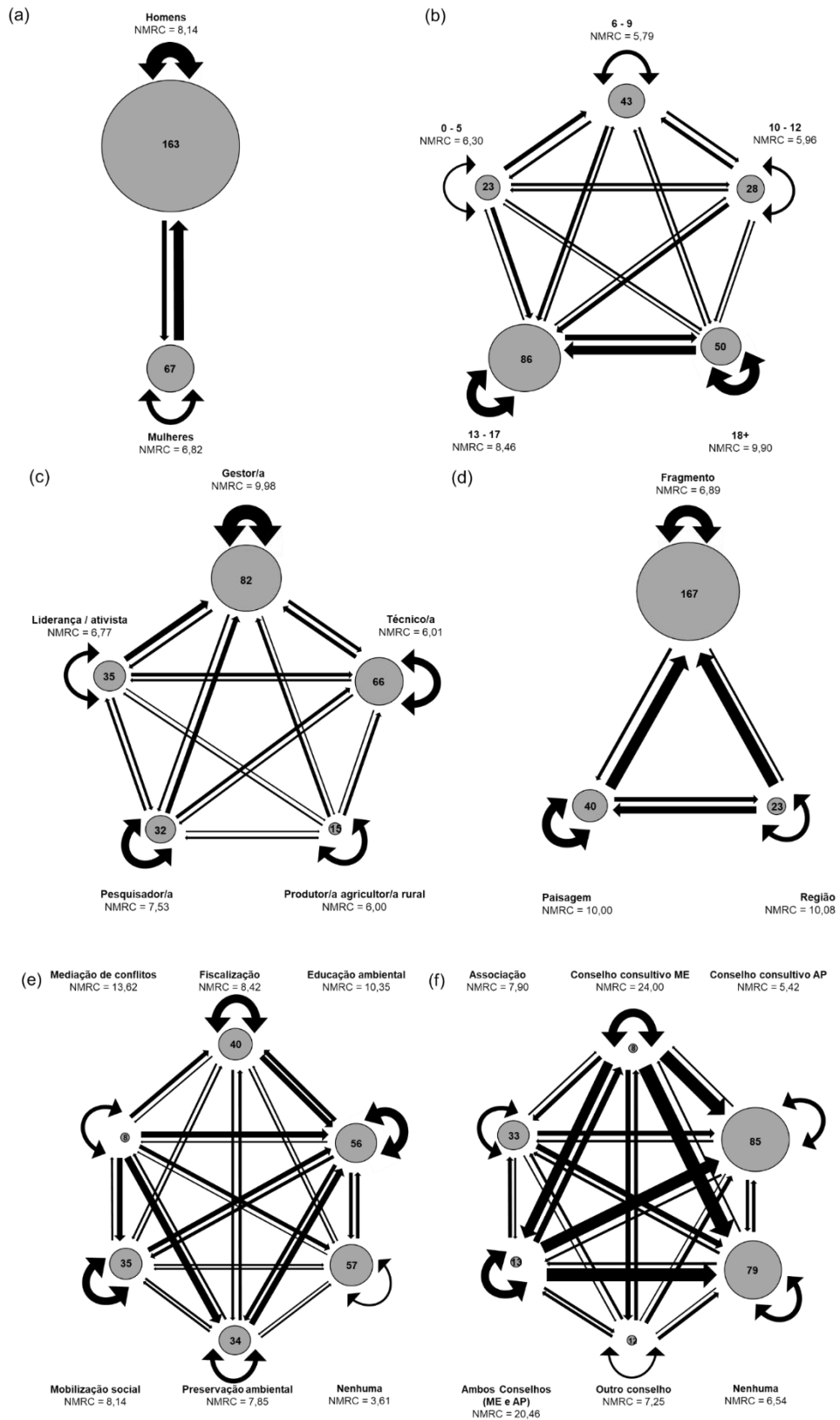
Membros da rede que exercem suas atividades de uso e gestão dos recursos naturais em níveis espaciais mais globais (i.e., região e paisagem) foram mais envolvidos em colaborações, apresentando valores de associação significativos (ANOVA,  $p = 0,02$ ). O tamanho do efeito foi pequeno ( $\eta^2 = 0,031$ ). Entretanto, esses dois grupos com níveis de atuação globais colaboram mais intensamente com o grupo que atua em nível local (i.e., fragmento) do que entre eles ou com os membros do seu próprio grupo (Figura 9d). O grupo com uma abrangência de uso e gestão mais local é o mais numeroso (72% da população de estudo) é também o que tem mais colaborações internas (73% das relações).

### *Atividades pró-ambientais*

Os NMRCs diferem significativamente entre os grupos definidos de acordo com seu compromisso ambiental com o ME, expressado por meio de ações ou intervenções que possam beneficiar de alguma maneira os valores naturais desse espaço (Figura 9e, ANOVA,  $p < 0,001$ ). Neste caso, o tamanho do efeito foi moderado ( $\eta^2 = 0,115$ ). O pequeno grupo de indivíduos comprometidos com processos de entendimento, mediação e resolução de conflitos inerentes à gestão do ME tem maior NMRC e colabora mais intensamente com todos os outros grupos, nomeadamente com as pessoas envolvidas em ações orientadas à preservação, mas também com os membros da rede envolvidos na educação e mobilização social (Figura 9e). No outro extremo, o grupo mais numeroso, formado por indivíduos que não manifestaram interesse em desenvolver qualquer atividade pró-ambiental, é também o grupo com menor NMRC. Os outros grupos deste atributo também desenvolvem mais colaborações externas do que internas, embora as colaborações dentro dos grupos sejam expressivas.

### *Participação em associações*

Houve notáveis diferenças de colaboração entre grupos com diferentes participações em associações (Figura 9f, ANOVA,  $p < 0,001$ ). O tamanho do efeito foi grande ( $\eta^2 = 0,335$ ). As pessoas que estão envolvidas no conselho consultivo do ME, de maneira exclusiva ou compartilhada com algum conselho das APs que o integram, têm, em média, muitas mais relações de colaboração do que o resto de grupos (NMRC de 24 e 20, respectivamente). Embora as relações internas desses dois grupos sejam consideráveis, as espessuras das setas direcionais indicam que as colaborações foram estabelecidas, em sua maioria, com pessoas que não participam em nenhuma associação da região, mas também com conselheiros que só atuam em APs. As pessoas envolvidas em coletivos organizados em associações e em outros conselhos da região também apresentam envolvimento ativo na colaboração para a gestão.



**Figura 9.** Distribuição das relações de colaboração na rede de governança colaborativa dentro e entre os grupos definidos de acordo com o gênero (a), nível de educação (b), ocupação (c), área de influência ou atuação (d), atividades pro-ambientais (e), participação em associações (f). NMRC: número médio de relações de colaboração.

## 1.5 Discussão

### 1.5.1 A rede de colaboração do Mosaico do Espinhaço

Nossos resultados revelaram uma rede coesa com um conjunto diversificado de membros agrupados informalmente em uma estrutura centro-periferia. Esta estrutura é semelhante a outras redes envolvidas em sistemas de gestão de recursos naturais (Ernstson, Sörlin & Elmqvist, 2008; Enqvist et al., 2014; Burgos & Mertens, 2016) e indica alta eficiência em termos de ação, facilitando a coordenação da ação coletiva e os processos de governança (Bodin, Crona & Ernstson, 2006; Bodin & Crona, 2009). A alta conectividade entre os atores centrais da rede do ME pode facilitar a tomada de decisão e sugere que recursos possam alcançar rapidamente o conjunto de atores da periferia, produzindo um efeito potencialmente positivo para, por exemplo, compartilhar capacidades e acessar conhecimentos diversificados úteis para a organização de atividades conjuntas e/ou projetos comuns. Da mesma forma, a presença de uma periferia grande e diversa de atores conectada ao centro evidencia vínculos que podem apoiar o trabalho dos atores do núcleo nos processos de tomada de decisão, por meio da inclusão de diferentes conhecimentos ecológicos, olhares, ideias externas e outros recursos. Além disso, canais de colaboração estabelecidos entre o centro e os atores periféricos, poderão ser aproveitados no futuro para outras formas de parceria úteis para o desenvolvimento territorial. Contudo, assim como Ernstson et al. (2008), nós identificamos que grupos de stakeholders com valiosos conhecimentos ecológicos locais como produtores rurais e lideranças não foram incluídos ou têm, respectivamente, escassa representação na fração core da rede (dados não mostrados). Como usuários ativos dos recursos naturais do ME, a atuação desses atores é fundamental, além de para proteger o ME, para sustentar o funcionamento dos ecossistemas. Portanto, sua posição periférica na estrutura da rede poderia limitar a gestão colaborativa dos ecossistemas. Nossos resultados também mostram que a distribuição heterogênea das relações de colaboração na rede do ME tem implicações positivas para a robustez da rede, uma vez que a hierarquia de relações permite tolerar falhas acidentais sem que a rede perca sua conexão e, portanto, seu funcionamento (Barabási & Bonabeau, 2003). Contudo, embora essa alta dispersão das colaborações possa ser essencial para manter a conectividade total da rede e sua funcionalidade para a governança (e.g., permitindo a visão e articulação abrangente de conhecimentos sobre os processos ecológicos que dominam o ME e/ou a organização de atividades e/ou projetos conjuntos) não se devem esquecer possíveis riscos de vulnerabilidade associados à desaparecimento ou alteração dos membros mais conectados. Isso é especialmente importante se pensarmos que a estabilidade ao cargo dos indivíduos que ocupam essas posições destacadas de conectividade, principalmente gestores de algumas APs do ME, está atrelada aos ciclos políticos e aos interesses e vontades da hierarquia institucional. A fragilidade das condições

laborais, unida à falta de recursos financeiros e sobrecarga de funções, cria graves dificuldades cotidianas de trabalho e aumenta os riscos de que esses atores centrais sejam alvo de destituições seletivas de caráter político ou abandonem o cargo por cansaço e desmotivação. A descontinuidade e alta rotatividade desses cargos de chefia poderia então desencadear uma fragmentação das relações, uma interrupção na implementação e continuidade das ações no ME ou o colapso das atividades desenvolvidas, uma vez que boa parte da rede seria afetada.

Elevada centralidade está normalmente relacionada a atores com alto grau de confiança e que têm uma visão estratégica da governança e mais holística de toda a rede (Graham et al., 2003; Prell, Reed, & Hubacek, 2011). Os dados qualitativos das entrevistas indicam que os atores centrais da rede trabalham na região desde antes da criação do ME e que participam (ou participaram no passado) no conselho consultivo do ME, sendo reconhecidos por muitos membros da rede como referências para, por exemplo, recorrer a informações confiáveis, solicitar ajuda e sanar dúvidas. A identificação desses “atores-chave” e seu alto potencial de centralidade poderiam ser aproveitados pelas agências de meio ambiente, por exemplo, como canais efetivos para o levantamento e a divulgação de informações estratégicas sobre o ME e/ou para a introdução de ferramentas ou novas iniciativas de conservação, necessárias para implementar processos e políticas de gestão na região que permitam atingir os objetivos do ME. Porém, eventuais riscos para a governança do ME, relacionados com o poder dos atores centrais, devem ser considerados. Apesar de uma relativa redistribuição de poder na rede, a existência de indivíduos que detêm maior poder de influência e capacidade de direção das ações a realizar pode estar criando um fórum exclusivo, originando tensões e conflitos decorrentes desse privilégio entre o resto de membros da rede ou levando a uma inação de determinados indivíduos sob a crença de que os “hiperconectados” têm sozinhos a responsabilidade da gestão. Qualquer dessas situações seriam suficientes para deixar de “pensar em rede”, provocar assimetrias e a fragilidade interna da rede, com consequências negativas para implementação de formas de organização coerentes com a governança colaborativa e planejamento de estratégias que promovam uma paisagem funcional no ME.

### **1.5.2 Padrões da rede de colaboração**

Entender as dimensões de *gênero* na gestão dos recursos naturais é um ponto de partida para reverter a degradação ambiental e atingir metas de conservação com a melhoria de vida das comunidades envolvidas. No ME, mulheres e homens participam na rede de colaboração, porém essa participação acontece em condições de desigualdade. Os dois grupos sociais não estão da mesma maneira representados na rede e o envolvimento masculino supera amplamente o feminino. Este acentuado desequilíbrio nas estruturas formais e informais de tomada de decisão ameaça o uso sustentável e a gestão dos recursos

naturais. No entanto, mulheres mostram uma tendência heterofílica. Essa preferência das mulheres de estabelecer colaborações externas ao grupo poderia indicar um mecanismo de superação da desigualdade de status para essa minoria dentro da estrutura de governança do ME e permitiria às mulheres usufruir dos benefícios advindos da diversidade e acesso instrumental por meio dos laços que estabelecem com os homens (Ibarra, 1992; McPherson, Smith-Lovin & Cook, 2001). Aumentaria, ademais, a habilidade desse grupo social de negociar seus interesses na conservação e a capacidade de influenciar na gestão territorial, ao permitir que mulheres possam compartilhar com os homens as conexões particulares que elas têm com os recursos naturais e sistemas ecológicos do ME (e.g., conhecimento, uso, acesso, controle e impacto sobre os recursos e/ou posturas a respeito dos recursos e da conservação).

A *educação* auxilia no processo de construção de conhecimento. Mais da metade dos indivíduos da rede de colaboração do ME têm estudos superiores. Isso induz a pensar que a rede está formada majoritariamente por pessoas que, além de domínio amplo de conhecimentos específicos, têm outras características como autonomia, criatividade, capacidade de reflexão e, espírito crítico e investigativo. Essas características estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento de habilidades e capacidades propícias para uma análise mais abrangente das complexas dinâmicas do ME, o que pode, por sua vez, ajudar a enfrentar os desafios socioecológicos do sistema de governança associado à gestão territorial. Formações diversas desses atores altamente qualificados podem constituir também um ponto de partida para a construção de uma abordagem interdisciplinar valiosa para o estudo e manejo do ME. Essa interdisciplinaridade ajudaria à compreensão de aspectos socioecológicos da paisagem protegida e seria um estímulo para repensar as ações implementadas de modo a adequá-las às necessidades concretas e condições do momento, aumentando assim, a sua efetividade. Porém, a capacidade dos membros da rede para alcançar um entendimento mais pleno da realidade do ME e a identificação de possíveis problemas na gestão dos recursos naturais, requer a combinação de diferentes formas de saber e experiências, muitas vezes ancoradas no contexto local não científico ou especialista, e que vão além da educação formal. Nesse sentido, a dispersão das colaborações dentro e entre os grupos sugere uma expansão de conhecimento favorável ao desenvolvimento de estratégias de governança apropriadas, uma vez que, por causa da complexidade inerente a esse SSE, é difícil para qualquer grupo possuir toda a gama de conhecimentos necessários para a gestão. Ações como o manejo do fogo de base comunitária, o fomento da agroecologia e o planejamento e estruturação do turismo comunitário e ecoturismo são exemplos de parcerias que proporcionam continuidade na pesquisa e assistência técnica com comunidades locais e que se estariam beneficiando de um diálogo de saberes no ME. Contudo, a concentração de relações nos dois grupos de maior nível de educação - formados principalmente por pesquisadores, gestores e técnicos - revela certa hierarquia e

corporativismo das colaborações que pode comprometer o desempenho da rede para a gestão dos ecossistemas. Isso porque tais grupos estariam atuando distantes da realidade local, sem levar em consideração os conhecimentos ancorados nas experiências mais próximas ao ME. Além disso, posições polarizadas e imobilistas entre atores com maior nível de educação, de um lado, partidários da preservação da natureza e, de outro lado, defensores da presença/uso nos/dos espaços naturais de/por comunidades tradicionais, estariam acirrando conflitos nas APs do ME em torno à dicotomia preservação/conservação. Esta situação de divisão entre parte destacada dos membros é corroborada pelos entrevistados e induz a erosão da coesão social, o que pode enfraquecer o processo colaborativo na governança do ME.

Nossos achados para o padrão de colaboração conforme a *ocupação* no ME sugerem que existe organização e coordenação entre os stakeholders e que problemas, desafios e soluções que envolvem a gestão territorial são compartilhados entre diversos grupos sociais. As interações entre todos os grupos evidenciam os benefícios que a atuação em uma rede colaborativa, como agentes com habilidades, funções e competências complementares, traz para a governança. Colaborações diversificadas e integradas não só permitem a troca de ideias, experiências e conhecimentos envolta de questões chave para a gestão operativa do ME (e.g., vigilância e fiscalização, educação ambiental, uso público e turismo, manejo da vida silvestre, gestão de conflitos, planejamento e avaliação de infraestrutura), como também oferecem vantagens, por exemplo, para otimizar recursos, concretizar e implementar tarefas comuns e resolver problemas de maneira mais eficiente, ágil e consensual. A unidade e coesão nos grupos, com consideráveis colaborações internas, também é favorável ao desenvolvimento de âmbitos de atuação específicos necessários para a gestão territorial, tais como associações comunitárias, grupos de pesquisa e entidades de desenvolvimento municipal e regional. Nossos resultados consolidam também a ideia da necessidade de profissionais qualificados para o gerenciamento de APs que liderem processos de governança e atuem como catalisadores da gestão para que os objetivos de criação do ME sejam alcançados. Além das relações internas ao grupo, necessárias para executar coordenadamente funções de trabalho diversas e cotidianas, dentro e entre APs, os membros da rede que trabalham diretamente com a gestão das APs são, provavelmente, atores responsáveis pela coesão. Esses atores representam o elo fundamental entre as políticas públicas de conservação da biodiversidade e as comunidades e conectam os grupos do ME, por meio do seu papel de referência e visão unificada, possibilitando dessa forma o trabalho coletivo para a criação de soluções integradas. No entanto, apesar da diversidade de grupos de ocupação que apresenta a rede de estudo, chama a atenção a baixa representação de proprietários e trabalhadores de terras, e a ausência de atores vinculados a áreas privadas e propriedades fundiárias dos interstícios. Atores tais como produtores rurais, agricultores



familiares, extrativistas, empresários da mineração, fazendeiros, empresários do ramo florestal, proprietários de APs privadas e proprietários de áreas abandonadas estão presentes na região de estudo e têm potencial de interrupção e/ou de fomento do fluxo ecológico no ME e, portanto, impacto sobre a conservação da biodiversidade. O engajamento desses praticantes e proprietários de terras seria fundamental para melhorar a gestão do ME e consolidar o enfoque participativo para a constituição de um projeto territorial integrador mais efetivo.

O padrão de colaboração dos grupos segundo a *área de influência ou atuação* sugere dois níveis de análise. O primeiro, um elevado número de atores que atuam principalmente em um fragmento territorial e a elevada proporção de relações internas desse grupo, o que revela que a maioria dos atores da rede acometem ações de uso e gestão em uma perspectiva local. Por trás desse comportamento podem estar equipes técnicas e gestoras vinculadas especificamente às APs, funcionários de órgãos municipais e membros das comunidades que moram e/ou trabalham nas zonas de entorno das APs e que precisam priorizar parcerias no âmbito local para desenvolver tarefas diárias. Além disso, a falta de recursos humanos, materiais e financeiros, junto à sobrecarga de trabalho (e responsabilidades) de muitos desses atores, estariam restringindo sua capacidade para pensar além do local, frustrando o desenvolvimento de qualquer ação mais abrangente ou tentativa de colaboração com atores que atuam em contextos mais globais. Essa dificuldade para pensar, e sobretudo, agir conjuntamente com atores que se destacam em um nível espacial maior, pode denotar certo grau de risco na governança e vir a enfraquecer a gestão dos recursos naturais do ME. O segundo nível de análise desse padrão relacional corresponde às colaborações dos membros da rede que atuam em níveis espaciais mais globais. Atores vinculados à unidade territorial de paisagem ou que desenvolvem suas atividades na região do ME, mantêm um relativo equilíbrio de relações dentro e entre os dois grupos. Entretanto, atuar em um nível espacial mais global do ME parece predispor para o estabelecimento preferencial de parcerias com atores vinculados ao contexto local. A existência de atores que atuam em nível global e essa tendência de colaborações “entre níveis” sugere que a rede do ME tem capacidade para realizar ações de uso e gestão numa perspectiva explicitamente sistêmica (e.g., planejamento de uso da terra e conservação da terra, manejo da água, proteção da biodiversidade, mitigação de incêndios) com benefícios esperados em nível global, mas também local. Isso favorece uma visão integrada do ME e é especialmente importante se pensarmos que a governança territorial requer de “pensamento de conectividade” (Lockwood, 2010), com respostas em escala de paisagem e estratégias de gestão que devem considerar questões que atravessam os limites das APs na matriz circundante.

A estrutura de relacionamento entre os indivíduos agrupados por *atividades pró-ambientais* mostrou que esse atributo marca significativamente o grau de colaboração. As

peças que atuam em processos de mediação de conflitos são, de todos os grupos, as que, em média, desenvolvem maior número de relações de colaboração, sendo que essas parcerias acontecem principalmente com os outros grupos. Conflitos no ME têm um componente fundiário principal e são criados pela sobreposição de territórios oficiais e tradicionais na implantação das APs que o formam. “Mediadores de conflitos” no ME devem inspirar confiança o resto de indivíduos e assumem voluntariamente um papel de interlocução, procurando estabelecer pontes de diálogo entre diversos interesses em torno de assuntos relacionados com a apropriação e o controle sobre os recursos naturais. Apesar do número reduzido de atores, acredita-se que as colaborações desse grupo são fundamentais para mediar pressões e contrapressões que afetam, negativamente, à governança e procurar soluções adequadas para a gestão. O resto dos grupos mantém uma diversidade e intensidade de relações de colaboração que podem se associar às demandas ou prioridades de gestão no ME e à habilidade e predisposição dos indivíduos para estabelecer parcerias. A pluralidade de ações desenvolvidas e a dispersão das colaborações neste padrão relacional revelam um cenário de complementaridade de intervenções no ME desejável para atender à complexidade desse SSE. Esse aspecto reafirma, ainda, a necessidade de articular diferentes atividades de conservação e de considerar as inter-relações entre componentes sociais e ambientais na governança territorial de APs.

Nosso estudo mostrou que também a *participação em associações* está associada ao estabelecimento de relações de colaboração na gestão territorial. Como seria de esperar, o padrão relacional sugere que os conselheiros do ME estão utilizando esse conselho como fórum de relações e canal de mobilização social, desenvolvendo articulações regionais para a gestão em escala ampliada. Nesse sentido, nossos resultados apontam para uma distribuição das colaborações dos membros do conselho consultivo que vai além das relações internas necessárias para o correto funcionamento deste espaço central de governança do ME. As colaborações dos conselheiros acontecem com todos os grupos, inclusive com maior intensidade para as pessoas que não participam em nenhuma associação. Essa circunstância sugere que as relações dos conselheiros são horizontais e solidárias com o resto de membros da rede. Isso é positivo tanto para minimizar as falhas derivadas da redundância que pode acontecer dentro do conselho do ME, quanto para estabelecer trocas com atores externos que ajudem a construir um novo olhar para intervenções territoriais mais efetivas. Além disso, nossos resultados mostram a existência de colaborações pouco intensas dentro do grupo formado por atores envolvidos nos conselhos consultivos das APs. Estudos recentes (Delelis, Rehder & Cardoso, 2010; Gidsicki, 2013) já alertaram que um dos principais limites impostos ao funcionamento da maioria dos mosaicos de APs é a ausência de uma cultura de cooperação entre as esferas de gestão das APs que os compõem e que passa pela dificuldade que tais esferas têm para realizar trabalho conjunto, principalmente no nível gerencial e

cotidiano. Finalmente, o fato da rede de colaboração estar formada por diferentes membros, em sua maioria envolvidos em algum tipo de coletividade organizada, sugere que a rede tem cultura cidadã e de responsabilidade, necessária para atender espaços de “concertação” e decisão democrática tal como o ME. Experiências e dinâmicas associativas nesses espaços possibilitam a acumulação de um conjunto heterogêneo de conhecimentos e destrezas tais como competências organizativas, comprometimento, perseverança, proatividade e capacidade de comunicação, dentre outras. Essa aprendizagem social facilita e agiliza processos colaborativos e de tomada de decisão que por sua vez, podem favorecer os esforços da gestão participativa e ser úteis ao trabalho de governança do ME.

### **1.6 Conclusões e recomendações futuras**

A rede de colaboração do ME é densa e diversificada de atores, envolvendo variedade de experiências individuais que proporcionam à rede alta capacidade para o controle social e a ação coletiva. O padrão das conexões segundo cada atributo pessoal analisado sugere uma rede moderadamente heterogênea, com muitos laços alcançando diferentes grupos, e com arranjos de colaboração inclusivos que integram relações *bonding* e *bridging*. Esta estrutura colaborativa destaca como uma rede que opera de maneira descentralizada e modular, com interação coletiva na tomada de decisões entre os seus membros e susceptível de favorecer alguns dos aspectos-chave que condicionam o desempenho da governança em APs, tais como conectividade, heterogeneidade, inclusão social, corresponsabilidade e articulação multinível. O resultado é um sistema de governança com potencial para favorecer a eficiência e coordenação das atividades de gestão ao permitir que atores diversos abordem problemas compartilhados de forma concertada.

Nossos resultados apoiam a ideia de que intervenções de gestão colaborativa e integrada da biodiversidade estão provocando mudanças lentas, porém visíveis, nos processos de governança de APs, com atividades descentralizadas assumindo gradualmente o protagonismo, em lugar de clássicas abordagens centralizadas e de custódia (Manzoor et al., 2013). Contudo, nosso trabalho revelou uma série de riscos e desafios associados à governança colaborativa, a enfrentar pela rede do ME para melhorar a gestão integrada: (i) baixa representatividade e engajamento de mulheres, atores locais e daqueles mais diretamente dependentes dos recursos naturais dos interstícios, susceptível de criar bloqueios na gestão pois tais grupos sociais não conseguem legitimar o processo de tomada de decisão; (ii) dependência de alguns atores centrais específicos, principalmente gestores, dotados de certo potencial de controle social e alto grau de influência sobre os demais; (iii) certa dominância das relações por parte de um grupo de “elite”, formado pelos atores com maior nível de educação, ofuscando a voz das pessoas com menor educação formal; (iv) adoção de posicionamentos radicais por alguns atores que inviabiliza o tratamento dos conflitos, dificulta

o processo colaborativo e prejudica a implementação do ME e; (v) ameaça à sustentabilidade a longo prazo da rede como um todo e dos conselhos consultivos como instancias de discussão e suporte à tomada de decisões, uma vez que existem importantes fragilidades administrativas de dotação e manutenção de infraestrutura e pessoal para um funcionamento efetivo.

À luz destes achados do estudo exploratório consideramos importante implementar um plano de comunicação para o ME como estratégia para mobilizar e articular o tecido social para melhorar a governança. Primeiro, reforçando a sensibilização e comunicação positiva com as comunidades envolvidas para que a população conheça o papel e a importância do ME para a qualidade de vida e o bem-estar, fortalecendo para isso a identidade territorial. Segundo, mobilizando e capacitando os conselhos consultivos por meio de subsídios conceituais e metodológicos orientados a: (i) despertar o interesse em participar nessas instancias e; (ii) fortalecer a atuação dos seus membros, de forma que a participação seja mais efetiva e qualificada, principalmente para organizar atividades, realizar articulações institucionais e buscar linhas de financiamento. Terceiro, criando e mantendo canais de comunicação entre as APs para potencializar os recursos humanos, elaborar e coordenar protocolos em comum e criar condições favoráveis para operacionalizar as ideias e as ações de maneira integrada e com resultados satisfatórios. E quarto, estimulando a criação de espaços de encontro de pessoas e instituições envolvidas na gestão de mosaicos de APs e fortalecendo a operacionalidade de alguns foros já existentes para fomentar intercâmbios regionais e estabelecer trocas de experiências necessárias para o fortalecimento desses modelos de gestão territorial.

Argumentamos que abordagens relacionais baseadas na ARS têm potencial para avaliar se estratégias e projetos desenhados na tentativa de instituir e se valer de condições ideais de governança de APs apresentam ou não impasses estruturais que condicionam práticas de gestão desejável. Mais especificamente, defendemos que analisar aspectos estruturais das redes sociais envolvidas na promoção da governança territorial ajuda a determinar se iniciativas de implantação de modelos de gestão integrada da biodiversidade, tal como os mosaicos de APs, são um instrumento legítimo desse paradigma de conservação “integrador e participativo”. Acreditamos, ademais, que a perspectiva de redes sociais é útil para examinar os fatores que contribuem para a distribuição do capital social entre os stakeholders em processos de governança para a gestão territorial, com atenção especial ao papel dos atributos pessoais. Outras pesquisas baseadas em estudos comparativos ou mesmo longitudinais utilizando-se a ARS poderiam incorporar as percepções sociais dos stakeholders para avaliar a trajetória das experiências e os possíveis conflitos que influenciam os processos de governança territorial de APs. Nesse sentido, informações e análises complementares ao panorama das relações sociais obtido por meio da ARS, tais como causas

que condicionam a participação dos indivíduos na rede e seu potencial de empoderamento, seriam relevantes para alcançar um melhor entendimento da dinâmica social associada à governança e que tem expressões particulares em cada situação. Da mesma forma, outras pesquisas poderiam abordar a relação entre a estrutura social das redes e diferentes critérios de sucesso de gestão, oferecendo estratégias adequadas para fomentar a proteção em longo prazo dos ecossistemas. Por exemplo, a incorporação ampla e minuciosa de indicadores de conservação nos estudos que visam avaliar sistemas de governança de APs por meio de ARS ajudaria a fornecer informações adequadas sobre a qualidade dos ecossistemas gerenciados, de maneira a identificar o nível de ajuste entre a estrutura das redes de governança e a conservação da biodiversidade. Finalmente, destacamos a necessidade de que esforços futuros de pesquisa incorporem o capital social de tipo “ligação” (i.e., *linking social capital*) na análise de modelos de governança territorial de APs, de maneira a obter um conhecimento mais completo dos arranjos de colaboração relevantes para o incentivo da ação coletiva em iniciativas de conservação em larga escala.

### Referências bibliográficas

- Alexander, S. M., D. Armitage, P. J. Carrington, & Ö. Bodin. 2017. Examining horizontal and vertical social ties to achieve social–ecological fit in an emerging marine reserve network. *Aquatic Conservation* 27:6:1209-23.
- Armitage, D., R. Plummer, F. Berkes, R. I. Arthur, A. T. Charles,... & E. K. Wollenberg. 2009. Adaptive co-management for social–ecological complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7:95-102.
- Arora-Jonsson, S. 2013. *Gender, Development and Environmental Governance: Theorizing Connections*. Routledge, New York.
- Barabási, A. L., & E. Bonabeau. 2003. Scale-free Networks. *Scientific American* 50: 50-59, 2003.
- Barnes-Mauthe, M., S. Arita, S. D. Allen, S. A. Gray, & P. S. Leung. 2013. The influence of ethnic diversity on social network structure in a common-pool resource system: implications for collaborative management. *Ecology and Society* 18(1): 23.
- Barnes-Mauthe, M., S. A. Gray, S. Arita, J. Lynham, & P. Leung. 2015. What Determines Social Capital in a Social–Ecological System?. *Environmental Management* 55:392-410.
- Beilin, R., N. T. Reichelt, B. J. King, A. Long, & S. Cam. 2013. Transition landscapes and social networks: examining on-ground community resilience and its implications for policy settings in multiscale systems. *Ecology and Society* 18(2):30.
- Bixler, R. P., S. Johnson, K. Emerson, T. Nabatchi, M. Reuling,...& M. Grove. 2016. Networks and landscapes: a framework for setting goals and evaluating performance at the large landscape scale. *Front. Ecol. Environ.* 14:145–153.
- Bodin, Ö., B. Crona, & H. Ernstson. 2006. Social networks in natural resource management: what is there to learn from a structural perspective? *Ecology and Society* 11(2): r2.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance. What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19:366-374.

- Bodin, Ö., & C. Prell. 2011. *Social networks and natural resource management: uncovering the social fabric of environmental governance*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Borgatti, S. P., C. Jones, & M. G. Everett. 1998. Network measures of social capital. *Connections* 21(2):27-36.
- Borgatti, S. P., & MG. Everett. 2000. Models of core/periphery structures. *Social Networks* 21(4):375-395.
- Borgatti, S. P. 2002. *NetDraw: Graph Visualization Software*. Analytic Technologies, Needham, MA.
- Borgatti, S. P., MG. Everett, & L. C. Freeman. 2002. *UCINET 6 for Windows: software for social network analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.
- Borrini-Feyerabend, G., N. Dudley, T. Jaeger, B. Lassen, N. Pathak Broome, A. Phillips, & T. Sandwith. 2013. Governance of protected areas: from understanding to action. Best practice protected area guidelines. Series no. 20. IUCN, Gland, Switzerland.
- Brondizio, E.S., E. Ostrom, & O. R. Young. 2009. Connectivity and the Governance of Multilevel Social-Ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 253-278.
- Burgos, A., & F. Mertens. 2016. As redes de colaboração no turismo de base comunitária: implicações para a gestão participativa. *Tourism & Management Studies* 12(2):18-27.
- Burgos, A., & F. Mertens. 2017. Participatory management of community-based tourism: A network perspective. *Community Development* 48(4):546-565.
- Butchart, S. H. M., M. Walpole, B. Collen, A. van Strien, J. P. W. Scharlemann, ... & R. Watson. 2010. Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science* 328:1164-1168.
- Cash, D. W., W. Adger, F. Berkes, P. Garden, L. Lebel, P. Olsson, L. Pritchard, & O. Young. 2006. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society* 11(2):8.
- Crona, B., & Ö. Bodin. 2006. What you know is who you know? Communication patterns among resource users as a prerequisite for co-management. *Ecology and Society* 11(2):7.
- Crooks, K. R., & M. Sanjayan. 2006. *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Cumming, G. S., Ö. Bodin, H. Ernstson, & T. Elmqvist. 2010. Network analysis in conservation biogeography: challenges and opportunities. *Diversity and Distributions* 16:414-425.
- Delelis, C. J., T. Rehder, & T. M. Cardoso. 2010. *Mosaicos de áreas protegidas: reflexões e propostas da cooperação franco-brasileira*. Ministério do Meio Ambiente, MMA; Embaixada da França no Brasil – CDS UnB, Brasília, Brazil.
- Dudley, N. 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland.
- Enqvist, J., M. Tengö, & Ö. Bodin. 2014. Citizen networks in the Garden City: Protecting urban ecosystems in rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning* 130:24-35.
- Ernstson, H., S. Sörlin, & T. Elmqvist. 2008. Social movements and ecosystem services—the role of social network structure in protecting and managing urban green areas in Stockholm. *Ecology and Society* 13(2):39.
- Fonseca, I. F., & M. Bursztyn. 2009. A banalização da sustentabilidade: reflexões sobre governança ambiental em escala local. *Sociedade e Estado* 24(1):17-46.
- García-Amado, L. R., M. R. Pérez, I. Iniesta-Arandia, G. Dahringer, F. Reyes, & S. Barrasa. 2012. Building ties: Social capital network analysis of a forest community in a biosphere reserve in Chiapas, Mexico. *Ecology and Society* 17(3):3.

- Gidsicki, D. 2013. *Protocolo de avaliação de efetividade de gestão de mosaicos de áreas protegidas no Brasil*. Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 42. Série Conservação e Áreas Protegidas. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera, São Paulo, Brazil.
- Graham, J., B., B. Amos, & T. Plumptre. 2003. *Governance Principles for Protected Areas in the 21<sup>st</sup> Century*. Institute on Governance, Ottawa.
- Hanneman, R., & M. Riddle. 2005. *Introduction to social network methods*. University of California, Riverside, CA.
- Henry, A. D., & B. Vollan. 2014. Networks and the Challenge of Sustainable Development. *Annual Review of Environment and Resources* 39(1):583-610.
- Ibarra, H. 1992. Homophily and differential returns: Sex differences in network structure and access in an advertising firm. *Administrative Science Quarterly* 37:422-447.
- Instituto Estadual de Florestas (IEF). 2012. *Panorama da Biodiversidade em Minas Gerais*. Governo de Minas, Belo Horizonte, Brazil.
- Johnson, J. C., J. S. Boster, & L. A. Palinkas. 2003. Social roles and the evolution of networks in extreme and isolated environments. *Journal of Mathematical Sociology* 27:89-121.
- Lockwood, M. 2010. Good governance for terrestrial protected areas: A framework, principles and performance outcomes. *J. Environ Manage.* 91(3):754-66.
- Manzoor, R., D. G. Craig, S. A. Mukul, & N. A. Khan. 2013. A journey towards shared governance: status and prospects for collaborative management in the protected areas of Bangladesh. *Journal of Forestry Research* 24(3):599-605.
- McPherson, J. M., L. Smith-Lovin, & J. M. Cook. 2001. Birds of a feather: Homophily in social networks. *Annual Review of Sociology* 27:415-444.
- Miller, K. R. 1996. *Balancing the scales: guidelines for increasing biodiversity's chances thought bioregional management*. Word Resource Institute, Washington.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. *Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225 parágrafo 1º, incisos I, II, III, e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. MMA, Brasília, Brazil.
- Palomo, I., C. Montes, B., Martín-López, J. A. González, M. García-Llorente, P. Alcorlo, & M. R. G. Mora. 2014. Incorporating the Social–Ecological Approach in Protected Areas in the Anthropocene. *BioScience* 64(3):181-191.
- Prell, C., K. Hubacek, & M. Reed. 2009. Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. *Society and Natural Resources* 22:501-518.
- Prell, C., M. Reed, & K. Hubacek. 2011. Social network analysis for stakeholder selection and the links to social learning and adaptive co-management. Pages 95-118 in Ö. Bodin, & C. Prell, editors. *Social networks and natural resource management: uncovering the social fabric of environmental governance*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Pulsford, I., D. Lindenmayer, C. Wyborn, B. Lausche, G. L. Worboys, M. Vasilijevi, & T. Lefroy. 2015. Connectivity conservation management. Pages 851-888 in D. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, & I. Pulsford, editors. *Protected Area Governance and Management*. ANU Press, Canberra, Australia.
- Putnam, R. D. 2000. Bowling alone. *The collapse and revival of American community*, Simon & Schuster, Nova Iorque/Londres.
- Rayfield, B., M. J. Fortin, & A. Fall. 2011. Connectivity for conservation: a framework to classify network measures. *Ecology* 92:847-858.

Scarlett, L., & M. McKinney. 2016. Connecting people and places: the emerging role of network governance in large landscape conservation. *Front Ecol Environ* 14(3):116-125.

Scolozzi, R., U. Schirpke, E. Morri, D. D'Amato, & R. Santolini 2014. Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. *J. Environ Manage.* 146:543-551.

Yamaki, K. 2015. Network governance of endangered species conservation: A case study of Rebus Lady's-Slipper. *Journal for Nature Conservation* 24 :83-92.



## Capítulo 2

### Robustez de redes e governança colaborativa: implicações para a gestão territorial em uma iniciativa emergente de conservação em larga escala

#### 2.1 Resumo

Redes de governança colaborativa para a gestão territorial de áreas protegidas (APs) precisam permanecer robustas ao longo do tempo no intuito de gerenciar riscos e potencializar ações conjuntas e duradouras de manejo do território. Uma estrutura de governança colaborativa robusta permite a manutenção de funções benéficas para a conservação em larga escala, tais como o intercâmbio de recursos, a aprendizagem social e o fluxo eficiente de informações. Diante disso, é relevante realizar pesquisas que permitam entender melhor como as redes de governança garantem sua robustez em contextos de descontinuidade e alta rotatividade de pessoal. Estudos empíricos que avaliem a capacidade das redes de governança para sustentar e ajustar a gestão dos recursos naturais à evolução desses contextos de mudança são ainda mais prementes em paisagens tropicais megadiversas, muitas delas carentes em recursos financeiros, estruturas físicas e jurisprudência adequada para a conservação e o manejo da biodiversidade. Aqui analisamos as propriedades estruturais e a robustez de uma rede de governança colaborativa que opera em uma iniciativa emergente de conservação em larga escala no Brasil para testar a manutenção das funções da rede ao longo do tempo e suas implicações para a conservação. Usamos a análise de redes sociais (ARS) para avaliar a robustez da rede após eliminações aleatórias e remoções dirigidas baseadas na conectividade e nos atributos dos atores, e que simulam eventuais mudanças dos contextos socioculturais, econômicos e políticos nesse modelo de gestão territorial. Nossa análise indica que a rede de governança é altamente robusta às simulações, pois é improvável que níveis razoáveis de saída de atores provoquem uma fragmentação significativa da rede. Contudo, a rede é mais vulnerável a remoções dirigidas dos atores mais centrais e daqueles especialmente relevantes na gestão que a eliminação aleatória de parte de seus membros, apontando o destaque que esses atores têm para a articulação da rede e a manutenção dos processos gerenciais. Apesar do comportamento robusto da rede de governança, nossos resultados revelam que ações específicas devem ser tomadas para aumentar o envolvimento na rede de atores estratégicos do território, ausentes ou pouco representados na nossa amostra. Os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo podem ajudar a identificar potenciais vulnerabilidades de sistemas de governança a diferentes distúrbios, bem como atender a planejamentos de conservação e gestão de longo prazo compatíveis com as funções ecológicas desempenhadas pelas iniciativas de conservação em larga escala.

*Palavras-chave:* análise de redes sociais; áreas protegidas; colaboração; gestão de recursos naturais; governança; robustez; sistemas socioecológicos.

## 2.2 Introdução

As áreas protegidas (APs) são consideradas a principal estratégia no esforço global para a conservação *in situ* da biodiversidade do planeta (UNEP-WCMC, 2008). Estes espaços desempenham um papel decisivo na manutenção a longo prazo dos processos ecológicos, serviços ecossistêmicos e valores culturais associados à natureza (Dudley, 2008). No entanto, há evidências de que a conservação baseada na criação de APs isoladas e nas aproximações *top-down* tem se mostrado insuficiente para conter a perda constante de biodiversidade (Le Saout et al., 2013). Na atualidade, a conservação requer não só estabelecer APs especificamente dedicadas à proteção da biodiversidade, senão estabelecer redes ecológicas de áreas de conservação conectadas funcionalmente e geridas a partir de uma perspectiva territorial.

A gestão territorial permite que APs passem a ser entendidas como unidades de planejamento que fazem parte de um contexto cultural, social e econômico e cuja governança está sujeita à colaboração multiator nas discussões e processos relacionados aos territórios onde estas se inserem. Na perspectiva territorial, a colaboração entre os atores envolvidos na gestão é essencial para consolidar as funções sociais e ambientais relativas às APs, promover a sustentabilidade no manejo e favorecer estratégias de conservação efetivas, pois permite criar sinergias e intercâmbio de recursos na forma de conhecimentos, experiências e inovações geradas no diálogo (Carlsson & Berkes, 2005; Mazor, Possingham & Kark, 2013; Wyborn & Bixler, 2013; Guerrero, Mcallister & Wilson, 2015). Arranjos de colaboração contribuem, ainda, para melhorar o ajuste socioecológico em grandes paisagens ao favorecer que decisões sejam feitas em escalas temporais ajustadas à escala dos padrões ou processos ecológicos relevantes para o problema de conservação (Cumming, Cumming & Redman, 2006; Alexander et al., 2017).

A adoção de redes de governança colaborativa para a gestão territorial de APs envolve o premente desafio de gerenciar ecossistemas e paisagens a partir de uma ótica de longo prazo. A consideração da dimensão temporal na gestão territorial é importante porque a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos requerem de perspectivas duradouras que respeitem os ciclos da natureza e os “tempos ecológicos”, e que podem abranger anos, décadas ou incluso séculos. Incorporar esse olhar temporal no planejamento e implementação de projetos e ações de conservação em larga escala permite que as partes interessadas se beneficiem do aprendizado e do desenvolvimento de competências e habilidades para lidar com as dinâmicas inter-relacionadas de recursos e ecossistemas, bem como com a incerteza, imprevisibilidade e surpresa (Borrini-Feyerabend, 2003; Folke et al., 2005; Worboys et al., 2015). A efetividade da gestão territorial implica então garantir uma estrutura de governança colaborativa robusta, no sentido de ser capaz de resistir às perturbações que se apresentem no processo ao longo do tempo e permitir a manutenção

de funções benéficas para a conservação em larga escala (Lockwood, 2010; Borrini-Feyerabend & Hill, 2015). Entre essas funções das redes colaborativas relevantes para a conservação, e que estariam sujeitas a risco devido a mudanças na estrutura das redes ao longo do tempo, destacam-se o potencial de comunicação, troca de ideias e experiências e a capacidade de transferência de conhecimento entre a maioria dos indivíduos e/ou subgrupos que compõem as redes e que possibilitam a aprendizagem, a capitalização dos conhecimentos e o planejamento a longo prazo.

Independentemente do modelo de gestão territorial estabelecido (e.g., rede de reservas, mosaico de APs, paisagem protegida, reserva da biosfera), os indivíduos envolvidos no processo colaborativo formam uma rede que pode ser estudada usando os conceitos e ferramentas de análise de redes sociais (ARS). Uma característica fundamental das redes é a robustez topológica, que se refere à sua capacidade para desempenhar as funções regularmente mesmo quando alguns de seus nós e laços estão ausentes (Albert et al., 2000). Ao nível de uma experiência específica de gestão territorial, processos pessoais e/ou fenômenos imprevisíveis (e.g., mudança de profissão, emigração, acidentes, doenças) e diversos fatores de natureza sociocultural, econômica ou política (e.g., rotatividade de cargos e cortes no orçamento destinado à conservação) podem provocar que alguns indivíduos deixem de se envolver na governança para a gestão territorial. Como consequência, alguns vínculos que contribuem para a interconexão do sistema são eliminados, afetando à interação entre os atores e à sua capacidade de estabelecer trocas de recursos para resolver problemas de gestão. Quatro efeitos potencialmente negativos para sustentar uma colaboração eficiente entre os membros de uma rede de governança e, portanto, afetar à conservação no contexto da gestão territorial são: (1) a fragmentação da rede de governança em pequenos componentes não colaborativos; (2) a diminuição da porcentagem de indivíduos que permanecem conectados no componente principal, (3) o aumento da distância de interação entre os indivíduos da rede e; (4) a diminuição do número de categorias de indivíduos diferentes que permanecem conectados no componente principal.

No presente artigo, analisamos as propriedades estruturais e a robustez de uma rede de colaboração no contexto da gestão territorial e integrada de APs aplicável a uma iniciativa emergente de conservação em larga escala no Brasil para avaliar quais as consequências dessa robustez para o sistema social de governança. Por um lado, identificamos indivíduos que podem desempenhar um papel distintivo no processo colaborativo desse modelo de gestão. Por outro lado, avaliamos a robustez da rede de colaboração para sustentar a gestão dos recursos naturais na iniciativa de conservação, mesmo que uma fração significativa dos membros da rede e atores relevantes para a gestão deixem de estar envolvidos nas parcerias. O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. Na próxima seção exploramos a fundamentação teórica que dá suporte ao objetivo proposto. A seção 3.4 descreve o

procedimento metodológico usado. A seção 3.5 relata os resultados experimentais. Os achados desta pesquisa são então discutidos na seção 3.6. Nessa seção delineamos também um conjunto de limitações do estudo e recomendações futuras. Finalmente, nossas conclusões são apresentadas na seção 3.7.

## **2.3 Marco conceitual**

Como as propriedades estruturais que caracterizam a uma rede de governança colaborativa no contexto de um modelo de gestão territorial se mantem ao longo do tempo, se adaptando à função dos ecossistemas, com processos e tendências de longo prazo, bem como se adequando à evolução e mudanças ambientais, sociais e políticas inerentes a esse modelo? Para responder a essa pergunta e contextualizar a problemática de estudo, aqui abordamos alguns fundamentos teóricos que norteiam a pesquisa.

### **2.3.1 Governança colaborativa no contexto territorial para melhorar a eficácia das áreas protegidas**

A governança de APs diz respeito às interações entre estruturas, processos e tradições que determinam como o poder e as responsabilidades são exercidas, como são tomadas as decisões e como as partes interessadas manifestam sua opinião (Graham, Amos & Plumptre, 2003). Nas últimas décadas evoluíram diversos regimes de construção de governança nos processos de criação e gestão de APs que refletem a tentativa de um planejamento de conservação em larga escala sustentado em processos de participação ativa dos diferentes atores regionais em forma de arranjos colaborativos alternativos à tomada de decisão *top-down* (Borrini-Feyerabend, 1996; Miller, 1996; Phillips, 2003; Guerrero et al., 2015; Bixler et al., 2016).

Abordagens colaborativas na governança são comumente propostas como formas de resolver problemas de conservação, pois aprimoram importantes funções de gestão como inclusão ampla de stakeholders, aprendizagem compartilhada, mobilização de conhecimento, mitigação de conflitos, construção de relacionamentos de longo prazo, tomada de decisão centrada no consenso e aumento da legitimidade dos processos (Conley & Moote, 2003; Carlsson & Berkes, 2005; Kallis, Kipping & Norgaard, 2009; Plummer et al., 2012). Portanto, em um contexto de governança para a gestão territorial de APs a colaboração terá, por exemplo, a capacidade de mediar o fluxo de conhecimentos, a comunicação e a confiança, como elementos necessários para implementar projetos, captar recursos e se adaptar a novas situações.

### **2.3.2 Análise de redes sociais como ferramenta para examinar o processo de colaboração na gestão territorial**

Redes sociais são conjuntos de relações sociais ou interpessoais específicas que vinculam indivíduos ou organizações em “grupos” (Marin & Wellman, 2011). O valor da ARS é que fornece um grande e crescente corpo de ferramentas que permite representar, descrever e quantificar várias características de uma rede (Scott, 2000). Quando uma abordagem de rede é adotada, não só as características dos atores envolvidos, mas também, e sobretudo, as propriedades estruturais da rede são consideradas como principal unidade analítica e usadas para revelar os padrões de relações entre os atores e explicar a funcionalidade da rede.

A rede como estrutura de governança proporciona um meio descritivo útil para assimilar o conceito da dinâmica social das relações que existem na organização e desenvolvimento de iniciativas de gestão territorial de APs. Redes emergiram como o mecanismo de governança predominante para esforços de conservação em larga escala (Guerrero et al., 2015; Bixler et al., 2016; Scarlett & McKinney, 2016) e aplicadas nesse contexto ajudam a chamar a atenção para as relações (ou a falta delas) entre indivíduos, organizações e objetivos de conservação (Alexander, Andrachuk & Armitage, 2016). Nesse sentido, a ARS é uma abordagem estrutural e relacional que tem a capacidade de descrever e analisar as características dos padrões de relações que tornam os esforços colaborativos da governança mais ou menos efetivos na resolução de problemas de gestão territorial. Ou seja, a ARS permite avaliar o arquétipo da rede e examinar algumas propriedades chave que direcionam o comportamento do sistema de governança e garantem características da rede pertinentes para a gestão territorial, tais como a capacidade da rede de colaboração para resistir perturbações e se adaptar a contextos de mudança ao longo do tempo.

### **2.3.3 Propriedades de rede e eficácia do processo de colaboração**

As estruturas das redes de governança envolvidas na gestão territorial estão relacionadas com vantagens e possíveis inconvenientes para a colaboração e com as habilidades dos atores para enfrentar os desafios advindos da gestão. As características topológicas de uma rede podem ser medidas quantitativamente como propriedades da rede. Algumas propriedades frequentemente usadas para caracterizar as redes são especialmente relevantes para examinar a robustez como um fator que determinará o potencial de colaboração dos atores para abordar e/ou resolver problemas de planejamento e desenvolvimento em um determinado âmbito da gestão territorial mesmo que aconteça alguma perturbação. São elas: o nível de fragmentação associado à existência de distintos componentes, a distância média e a diversidade de atores (Wasserman & Faust, 1999; Scott, 2000).

### *Fragmentação e componentes da rede*

Para garantir os processos de governança, os atores envolvidos precisam estar socialmente ligados uns aos outros, direta ou indiretamente por meio de outros indivíduos. Quando numa rede de colaboração há um caminho entre cada par de indivíduos, significa que a rede está conectada e que seus membros podem trocar experiências, informações e recursos. Contrariamente, se a rede se polariza em dois ou mais subconjuntos distintos que carecem de vínculos entre eles, então a rede passa a ser desconectada. Esses subconjuntos isolados são chamados de componentes. Se a rede possui diversos componentes, é considerada fragmentada. Se a rede contém um ou mais nós isolados, esses atores são componentes. A transferência de recursos entre os atores por meio da colaboração pode se efetuar somente entre os indivíduos pertencentes ao mesmo componente, mas não entre os indivíduos pertencentes a diferentes componentes (Wasserman & Faust, 1999). Esta caracterização permite detectar vulnerabilidades ou pontos fracos como linhas de separação na estrutura geral de conexão de uma rede de gestão territorial. Por exemplo, a fragmentação inibe a troca de ideias e a aprendizagem entre os subgrupos e implica que conhecimentos e inovações produzidas em um subgrupo provavelmente permanecerão naquele subgrupo (Bodin & Crona, 2008). Isso gera efeitos negativos para alavancar recursos externos, ideias e inovação e para permitir a circulação da informação. Quando a rede é fragmentada, as colaborações tendem a ser frágeis, o que impediria bons níveis de apoio entre os atores, assim como a mobilização e a otimização de recursos internos necessários para efetivar os objetivos de conservação em larga escala e longo prazo. A falta de união na rede pode favorecer, ainda, a quebra de alianças importantes para sustentar no tempo processos colaborativos relativos à implementação de ações estratégicas para a gestão territorial, tais como: realização de convênios com parceiros locais, regionais e/ou internacionais; promoção de iniciativas de comunicação, divulgação e sensibilização; captação de recursos financeiros e; gestão de equipes técnicas.

### *Distância média*

A capacidade de que os membros de uma rede desenvolvam diferentes tipos de interações colaborativas, significativas para alcançar determinados objetivos comuns e resolver assuntos que afetam a todos, como fluxos de recursos humanos, financeiros, técnicos e de informações, estará sujeita também à distância a qual um ator da rede está situado respeito aos demais. A distância geodésica entre um par de atores de uma rede é determinada pelo número de vínculos no caminho mais curto possível entre eles (Wasserman & Faust, 1999). Conhecer a distância média - a média de todas as distâncias geodésicas entre cada par de nós na rede - oferece uma medida global de separação que permite entender diferenças entre atores enquanto limitações e oportunidades, como resultado das suas

posições na rede (Hanneman & Riddle, 2005). Quanto menor a distância entre os membros de uma rede de governança, mais eficiente e ágil poderá ser a colaboração para a concretização e implementação de tarefas comuns de gestão entre qualquer par de membros (e.g., fiscalização, manutenção de infraestruturas, visitação, pesquisa), devido à presença de menos intermediários. Mesmo sendo tecnicamente acessíveis, os custos nas iniciativas de conservação em larga escala (e.g., tempo, energia, dinheiro) podem ser muito altos para realizar trocas com atores situados a grandes distâncias. Se os indivíduos têm conexões não redundantes e diferem na sua cercania ao resto de atores, então as conexões estendem ou proporcionam oportunidades para que, por exemplo, mensagens cheguem mais longe e em menos tempo através de uma população ou novas informações e conhecimentos atinjam à rede envolvida na governança de iniciativas de conservação em larga escala, caracterizadas pela grande extensão e, as vezes, pelo difícil acesso.

#### *Diversidade de atores*

Finalmente, para garantir uma gestão territorial eficiente, se espera que diversos atores, com múltiplos interesses e perspectivas, sejam envolvidos na rede de governança colaborativa e permaneçam conectados no componente principal. A diversidade de atores representa o número de indivíduos da rede definidos por um atributo comum (e.g., gênero, educação, ocupação, área de influência ou atuação, participação no conselho consultivo) e envolvidos em processos colaborativos de uso e gestão dos recursos naturais. Esta propriedade é susceptível de influenciar na efetividade do sistema de governança, funcionando como um fator que interfere no desempenho da ação coletiva (Olson, 2001) e como uma força ou uma fraqueza na resolução de problemas de conservação (Beilin et al., 2013; Cumming, 2017). Redes de governança que envolvem múltiplos atores podem conectar locais de ação e gerenciamento distribuídos geograficamente (Guerrero et al., 2013; Bergsten, Galafassi & Bodin, 2014) e contribuir para uma maior coordenação quando abrangem diferentes níveis de organização social e política (Carlsson & Sandstrom, 2008; Berdej & Armitage, 2016). Igualmente, arranjos de colaboração multiator melhoram a governança de ecossistemas complexos e abrangentes, sendo necessários para gerenciar e conservar eficazmente os ecossistemas quando processos ambientais atravessam fronteiras socioeconômicas (Bodin et al., 2016; Alexander et al., 2017). Atores envolvidos na governança de uma iniciativa de conservação em larga escala geralmente têm diferentes interesses na gestão, desenvolvem diversas ocupações (e.g., gestor, pesquisador, produtor rural) e atuam ou priorizam suas ações em diferentes partes ou níveis espaciais da paisagem (e.g., mancha de habitat, AP, zona de amortecimento, bacia). A eficácia dos arranjos colaborativos para a gestão territorial depende, então, da interação entre diversos atores da rede de governança que permite compartilhar conhecimento, experiência e capacidades adquiridas e

desenvolvidas no decorrer do tempo, conforme percepções e formas de uso do meio ambiente (Berkes, 2009; Worboys, Francis & Lockwood, 2010; Mathevet et al., 2016). A integração dessas capacidades na rede permitirá obter e usar informação relevante para ampliar a base de conhecimento e reduzir a incerteza. Entre outros benefícios, isso ajudará a compreender e interpretar melhor os elementos envolvidos em problemas complexos, aumentar a capacidade de trabalho coletivo nas múltiplas tarefas de conservação necessárias e, apoiar à tomada de decisões com vistas a alcançar os objetivos de conservação desejados e com foco no longo prazo.

### **2.3.4 Robustez da rede de governança colaborativa**

Um sistema é robusto se puder manter suas funções básicas na presença de erros internos e externos (Barabási, 2014). Desta forma, entender o papel que a estrutura da rede subjacente desempenha para assegurar a robustez é importante em muitos sistemas biológicos, sociais e tecnológicos (Barabási, 2014). No contexto dos SSE, a robustez representa à manutenção de algumas características desejadas do sistema, apesar das flutuações no comportamento de suas partes constituintes ou seu ambiente (Carlson & Doyle, 2002).

Algumas propriedades estruturais utilizadas para caracterizar de maneira geral as redes e avaliar sua robustez são frequentemente usadas também com o objetivo de capturar as implicações que a estrutura das interações entre os elementos de um determinado SSE têm para a resiliência desse sistema (Janssen et al., 2006; Webb & Bodin, 2008; Gonzalès & Parrott, 2012; Moore, Grewar & Cumming, 2015). Resiliência é um conceito profundamente ligado à robustez e ambos os termos são amplamente utilizados na literatura científica como sinónimos, embora haja uma confusão considerável sobre seus significados. Dentro deste artigo, adotamos a recomendação de Anderies, Janssen & Ostrom (2004) de utilizar a robustez como um conceito mais adequado que resiliência para tentar entender como sistemas de governança podem lidar com as rupturas, distúrbios e estresse. Acreditamos também, em concordância com Gonzalès & Parrott (2012), que a robustez pode ser considerada um *proxy* compatível com a rede que, por meio da ARS, ajuda a examinar certas características estruturais relevantes para a “resiliência social” de SSE nos casos em que tais sistemas podem ser efetivamente representados como uma rede. Aqui estamos particularmente interessados em explorar a dimensão social da gestão territorial de APs, por meio de padrões, propriedades e aspectos estruturais das redes de colaboração, como fatores importantes para tornar robustos os sistemas de governança que, por sua vez, fornecem uma fonte para melhorar a resiliência em SSE. Usamos então a robustez como um componente de análise que nos permita qualificar melhor as redes e obter um entendimento mais



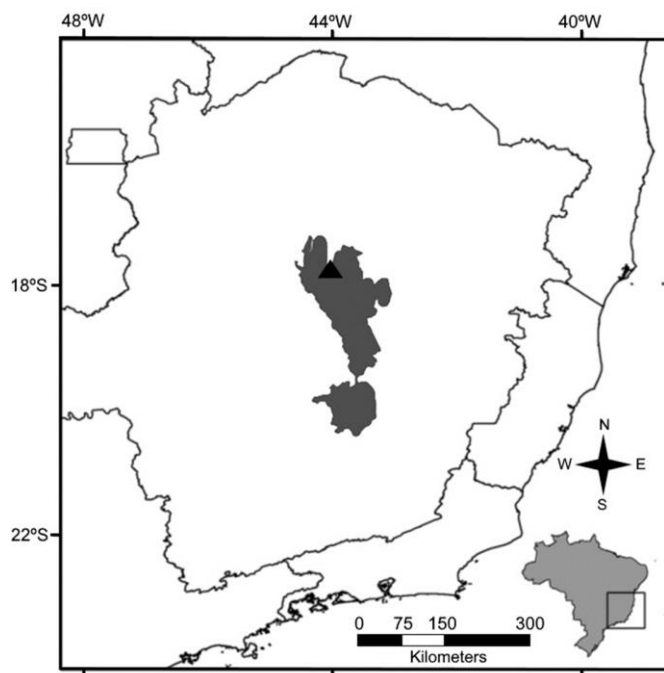
abrangente de fatores que podem determinar o (in)sucesso e a trajetória futura do processo de governança na gestão territorial.

## **2.4 Métodos**

### **2.4.1 Região e dados de estudo**

Nossa região de estudo de caso, o Mosaico do Espinhaço (ME), está localizada na porção sul da Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil (Figura 10). Esta região de estudo enfrenta, e ilustra, várias questões ambientais globais, incluindo intensa conversão de áreas nativas para a pecuária e agricultura; mudanças nos regimes de fogo; mineração, de grande, médio e pequeno portes; expansão urbana; propagação e persistência de espécies exóticas invasoras (e.g., *Brachiaria* spp.); expansão de monoculturas florestais (e.g., *Eucalyptus* spp.) e; os efeitos agudos e incertos das mudanças climáticas. Tais processos de degradação e uso inapropriado do solo e dos recursos hídricos interagem entre si, provocam a fragmentação de ecossistemas e colocam em risco a manutenção de serviços ecossistêmicos.

O ME é uma iniciativa emergente de conservação em larga escala (i.e., mosaico de APs, Ministério do Meio Ambiente 2000) estabelecida em 2010 e que faz parte de uma Reserva da Biosfera declarada em 2005 pela UNESCO. Seu território cobre cerca de 18.924 km<sup>2</sup> e está formado por oito APs de proteção estrita (categorias I-III da IUCN; Dudley 2008), onze APs de uso múltiplo (Áreas de Proteção Ambiental (APAs); categoria V da IUCN; Dudley 2008) e suas áreas de interstício. A maior parte desse mosaico está dentro do domínio Cerrado, enquanto que a Mata Atlântica cobre sua porção mais oriental. Esses dois domínios são os únicos biomas brasileiros incluídos na lista dos *hotspots* mundiais (Myers et al., 2000; Mittermeier et al., 2005).



**Figura 10.** Localização da área de estudo (triângulo preto) no estado de Minas Gerais. Em cinza, é mostrada a extensão aproximada da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. As linhas contíguas delimitam os limites dos estados brasileiros.

O ME dispõe de um conselho consultivo formado por representantes de instituições públicas, de organizações da sociedade civil e da população residente e que tem o papel de atuar como instância potencial de participação social, debate e integração dos interesses envolvidos na gestão do território (Ministério do Meio Ambiente, 2010). Esta iniciativa de conservação em larga escala tenciona desenvolver um modelo de gestão e ordenamento territorial, a alcançar por meio de um processo de colaboração duradouro entre diversos atores, no qual conservação da biodiversidade e desenvolvimento sejam interdependentes no território de acordo com um sistema de zoneamento (Ministério do Meio Ambiente, 2000). Como tal, o ME constitui um caso de governança colaborativa, em que diversas partes interessadas devem coproduzir metas e estratégias e compartilhar responsabilidades e recursos para a conservação da biodiversidade em longo prazo. Uma avaliação sobre a efetividade de gestão das APs do ME (Ávila, 2014), baseada no modelo *Tracking Tool* (Stolton et al., 2007) e referente ao período 2012-2013, identificou melhoria na gestão em quase todas as APs do ME que já haviam sido avaliadas em 2008 e 2010. Revelou, ainda, que a média geral de efetividade de gestão de todo o conjunto de APs do ME é 49%, o que situa essa nota média próxima a de outros estudos semelhantes realizados no Brasil e no continente sul-americano (Dudley et al., 2007; Drumond, Ferreria & Onaga, 2012). Embora de forma grosseira, esses dados mostram avanços de gestão e revelam uma tendência de melhoria na conservação do ME. Tais resultados positivos para o ME poderiam estar refletindo, em parte,

os impactos das características da rede de governança colaborativa (i.e., propriedades estruturais) sobre a gestão territorial.

O estudo de caso representa uma oportunidade única de estudar uma iniciativa colaborativa explicitamente criada com padrões de interação de stakeholders e orientada a promover a gestão de APs desde uma perspectiva integrada e participativa para alcançar objetivos de conservação em larga escala e longo prazo. Assim, os resultados podem ser relevantes não só para medir a extensão da colaboração na governança, mas também para saber se a estrutura da rede de colaboração é suficientemente robusta para sustentar ao longo do tempo e diante de eventuais distúrbios o intercâmbio de informações, conhecimentos, experiências e outras funções da rede necessárias para a gestão dos recursos naturais no ME. Ambas as questões têm implicações de planejamento e gestão substanciais e podem ser usadas para realizar intervenções de modo a aumentar a robustez da rede e alcançar uma melhoria efetiva na governança. De maneira a possibilitar a viabilidade operacional do projeto foi estabelecido um recorte espacial que restringe o foco de análise desta pesquisa à região central do ME, formada por 10 APs de diferentes categorias de proteção e níveis institucionais de gestão.

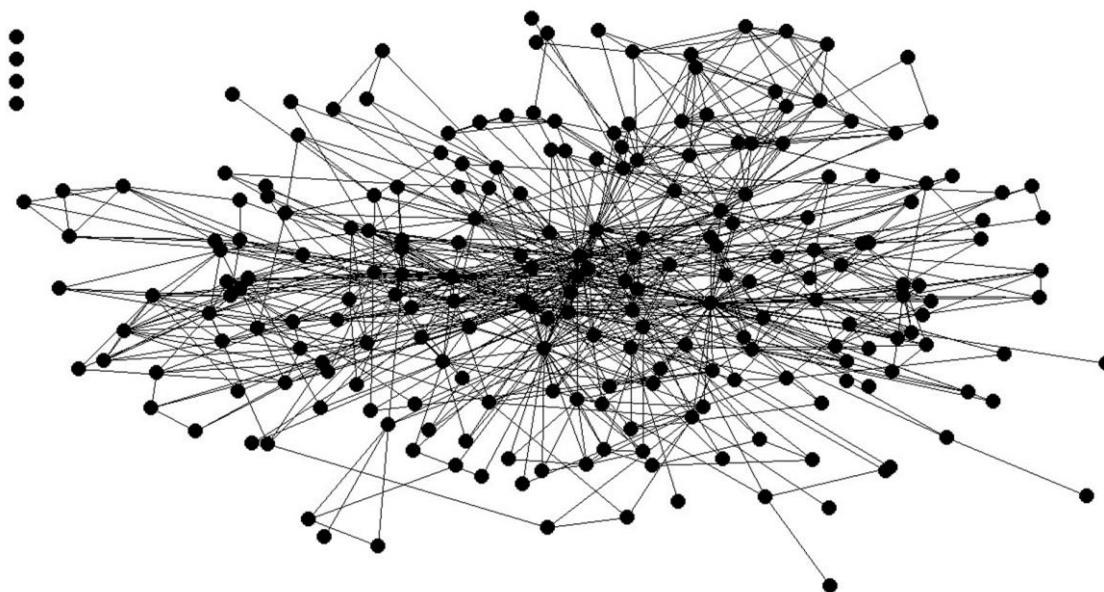
Os dados sobre as características pessoais e as interações colaborativas de 230 atores envolvidos na governança para a gestão do ME procederam de 211 entrevistas cara a cara conduzidas pelo pesquisador principal em locais designados pelos participantes e de respostas de indivíduos a 19 questionários online, durante pesquisa de campo realizada entre setembro e dezembro de 2016. Os atores incluíram representantes de coletividades tais como agências governamentais estaduais e municipais, grupos comunitários, grupos de pesquisa, equipes de gestão e/ou de conselhos gestores, organizações não-governamentais e organizações privadas. Para definir os limites da rede se considerou o conjunto de atores com algum grau de interesse ou influência no uso e gestão dos recursos naturais do ME. A amostragem dos membros da rede ou população de estudo foi apoiada na técnica de bola-de-neve. O ponto de partida da amostragem foram os membros do conselho consultivo do ME (n = 30), cuja lista de contatos foi disponibilizada pela secretaria executiva do mosaico. A estratégia para maximizar o tamanho da nossa amostra não permitiu contatar com 52 pessoas citadas pelos entrevistados (18.5%). Estas pessoas citadas, porém, não contatadas, não foram incluídas em nossa amostra nem contempladas nas análises.

#### **2.4.2 Caracterização e análise da rede de governança colaborativa**

A caracterização dos atores foi realizada conforme atributos definidos ao nível do indivíduo como gênero, educação, ocupação, área de influência ou atuação e participação no conselho consultivo. Esses atributos pessoais foram delimitados a partir do nosso conhecimento do contexto local e de uma revisão detalhada da literatura sobre fatores demográficos e socioculturais que podem afetar a gestão colaborativa de recursos naturais e, conseqüentemente, condicionar o desempenho dos sistemas de governança (ver Burgos & Mertens, manuscrito não publicado, para uma descrição completa dos atributos). Alguns desses atributos são usados aqui para dois propósitos. O primeiro, caracterizar a diversidade de atores envolvidos na gestão. O segundo, testar o que poderia acontecer na rede de colaboração em função de mudanças em contextos socioculturais, econômicos e políticos na região e que, eventualmente, possam afetar negativamente a atores que compartilham algum atributo e que desempenham um papel destacado na rede, condicionando sua remoção.

A colaboração interpessoal na gestão do ME foi identificada por meio da pergunta: “com quem você geralmente costuma colaborar ou trabalhar junto em atividades relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais do ME?”. Pedimos aos entrevistados para caracterizar cada relação nos seguintes tipos predefinidos de colaboração: (i) troca de informações e experiências; (ii) organização de atividades conjuntas e/ou projetos comuns ou; (iii) estabelecimento de regras e desenvolvimento de planos de gestão estratégica ou tomada de decisão. Nossa intenção, com a formulação dessa pergunta, foi preferencialmente identificar parceiros da rede de governança que decidem ou intervêm (direta ou indiretamente) sobre a administração ou o aproveitamento de qualquer bem natural do ME, ou que tem a capacidade de influir nos processos ecossistêmicos ou nos serviços que prestam os ecossistemas do ME.

Para fins de análise e de modo a obter uma imagem da rede o mais completa possível, dois indivíduos foram considerados parceiros de colaboração se um ou ambos os indivíduos relataram colaboração com o outro. Os dados da rede coletados foram armazenados como uma matriz quadrada “ator por ator” usando o pacote informático UCINET (Borgatti, Everett & Freeman, 2002) e depois exportados para o software Netdraw (Borgatti, 2002) para a produção do diagrama da rede de colaboração, conforme apresentado na Figura 11.



**Figura 11.** Rede de colaboração da gestão do Mosaico do Espinhaço ( $n = 230$ ). Os nós, indivíduos que formam a rede, são representados como círculos. Uma linha entre dois indivíduos indica uma relação de colaboração.

A robustez da rede para sustentar uma colaboração eficiente entre todos os nós foi avaliada por meio de remoções aleatórias e dirigidas e, em seguida, analisando os impactos causados pela remoção sucessiva dos nós selecionados e de todos os laços anexados a eles sobre a fragmentação da rede, a distância média e a diversidade de atores. Desta maneira, quatro indicadores foram usados para testar a robustez: (1) número de componentes na rede; (2) porcentagem de indivíduos que permanecem conectados no componente principal; (3) distância média da rede e; (4) número de categorias de indivíduos diferentes que permanecem conectados no componente principal. Este último indicador representa a diversidade de atores e para sua estimação foram consideradas as categorias correspondentes aos atributos de “ocupação no ME” e “área de influência ou atuação”. O atributo de ocupação representa diferentes tarefas e atribuições dos membros da rede em relação ao uso e gestão dos recursos naturais e está formado por 5 categorias (i.e., liderança/ativista, gestor, técnico, pesquisador, produtor/agricultor rural). Já área de influência ou atuação diz respeito aos diferentes níveis espaciais nos quais os membros da rede priorizam suas atividades e está formado por 16 categorias (i.e., 10 delas representam às APs da região de estudo de caso e correspondem a um nível espacial local e as outras 6 categorias correspondem a níveis espaciais mais amplos, tais como serra e bacia).

As remoções aleatórias consistiram na eliminação de 2%, 5%, 10%, 20%, e 30% dos nós da rede, usando simulações de computador.

As remoções dirigidas consistiram em “ataques” direcionados utilizando dois critérios de perturbação diferentes: estrutural e atributivo. O critério estrutural se assenta nos riscos para a robustez da rede derivados de remover os atores mais centrais (i.e., 20 indivíduos melhor

conectados), identificados por meio de duas medidas de centralidade: grau e intermediaridade (Wasserman & Faust, 1999). Os valores de centralidade foram recalculados a cada remoção do ator mais central.

O critério de perturbação sustentado nos atributos dos atores está baseado nos riscos de retirar da rede algumas categorias ou grupos de atores com papéis diferenciados na gestão e que compartilham algum atributo pessoal. Especificamente, gestor e conselheiro foram as duas categorias escolhidas para examinar a robustez desde esta perspectiva atributiva. A categoria “gestor” envolve atores que ocupam cargos de chefias em órgãos gestores federal, estaduais e/ou municipais e que têm responsabilidade direta na gestão das APs que formam o ME, tais como gestores, analistas ambientais, guarda-parques e monitores. Também inclui coordenadores, diretores, supervisores e gerentes de unidades/escritórios regionais de proteção ambiental. Já a categoria “conselheiro” envolve indivíduos que têm cadeira no conselho consultivo do ME. A escolha dessas categorias para os testes ancorados na perturbação atributiva se deveu a dois motivos principais. O primeiro diz a respeito da disponibilidade de dados longitudinais obtidos nas entrevistas e em documentos públicos que nos permitiram conhecer as variações no cargo de gestor e na composição do conselho consultivo. Esta aproximação permite incorporar na análise evidências de atores que “sofreram perturbação” (i.e., atores que de fato não exercem mais como gestores e/ou conselheiros do ME) e testar os efeitos de remoções reais sobre a robustez da rede. O segundo motivo da escolha dessas categorias avaliativas é a relevância direta que tais categorias têm para a gestão e ao risco ao qual os grupos sociais que ocupam essas categorias estão expostos diante de mudanças de cenários socioculturais, econômicos e políticos na região. Nesse sentido, o grupo “gestor” desenvolve diversas tarefas relevantes de gestão e sua participação (i.e., presença e atividade) na rede está condicionada por vários fatores ou perturbações. Entre eles, destacam-se alta rotatividade nos cargos de confiança dos órgãos de administração das APs associada aos ciclos políticos; recortes financeiros nos órgãos de administração das APs devido à crise econômica e; difíceis condições de trabalho (e.g., baixa remuneração e/ou salários em atraso, alta perigosidade, alta carga de trabalho, atividades multitarefa). Igualmente, o grupo “conselheiro”, como órgão formal de gestão do ME e instancia de articulação regional, tem diversas atribuições essenciais quanto ao planejamento e proposta de ações para integrar e otimizar as atividades desenvolvidas no ME. A continuidade dos membros do conselho consultivo no seu cargo está condicionada principalmente ao prazo de mandato, estipulado em dois anos e renovável por igual período, assim como à renúncia ou abandono do cargo por questões pessoais.

As redes obtidas nos testes para cada nó e/ou grupo de nós propositalmente removidos foram analisadas usando o programa UCINET para recalculando os quatro indicadores de robustez.

## 2.5 Resultados

### 2.5.1 Caracterização inicial

A Figura 11 apresenta a rede de colaboração entre os participantes do estudo na governança do ME. A maioria dos entrevistados pertencem a um *componente* principal, altamente denso (i.e., densidade de 7,01%), localizado dentro de uma rede igualmente densa (i.e., densidade de 6,7%) e composto por 226 membros ligados entre si por 1784 relações de colaboração. Quatro indivíduos são isolados. Os indivíduos conectados no componente principal representam 98,3% do total de membros da rede (i.e., 226/230). O componente principal tem potencial para definir tanto os limites quanto os canais preferenciais para o fluxo de informações, conhecimentos e demais recursos necessários para o desenvolvimento das ações relevantes para a gestão do ME e por isso é examinado com maior atenção nas próximas seções do artigo. A *distância média* entre parceiros de colaboração na rede é 3,0. Isso significa que, em média, qualquer par de membros está separado por apenas 2 intermediários. Finalmente, a *diversidade de atores* no componente principal é 100% quando considerado o atributo de ocupação no ME (i.e., as 5 categorias desse atributo estão conectadas) e 93,7% de acordo com a área de influência ou atuação (i.e., 15 das 16 categorias desse atributo mantém relação). As medidas de rede social que descrevem a rede de colaboração envolvida no processo de governança territorial do ME e servem de base para avaliar a robustez são resumidas na Tabela 7.

**Tabela 7.** Medidas da rede de colaboração do estudo de caso.

Tamanho (Nº)	Componentes (Nº)	Relações de colaboração (Nº)	Distância média	Densidade (%)*	Fração de nós conectados (%)*	Diversidade de atores (%)*
230	5	1784	3,0	7,01	98,3	O: 100 A: 93,7

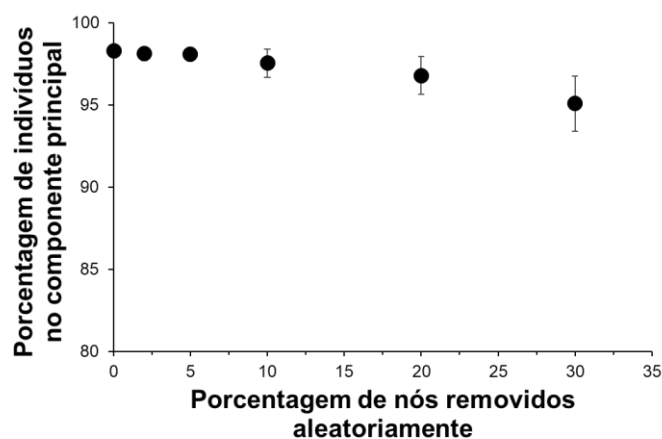
\* Essas medidas dizem a respeito do componente principal. O = ocupação; A = área de influência ou atuação.

Na sequência, são mostrados os resultados da robustez da rede de colaboração, para sustentar a gestão dos recursos naturais no ME, para cada um dos indicadores testados por meio das simulações.

### 2.5.2 Simulações de remoção aleatória

As remoções aleatórias oferecem uma ideia inicial ou ponto de partida da capacidade da rede para manter suas funções básicas na presença de eventuais saídas por acaso de alguns de seus membros. Mudanças nos indicadores de robustez foram calculadas em resposta à remoção aleatória de 2%, 5%, 10%, 20%, e 30% dos nós. A remoção aleatória não

parece exercer grande impacto na fragmentação da rede. O número de *componentes* na rede aumenta gradualmente, em média, de 5 até 8 a medida que mais indivíduos são removidos aleatoriamente. Os dados na Figura 12 mostram que, a maioria dos indivíduos (95%) permanece conectada em um grande componente, mesmo que até 30% dos nós sejam aleatoriamente removidos. A *distância média* entre os indivíduos que permanecem conectados na rede de colaboração é pouco afetada pela remoção aleatória de até 30% dos nós da rede, aumentando, em média, de 3,0 para 4,2. Por último, a remoção aleatória de porcentagens crescentes de nós não leva a uma diminuição significativa da *diversidade de atores* no componente principal. Assim, todas as categorias de ocupação no ME (100%, 5/5) e a maioria de categorias correspondentes à área de influência ou atuação (87,5%, 14/16) permanecem conectadas nesse componente mesmo que 30% dos indivíduos sejam eliminados.



**Figura 12.** Porcentagem de indivíduos que permanecem conectados no componente principal da rede de colaboração em função da porcentagem de nós removidos aleatoriamente. NOTA: As barras de erro representam um desvio padrão acima ou abaixo do valor médio de 10 simulações.

### 2.5.3 Simulações de remoção dirigida

Como sabemos que no contexto da rede de estudo, ao igual que nas redes reais, as remoções não são apenas aleatórias, senão que estão condicionadas a determinados fatores, testamos também a robustez da rede diante de remoções dirigidas baseadas na conectividade ou nos atributos dos indivíduos. A Tabela 8 apresenta os atores usados nos testes de remoção dirigida.

A maioria dos atores mais centrais da rede são servidores vinculados aos órgãos públicos com competências de gestão no ME (ver Tabela 8a). A perturbação estrutural por meio da remoção seletiva desses atores (em ordem da medida de centralidade, do mais alto ao menor) provoca um aumento do número de *componentes*, de 5 até 10 no caso da remoção dos 20 atores mais conectados e de 5 até 9 no caso da remoção dos 20 atores mais



intermediários. Contudo, essa remoção não leva a uma fragmentação significativa da rede pois a fração de indivíduos conectados no componente principal permanece superior a 94% (Figura 13). No entanto, a *distância média* aumenta significativamente, de 3,0 para 7,7 e de 3,0 para 6,7 como consequência da remoção dos indivíduos mais conectados e mais intermediários, respectivamente. Já a *diversidade de atores*, em relação ao número de categorias de indivíduos diferentes que permanecem conectados no componente principal, considerando as categorias de ocupação e área de influência, não é alterada por essa perturbação.

A maioria de ex-gestores da rede atuavam como guarda-parques em alguma das APs do ME, enquanto que a maior parte de atores que deixaram a cadeira de conselheiros do ME são gerentes de APs (ver Tabela 8b). A perturbação atributiva baseada na remoção desses atores também não leva a uma fragmentação significativa da rede. Mais de 97% dos indivíduos permanecem conectados, tanto após a remoção dos atores que não exercem mais como gestores ( $n = 14$ ) quanto após a remoção dos indivíduos que saíram do conselho consultivo do ME ( $n = 11$ ). O número de *componentes* da rede aumenta de 5 para 6 diante da remoção de ex-gestores e de 5 para 7 quando removidos os ex-conselheiros. A *distância média* aumenta, de 3,0 para 4,1 e de 3,0 para 4,3, como consequência da remoção respectiva de tais categorias de atores. Adicionalmente, a *diversidade de atores* não experimenta nenhuma alteração e o número de categorias de indivíduos diferentes que permanecem conectados no componente principal fica estável em relação à rede original. Ainda considerando um cenário mais extremo, por meio da remoção conjunta de ex-gestores e ex-conselheiros ( $n = 22$ ), a rede não exhibe sinais significativos de fragmentação. Nesse cenário, o número de componentes aumenta de 5 para 8, porém mais de 96% dos indivíduos permanece conectado. A distância média também aumenta, de 3,0 para 4,4, e a diversidade de atores permanece inalterável em relação à rede original.

Os resultados detalhados dos diferentes testes realizados e não apresentados neste texto são fornecidos no Apêndice G.

**Tabela 8.** Atores deletados nos testes de remoção dirigida na rede de colaboração de estudo. **a)** Perturbação estrutural: atores com maior centralidade de grau (*degree*) e maior centralidade de intermediaridade (*betweenness*). **b)** Perturbação atributiva: atores das categorias gestor e conselheiro que saíram do cargo. Os ID correspondem aos identificadores dos atores assignados no projeto de forma a garantir o anonimato e a confidencialidade dos dados fornecidos durante a entrevista. M = masculino; F = feminino.

<b>a) Perturbação estrutural</b>		<b>Indivíduos</b>				
		Nº	ID	Centralidade	Gênero	Ocupação
Grau		1	E025	61	M	Gestor
		2	E031	48	M	Liderança/ativista
		3	E003	43	M	Gestor
		4	E097	38	F	Gestora
		5	E115	37	M	Gestor
		6	E026	35	M	Gestor
		7	E035	28	F	Técnica
		8	E004	27	M	Gestor
		9	E074	27	M	Técnico
		10	E071	24	M	Gestor
		11	E008	21	M	Gestor
		12	E013	19	M	Gestor
		13	E079	19	M	Técnico
		14	E159	19	M	Gestor
		15	E073	18	F	Gestora
		16	E084	18	M	Técnico
		17	E167	18	M	Pesquisador
		18	E002	17	M	Pesquisador
		19	E028	17	F	Pesquisadora
		20	E114	17	M	Gestor
<i>Média de centralidade de grau de todos os nós da rede</i>						7.75
<b>b) Perturbação atributiva</b>		Nº	ID	Centralidade	Gênero	Ocupação
Intermediaridade		1	E025	23.67	M	Gestor
		2	E003	17.48	M	Gestor
		3	E097	13.62	F	Gestora
		4	E031	10.50	M	Liderança/ativista
		5	E035	9.27	F	Técnica
		6	E115	8.94	M	Gestor
		7	E026	8.57	M	Gestor
		8	E074	7.10	M	Técnico

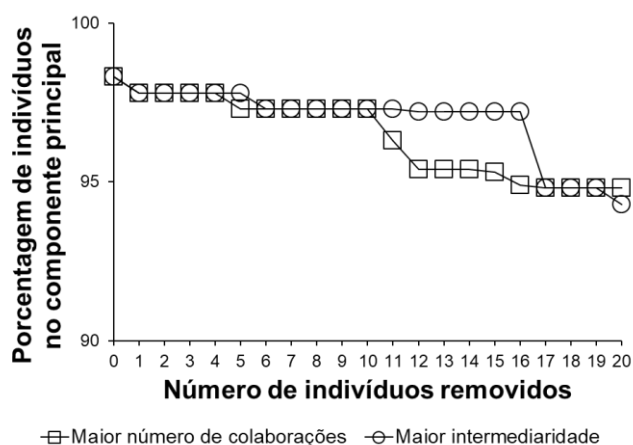
Tabela 8 (continuação)

a) Perturbação estrutural		Indivíduos			
	Nº	ID	Centralidade	Gênero	Ocupação
	9	E004	6.56	M	Gestor
	10	E102	5.47	F	Liderança/ativista
	11	E208	4.43	M	Técnico
	12	E114	3.93	M	Gestor
	13	E072	3.91	F	Gestor
	14	E120	3.85	M	Pesquisador
	15	E071	3.72	M	Gestor
	16	E027	3.18	M	Gestor
	17	E028	3.04	F	Pesquisador
	18	E159	2.88	M	Gestor
	19	E167	2.78	M	Gestor
	20	E036	2.75	F	Liderança/ativista
<i>Média de centralidade de intermediaridade de todos os nós da rede</i>					1.12

b) Perturbação atributiva		Indivíduos				
	Nº	ID	Gênero	Atividade	Grau	Intermediaridade
Gestor	1	E009	F	Gerente AP	4	0.92
	2	E014	M	Monitor ambiental	9	2.63
	3	E016	F	Técnica municipal	2	0.001
	4	E026	M	Gerente AP	35	8.57
	5	E044	M	Guarda-parque	6	1.12
	6	E077	M	Analista ambiental	4	0.06
	7	E088	M	Analista ambiental	10	1.13
	8	E089	M	Monitor ambiental	8	0.75
	9	E092	M	Guarda-parque	4	0.001
	10	E093	M	Guarda-parque	4	0.001
	11	E097	F	Gerente AP	38	13.62
	12	E105	M	Guarda-parque	11	0.44
	13	E114	M	Analista ambiental	17	3.93
	14	E127	M	Diretor órgão ambiental regional	3	0.91
<i>Média de centralidade de todos os nós da rede</i>					7.75	1.12
Conselheiro	Nº	ID	Gênero	Atividade	Grau	Intermediaridade
	1	E002	M	Professor e pesquisador	17	2.39
	2	E009	F	Gerente AP	4	0.29
	3	E017	F	Professora e pesquisadora	14	1.69
	4	E020	F	Técnica de ONG	12	1.69
5	E026	M	Gerente AP	35	1.05	

Tabela 8 (continuação)

b) Perturbação atributiva		Indivíduos				
Nº	ID	Gênero	Atividade	Grau	Intermediaridade	
6	E074	M	Consultor turístico	27	7.10	
7	E097	F	Gerente AP	38	13.62	
8	E113	F	Gerente AP	12	0.71	
9	E115	M	Gerente AP	37	8.94	
10	E141	M	Agente Polícia Federal	13	1.65	
11	E203	F	Técnica municipal	6	0.03	
Média de centralidade de todos os nós da rede				7.75	1.12	



**Figura 13.** Porcentagem de indivíduos que permanecem conectados no componente principal da rede de colaboração em função do número de nós mais centrais (maior grau e maior intermediaridade) removidos.

## 2.6 Discussão

### 2.6.1 Caracterização inicial

A análise estrutural da rede de colaboração na governança do ME revelou que a maioria dos atores com responsabilidade na gestão territorial estão conectados em um grande *componente*, separados de qualquer outro indivíduo, em média, por poucos intermediários. A alta densidade do componente principal e da rede como um todo fornecem robustez, de maneira que uma perturbação que elimine laços entre os nós poderia ser rapidamente atenuada pelo uso de rotas alternativas. Isso revela persistência da rede de colaboração em termos de manutenção de suas funções definidoras, como por exemplo circulação de informação e conhecimentos. A densidade também sugere que a rede possui alta capacidade para o controle social e a ação coletiva no âmbito da gestão integrada, especialmente se como é o caso, a rede envolve relações com diversos grupos de atores. Nesse sentido, a *diversidade de atores* no componente principal da rede sinaliza um mecanismo capaz de

ampliar a base de conhecimento e capacidade de trabalho coletivo, útil para o desempenho da rede como estrutura de governança. Assim, a socialização entre atores com diferentes saberes (e.g., técnico-especializado e prático-tradicional) permite diversificar as fontes de conhecimento na iniciativa de conservação e que interações estratégicas para a tomada de decisão possam ser efetivadas adequadamente. Finalmente, como a rede é densa, as distâncias geodésicas são pequenas. A curta *distância média* na rede de colaboração é susceptível de facilitar eficiência em termos de coleta e compartilhamento de informações, conhecimentos e outros recursos críticos para a governança do ME, além de criar um contexto favorável à compreensão de problemas comuns associados à gestão dos recursos naturais. Desse modo, a rápida circulação de informação e a agilidade de comunicação facilitada por essa pequena distância entre os atores confere maior celeridade à rede para o tratamento de problemas no ME que exigem pronta resposta para assim se mitigarem as consequências (e.g., incêndios florestais e poluição dos recursos hídricos).

### 2.6.2 Simulações de remoção

A rede de colaboração mostra capacidade de resistência à mudança e flexibilidade diante da eliminação de parceiros de colaboração, o que sugere que a rede poderá sustentar o processo de gestão dos recursos naturais do ME envolvendo a maioria dos membros, mesmo que uma fração relativamente alta dos indivíduos deixe de ser envolvida nas colaborações. Em geral, os cenários de remoções testados revelaram que é improvável que níveis razoáveis de saída de atores induzam uma rápida interrupção da conectividade dentro da rede.

Remoções tanto aleatórias quando dirigidas não provocaram aumento significativo na vulnerabilidade do processo de colaboração em nível da rede de governança e a rede mantém um grande *componente* que engloba a maioria dos indivíduos conectados. Ainda assim, a perturbação é algo maior quando realizadas remoções dirigidas, e mais especificamente, quando a rede é submetida a perturbação estrutural por meio da remoção dos atores mais centrais (i.e., mais conectados e intermediários). O impacto sobre a conectividade é ligeiramente mais visível ao considerar o número de componentes e a distância média. Neste último caso, quando removidos todos os atores mais centrais, a *distância média* aumenta o dobro em relação à rede original. A maior vulnerabilidade da rede a “ataques” seletivos sobre atores centrais do que a falhas acidentais é própria de redes complexas heterogêneas, caracterizadas pela alta hierarquia de relações e a existência de atores que concentram as relações (Albert et al., 2000; Dezsó & Barabási, 2002). A centralidade desses indivíduos na rede de colaboração pode ter surgido progressivamente tanto como consequência de seus papéis distintivos de ocupação formal na estrutura de gestão do ME (i.e., manejo de APs), quanto porque o resto de membros têm cada vez mais reconhecido esses indivíduos como

atores-chave para, por exemplo, recorrer a informações confiáveis, solicitar ajuda e resolver dúvidas e problemas. Por sua vez, a presença de indivíduos altamente conectados introduz uma situação de vulnerabilidade na rede, pois, a princípio, se esses nós “desaparecem” (e.g., abandono da região ou perda de interesse em estar envolvidos intensamente nas questões relacionadas com a governança do ME), os riscos para a funcionalidade da rede aumentam. Esta observação demonstra, também, a presença de múltiplas relações redundantes entre indivíduos. Já os resultados da estratégia de remoção de atores que não exercem mais como gestores e/ou conselheiros do ME revelam que os impactos sobre a conectividade da rede são fracos, porém algo maiores quando removidos os conselheiros que quando eliminados os gestores. Isso indica a relevância singular que os indivíduos que participam do conselho consultivo têm para a articulação da rede de governança e a manutenção dos processos gerenciais e chama a atenção para a importância de capacitar a atuação desse instrumento visando seu adequado funcionamento.

As manipulações realizadas indicam que a rede de estudo mantém a *diversidade de atores*. O número de categorias de indivíduos diferentes, ou de atores com papéis diferenciados correspondentes aos atributos considerados (i.e., ocupação no ME e área de influência ou atuação), que permanecem conectados no componente principal da rede diante das diversas estratégias de remoção testadas sugerem alto potencial para a ação e transmissão de conhecimento no sistema de governança do ME. Essa diversidade fornece um “mosaico social” para a gestão territorial das APs que inclui multiplicidade de habilidades, ideias, funções e competências para a inovação e a adaptação em um ambiente de mudança ao longo do tempo. Evidências de diversidade sugerem, por exemplo, a possibilidade de uma descentralização das funções de trabalho e fontes de geração de conhecimento e de um menor risco de que a rede alcance a homogeneização de experiências e situam o ME como uma iniciativa com potencial para aumentar os valores de conservação e biodiversidade. A persistência da diversidade de atores na rede colaborativa após as perturbações praticadas favorece, ainda, uma visão integrada do ME por meio de colaborações entre diversos níveis, com atores ancorados em diferentes áreas de influência e atuação e benefícios esperados em nível global, mas também local.

Os resultados das simulações nos permitem testar possíveis cenários sobre a evolução futura da rede de colaboração em resposta a um ambiente em mudança. Incluso com quase a metade de nós removidos aleatoriamente e com um número elevado de atores centrais deletados (cenários difíceis de acontecer na realidade) a rede permanece relativamente robusta (ver Tabelas G2-G3 do Apêndice G e Tabela 8a). Cenários mais realistas - usando dados longitudinais e mapeando a rotatividade na rede -, testados por meio da remoção de atores que realmente saíram da rede (i.e., ex-gestores e ex-conselheiros; ver Tabela G4 do Apêndice G e Tabela 8b), reforçam a mensagem de robustez da rede. A estrutura da rede de

colaboração e seu comportamento diante das perturbações realizadas sugerem que a rede de governança do ME tem potencial para criar sistemas de controle, confiança e normativos apropriados para, por exemplo, avaliar, planejar e implementar projetos de conservação; captar recursos de maneira eficiente e; minimizar os riscos do manejo que se apresentem no processo de governança, por meio de uma avaliação e monitoramento contínuo.

Finalmente, essa estrutura robusta da rede de governança estaria fornecendo uma configuração flexível e potencialmente adequada às dinâmicas temporais e ecológicas que a rede deve gerenciar. No contexto de gestão territorial do ME, essa dinâmica do sistema de governança significa que, por exemplo, inevitáveis perdas ou saídas de tempos em tempos de algum membro da rede podem ser compensadas por outro ator, do mesmo ou de outro nível de atuação, cobrindo essa baixa, limitando a propagação de distúrbios e estresse, e minimizando o risco do sistema. Afinal, essa auto-organização do sistema de governança representa uma maior capacidade de aprendizagem coletiva da rede de estudo por meio da experimentação dos seus membros, se comparada com sistemas mais vulneráveis ou fragmentados.

### **2.6.3 Limitações e implicações para futuras pesquisas**

Este estudo está sujeito a limitações metodológicas e desafios que fornecem vias abertas para futuras pesquisas:

- Nossos resultados são produto de um estudo exploratório em uma única localização geográfica e, portanto, identificam apenas uma tendência entre os nossos dados. Pesquisas adicionais são necessárias para replicar nossos resultados em outros contextos de governança territorial e/ou modelos de gestão integrada da biodiversidade e calibrar nossos achados.
- O foco da análise tem sido sobre o componente principal da rede de colaboração e sua capacidade de resistir à fragmentação diante de diferentes estratégias de remoção e, com isso, a capacidade do sistema de governança de se acomodar a perturbações sem adaptação adicional. No entanto, qualquer iniciativa para promover a governança colaborativa do ME também precisaria levar em consideração os escassos atores isolados na rede e, sobretudo, os indivíduos que eventualmente ficaram fora da mesma (i.e., grupos de atores ausentes ou pouco representados na amostra). Os primeiros, por se tratar de atores desconectados do componente principal que, presumivelmente, não podem ser alcançados pelo principal fluxo de informações e recursos que circulam na rede visando a gestão do ME. Já os segundos, por se tratar de indivíduos com capacidade de exercer impacto sobre a conservação da biodiversidade, porém excluídos e/ou com escassa relevância na rede de colaboração. Portanto, mesmo que os resultados deste estudo mostram que a rede e colaboração é robusta, é possível que ela não consiga efetivar ações

de conservação precisamente pela ausência e/ou baixo envolvimento de alguns grupos de indivíduos, especialmente daqueles dependentes dos recursos naturais do ME e com potencial de interrupção e/ou de fomento do fluxo ecológico.

- Nossas descobertas apontam para o uso potencial de abordagens baseadas em rede como uma alternativa às estratégias focadas nos papéis sociais para direcionar indivíduos em intervenções que visem a melhora de processos de governança ambiental. Desta maneira, informações estruturais obtidas por meio de ARS podem ser usadas em lugar de dados sociodemográficos ao selecionar indivíduos para fortalecer redes de governança e melhorar o desempenho na gestão territorial de APs.
- Nossas simulações se apoiam em três tipos de manipulação: (1) aleatória; (2) dirigida, com foco na perturbação estrutural e; (3) dirigida, com foco na perturbação atributiva e perspectiva longitudinal. Essas simulações poderiam ser aprimoradas incorporando outros atores nos testes estruturais, como aqueles que exercem “função ponte” na rede. Ainda, essa sequência de manipulações pode servir como estratégia para outros projetos que tentem explorar a robustez de uma rede de colaboração em uma variedade de contextos de governança ambiental de maneira a ajudar a identificar potenciais vulnerabilidades de sistemas de governança a diferentes distúrbios.
- Neste estudo, a robustez da rede é avaliada como uma função da estrutura de governança, prestando atenção a como considerações estruturais poderiam ser aprimoradas para fortalecer a robustez e, assim, melhorar os resultados ambientais. No entanto, acreditamos que, além de compreender quem são os atores envolvidos no processo colaborativo, que posições eles ocupam e de que recursos estes dispõem, conhecer as motivações e os objetivos que eles perseguem, junto com o contexto social que sustenta o fenômeno da governança, contribuiria para um entendimento mais abrangente da formação e desempenho da rede como estrutura de governança territorial e das atividades de colaboração desenvolvidas. Nesse sentido, atributos construídos a partir de dados qualitativos de percepções dos membros da rede sobre o processo colaborativo poderiam ser usados de maneira complementar aos dados deste estudo para testar a robustez. A atenção ao tipo (e.g., comunicação, confiança), natureza (e.g., amizade, parentesco, conhecido) e força (e.g., recíproca, múltipla) dos laços sociais associados às parcerias na gestão também proporcionaria informações relevantes sobre os processos sociais que acontecem na região associados à diferentes fases do processo colaborativo. Esses dados poderiam ser igualmente usados para refinar as simulações e promover estratégias de fortalecimento da gestão integrada mais apropriadas ao contexto territorial onde as APs se inserem.
- Finalmente, abordagens para avaliar a robustez de redes de governança baseadas em dados hipotéticos (i.e., cenários simulados) poderiam ser enriquecidas por abordagens



como a nossa que usem dados empíricos longitudinais de rotatividade de atores (i.e., cenários reais). Igualmente, análises tradicionais de robustez realizadas por meio de remoções de indivíduos poderiam ser complementadas por aproximações focadas no exame aprofundado da modularidade e de outros aspectos vinculados à governança policêntrica (e.g., descentralização, multinível, redundância e diversidade) e nas suas interconexões, como fatores importantes para tornar robustos os sistemas de governança de APs, melhorar a gestão dos recursos naturais e a resiliência em SSE.

## **2.7 Conclusões**

A robustez é uma característica fundamental para os sistemas de governança e um elemento crítico nas problemáticas gerais de gestão de recursos naturais e manejo de APs sob a perspectiva de SSE, mas este aspecto não é comumente examinado nem facilmente avaliado na literatura crescente sobre governança ambiental. A dimensão da robustez ganha força e complexidade ao pensarmos em sistemas de governança de modelos de conservação de APs que promovem a integração de propósitos ambientais, econômicos e socioculturais para o desenvolvimento territorial mediados por processos em longo prazo. Mesmo com o crescente aumento de iniciativas de conservação em larga escala, pouco foco é direcionado a avaliação e monitoramento dos seus sistemas de governança e, mais concretamente, aos aspectos que contribuem para a robustez de tais sistemas. Isso dificulta a compreensão da efetividade ou capacidade dos sistemas de governança territorial de fornecer funções básicas de gestão ao longo do tempo diante das contínuas perturbações e mudanças que sofrem esses SSE.

Em vista da relevância da gestão territorial para compatibilizar a ocupação humana com a conservação da biodiversidade e da necessidade de que as funções que sustentam a colaboração no sistema governança sejam mantidas no tempo, é de grande importância entender como a falha de partes componentes afeta a integridade do sistema geral. Caracterizar o comportamento de redes de governança que operam em iniciativas de conservação de larga escala a determinados tipos de perturbações e explorar as vulnerabilidades que podem surgir como resultado desses impactos contribui a implementar projetos de conservação mais efetivos no tempo, por meio de arranjos colaborativos duradouros. A sustentabilidade dessas redes facilita que seus membros sejam capazes de atuar por um longo período e adaptar suas ações às funções dos ecossistemas, com processos e tendências de longo prazo. Essas descobertas podem orientar os planejadores e profissionais da conservação a considerar os impactos sobre a governança derivados de contextos sociais, políticos e/ou ambientais de mudança e a projetarem instituições mais robustas para melhor alcançarem seus objetivos em futuras decisões de conservação e

gestão de APs a escala de paisagem, de modo a sustentar no território um conjunto desejado de serviços ecossistêmicos.

A gestão territorial por meio de mosaicos de APs traz o desafio de encontrar estratégias para fortalecer a robustez de redes colaborativas que permitam atender a planejamentos de longo prazo, compatíveis com as funções ecológicas desempenhadas por essas iniciativas de conservação em larga escala. A adoção de um framework de robustez na gestão territorial permite, entre outras coisas, direcionar nossa atenção aos fluxos de recursos, ciclos de mudança e flexibilidade dos sistemas de governança diante de novas situações e eventos (in)esperados, explorando como atores, instituições e estruturas de governança responderão a perturbações e como deveríamos nos preparar para cenários futuros. Avaliar a robustez de um sistema de governança territorial por meio de simulações ou conjunto particular de perturbações possibilita então identificar falhas no sistema e facilita que, com o tempo, seja possível desenvolver contramedidas eficazes (i.e., controles de retroalimentação) para aumentar o desempenho e minimizar o impacto à perturbações e estresse.

Se assumimos que uma das principais questões que nossas sociedades enfrentam está relacionada com a resiliência dos SSE (Biggs et al., 2012; Gonzalès & Parrot, 2012), e se concordamos que um dos elementos "maneável" para construir resiliência pode ser reforçar a robustez ou contar com redes robustas de governança (Lebel et al., 2006; Webb & Bodin, 2008) então, identificar as características que tornam robustos os sistemas de governança é fundamental para melhorar (ou gerenciar) a resiliência. Diante disso, apresentamos o uso da ARS em um contexto de gestão territorial como uma forma de avaliar certas características estruturais relevantes para a robustez do sistema de governança e compatíveis com a "resiliência social", ou capacidade dos grupos sociais para suportar choques externos na sua infraestrutura social, que pode oferecer valiosas contribuições para os resultados da conservação. Nesse sentido, argumentamos que a perspectiva de redes tem capacidade de gerar conhecimento social de qualidade a partir de estudos empíricos de robustez dos sistemas de governança e traduzi-lo em informações que possam ser usadas para melhorar as fontes de "resiliência social". Isso permitiria lidar de maneira mais eficiente com complexos processos de mudanças que podem levar ao colapso ou a transformação indesejável de um SSE e, portanto, enfraquecer os esforços de conservação da biodiversidade.

### **Referências bibliográficas**

- Albert, R., H. Jeong, & A.-L. Barabási. 2000. Error & attack tolerance of complex networks. *Nature* 406:378-382.
- Alexander, S. M., M. Andrachuk, & D. Armitage. 2016. Navigating governance networks for community-based Conservation. *Front. Ecol. Environ.* 14(3):155-164.

- Alexander, S. M., D. Armitage, P. J. Carrington, & Ö. Bodin. 2017. Examining horizontal and vertical social ties to achieve social–ecological fit in an emerging marine reserve network. *Aquatic Conservation* 27(6):1209-23.
- Anderies, J. M., M. A. Janssen, & E. Ostrom. 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and Society* 9(1):18.
- Ávila, G. C. 2014. *Mosaico de áreas protegidas do Espinhaço: Alto Jequitinhonha - Serra do Cabral, Minas Gerais e os desafios para sua efetividade*. MSc. Thesis, Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 174 p.
- Barabási, A.-L. 2014. *Network Science*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Beilin, R., N. T. Reichelt, B. J. King, A. Long, & S. Cam. 2013. Transition landscapes and social networks: examining on-ground community resilience and its implications for policy settings in multiscale systems. *Ecology and Society* 18(2):30.
- Berdej, S., & D. Armitage. 2016. Bridging organizations drive effective governance outcomes for conservation of Indonesia's marine systems. *PLoS ONE* 11(1):e0147142.
- Bergsten, A., D. Galafassi, & Ö. Bodin. 2014. The problem of spatial fit in social-ecological systems: detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region. *Ecology and Society* 19(4):6.
- Berkes, F. 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *J. Environ. Manag.* 90:1692-1702.
- Biggs, R., M. Schlüter, D. Biggs, E. L. Bohensky, S. BurnSilver, ... & P. C. West. 2012. Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 37:421-448.
- Bixler, R. P., S. Johnson, K. Emerson, T. Nabatchi, M. Reuling, ... & M. Grove. 2016. Networks and landscapes: a framework for setting goals and evaluating performance at the large landscape scale. *Front. Ecol. Environ.* 14:145–153.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2008. Management of Natural Resources at the Community Level: Exploring the Role of Social Capital and Leadership in a Rural Fishing Community. *World Development* 36(12):2763-2779.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance. What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19:366-374.
- Bodin, Ö., G. Robins, R. R. J. McAllister, A. Guerrero, B. Crona, M. Tengö, & M. Lubell. 2016. Theorizing benefits and constraints in collaborative environmental governance: a transdisciplinary social-ecological network approach for empirical investigations. *Ecology and Society* 21(1):40.
- Borgatti, S. P. 2002. *NetDraw: Graph Visualization Software*. Analytic Technologies, Needham, MA.
- Borgatti, S. P., M. G. Everett, & L. C. Freeman. 2002. *UCINET 6 for Windows: software for social network analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.
- Borrini-Feyerabend, G. 1996. *Collaborative Management of Protected Areas: Tailoring the Approach to the Context, Issues in Social Policy*. IUCN, Gland (Switzerland).
- Borrini-Feyerabend, G. 2003. Governance of protected areas: innovation in the air. *Policy Matters: Community Empowerment for Conservation* 12: 92-101.
- Borrini-Feyerabend, G., & R. Hill. 2015. Governance for the conservation of nature. Pages 169-206 in Worboys, G. L., M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, & I. Pulsford. (Eds.). *Protected area governance and management*. ANU Press, Canberra.

- Carlson, J. M., & J. Doyle. 2002. Complexity and robustness. *Proceedings of the National Academy of Science* 99(1):2538-2545.
- Carlsson, L., & F. Berkes. 2005. Co-management: concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management* 75:65–76.
- Carlsson, L. G., & A. C. Sandström. 2008. Network governance of the commons. *International Journal of the Commons* 2(1):33-54.
- Conley, A., & M. A. Moote. 2003. Evaluating collaborative natural resource management. *Society and Natural Resources* 16:371-86.
- Cumming, G. S. 2017. A Review of Social Dilemmas and Social-Ecological Traps in Conservation and Natural Resource Management. *Conservation Letters* 00(0):1-15.
- Cumming, G. S., D. H. M. Cumming, & C. L. Redman. 2006. Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society* 11(1):14.
- Dezső, Z., & A.-L. Barabási. 2002. Halting viruses in scale-free networks. *Phys. Rev.* 65(5), 055103(R).
- Drumond, M. A., M. N. Ferreira, & C. A. Onaga. 2012. *Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil: Resultado de 2010*. WWF & ICMBio, Brasília.
- Dudley, N. (Ed.). 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Dudley, N., A. Belokurov, M. Higgns-Zogib, M. Hockings, S. Stolton, & N. Burgess. 2007. *Tracking progress in managing protected areas around the world: An analysis of two applications of the management effectiveness Tracking Tool developed by WWF and the World Bank*. WWF Internacional, Gland, Switzerland.
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, & J. Norberg. 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources* 30:441-473.
- Gonzalès, R., & L. Parrott. 2012. Network Theory in the Assessment of the Sustainability of Social–Ecological Systems. *Geography Compass* 6(2):76-88.
- Graham, J., B. Amos, & T. Plumptre. 2003. *Governance Principles for Protected Areas in the 21<sup>st</sup> Century*. Institute on Governance, Ottawa.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, & K. A. Wilson. 2015. Achieving Cross-Scale Collaboration for Large Scale Conservation Initiatives. *Conservation Letters* 8(2):107-117.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, J. Corcoran, & K. A. Wilson. 2013. Scale Mismatches, Conservation Planning, and the Value of Social-Network Analyses. *Conservation Biology* 27:35-44.
- Hanneman, R. A., M. Riddle 2005. *Introduction to social network methods*. University of California, Riverside, CA.
- Janssen, M. A., Ö. Bodin, J. M. Anderies, T. Elmqvist, H. Ernstson, R. R. J. McAllister, P. Olsson, & P. Ryan. 2006. Toward a network perspective on the resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1):15.
- Kallis, G., M. Kipping, & R. Norgaard. 2009. Collaborative governance and adaptive management: Lessons from California's CALFED water program. *Environmental Science & Policy* 12:631-43.
- Le Saout, S., M. Hoffmann, Y. Shi, A. Hughes, C. Bernard,...& A. S. L. Rodrigues. 2013. Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science* 342:803-805.
- Lebel, L., J. M. Anderies, B. Campbell, C. Folke, S. Hatfield-Dodds, T. P. Hughes, & J. Wilson. 2006. Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1):19.

- Lockwood, M. 2010. Good governance for terrestrial protected areas: A framework, principles and performance outcomes. *J. Environ Manage.* 91(3):754-66.
- Marin, A., B. Wellman. 2011. Social network analysis: an introduction. Pages 11-25 in Carrington, P. T., & J. Scott. (Eds.). *The Sage Handbook of Social Network Analysis*. SAGE, London.
- Mathevet, R., J. D. Thompson, C. Folke, & F. S. Chapin. 2016. Protected areas and their surrounding territory: social-ecological systems in the context of ecological solidarity. *Ecological Applications* 26:5-16.
- Mazor, T., H. P. Possingham, & S. Kark. 2013. Collaboration among countries in marine conservation can achieve substantial efficiencies. *Divers Distrib.* 19:1380-1393.
- Miller, K. R. 1996. *Balancing the scales: guidelines for increasing biodiversity's chances through bioregional management*. Word Resource Institute, Washington.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225 parágrafo 1º, incisos I, II, III, e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. MMA, Brasília, Brazil.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2010. *Portaria 444 de 26 de novembro de 2010*. Reconhece o Mosaico de unidades de conservação do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral, MMA, Brasília, Brazil.
- Mittermeier, R. A., P. R. Gil, M. Hoffman, J. Pilgrim, T. Brooks,...& G. A. B. Fonseca. 2005. *Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Moore, C., J. Grewar, & G. S. Cumming. 2015. Quantifying network resilience: comparison before and after a major perturbation shows strengths and limitations of network metrics. *Journal of Applied Ecology* 53:636-645.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca, & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Olson, M. 2001. *The logic of collective action: public goods and the theory of groups*. 19th ed. Harvard University Press, Boston.
- Phillips A. 2003. Turning ideas on their head: The new paradigm for protected areas. *The George Wright Forum* 20:8-32.
- Plummer, R., B. Crona, B. D. R. Armitage, P. Olsson, M. Tengö, & O. Yudina. 2012. Adaptive comanagement: A systematic review and analysis. *Ecology and Society*, 17(3):11.
- Scarlett, L., & M. McKinney. 2016. Connecting people and places: the emerging role of network governance in large landscape conservation. *Front Ecol Environ* 14(3):116-125.
- Scott, J. 2000. *Social Network Analysis. A Handbook*. Sage Publications, London, UK.
- Stolton, S., M. Hockings, N. Dudley, K. Mackinnom, T. Whitten, & F. Leverington. 2007. *Management Effectiveness Tracking Tool – Reporting Progress at Protected Areas Site*. 2ª ed. World Bank/WWF Forest Alliance, Gland, Switzerland.
- UN Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). 2008. *Annual Report 2008*. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- Wasserman, S., & K. Faust. 1999. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Webb, C., & Ö. Bodin. 2008. A network perspective on modularity and control of flow in robust systems. Pages 85-118 in Norberg, J., & G. S. Cumming, G.S. (Eds.). *Complexity theory for a sustainable future*. Columbia Press, New York.

Worboys, G. L., W. L. Francis, & M. Lockwood. 2010. *Connectivity Conservation Management: A global guide*. Earthscan, London.

Worboys, G. L., M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, & I. Pulsford (Eds.). 2015. *Protected Area Governance and Management*. ANU Press, Canberra.

Wyborn, R., & P. Bixler. 2013. Collaboration and nested environmental governance: Scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *Journal of Environmental Management* 123:58-67.

## Capítulo 3

### O papel das redes de colaboração multinível na governança de paisagens protegidas: um estudo de caso brasileiro de gestão territorial

#### 3.1 Resumo

Propostas de gestão territorial para a conservação da biodiversidade atuam em diferentes níveis de paisagens heterogêneas, compostas por diversas unidades espaciais frequentemente aninhadas, incluindo áreas protegidas (APs) de múltiplas categorias e outras unidades mais amplas onde as APs estão inseridas, tais como bacias hidrográficas, vales e serras. A existência de redes de governança multinível onde colaboram os diversos atores que têm papel de uso e/ou gestão sobre essas unidades espaciais é chave para garantir ações concertadas que sustentem a manutenção dos serviços ecológicos na paisagem. No entanto, pouco se sabe sobre os padrões de colaboração dos atores que operam em diferentes níveis espaciais aninhados como fator de influência nos sistemas de governança que gerenciam paisagens de grande heterogeneidade ambiental e elevada biodiversidade. Abordamos isso por meio de um estudo de caso que explora a rede de governança colaborativa de uma paisagem protegida no Brasil, cuja gestão territorial depende do desenvolvimento de arranjos colaborativos para além das fronteiras de APs individuais. Utilizamos a análise de redes sociais (ARS) para examinar padrões de relações entre diversos grupos com papéis de uso e/ou gestão vinculados a diferentes níveis espaciais de atuação de maneira a caracterizar as interações multinível na gestão territorial. Os principais resultados revelam que a governança da paisagem protegida está baseada na colaboração interna associada à gestão de rotina no nível local das APs. Os resultados também mostram escassa colaboração direta entre atores de diferentes APs, o que indica uma capacidade limitada de oferecer respostas de gestão coordenadas no espaço diante de ameaças comuns. Ainda, as análises revelam que os membros da rede vinculados às APs, sobretudo estritas, estão conectados com níveis espaciais de governança mais globais e que colaborações entre APs são induzidas por grupos ponte que se situam nos níveis espaciais de governança mais amplos. Nossos achados sugerem que a rede de estudo promove a conservação colaborativa, já que parcerias entre distintos níveis espaciais de atuação ajudam a incorporar na rede de governança um conhecimento complementar e global das funções dos ecossistemas e da realidade e problemáticas da paisagem. Contudo, a rede precisa de ajustes para melhorar a correspondência espacial dos processos ecológicos e de governança e, sobretudo, da incorporação ativa de atores dos interstícios para aprimorar a eficácia das ações de conservação. O artigo discute as limitações da conservação de “ilhas de recursos” e fatores que dificultam a colaboração, a coordenação e o aprendizado multinível na governança territorial.

*Palavras-chave:* ajuste socioecológico; análise de redes; conservação colaborativa; conservação em larga escala; função ponte; multinível; sistema de governança; sistemas socioecológicos.

### 3.2 Introdução

Recomendações atuais para a conservação da biodiversidade se concentram na necessidade de entender os sistemas naturais como conjuntos complexos de espécies e ecossistemas que se situam em múltiplos níveis espaciais e se aninham em configurações complexas, enquanto composição, estrutura e função (Noss, 1990; Poiani et al., 2000; Lindenmayer et al., 2008; Wyborn & Bixler, 2013). Essas interdependências ecológicas são essenciais no desenvolvimento de processos ecológicos significativos para a manutenção de ecossistemas viáveis, tais como a dispersão de sementes, a polinização e a migração de espécies. O desenho de estratégias para a conservação e uso sustentável da biodiversidade exige, portanto, uma consideração espacial das dinâmicas ecológicas que acontecem tanto no nível local, quanto no nível de paisagem, uma vez que os processos ecológicos necessitam de múltiplas interações e áreas extensas para se manterem e assim evitar o colapso das suas funções.

As áreas protegidas (APs) são a principal estratégia de conservação *in situ* utilizada em escalas geográficas para a manutenção e a recuperação das condições de referência dos ecossistemas (Chape et al., 2005; Bertzky et al. 2012). Porém, apresentam desafios na gestão uma vez que: (i) além de APs individuais, paisagens heterogêneas incluem diversas áreas geográficas que coexistem no espaço (e.g., zonas tampão, bacias, vales, serras) para garantir a integridade de habitats, (ii) os ecossistemas que as APs visam proteger existem em múltiplos níveis espaciais variando de local a regional, de maneira que nenhum nível fixo é apropriado para compreender e gerenciar os ecossistemas e seus serviços de forma eficaz, eficiente e equitativa (Olsson et al., 2007; Brondizio, Ostrom & Young, 2009; Bixler et al., 2016a) e; (iii) a criação e manejo de APs como “ilhas de recursos” isoladas do contexto social, cultural e econômico no qual estão inseridas tem se mostrado como um caminho inadequado para garantir, a longo prazo, a proteção dos ecossistemas (Pressey et al., 2007; Chape, Spalding & Jenkins, 2008).

Ao longo das últimas duas décadas, iniciativas de conservação participativas associadas a uma perspectiva mais abrangente da paisagem ganharam impulso à medida que cientistas e profissionais reconheceram a necessidade de integrar as APs às políticas de desenvolvimento e uso da terra em nível regional e/ou local (Miller, 1996; Lindenmayer & Burgman, 2005; Guerrero, Mcallister & Wilson, 2015). Redes de governança envolvidas na gestão territorial e conservação em larga escala desenvolveram-se então como abordagens colaborativas em resposta à necessidade de gerenciar paisagens heterogêneas e pessoas incorporadas nelas (Berkes, 2004; Pressey et al., 2007; Bixler et al., 2016a, 2016b). Neste sentido, a gestão territorial descreve-se aqui como um processo de manejo de recursos naturais que se fundamenta e se materializa no espaço, envolvendo objetivos ecológicos, econômicos e socioculturais. Ela visa, portanto, promover o desenvolvimento sustentável de



grandes territórios, nos quais se inserem APs, por meio de um sistema de governança colaborativo.

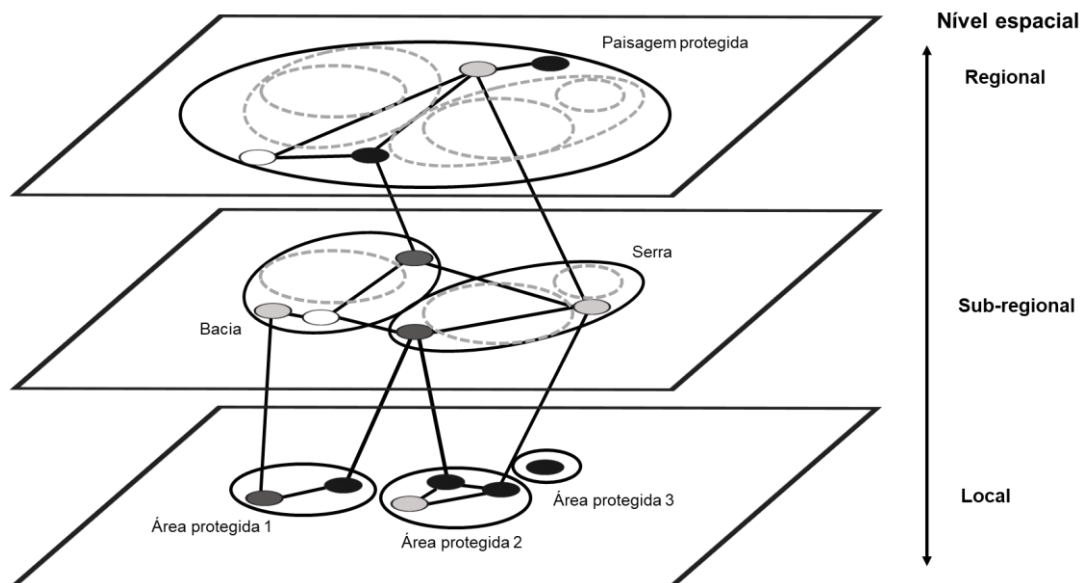
Atores que intervêm na gestão territorial atuam não apenas em áreas contíguas, mas também em áreas justapostas ou sobrepostas e em ecossistemas aninhados em diferentes níveis de uma escala espacial (Figura 14). Desta maneira, a contribuição destes atores na gestão territorial dependerá da sua capacidade de influir nos processos ecossistêmicos associados à sua área de atuação. Neste estudo, usamos o termo "escala" na acepção de Saunders & Briggs (2002) para nos referir à forma como os diferentes interesses dos atores que participam de iniciativas de gestão territorial se encaixam em diferentes níveis espaciais aninhados, tais como local (e.g., mancha de vegetação, fragmento de AP, AP individual), sub-regional (e.g., áreas circundantes, serra, bacia) e regional (e.g., rede de áreas marinhas protegidas, reserva da biosfera, paisagem protegida). Seu reconhecimento permite examinar a colaboração dentro e entre grupos associada aos múltiplos níveis. Consequentemente, neste estudo, a governança multinível diz respeito a uma forma de governança envolvendo níveis espaciais distintos, mas interligados, pertinentes para a gestão e nos quais operam determinados stakeholders, arranjos colaborativos e processos ecológicos chave.

Uma vez que as iniciativas de gestão territorial voltadas à conservação da natureza envolvem, geralmente, grandes áreas geográficas, elas também afetam e envolvem diversos atores (e.g., gerente, pesquisador, técnico, produtor rural) com poder de uso e gestão particular sobre os recursos naturais de determinados espaços do território (ver Figura 14). Assim, por exemplo, a um gerente de uma AP cabe a responsabilidade de planejar e articular um conjunto de ações que resultem no cumprimento dos objetivos dessa AP. Já o papel esperado de um ator que desenvolve pesquisas científicas no nível local dessa AP é o de usar esse espaço para produzir novos conhecimentos que possam auxiliar a gestão da própria AP. No entanto, aos gerentes e pesquisadores que desenvolvem atividades em um nível mais amplo de atuação (e.g., alcançado por meio da participação em uma coordenadoria regional de APs, comitê de bacia hidrográfica ou comitê regional de agricultura) incumbe o estabelecimento de consensos e metas de gestão ambiental regional, em um âmbito espacial que ultrapassa a fronteira local de uma determinada AP.

Igualmente, iniciativas de gestão territorial integram diferentes tipos de relações de colaboração para planejar e implementar atividades pertinentes nos vários níveis espaciais de atuação dos atores. Assim, por exemplo, seria de esperar que interações significativas associadas ao planejamento estratégico e tomada de decisão mais abrangente para resolver problemas ambientais e que possuem impacto no longo prazo (e.g., plano de manejo, zoneamento econômico-ecológico), tendam a ser planejadas em níveis amplos, enquanto que colaborações voltadas a tarefas específicas e ações de experimentação vinculadas a dinâmicas sociais e ecológicas mais rápidas sejam mais comumente implementadas em

níveis locais (e.g., sinalização de trilha, construção de bacia para contenção das águas pluviais). Contudo, dado que as decisões tomadas em um nível podem ter consequências sobre os recursos naturais em outros níveis, vários níveis espaciais de governança terão que ser levados em consideração simultaneamente para que a colaboração na gestão territorial possa compensar as inadequações das tradicionais abordagens setoriais de gestão. Assim, além de colaborações dentro de cada nível, parcerias entre atores vinculados a níveis espaciais diferentes (e.g., gerente ou produtor rural, com abrangência local; e presidente de comitê de bacia ou coordenador de extensão agrária, com abrangência regional) também são necessárias para montar as peças de todo o “quebra-cabeça” da paisagem que os stakeholders estão tentando administrar. Tais colaborações conectando locais de ação distribuídos geograficamente ajudarão, então, a resolver problemas particulares de conservação que a paisagem enfrente em diferentes áreas ou locais físicos (e.g., desmatamento, incêndios, mineração, expansão urbana, espécies exóticas invasoras, pragas, doenças, monoculturas florestais).

Neste contexto espacial, colaborações dentro e entre níveis permitem uma abordagem integrada de gestão e são, às vezes, induzidas ou reforçadas por meio de pontes. Atores e laços ponte na gestão territorial podem aprimorar o ajuste entre o sistema de governança e ecossistemas, conectando diferentes tipos de atores e/ou níveis organizacionais e biofísicos que de outra forma estariam desconectados ou apenas fracamente conectados (Olsson et al., 2007; Ernstson et al., 2010; Alexander et al., 2017). Isso significa, por exemplo, que em uma paisagem protegida a função ponte exercida por atores vinculados a um nível sub-regional de atuação (e.g., serra embebida na paisagem protegida) poderá facilitar a colaboração entre atores ancorados a um nível local (e.g., diferentes APs que também integram essa iniciativa de gestão territorial) e que, eventualmente, não mantenham uma colaboração direta (ver Figura 14).



**Figura 14.** Figura conceitual que reflete uma rede colaborativa de governança multinível associada à escala espacial de uma iniciativa de gestão territorial. Os nós representam indivíduos da rede. A cor dos nós reflete a diversidade de atores (e.g., preto, gerente; cinza escuro, pesquisador; cinza claro, técnico; branco, produtor rural). Os círculos representam grupos de atores ancorados em diversas áreas de atuação (e.g., área protegida, bacia, serra, paisagem protegida) que, por sua vez, estão aninhadas em diferentes níveis espaciais da paisagem (e.g., local, sub-regional, regional). Um laço entre dois indivíduos indica uma relação de colaboração que pode ser de diferente tipologia (e.g., troca de informações e experiências, organização de projetos, gestão estratégica ou tomada de decisão). Laços horizontais correspondem a relações entre atores do mesmo nível e laços verticais a relações entre atores de diferentes níveis (*cross-level*). Uma linha fina indica uma relação direta dentro e entre níveis, enquanto que uma linha grossa indica uma relação indireta entre níveis por meio de uma função ponte.

Para capturar essa complexa dinâmica espacial de interações, ver a governança por meio de uma lente de redes sociais pode trazer luz sobre as estruturas sociais, formais e informais, que sugerem como a governança colaborativa é operacionalizada na gestão territorial. A análise de redes sociais (ARS) tem demonstrado ser uma abordagem eficaz para examinar a colaboração e outros aspectos fundamentais da gestão de recursos naturais e conservação dos ecossistemas (Bodin & Crona, 2009; Cumming et al., 2010; Bodin & Prell, 2011; Barnes et al., 2016; Alexander et al., 2017). Igualmente, a aplicação da perspectiva de redes vem ganhando força para revelar aspectos sociais da paisagem e entender melhor como stakeholders interagem em iniciativas de gestão territorial (Beilin et al., 2013; Burgos & Mertens, manuscrito não publicado; Cumming et al., 2015; Alexander et al., 2017). Contudo, salvo algumas exceções que exploram redes de governança para alcançar objetivos da conservação sob uma perspectiva espacialmente explícita (ver, e.g., Ernstson et al., 2010; Rathwell & Peterson, 2012; Bergsten, Galafassi & Bodin, 2014; Mills et al., 2014; Guerrero et al., 2015; Maciejewski & Cumming, 2015), a ênfase tem sido dada aos impactos sobre a governança provocados por ligações multinível que conectam atores e/ou instituições na escala administrativa ou jurisdicional. Isto é, pouca atenção tem sido dada às relações entre atores que possuem vínculos espaciais distintos na paisagem e as implicações que os

padrões estruturais das redes de governança colaborativa têm para a efetividade das ações de conservação em um contexto de gestão territorial.

Conseqüentemente, em este artigo, usamos ARS para examinar a colaboração para a gestão territorial por meio de interações entre atores ancorados em múltiplos níveis ou hierarquias espaciais. O objetivo deste trabalho exploratório é melhorar a nossa compreensão sobre sistemas socioecológicos (SSE) complexos e indagar sobre como redes de governança são moldadas por arranjos de colaboração vinculados à escala espacial em iniciativas de gestão territorial. Para tal, utilizamos, como estudo de caso, uma rede de governança envolvida na gestão territorial de uma paisagem protegida no Brasil. O estudo de caso visa particularmente lançar luz sobre: (1) como os padrões de colaboração dos atores que operam dentro e entre diferentes níveis espaciais da paisagem protegida contribuem para a gestão dos recursos naturais; (2) como grupos de atores ponte podem condicionar processos e funções particulares da governança nessa iniciativa de gestão territorial.

### **3.3 Métodos**

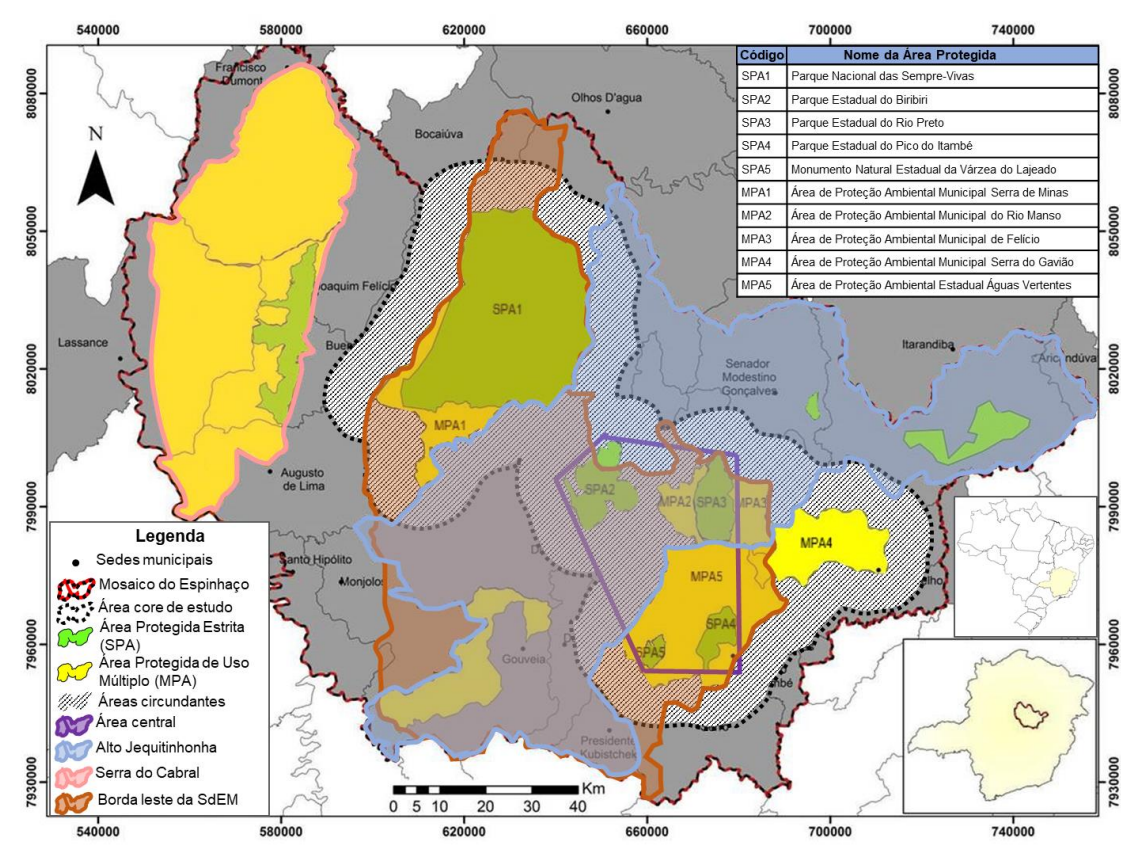
#### **3.3.1 Região de estudo**

O Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha-Serra do Cabral (doravante ME), nossa região de estudo de caso, é localizado na porção sul da Cordilheira do Espinhaço, estado de Minas Gerais (MG), Brasil (Figura 15). A Cordilheira do Espinhaço é uma das mais importantes regiões biogeográficas brasileiras e sua porção sul constitui uma Reserva da Biosfera.

O ME cobre cerca de 18.924 km<sup>2</sup> e inclui em seu território de influência 24 municípios. A maioria dos municípios são rurais e a população depende principalmente da agricultura e pecuária para seus meios de subsistência (Ávila, 2014). Nele estão presentes ecossistemas de dois grandes biomas brasileiros: Cerrado e Mata Atlântica. A localização na faixa de transição de biomas, junto as características hidrográficas e geomorfológicas da região, dão suporte a uma rica biodiversidade, abrigando espécies de fauna e flora em risco de extinção e outras endêmicas desse território (ver Barata, Correia & Ferreira, 2016; Pinho, Ferreira & Paglia, 2017).

Em 2010 as autoridades brasileiras reconheceram oficialmente o ME, que está listado como um dos 15 mosaicos de APs no Brasil (dados de 2018: <http://www.icmbio.gov.br/portal/>). Mosaicos de APs, ou mosaicos de conservação, correspondem à categoria V, i.e., paisagem protegida, da classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês) de APs. Esta categoria é concebida como “paisagens vividas e produtivas” e criada para proteger os aspectos ecológicos, biológicos, culturais e valor cênico destas áreas (Dudley, 2008). Mosaicos de APs constituem-se, então, num instrumento de conservação destinado à gestão territorial que têm como objetivo reduzir os efeitos negativos

da fragmentação de habitats em paisagens (MMA, 2000). Estas iniciativas dispõem de um conselho consultivo, formado por representações das diversas esferas governamentais e da sociedade civil com atuação na região de inserção, que deve atuar como instância potencial de participação social, debate e integração dos interesses envolvidos na gestão.



**Figura 15.** Localização do Mosaico do Espinhaço no Brasil e esboço da distribuição das unidades espaciais de análise. Fonte: Adaptado de Ávila (2013).

O ME é composto por oito APs de proteção estrita (categorias I–III da IUCN; Dudley, 2008), onze APs de uso múltiplo (Área de Proteção Ambiental (APA); categoria V da IUCN; Dudley, 2008) e suas áreas de interstício. Áreas de interstício são aquelas áreas situadas entre as APs, com diferentes formas de uso da terra, que não constituem propriamente APs, mas são importantes para a conectividade entre elas. Desse modo, possuem relevância para a implementação do ME e a interpretação da dinâmica regional na qual as APs estão inseridas. Longe de ser homogêneas, as APs do ME mostram diferenças enquanto extensão (e.g., pequenas, médias, grandes) e esfera governamental responsável pela gestão (e.g., municipal, estadual, federal). Devido à grande área do ME e a restrições logísticas, nosso estudo se concentra na área core, que inclui dez APs (5 estritas e 5 de uso múltiplo) (ver Figura 15).

### 3.3.2 Definição e dados da rede

Os limites da rede de governança foram estabelecidos empiricamente pelos próprios pesquisadores considerando o grupo articulado, de forma natural e com base em interações colaborativas, que está comprometido ou envolvido na gestão dos recursos naturais do ME e que representa os diversos níveis espaciais de atuação. A amostra dos membros da rede ou população de estudo foi apoiada na técnica bola de neve. O ponto de partida da amostragem foi o conjunto de membros do conselho consultivo do ME. Cada um desses membros foi convidado a sugerir outros entrevistados potenciais e, quando possível, fornecer informações de contato. O processo continuou até que a frequência cumulativa de novas pessoas citadas pelos participantes foi marginal (dados não mostrados). Para nossos propósitos e por razões de clareza analítica, aqui assumimos que os atores da rede são pessoas individuais, embora sejam membros de uma organização ou outra entidade coletiva, que atuam principalmente no papel de representantes de coletividades (e.g., associação comunitária, grupo de pesquisa, equipe de gestão, organização não governamental (ONG), empresa).

Entrevistas semiestruturadas foram usadas para coletar simultaneamente dois conjuntos de dados de campo (ver Apêndice A). As entrevistas foram realizadas entre setembro e dezembro de 2016 usando um roteiro e contendo perguntas abertas e fechadas.

O primeiro conjunto de dados das entrevistas foi concebido para fornecer uma caracterização de cada respondente por meio de atributos individuais de maneira a conhecer dois aspectos da rede colaborativa: (1) a diversidade de atores envolvidos e; (2) o nível espacial de abrangência na gestão dos atores. Os atributos para mostrar a diversidade de atores incluíram dados pessoais tais como gênero, idade, educação e ocupação, entre outros. Embora esses dados da população de estudo sejam genéricos e pouco exaustivos da sua diversidade, descrevem a variedade de atores com papel no manejo dos recursos naturais e cuja influência na gestão territorial estará condicionada pela extensão das colaborações desenvolvidas com outros atores, do mesmo e de diferentes níveis espaciais de atuação. Já os dados atributivos de caráter espacial dizem respeito a área sob a qual o entrevistado exerce principal influência no uso e gestão dos recursos naturais. A identificação das áreas de atuação foi realizada de maneira participativa junto aos entrevistados no momento da entrevista, localizando-as de maneira o mais precisa possível no mapa, usando *Google Earth Pro* e marcando-as sobre o próprio mapa com um código alfanumérico associado ao entrevistado. Esta informação foi usada para determinar o nível espacial onde se encaixam os interesses e ações de gestão dos participantes do estudo e constitui a base de análise dos padrões de colaboração na rede de governança.

Para a análise, cada ator foi categorizado de acordo a sua área de influência ou atuação em 16 unidades espaciais que representam diferentes níveis espaciais de governança do ME (ver Figura 15). As 10 primeiras unidades espaciais correspondem a cada uma das APs que

integram nossa região de estudo de caso e representam um nível local de atuação (i.e., nível de AP). Estas foram (1) SPA1 (N = 18); (2) SPA2 (N = 20); (3) SPA3 (N = 34); (4) SPA4 (N = 11); (5) SPA5 (N = 12); (6) MPA1 (N = 2); (7) MPA2 (N = 5); (8) MPA3 (N = 1); (9) MPA4 (N = 1); (10) MPA5 (N = 15). As 6 categorias restantes correspondem a unidades espaciais localizadas em uma posição mais ampla que o nível local na escala espacial (i.e., nível supra-AP) e englobam e/ou se superpõem, total ou parcialmente, a unidades espaciais locais. Assim, a categoria (11) *Áreas circundantes* (N = 44) está vinculada ao nível sub-regional e envolve as áreas de interstício estabelecidas ao redor e entre as APs da área de estudo, incluindo zonas de amortecimento ou tampão; (12) *Área central* (N = 17) está ancorada ao nível sub-regional e corresponde ao espaço de um quadrilátero virtual localizado no centro-sul da área de estudo, delimitado pelas 4 APs estaduais de proteção estrita (i.e., 3 parques e 1 monumento natural); (13) *Alto Jequitinhonha* (N = 13) corresponde à vertente alta do vale do rio Jequitinhonha ou área de drenagem desse rio, especificamente à microrregião de Diamantina, que cobre uma importante superfície do território do ME, representando também um nível sub-regional dentro da escala espacial de análise; (14) *Serra do Cabral* (N = 9) é um maciço montanhoso, isolado, exatamente sobreposto a várias APs do ME, e que representa outra sub-região do ME; (15) *Borda leste da SdEM* (N = 9) corresponde à uma sub-região formada pela margem oriental da cadeia montanhosa que corta a área de estudo no sentido norte-sul e é a grande responsável pelos diferentes ambientes hidrográficos, geológicos e biogeográficos do ME; (16) Finalmente, *Mosaico do Espinhaço* (N = 19) diz respeito a toda a área do ME, abrange as várias sub-regiões e representa a posição mais global da escala espacial de análise: o nível regional. Toda esta heterogeneidade espacial forma um “mosaico ecológico” caracterizado pela diversidade de unidades espaciais que coexistem, se conectam e/ou se sobrepõem na paisagem e cuja integridade de habitats, comunidades e espécies será necessariamente afetada - senão mesmo determinada - pelos arranjos colaborativos desenvolvidos no sistema de governança.

O segundo conjunto de dados coletados nas entrevistas captura, portanto, informações relacionais. As relações de colaboração foram identificadas por meio da pergunta: “com quem você geralmente costuma colaborar ou trabalhar junto em atividades relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais do ME?”. Cada relação de colaboração foi caracterizada pelo entrevistado com base nos seguintes tipos predefinidos de colaboração: (1) troca de informações e experiências; (2) organização de atividades conjuntas e/ou projetos comuns e; (3) estabelecimento de regras e desenvolvimento de planos de gestão estratégica ou tomada de decisão. Essa caracterização das relações por meio da análise descritiva dos diferentes tipos de colaborações que atores com diferentes vínculos espaciais desenvolvem na rede de governança permite explorar de maneira mais precisa qual tipo de colaboração opera entre os diversos grupos de atores na gestão territorial. Neste estudo, consideramos que existe uma

relação de colaboração entre dois indivíduos desde que a relação é mencionada por pelo menos um deles.

No total, 211 pessoas foram entrevistadas (199 pessoalmente e 12 por videoconferência). Um questionário online foi usado para coletar dados sobre 19 pessoas contatadas com as quais não foi possível agendar uma entrevista. Não conseguimos contatar com 52 pessoas citadas pelos entrevistados. Estas pessoas citadas, porém, não contatadas, não foram contempladas nas análises. Com os dados coletados, conseguimos identificar o conjunto completo de interações colaborativas para 230 pessoas que responderam à pesquisa (taxa de resposta de 81.5%).

### **3.3.3 Análise de dados**

As redes de governança podem ser estruturadas de maneiras muito diferentes. Nosso interesse diz respeito à configuração geral de rede e à organização social de stakeholders que operam em múltiplas unidades espaciais e que representam diferentes níveis espaciais de governança. Em particular, nos concentramos na colaboração direta de stakeholders dentro do mesmo nível e entre níveis e em como diferentes tipos de interações favorecidas pela função ponte, contribuem para a colaboração indireta de stakeholders, facilitando assim a gestão territorial da paisagem protegida.

Os dados originais da rede coletados foram armazenados como uma matriz ator-ator usando o pacote de computador UCINET (Borgatti, Everett & Freeman, 2002) e depois exportados para o software Netdraw (Borgatti, 2002) para a produção de diagramas de rede. Utilizamos o procedimento *collapse* para agrupar os atores que compartilham a mesma unidade espacial na governança do ME. Este procedimento analítico permite o cálculo da média do número de parceiros de colaboração dentro e entre grupos pois possibilita que linhas e colunas da matriz de dados sejam tratadas separadamente. Um teste de análise de variância (ANOVA) foi aplicado aos dados para determinar se o número médio de relações de colaboração (NMRC) era significativamente diferente entre os grupos sociais. O teste de significância foi complementado pela estimativa de tamanho de efeito por meio do cálculo de eta-quadrado.

## **3.4 Resultados**

### **3.4.1 Participantes do estudo**

Os atributos pessoais dos entrevistados são mostrados na Tabela 9. A maioria dos indivíduos envolvidos na rede de governança do ME são homens. Mais da metade dos indivíduos tem menos de 50 anos. Os níveis de educação formal são geralmente altos, uma vez que mais da metade dos respondentes têm estudos superiores, de graduação (37%) e de



pós-graduação (21%). Os entrevistados acumulam principalmente até 20 anos de experiência na região, o qual significa que a maioria dos indivíduos alcançam esse tempo morando e desenvolvendo alguma atividade vinculada à gestão dos recursos naturais no ME. No tocante ao nível de renda, mais da metade dos participantes do estudo tem uma renda média familiar mensal aproximada menor de 3 salários mínimos (SM), enquanto que quase um quarto dos participantes manifestaram ter uma renda maior de 5 SM. A maior parte dos entrevistados atuam como gestores (i.e., gerentes, monitores, analistas ambientais e/ou guarda-parques responsáveis “formais” pela gestão do ME e das APs que o integram). A segunda ocupação que reúne mais entrevistados (28%) corresponde a indivíduos que desenvolvem trabalhos técnicos de apoio à gestão dos recursos naturais (e.g. assessoria e assistência técnica em órgãos de desenvolvimento municipal e regional, extensão rural, tutela ambiental). Alguns indivíduos exercem como lideranças comunitárias, ambientalistas e ativistas socioambientais (15%) e pesquisadores vinculados a projetos de pesquisa e extensão na região (13%), enquanto muito poucos são pequenos produtores rurais, agricultores familiares e extrativistas (6%). Não houve associações estatisticamente significativas entre área de influência ou atuação e gênero (chi-quadrado  $p > 0,05$ ). No entanto, houve associação significativa entre a área de influência ou atuação e idade, educação, experiência, nível de renda e ocupação.

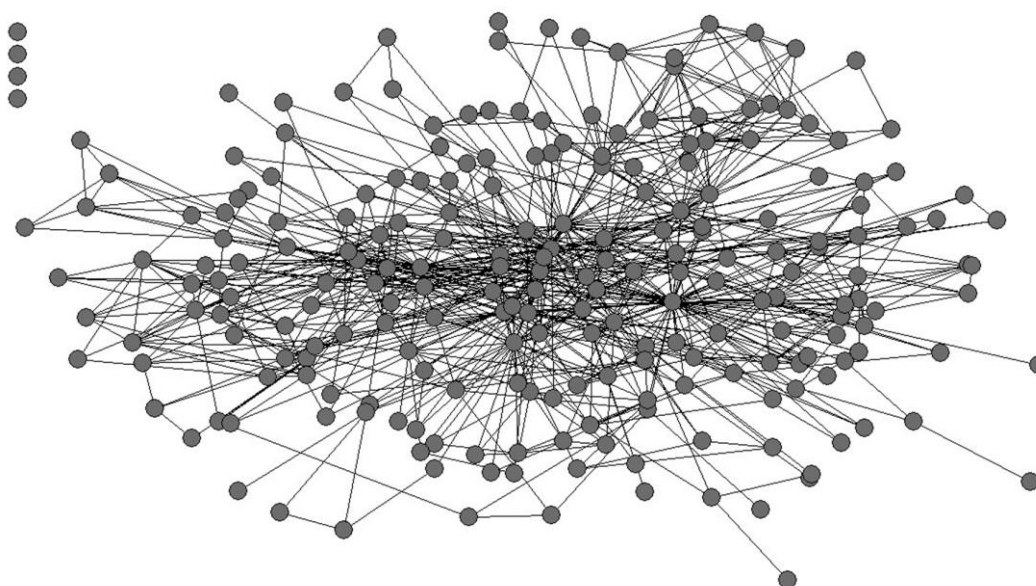
**Tabela 9.** Atributos individuais dos participantes do estudo por área de influência ou atuação (%).

Atributos individuais	Nível de AP			Nível supra-AP					
	Todos (n=230)	APs estritas (n=95)	APs de uso múltiplo (n=24)	Áreas circundantes (n=44)	Área central (n=17)	Alto Jequitinhonha (n=13)	Serra do Cabral (n=9)	Borda leste SdEM (n=9)	Mosaico do Espinhaço (n=19)
<i>Gênero</i>									
Feminino	29.1	12.5	33.7	38.6	35.3	23.1	11.1	22.2	15.8
Masculino	70.9	87.5	66.3	61.4	64.7	76.9	88.9	77.8	84.2
<i>Idade *</i>									
18-35	27.8	50.0	33.7	9.1	35.3	23.1	33.3	11.1	15.8
36-49	42.2	25.0	46.3	38.6	47.1	38.5	33.3	55.6	47.4
50-	30.0	25.0	20.0	52.3	17.6	38.5	33.3	33.3	36.8
<i>Nível de educação (anos) **</i>									
0-5	10.0	16.7	11.6	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6-9	18.7	20.8	28.4	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
10-12	12.2	16.7	18.9	11.4	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0
13-17	37.4	41.7	28.4	29.5	64.7	61.5	77.8	33.3	36.8
18 +	21.7	4.2	12.6	18.2	35.3	38.5	11.1	66.7	57.9
<i>Indicador de experiência † **</i>									
0-20	38.7	33.3	32.6	18.2	52.9	76.9	44.4	77.8	63.2
21-40	31.3	41.7	31.6	25.0	41.2	23.1	55.6	22.2	21.1
41-60	16.1	12.5	20.0	29.5	5.9	0.0	0.0	0.0	5.3
61 +	13.9	12.5	15.8	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
<i>Nível de ingressos ¢ **</i>									
1 SM	10.9	4.2	13.7	20.5	0.0	7.7	11.1	0.0	0.0
1-3 SM	41.7	62.5	51.6	34.1	35.3	23.1	55.6	0.0	15.8
3-5 SM	23.0	29.2	22.1	25.0	5.9	38.5	22.2	11.1	26.3
+ 5 SM	24.3	4.2	12.6	20.5	58.8	30.8	11.1	88.9	57.9
<i>Ocupação **</i>									
Liderança	15.2	8.3	18.9	27.3	5.9	0.0	0.0	11.1	5.3
Gestor(a)	35.7	75.0	54.7	0.0	11.8	0.0	88.9	0.0	10.5
Técnico(a)	28.7	12.5	12.6	43.2	52.9	84.6	11.1	33.3	42.1
Pesquisador(a)	13.9	4.2	8.4	6.8	29.4	15.4	0.0	55.6	42.1
Produtor(a) rural	6.5	0.0	5.3	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Total</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

† Indicador de experiência é igual à soma da experiência trabalhando em alguma atividade relacionada, direta ou indiretamente, com o uso e gestão dos recursos naturais (em anos) e de anos morando no Mosaico do Espinhaço; ¢ Nível de ingressos é a renda média familiar mensal aproximada de cada entrevistado, considerando o valor do salário mínimo (SM) no Brasil na data de realização das entrevistas (1 SM = R\$ 880). As áreas protegidas (APs) individuais (10) da área de estudo foram agrupadas nas categorias APs estritas e APs de uso múltiplo. Chi-quadrado \*p<0,01, \*\*p<0,001.

### 3.4.2 Caracterização da rede de governança colaborativa

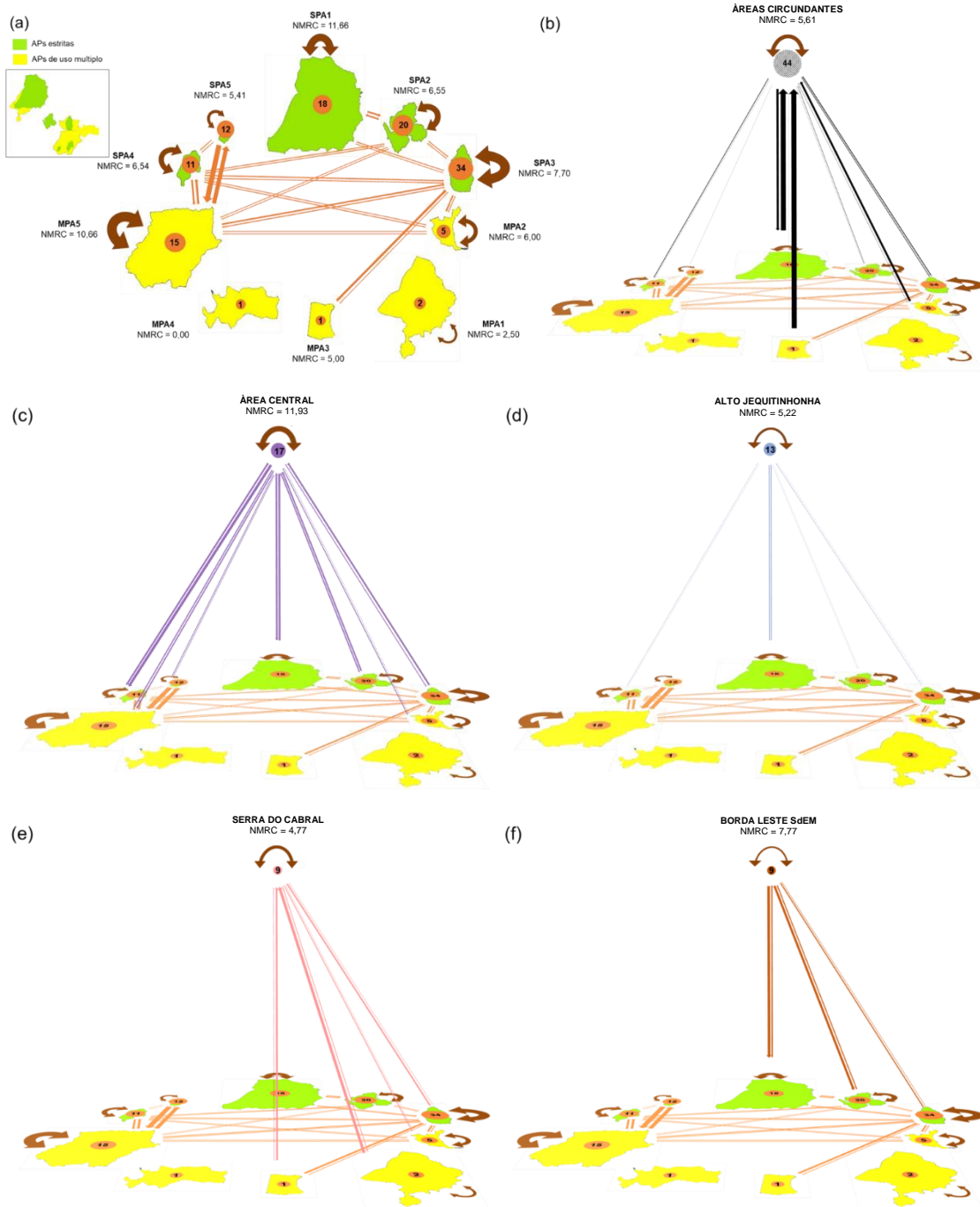
A rede de colaboração do ME está formada por 230 indivíduos. O número de colaborações entre todos eles é 1784, o que corresponde a uma média de 7,75 laços por ator. Conforme mostrado na Figura 16, a rede apresenta 1 componente principal e 4 isolados.

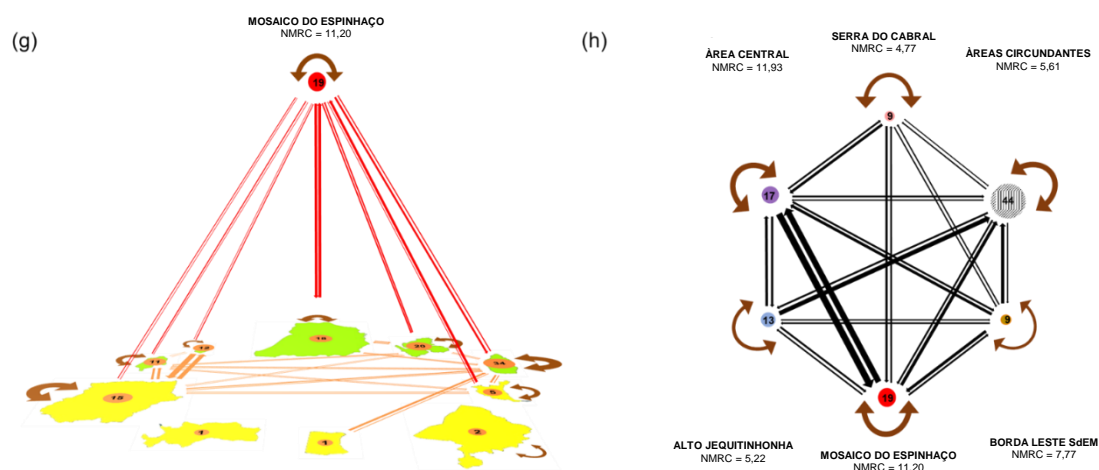


**Figura 16.** Rede de governança do Mosaico do Espinhaço (n = 230). Nós, desenhados como círculos, representam os indivíduos membros da rede. Uma linha entre dois indivíduos indica uma relação de colaboração.

### 3.4.3 Distribuição de laços multinível

Para examinar os padrões de colaboração entre os grupos sociais que operam nos diferentes níveis espaciais de governança, os indivíduos que compartilham a mesma unidade espacial de atuação no ME foram agrupados e o NMRC foi calculado dentro de cada grupo e entre grupos. Na Figura 17, os grupos são representados por círculos cuja área é proporcional ao número de indivíduos em cada grupo (conforme especificado em cada círculo). O NMRC para um determinado grupo é indicado na legenda da figura. O NMRC dentro do grupo é indicado por uma seta reflexiva, enquanto que o NMRC de um grupo para outro é indicado por uma seta direcional. A espessura da seta é proporcional ao valor do NMRC. O número médio de relações colaborativas foi significativamente diferente entre os grupos classificados pelas unidades espaciais (ANOVA,  $p < 0,05$ ), e de acordo com o valor de eta-quadrado (0,107, em uma escala de 0 a 1), a estimativa do tamanho do efeito observado foi moderado. Os valores dos NMRC dentro e entre os grupos estão disponíveis no Apêndice H.





**Figura 17.** Estrutura da rede de governança do Mosaico do Espinhaço (ME) baseada nos níveis espaciais de gestão. O tamanho do círculo corresponde ao número de atores envolvidos no uso e gestão dos recursos naturais em cada unidade espacial. O tamanho das setas reflexivas corresponde ao número médio de relações de colaboração (NMRC) dentro das unidades espaciais. O tamanho das setas direcionais corresponde ao NMRC entre unidades espaciais. **a)** Colaborações diretas dentro e entre áreas protegidas (APs) (“nível de AP”) que integram nossa região de caso de estudo. **b) – g)** Colaborações das APs com atores de níveis espaciais de gestão mais amplos, externos às APs (“nível supra-AP”): Áreas circundantes, Área central, Alto Jequitinhonha, Serra do Cabral, Borda leste da SdEM, Mosaico do Espinhaço. **h)** Colaborações dentro e entre os grupos externos às APs (“nível supra-AP”) que integram nossa região de estudo de caso. APs estritas estão coloridas em verde, enquanto que APs de uso múltiplo estão coloridas em amarelo. As APs da área de estudo foram desagregadas com relação à sua real configuração (desenho dentro do quadro) para facilitar a compreensão da figura. As APs são codificadas da seguinte forma: SPA1 = Parque Nacional das Sempre-Vivas; SPA2 = Parque Estadual do Biribiri; SPA3 = Parque Estadual do Rio Preto; SPA4 = Parque Estadual do Pico do Itambé; SPA5 = Monumento Natural Estadual da Várzea do Lejeado; MPA1 = Área de Proteção Ambiental Municipal da Serra de Minas; MPA2 = Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Manso; MPA3 = Área de Proteção Ambiental Municipal de Felício; MPA4 = Área de Proteção Ambiental Municipal da Serra do Gavião; MPA5 = Área de Proteção Ambiental Estadual das Águas Vertentes.

### *Nível de área protegida*

Na área de estudo existem diferentes categorias de APs que representam um nível local de atuação dos atores. A maioria dos entrevistados que associaram suas atividades de gestão especificamente a alguma AP (79,8%), manifestou estar envolvido nas APs estritas. Já 20,2% dos membros da rede de governança entrevistados vinculados às APs que integram nossa região de caso de estudo informaram que participam da gestão de alguma APs de uso múltiplo. Os resultados apresentados na Figura 17(a) mostram que a colaboração para a gestão dos recursos naturais entre os membros da rede de governança do ME vinculados às APs está associada com a categoria e esfera governamental de gestão dessas APs. Em geral, as pessoas envolvidas em qualquer AP de proteção estrita têm, em média, maior número de parceiros de colaboração do que aquelas que participam na gestão de alguma AP de uso múltiplo. A exceção dessa tendência recai na MPA5, a AP de uso múltiplo com maior NMRC e única APA de gestão estadual, uma vez que a responsabilidade pela gestão do resto de

APAs é municipal. A AP com maior NMRC é um parque nacional (SPA1), de responsabilidade federal. APs com o menor NMRC correspondem a 3 APAs (MPA3, MPA4 e MPA1) que apenas envolvem 1 ou 2 indivíduos na gestão, sendo que duas delas estão isoladas do resto de APs (i.e., não mantêm colaboração com nenhuma outra AP). Além disso, a espessura das setas reflexivas para os grupos das APs indica que, em geral, as relações de colaboração acontecem mais frequentemente dentro de cada grupo do que entre grupos. A exceção é a SPA5, a menor das APs e que mantém uma intensa colaboração com a MPA5. De qualquer maneira, nesta análise local ou de nível de AP parece que existe uma tendência de colaboração intergrupual a favor das APs estritas e das APs que pertencem à esfera estadual de gestão.

#### *Nível supra-área protegida*

As relações entre os membros da rede vinculados especificamente às unidades espaciais das APs - nível local - e aqueles que atuam em uma posição mais global da escala espacial de análise - níveis sub-regional e regional -, são apresentadas nas Figuras 17(b) a 17(g). Observamos que atores que atuam nas Áreas circundantes (N = 44) são o grupo do nível supra-AP mais numeroso. Porém, esse grupo não é o melhor conectado na rede quando comparado com as outras categorias de atores ancorados nesse nível de análise supra-AP. Assim, Área central e Mosaico do Espinhaço são, respectivamente, os grupos com maior capacidade de conexão, tal e como mostra o NMRC (Figuras 17(c) e 17(g)). Aliás, o grupo de atores envolvido na unidade espacial Área central possui o maior NMRC de todas as categorias contempladas nas análises, sendo que cada ator desta categoria está conectado com, em média, outros 12 atores da rede de governança. Nenhuma das 6 categorias correspondentes a níveis espaciais de governança sub-regional ou regional está desconectada do nível local. Contudo, em todos os casos, a maior parte das conexões dessas categorias do nível supra-AP não acontecem com os grupos vinculados às unidades espaciais locais das APs e sim como colaborações internas a esse nível mais amplo de atuação (Tabela 10). Assim, em média, apenas um terço das relações de todos os grupos do nível supra-AP correspondem a colaborações com grupos do nível AP, e as parcerias com esses grupos que atuam no nível local variam entre o maior e o menor alcance apresentado, respectivamente, pelas unidades espaciais Borda leste da SdEM (41%) e Alto Jequitinhonha (15%). De modo geral, o padrão relacional encontrado para estes grupos de nível supra-AP sugere colaborações mais intensas a favor das APs de proteção estrita.

A estrutura da rede de colaboração permite que os indivíduos que se situam nos níveis espaciais de governança mais amplos possam atuar como agentes ponte, conectando grupos vinculados especificamente à gestão local das APs que de outra maneira não estariam conectados. Conforme representado na Figura 18, no ME existem 45 relações possíveis entre

os grupos da rede de governança vinculados ao nível local das APs, porém apenas 29 pares desses grupos estão conectados, sendo que 12 dessas conexões (i.e., marcadas em vermelho) acontecem exclusivamente e de maneira indireta graças aos grupos que operam no nível supra-AP. Isso significa que esses grupos externos às APs, ancorados em níveis espaciais mais amplos e com capacidade ponte, desempenham o papel de interconectores e são responsáveis por mais de um quarto (26,6%) das colaborações que se desenvolvem entre os grupos vinculados às unidades espaciais das APs. Contudo, não todos os grupos de atores que se enquadram no nível supra-AP têm a mesma relevância como interconectores. Os principais grupos ponte no sentido de permitir a conexão entre mais APs são Mosaico do Espinhaço e Área central, que conectam 9 pares de APs cada um, seguido de Áreas circundantes, que facilita a conexão de 7 pares de APs. Borda leste da SdEM é a única categoria que não atua como ponte, uma vez que favorece somente conexões entre grupos vinculados às APs que já estão diretamente conectados. Conexões desse tipo (i.e., coloridas em verde na Figura 18) não podem ser consideradas ponte, porém sim relações com potencial para reforçar as colaborações diretas já estabelecidas entre grupos de atores que operam nas diferentes APs. Grupos ponte no ME possibilitam conexões bastante diversificadas, permitindo a interação entre atores vinculados a APs estritas e associados a APs de uso múltiplo, assim como favorecendo o contato entre atores envolvidos em APs das três esferas governamentais de gestão.

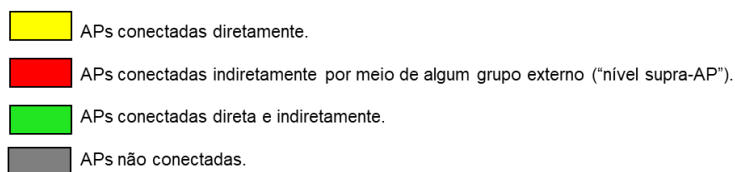
Os resultados do procedimento collapse para avaliar a distribuição das relações de colaboração dos grupos, que operam nos diferentes níveis espaciais do ME, permitem um nível de análise adicional focado nas parcerias que se estabelecem dentro e entre grupos de atores vinculados ao nível supra-AP. A Figura 17(h) mostra o padrão relacional desses grupos. Atores ancorados nas unidades espaciais Mosaico do Espinhaço e Área central mantêm uma intensa colaboração direta e também forte colaboração intragrupal. Os atores envolvidos nas Áreas circundantes, em maior número na rede de governança, também se caracterizam pela intensidade de envolvimento nas relações de colaboração internas e por ser, depois de Mosaico do Espinhaço e Área central, o grupo que recebe mais relações de colaboração. Alto Jequitinhonha e Serra do Cabral são os únicos grupos que não estão conectados diretamente. Contudo, a conexão entre eles é possível graças ao resto de categorias do nível supra-AP, que têm o potencial de atuar como conectores (“super-pontes”) entre os atores vinculados a essas unidades espaciais, permitindo a interação indireta.

**Tabela 10.** Distribuição das relações de colaboração na rede de estudo dos grupos que atuam em níveis espaciais sub-regional e regional (nível supra-AP).

Grupos	n <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>		CI <sup>3</sup>		CE <sup>4</sup>		% CI/CT <sup>5</sup>	% CE/CT <sup>6</sup>
		Soma	Média	Soma	Média	Soma	Média		
Áreas circundantes	44	247	29,3	162	29,1	85	29,5	66	34
Área central	17	203	24,1	127	22,8	76	26,4	63	37
Alto Jequitinhonha	13	68	8,1	58	10,4	10	3,5	85	15
Serra do Cabral	9	43	5,1	32	5,8	11	3,8	74	26
Borda leste SdEM	9	70	8,3	41	7,4	29	10,1	59	41
Mosaico do Espinhaço	19	213	25,2	136	24,5	77	26,7	64	36
<i>Total</i>	<i>111</i>	<i>844</i>	<i>100</i>	<i>556</i>	<i>100</i>	<i>288</i>	<i>100</i>		

1. n: Número de atores de cada grupo. 2. CT: Colaboração total: Soma das relações de colaboração dos atores do grupo (soma) e número médio de relações de colaboração dos atores do grupo (média). 3. CI: Colaboração interna: Soma das relações de colaboração entre os atores de um mesmo grupo (recíprocas) e entre os atores do grupo com atores de outros grupos do nível supra-AP (soma) e número médio de relações de colaboração entre os atores de um mesmo grupo (recíprocas) e entre os atores do grupo com atores de outros grupos do nível supra-AP (média). 4. CE: Colaboração externa: Soma das relações de colaboração dos atores do grupo com os atores de grupos do nível AP (soma) e número médio de relações de colaboração dos atores do grupo com atores de grupos do nível AP (média). 5. %CI/CT: Porcentagem de relações de colaboração com o mesmo e com outros grupos do nível supra-AP em relação ao número total de relações de colaboração. 6. %CE/CT: Porcentagem de relações de colaboração com grupos do nível AP em relação ao número total de relações de colaboração.

	SPA1	SPA2	SPA3	SPA4	SPA5	MPA1	MPA2	MPA3	MPA4	MPA5
SPA1										
SPA2										
SPA3										
SPA4										
SPA5										
MPA1										
MPA2										
MPA3										
MPA4										
MPA5										

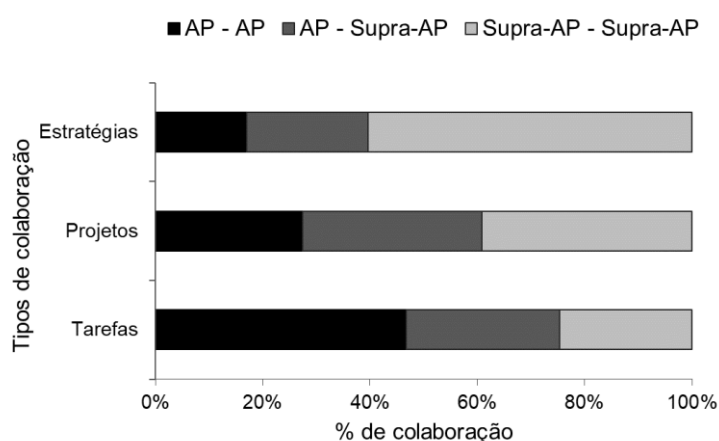


**Figura 18.** Modo de relacionamento colaborativo entre áreas protegidas (APs) analisadas do Mosaico do Espinhaço (ME). Amarelo representa colaborações diretas entre grupos de atores vinculados às 10 APs da área de estudo e que correspondem a um nível local de atuação ("nível de AP"). Vermelho indica que esses grupos de APs estão conectados indiretamente por meio de grupos externos "ponte" vinculados a um nível mais amplo de atuação ("nível supra-AP"). Verde indica pares de grupos de APs conectados tanto direta quanto indiretamente. Cinza representa a ausência de colaboração entre grupos. As APs são codificadas da seguinte forma: SPA1 = Parque Nacional das Sempre-Vivas; SPA2 = Parque Estadual do Biribiri; SPA3 = Parque Estadual do Rio Preto; SPA4 = Parque Estadual do Pico do Itambé; SPA5 = Monumento Natural Estadual da Várzea do Lejeado; MPA1 = Área de Proteção Ambiental Municipal da Serra de Minas; MPA2 = Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Manso; MPA3 = Área de Proteção Ambiental Municipal de Felício; MPA4 = Área de Proteção Ambiental Municipal da Serra do Gavião; MPA5 = Área de Proteção Ambiental Estadual das Águas Vertentes.



### 3.4.4 Caracterização das relações de colaboração

A relação de colaboração predominante na rede de governança é (a) troca de informações e experiências (61,2%), seguida pela (b) organização de projetos (35,9%) e, com muita menor relevância, (c) estabelecimento de regras e desenvolvimento de planos de gestão estratégica ou tomada de decisão (2,9%). Chamamos a esses três tipos de colaboração “tarefas”, “projetos” e “estratégias”, respectivamente. Os tipos de colaboração associados às diferentes categorias de atores envolvidos na gestão dos recursos naturais do ME são apresentados na Figura 19. Os resultados permitem observar a distribuição dos tipos de colaboração que se estabelecem entre os três níveis de análise estrutural da rede explorados na seção anterior. Isto é: (1) dentro e entre atores vinculados ao local ou nível de AP (AP – AP); (2) entre atores vinculados ao nível local das APs e aqueles que atuam no nível supra-AP – i.e., sub-regional e regional (AP – Supra-AP) e; (3) dentro e entre atores vinculados a esses níveis espaciais de governança mais amplos (Supra-AP – Supra-AP). Mais da metade das colaborações que visam a gestão estratégica (60%) acontecem entre os atores que atuam no nível supra-AP e quase três quartos das colaborações baseadas na organização de projetos (72,6%) envolvem também atores ancorados nesse nível de atuação. Nesse caso, as colaborações se desenvolvem tanto em relações internas quanto em parcerias com atores vinculados às APs. Os grupos que têm como área de influência ou atuação as APs concentram suas atividades de colaboração internas na troca de informações e experiências (46,8%). Ao contrário, estes grupos estão envolvidos em poucas atividades estratégicas intragrupo (16,9%). Finalmente, grupos de atores vinculados às APs e grupos supra-AP interagem de maneira equilibrada por meio dos três tipos de colaboração analisadas.



**Figura 19.** Distribuição dos tipos de relações de colaboração conforme os níveis espaciais de atuação dos membros da rede de governança. Preto indica a porcentagem de colaborações de cada tipo que os grupos de atores vinculados ao nível local das APs informaram manter dentro e entre esses grupos; o cinza escuro demonstra a porcentagem de colaborações de cada tipo que os grupos que atuam nas APs relataram estabelecer com grupos ancorados em um nível espacial mais amplo (sub-regional e/ou regional); e cinza claro indica a porcentagem de colaborações de cada tipo que acontecem dentro e entre esses grupos de nível espacial mais amplo ou “supra-AP”.

### 3.5 Discussão

A rede de colaboração do ME envolve diversos atores de acordo com os atributos pessoais selecionados e está altamente conectada, com a maioria dos seus membros envolvidos em numerosas parcerias dentro de um componente principal. A análise desagregada dos padrões de colaboração de acordo com o nível espacial de atuação demonstrou que a maioria dos grupos colabora internamente, bem como com outros grupos.

#### 3.5.1 Nível de área protegida

Nossa análise da rede de governança revelou algumas informações importantes sobre as relações de colaboração que emergiram dos grupos de atores que operam no nível local de APs (Figura 17(a)) e que são susceptíveis de impactar na gestão dos ecossistemas do ME.

Primeiro, nossos resultados sugerem que as APs mais restritivas são mais ativas desde o ponto de vista da colaboração que as APs mais permissivas porque contam com uma estrutura organizacional e de gestão mais efetiva, que incentiva ou facilita o envolvimento e a colaboração dos indivíduos. No ME, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF) são os órgãos, federal e estadual respectivamente, responsáveis pela criação e gestão das APs estritas, que têm o dever de coordenar a execução de ações relativas à proteção da biodiversidade, visando a consolidação territorial das APs. Já as APs de uso múltiplo, mais concretamente às APAs municipais, dependem de órgãos municipais para sua administração. As entrevistas durante o trabalho de campo revelaram que a maioria das prefeituras dos municípios do ME não ajudam na gestão das APs e que APAs municipais são “parques de papel” que acabam existindo somente no decreto de criação. Em alguns casos como MPA1 e MPA4, as APs são praticamente fantasmas, sem sede própria, plano de manejo, com limites confusos e sem equipa de gestão e/ou funcionários. A “exceção à regra” corresponde à MPA5, uma vez que essa APA é estadual e está sob responsabilidade do IEF. Esse quadro “de fachada” traçado por algumas APs de uso múltiplo está reforçando divisões socioecológicas problemáticas na paisagem e compromete seriamente a funcionalidade do ME, pois o sucesso do ME depende em grande medida do que acontece nessas APs. APAs municipais constituem extensas áreas do ME, frequentemente adjacentes ou superpostas às APs de proteção estrita, e que permitem compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais. Algumas atividades que as comunidades locais desenvolvem nestas áreas, como criação de gado, estão provocando impactos adversos no ME, como a entrada de espécies invasoras para a formação de pastagens (e.g., gramíneas de origem africana). Além de causar problemas no nível local das APs, tais como perda direta de biodiversidade e modificação da estrutura dos ecossistemas, essas espécies são susceptíveis de provocar impactos em níveis espaciais mais amplos, pois modificam os regimes de fogo das áreas

invadidas, fornecendo acúmulo de biomassa combustível para extensos incêndios. O engajamento na rede de governança de grupos vinculados às APAs municipais seria então desejável para elaborar planos, programas e ações rápidas (e coordenadas) de combate ou retenção do avanço destas espécies que impactam na conservação local e de larga escala. Deste modo, o cumprimento das atribuições de gestão por parte das instituições governamentais locais responsáveis da implementação das APAs municipais, junto à participação ativa das comunidades na rede de governança, torna-se ainda mais imperioso para a conservação dessas APs e, conseqüentemente, para a funcionalidade do SSE como um todo.

Em segundo lugar, nossos resultados sugerem que, no nível local de atuação, a governança tem uma base principal de colaboração intragrupal. Um estudo prévio no ME (Burgos & Mertens, manuscrito não publicado) mostrou que o funcionamento das APs se deve principalmente ao trabalho em equipe de gestores, monitores, analistas ambientais e guarda-parques, que colaboram dentro de cada AP para organizar e realizar atividades no dia a dia, quase como uma “estratégia de sobrevivência” para alcançar o mínimo operacional. Nossos achados parecem confirmar esta situação de colaboração interna baseada em subgrupos específicos que interagem para realizar atividades próprias de cada AP visando a adequação do habitat da unidade espacial, tais como manutenção de infraestruturas, controle e fiscalização ambiental e recuperação de áreas degradadas, dentre outras. Esse desenvolvimento preferencial de parcerias internas às APs sugere uma abordagem focada em “partes da paisagem”, com troca de conhecimento específico importante para preparar e proteger as APs diante de distúrbios ecossistêmicos restritos a esse local (e.g., deslizamento de terra, inundação, excesso de visitantes). Contudo, a colaboração e “boa gestão” dentro de uma AP não significa o alcance de uma conservação bem-sucedida na AP, pois se a paisagem circundante se degradar provocaria impactos adversos nessa AP. Atores vinculados a uma AP concreta correm então o risco de ignorar processos ecológicos que sustentam a geração de serviços ecossistêmicos e que transcendem sua área foco (e.g., fluxo de água, nutrientes, contaminantes, polinizadores e dispersores) e, conseqüentemente, colaborar intensamente em um nível espacial de gestão que não se corresponde ao nível dos processos ecológicos.

Em terceiro lugar, no tocante às relações entre grupos que atuam nas diferentes APs do ME, em geral, nossos resultados sugerem escassa colaboração. Como as APs compartilham diferentes subsistemas ecológicos, uma colaboração fraca entre grupos de atores vinculados a estas unidades espaciais indica uma capacidade limitada de sincronizar e alinhar a gestão no espaço para decidir ações e coordenar respostas a ameaças comuns (e.g., proliferação desordenada de espécies, escalada da atividade de caça furtiva, extração ilegal de flores e recursos minerais). Conforme as entrevistas, as parcerias entre APs acontecem principalmente por meio da troca de informações e experiências (Figura 19).

Colaborações deste tipo se desenvolvem em resposta, por exemplo, a eventos acidentais e/ou sazonais, como o monitoramento e combate a incêndios; ou para viabilizar ações específicas ou esporádicas, como a organização de algum curso de capacitação ou a criação de alguma travessia turística entre APs. Melhorar a conectividade entre stakeholders responsáveis pelo conjunto de APs do ME seria importante para a detecção precoce e para limitar a disseminação espacial de problemas ambientais que, embora tenham uma origem local, podem se propagar rapidamente na paisagem por meio da rede de APs. Assim, por exemplo, compartilhar alertas, práticas e respostas de gestão, diante de perturbações aos ecossistemas aquáticos de uma determinada AP causadas pela expansão urbana ou por rejeitos da mineração seria essencial para limitar a expansão da ameaça na paisagem protegida. Igualmente, intensificar a colaboração entre os atores ancorados às APs agregaria valor aos esforços de conservação das APs individuais, permitindo que grupos que atuam nessas unidades espaciais possam intercambiar aprendizados para adaptar seus objetivos originais e adotar critérios e procedimentos significativos para uma gestão dos recursos naturais que abranja todos os limites da rede de APs. Isso ajudaria a gerir melhor o patrimônio comum da região onde as APs se inserem com base em necessidades e recursos espacialmente localizados. Além disso, nossos achados mostram pouca interação entre o grupo de atores vinculado à AP de responsabilidade federal e os grupos que atuam nas APs estaduais, o qual indica um déficit de articulação entre atores e instituições que operam nessas duas esferas governamentais de gestão, com efeitos negativos para a funcionalidade da rede de governança e, conseqüentemente, para a conservação. Por exemplo, instituições de gestão das APs estaduais têm mostrado receio em implementar novas técnicas para a prevenção e combate a incêndios por meio do manejo integrado do fogo desenvolvidas na AP federal. Essa inflexibilidade das estruturas/instituições de gestão prejudica à conservação global do ME e desperdiça recursos. No entanto, a relativa boa conexão entre APs estaduais sugere coordenação entre os grupos que operam nessas APs. Mesmo assim, um desequilíbrio nas interações da rede a favor desses grupos particulares pode provocar instabilidade no sistema de governança e obstáculos à conservação. Por exemplo, ter planos de conservação de espécies ameaçadas de extinção desenvolvidos e aplicados individualmente, por AP ou conjunto de APs estaduais, em vez de integrados regionalmente no ME, pode resultar em ineficiências locais e possíveis falhas globais. Não é de surpreender que interações sejam mais frequentes e/ou mais intensas entre APs que são reguladas pela mesma instituição pois essas APs compartilham estruturas de gestão e uma identidade comum. A proximidade espacial, tanto das APs quanto dos responsáveis pela sua gestão, pode ser também um elemento que condicione o estabelecimento ou a intensidade de colaborações entre algumas APs do ME (e.g., MPA5 e SPA5), ainda mais numa região caracterizada pelas grandes distâncias e a dificuldade de comunicação entre zonas. O “efeito

proximidade” já foi destacado em outros estudos sobre governança de SSE (ver Rathwell & Peterson 2012; Bergsten et al., 2014; Maciejewski & Cumming, 2015) como importante motor de colaboração entre atores que gerenciam diferentes partes de uma paisagem devido a que as interações são dominadas por frequências de contato. Mas isso não deve fazer-nos esquecer que o potencial de colaboração de uma rede de governança depende também dos valores e interesses principais dos atores/grupos que, apesar de pertencer a mesma rede, podem não ser necessariamente compartilhados (Rathwell & Peterson, 2012; Alexander, Andrachuk & Armitage, 2016). Nesse sentido, a orientação das APs (estritas ou uso múltiplo) no ME poderia estar atuando também como um mecanismo indutor ou de freio à colaboração.

### **3.5.2 Nível supra-área protegida**

Os resultados dos padrões relacionais entre grupos de atores vinculados ao nível local das APs e aqueles que atuam em níveis espaciais mais amplos (Figura 17(b) – 17(g)) revelam vantagens da coordenação multinível para a gestão territorial do ME e permitem identificar riscos potenciais advindos de falhas no processo colaborativo.

A biodiversidade no ME ocorre em uma variedade de níveis e/ou unidades espaciais aninhadas. Nesta paisagem protegida, APs estão próximas, justapostas ou sobrepostas entre si. Alto Jequitinhonha engloba várias APs inteiras e porções consideráveis de outras. Por sua vez, parte da Borda leste da SdEM se sobrepõe à vertente alta do vale do rio Jequitinhonha, e ambas unidades espaciais têm sobreposições com Área central e Áreas circundantes (ver Figura 15). Todas essas unidades espaciais compartilham ambientes ecológicos formados por um mosaico de subsistemas funcionais interligados por processos bióticos e abióticos, que fazem parte de sistemas maiores e que envolvem processos biogeofísicos, econômicos e sociais. Portanto, um sistema de governança no nível de uma AP pode ser adequado para controlar muitas atividades dentro da AP, mas não suficientemente amplo para governar com sucesso os ecossistemas envolta e seus serviços. Diante disso, o esforço colaborativo de atores vinculados às APs com grupos “supra-AP” permite enfrentar diversos desafios e problemas externos aos limites das APs, ampliando as decisões e ações fora da área local com o objetivo de mitigar e se possível reverter efeitos ambientais negativos de maneira global. Por exemplo, a colaboração entre atores vinculados a diferentes APs (SPA2, SPA3) e atores que atuam no Alto Jequitinhonha onde essas APs se inserem, permitiria tratar de forma mais efetiva “externalidades” tais como a contaminação e poluição dos recursos hídricos, além de tomar decisões e integrar ações visando restaurar processos ecológicos essenciais que acontecem no contexto espacial da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Uma colaboração estreita entre esses mesmos atores pode ser importante também para desenvolver ações voltadas à prevenção de introduções, detecção precoce, monitoramento, controle e erradicação de espécies de peixes exóticos e que, graças ao grande poder de reprodução e

dispersão no sistema hidrológico da bacia, podem causar a extinção de animais e plantas nativas e a modificação do habitat nas APs, entre outros impactos. Já colaborações entre atores do nível local de APs e atores ancorados no nível sub-regional de uma serra próxima (i.e., Borda leste da SdEM, Serra do Cabral) poderiam ajudar a compreender melhor as interações e interdependências entre espécies de plantas de determinados ecossistemas de APs e polinizadores e dispersores potenciais dessas plantas que habitam as áreas de serra adjacentes. Além disso, ligações verticais dos grupos ancorados nas APs com grupos “supra-AP” permitem que o conhecimento científico e experiencial associado aos níveis sub-regional e regional do ME seja incorporado à memória e conhecimento socioecológico mais local e específico para, por exemplo, realizar inventários e monitoramentos abrangentes e planos de gestão e ordenamento territorial integrados. Assim, as parcerias com grupos que atuam no nível supra-AP podem ajudar a incorporar na rede de governança um olhar complementar, mais global e holístico da realidade e problemáticas do ME, essencial para um melhor entendimento da complexidade desse SSE e para avançar no desenvolvimento de uma gestão conjunta com objetivos de larga escala. A interação entre níveis contribui, portanto, para corrigir o problema de ajuste entre dinâmicas ecológicas e sociais associado à natureza multinível do ME, pois ao reunir vários atores em diversas áreas geográficas que estabelecem parcerias colaborativas, se facilitam atividades de conservação em níveis espaciais que estão melhor alinhados com os níveis em que processos ecológicos chave operam. Contudo, uma rede de governança “ideal” no ME, de modo a assegurar a gestão integrada da biodiversidade e a conectividade da paisagem, deveria mostrar atores dos interstícios, e mais especificamente das APs de uso múltiplo, bem conectados, pelo menos no mesmo grau de engajamento que o apresentado pelos atores das APs estritas. Afinal, APs menos restritivas, como as APAs, comportam-se funcionalmente como interstícios, uma vez que geralmente experimentam taxas de desmatamento similares às áreas localizadas fora dos seus limites (e.g., Françoso et al., 2015). A representatividade e participação dos atores vinculados aos interstícios (*lato sensu*) na rede de governança seria então indispensável para uma gestão efetiva no ME que garantisse o papel dessas áreas como zonas-tampão, bem como corredores ecológicos.

#### *Função ponte*

Nossos achados mostraram que os grupos Área central (Figura 17(c)) e Mosaico do Espinhaço (Figura 17(g)), formados majoritariamente por pesquisadores e técnicos (Tabela 9), se apresentam como grupos chave, dinamizadores do processo colaborativo, estando em contato com diferentes grupos que exercem suas atividades de gestão nas APs. Esses dois grupos de nível supra-AP, junto ao grupo vinculado às Áreas circundantes, constituem pontes principais, interconectando atores que operam nas diferentes APs e fortalecendo os

relacionamentos no ME. Os membros desses grupos ponte estão em uma posição poderosa como *brokers* em “passagens de nível” porque muitas vezes são o único caminho para que o conhecimento, experiências, interesses e ações possam ser compartilhados entre grupos de atores que operam em diferentes níveis espaciais ou que estão localizados em diferentes locais, jurisdições ou ecossistemas do ME. Conseqüentemente, esses grupos vinculados ao nível supra-AP fornecem um caminho funcional para a comunicação e o intercâmbio de recursos, facilitando o fluxo de diferentes fontes e tipos de conhecimento, a aprendizagem e a coordenação na rede de governança. Tais grupos ponte têm a capacidade de ajudar a contornar alguns dos desafios inerentes às redes de governança multinível distribuídas espacialmente, como o potencial de aumento dos custos de transação associados à coordenação e colaboração (e.g., tempo e esforço gasto em discutir possíveis soluções) (Wyborn, 2015). Poderão, ainda, incentivar e coordenar abordagens inovadoras de gestão no ME, desde a divulgação, interpretação e educação ambiental para diferentes públicos, até a capacitação de equipes e o monitoramento participativo de recursos naturais. Isso permitiria mobilizar a capacidade de proteção do ME e ampliar e melhorar a implementação da paisagem protegida por meio de iniciativas integradas de gestão. Em suma, a função ponte contribuiria a minimizar alguns aspectos que dificultam a colaboração e a fortalecer e ampliar a governança territorial na paisagem protegida, ao promover a colaboração de atores envolvidos na gestão de APs e áreas adjacentes.

Apesar dessa função ponte, que permite uma maior articulação entre grupos vinculados aos diferentes níveis espaciais do ME, contribuindo para minimizar os problemas associados ao desajuste espacial, alguns riscos subjacentes para a rede de governança merecem ser destacados. Um deles, diz respeito à falta de um órgão coordenador que integre ações e lidere o processo colaborativo visando um planejamento estratégico de desenvolvimento territorial. Por mais que os conselhos consultivos dos mosaicos de APs representem um espaço institucionalizado para o engajamento dos stakeholders nos processos de tomada de decisão, no caso do ME não parece que esta instância conte com os recursos (técnicos e financeiros) necessários para a articulação regional. O fortalecimento do conselho, por meio de capacitações e qualificação do seu funcionamento e/ou a criação de organizações ponte socialmente reconhecidas (e.g., agências governamentais formais ou ONGs), com autonomia financeira e profissionais capacitados, provavelmente seriam estratégias positivas para melhorar a governança dos recursos naturais do ME devido a sua capacidade de integrar ações e aumentar a colaboração e organização entre grupos de atores. Outro risco que merece destaque é a baixa conectividade entre os grupos que operam no nível supra-AP e nas APs de uso múltiplo e que indica, uma vez mais, a baixa capacidade das APs menos restritivas para influenciar e participar da gestão do ME. Melhorar seu protagonismo e integração seria necessário para que o papel potencial das APs de uso múltiplo como

componentes relevantes no sistema de ordenamento territorial seja realizado. Isso poderia ser facilitado em parte pela inserção destas APs no processo de desenvolvimento econômico local, mediante uma abordagem de “conservação por meio do desenvolvimento”, como já acontece em outros países (Pádua, 2002; Janssen & Knippenberg, 2012). Igualmente, o relativo pouco peso do grupo vinculado às Áreas circundantes na interação com as APs (Figura 17(b)) mostra mais um risco importante para a governança do ME. Este grupo numeroso de atores, formado principalmente por produtores e lideranças das comunidades com elevada experiência na região (Tabela 9), é o grande responsável pelo que acontece nos interstícios das APs e que são áreas-chave para garantir a integridade das APs e a efetividade na gestão do ME. O afastamento desses atores dos processos de tomada de decisão e práticas de gestão das APs coloca em sério risco não só a governança das APs, senão do próprio ME, e compromete o gerenciamento adequado de serviços ecossistêmicos distribuídos na paisagem. Desse modo, promover a inclusão social das comunidades em todos os níveis de atuação espacial do ME contribuiria positivamente para melhorar a governança e alcançar os objetivos perseguidos pela paisagem protegida.

Finalmente, a análise dos padrões relacionais dentro e entre os grupos que operam no nível supra-AP oferece mais pistas sobre como se organiza a colaboração para a gestão territorial do ME (Figura 17(h)). Atores vinculados aos níveis sub-regional e regional têm uma visão estratégica do ME que desenvolvem e aprimoram conjuntamente por meio de colaborações baseadas no planejamento e tomada de decisão (Figura 19). Essa visão estratégica, sempre e quando compartilhada com os atores que operam no nível local por meio de uma interação estável e abrangente, pode ajudar a articular o planejamento de cada AP com a governança em ampla escala, numa ótica de gestão territorial da paisagem. Facilita, ainda, abordagens mais ricas da incerteza ecológica e social que caracteriza a governança desse SSE contribuindo para melhorar o contexto de conservação. A esse respeito, a incorporação da dimensão de larga escala à interação multinível do ME pode ajudar a obter um conhecimento mais aprofundado das funções dos ecossistemas e a desenvolver estratégias de conservação apropriadas para a gestão territorial que correspondam com o objetivo de conservação e com o nível espacial dos processos e serviços ecossistêmicos de interesse. Por exemplo, se o objetivo é manter a diversidade de um grupo de espécies botânicas raras de distribuição restrita a topos de montanha, isso pode ser alcançado por meio da gestão colaborativa dos ambientes de altitude contidos nas diferentes unidades espaciais do ME. Já se o objetivo é proteger ecossistemas de turfeiras que, entre outros serviços ambientais, intervêm na estabilidade do regime hídrico regional e na manutenção da qualidade da água que abastece às populações do ME, isso pode exigir a gestão coordenada de zonas úmidas que ocupam áreas significativas de várias sub-regiões do ME. A rede de governança do ME se vê então reforçada pelos grupos envolvidos nos níveis espaciais mais



amplos, bem conectados interna e externamente, e que nos permitem entender ainda melhor a governança como uma rede de múltiplos níveis espaciais aninhados no tecido da paisagem.

### **3.6 Conclusões**

Iniciativas de gestão territorial representam tipos particulares de SSE caracterizadas pela interdependência entre componentes sociais e ecológicos que operam em vários níveis aninhados e cuja manutenção das principais funções ecológicas requer uma governança colaborativa e multinível. A governança colaborativa e multinível dentro de um contexto de interdependências socioecológicas promove o desenvolvimento territorial sustentável e inclusivo, pois permite que stakeholders trabalhem juntos para construir paisagens que melhorem a relação entre ser humano e natureza. Essa junção se manifesta de maneira particular nas paisagens protegidas, que como o ME, visam desenvolver processos de governança para além das fronteiras de APs individuais.

A integração das dinâmicas da paisagem além dos limites das APs que formam a paisagem protegida do ME exige a coordenação de diversos grupos de atores para a gestão territorial nos vários níveis espaciais em que ocorrem diversos processos ecológicos. Esses grupos multinível são interdependentes porque modificam ou mantêm ecossistemas e funções ecológicas por meio de diversos arranjos colaborativos associados a uma rede de governança. Contudo, o sucesso da governança no ME está ligado não só o estabelecimento da rede ancorada na dimensão espacial, senão também a estrutura da mesma. Este estudo mostra quantitativamente que o nível espacial de atuação dos diferentes grupos sociais do ME pode ter um impacto significativo na estrutura da rede e nas conexões entre níveis, o que provavelmente afetará o potencial para a colaboração e o desempenho da rede de governança. Em nossa análise, a ARS aplicada à rede de governança de uma paisagem protegida ajuda a conhecer a pluralidade e complexidade das articulações que se estabelecem entre atores/grupos necessárias para a gestão territorial. Nossa pesquisa também desvela desafios relacionados com o problema do ajuste, ao abordar a dimensão espacial da governança na gestão de ecossistemas e os fatores que permitem ou dificultam o processo colaborativo dessa gestão no nível relevante para resolver problemas de conservação.

A rede de governança do ME se apresenta como uma rede bem conectada e diversificada de atores e colaborações que se articula em camadas aninhadas, com potencial para dar resposta aos objetivos estratégicos de desenvolvimento regional e para integrar atividades de conservação em escala local com objetivos de larga escala. Essa configuração aninhada aumenta a representação dos diversos interesses na rede, permite a tomada de decisão no nível mais relevante para os problemas enfrentados e é favorável a uma gestão de recursos naturais descentralizada. Nossas descobertas sugerem que uma rede expandida,

que inclua diversos níveis espaciais de gestão e facilite a coordenação de colaborações de diferente tipologia, é desejável para melhorar o desempenho do sistema de governança. Isso porque o ME se estende fora do nível local representado pelas APs e a colaboração dentro e entre grupos ancorados em diferentes níveis espaciais de atuação pode contribuir para a criação de ambientes propícios para a gestão territorial de recursos naturais e a resolução de problemas de governança na paisagem protegida.

As conexões da rede de governança refletem a complexidade socioecológica do ME, mas elas também revelam a necessidade de implementar estratégias nos diferentes níveis para o desenvolvimento de uma rede mais colaborativa, capaz de aproximar atores e melhorar a coordenação de atividades e o compartilhamento de responsabilidades. A criação de colaborações multinível seria acelerada se todas as partes interessadas entendessem as barreiras para a formação e desempenho da rede de governança, tivessem consciência de sua posição dentro de uma paisagem mais ampla de governança aninhada e reconhecessem a necessidade de partilha de visões de mundo, valores e normas para uma gestão territorial. Tudo isso exigiria previamente que os membros da rede compreendam que os serviços ecossistêmicos são gerados a partir de ecossistemas espacialmente distribuídos. Para lidar com as deficiências na rede de governança, APs deveriam trabalhar mais umas com as outras, independentemente da distância geográfica entre elas, esfera governamental de gestão e orientação. Essas conexões entre atores vinculados a níveis locais de atuação poderiam ser encorajadas pelos grupos que operam em níveis espaciais mais amplos ou por organizações ponte criadas especificamente para facilitar a coordenação na rede. A transformação da rede colaborativa para um modelo mais eficiente de gestão territorial, que proteja também a biodiversidade fora das APs estritas, requer, inexoravelmente, ampliar o envolvimento e aprimorar a conectividade na rede dos atores dos interstícios (particularmente daqueles que atuam nas APAs). Também seria desejável criar mecanismos formais de integração regional para conectar (ou consolidar) os esforços de conservação local a níveis mais amplos de atuação de maneira que as principais funções e serviços ecológicos do ME sejam mantidas em múltiplos níveis espaciais. Uma governança mais colaborativa e que promova a legitimidade para o desenvolvimento de uma estratégia de conservação territorial demandaria, ainda, aumento e melhora de apoio técnico, administrativo, social e financeiro às APs; eliminação de barreiras legais e/ou institucionais que possam reduzir a coordenação entre esferas e intuições de gestão; assim como mudanças na lei e articulações políticas junto a governos/órgãos de conservação para evitar a fraude dos “parques de papel”.

Nossa análise representa um instante de uma rede de governança de um mosaico de APs e como ela se organiza para a gestão territorial. Embora o estudo tenha sido conduzido em uma única paisagem protegida, acreditamos que nossa abordagem é aplicável a outras configurações de governança que operam em iniciativas de gestão territorial. Igualmente,

consideramos que os resultados do estudo podem ser usados pelo ME e potencialmente por experiências similares, de forma aplicada, para identificar maneiras pelas quais promover e colaboração, melhorar a organização interna e o processo de gestão e, em última instância, como subsídios para políticas de conservação orientadas à criação e implementação de iniciativas de gestão territorial. Embora a escala jurisdicional esteja intimamente relacionada à escala espacial (cf. Cash et al., 2006), nossa análise não priorizou na hierarquia jurisdicional, mas sim na localização espacial e extensão em que indivíduos trabalham de maneira colaborativa no manejo e uso dos recursos naturais de uma paisagem protegida. Contudo, consideramos que aprimorar a exploração da relação entre essas e outras escalas (e.g., temporal, gestão) e em estudos de redes sociais renderá bons frutos para pesquisas futuras interessadas em examinar redes de governança colaborativa adotadas em iniciativas de gestão territorial. Finalmente, esperamos que esta pesquisa possa desencadear algumas discussões frutíferas sobre como avançar no desafio de estudar as interdependências entre processos de gestão e ecológicos no âmbito da governança multinível dos SSE (Cumming et al., 2010; Bodin, 2017) e como incorporar dados espacialmente explícitos em redes sociais para melhorar a eficácia das ações de conservação.

### Referências bibliográficas

- Alexander, S. M., M. Andrachuk, & D. Armitage. 2016. Navigating governance networks for community-based Conservation. *Front. Ecol. Environ.* 14(3):155-164.
- Alexander, S. M., D. Armitage, P. J. Carrington, and Ö. Bodin. 2017. Examining horizontal and vertical social ties to achieve social–ecological fit in an emerging marine reserve network. *Aquatic Conservation* 27:6:1209-23.
- Ávila, G. C. 2014. *Mosaico de áreas protegidas do Espinhaço: Alto Jequitinhonha - Serra do Cabral, Minas Gerais e os desafios para sua efetividade*. MSc. Thesis, Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 174 p.
- Barata, I. M., C. M. Correia, & G. B. Ferreira. 2016. Amphibian species composition and priorities for regional conservation at the Espinhaço Mosaic, Southeastern Brazil. *Herpetological Conservation and Biology* 11(2):293–303.
- Barnes, M. L., J. Lynham, K. Kalberg, & P. Leung. 2016. Social networks and environmental outcomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113(23):6466–6471.
- Beilin, R., N. T. Reichelt, B. J. King, A. Long, & S. Cam. 2013. Transition landscapes and social networks: examining on-ground community resilience and its implications for policy settings in multiscale systems. *Ecology and Society* 18(2):30.
- Bergsten, A., D. Galafassi, & Ö. Bodin. 2014. The problem of spatial fit in social-ecological systems: detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region. *Ecology and Society* 19(4):6.
- Berkes, F. 2004. Rethinking community-based conservation. *Conserv. Biol.* 18:621-30.
- Bertzky, B., C. Corrigan, J. Kemsey, S. Kenney, C. Ravillious, C. Besançon, & N. Burgess. 2012. *Protected Planet Report 2012: Tracking progress towards global targets for protected areas*. IUCN, Gland, Switzerland.

- Bixler, R. P., S. Johnson, K. Emerson, T. Nabatchi, M. Reuling,...& M. Grove. 2016a. Networks and landscapes: a framework for setting goals and evaluating performance at the large landscape scale. *Front. Ecol. Environ.* 14:145–153.
- Bixler, R. P., D. M. Wald, L. A. Ogden, K. M. Leong, E. W. Johnston, & M. Romolini. 2016b. Network governance for large-scale natural resource conservation and the challenge of capture. *Front. Ecol. Environ.* 14(3):165-171.
- Bodin, Ö. 2017. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science* 357(6352):1-8.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance. What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19:366-374.
- Bodin, Ö., & C. Prell. 2011. *Social networks and natural resource management*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Borgatti, S. P. 2002. *NetDraw: Graph Visualization Software*. Analytic Technologies, Needham, MA.
- Borgatti, S. P., M. G. Everett, & L. C. Freeman. 2002. *UCINET 6 for Windows: software for social network analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.
- Brondizio, E. S., E. Ostrom, & O. R. Young. 2009. Connectivity and the Governance of Multilevel Social-Ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 253-278.
- Cash, D. W., W. Adger, F. Berkes, P. Garden, L. Lebel, P. Olsson, L. Pritchard, & O. Young. 2006. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society* 11(2):8.
- Chape, S., J. Harrison, M. Spalding, & I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Biological sciences* 360(1454):443-455.
- Chape, S., M. Spalding, & M. D. Jenkins. 2008. *The World's Protected Areas Status: Values and Prospects in the 21st Century*. University of California Press, Berkeley, USA.
- Cumming, G. S., Ö. Bodin, H. Ernstson, & T. Elmqvist. 2010. Network analysis in conservation biogeography: challenges and opportunities. *Diversity and Distributions* 16:414-425.
- Cumming, G. S., C. R. Allen, N. C. Ban, D. Biggs, H. C. Biggs,... & M. Schoon. 2015. Understanding protected area resilience: a multi-scale, social-ecological approach. *Ecological Applications* 25(2):299-319.
- Dudley, N. 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Ernstson, H., S. Barthel, E. Andersson, & S. T. Borgström. 2010. Scale-crossing brokers and network governance of urban ecosystem services: the case of Stockholm. *Ecology and Society* 15(4):28.
- Françoso, R. D., R. Brandão, C. C. Nogueira, Y. B. Salmona, R. B. Machado, & G. R. Colli. 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Natureza & Conservação* 13(1):35-40.
- Guerrero, A. M., R. R. J. Mcallister, & K. A., Wilson. 2015. Achieving Cross-Scale Collaboration for Large Scale Conservation Initiatives. *Conservation Letters* 8(2):107-117.
- Janssen, J., & L. Knippenberg. 2012. From Landscape Preservation to Landscape Governance: European Experiences with Sustainable Development of Protected Landscapes. Pages 241-266 in T. Piacentini, & E. Miccadei, ed. *Studies on Environmental and Applied Geomorphology*. InTech.

- Lindenmayer, D., & M. Burgman. 2005. *Practical conservation biology*. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria.
- Lindenmayer, D., R. J. Hobbs, R. Montague-Drake, J. Alexandra, A. Bennett, M. Burgman,... & L. Fahrig. 2008. A checklist for ecological management of landscapes for conservation. *Ecology Letters* 11(1):78-91.
- Maciejewski, K., & G. Cumming. 2015. The relevance of socioeconomic interactions for the resilience of protected area networks. *Ecosphere* 6(9):1-14.
- Miller, K. R. 1996. *Balancing the scales: guidelines for increasing biodiversity's chances thought bioregional management*. Word Resource Institute, Washington.
- Mills, M., J. G. Álvarez-Romero, K. Vance-Borland, P. Cohen, R. L. Pressey, A. M. Guerrero, & H. Ernstson. 2014. Linking regional planning and local action: Towards using social network analysis in systematic conservation planning. *Biological conservation* 169:6-13.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225 parágrafo 1º, incisos I, II, III, e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. MMA, Brasília, Brazil.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- Olsson, P., C. Folke, V. Galaz, T. Hahn, & L. Schultz. 2007. Enhancing the fit through adaptive comanagement: creating and maintaining bridging functions for matching scales in the Kristianstads Vattenrike Biosphere Reserve Sweden. *Ecology and Society* 12(1):28.
- Pádua, M. T. J. 2002. Unidades de conservação: muito mais do que atos de criação e planos de manejo. Pages 7-13 in Milano, M. S., org. *Unidades de Conservação: Atualidades e Tendências*. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba.
- Pinho, F. F., G. B. Ferreira, & A. P. Paglia. 2017. Influence of vegetation physiognomy, elevation and fire frequency on medium and large mammals in two protected areas of the Espinhaço Range. *Zoologia* 34:1-11.
- Poiani, K. A., B. D. Richter, M. G. Anderson, & H. E. Richter. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes, and networks. *BioScience* 50:133-146.
- Pressey, R. L., M. Cabeza, M. E. Watts, R. M. Cowling, & K. A. Wilson. 2007. Conservation planning in a changing world. *Trends Ecol Evol* 22(11):583-592.
- Rathwell, K. J., & G. D. Peterson. 2012. Connecting Social Networks with Ecosystem Services for Watershed Governance: a Social-Ecological Network Perspective Highlights the Critical Role of Bridging Organizations. *Ecology and Society* 17(2):24.
- Saunders, D. A., & S. V. Briggs. 2002. Nature grows in straight lines – or does she? What are the consequences of the mismatch between human-imposed linear boundaries and ecosystem boundaries? An Australian example. *Landsc. Urban Plan* 61(2-4):71-82.
- Wyborn, C., & R. P. Bixler. 2013. Collaboration and nested environmental governance: Scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *Journal of Environmental Management* 123:58-67.
- Wyborn, C. 2015. Cross-scale linkages in connectivity conservation: Adaptive governance challenges in spatially distributed networks. *Environmental Policy and Governance* 25(1):1-15.



## Capítulo 4

### Integração de redes sociais e ecológicas em iniciativas de conservação em larga escala: análise de des(ajustes)

#### 4.1 Resumo

Paisagens e processos ecológicos precisam ser geridos nas escalas em que eles operam. Uma das principais razões pelas quais tentativas de conservação não atingiram seus objetivos está nos desajustes de escala entre a dinâmica dos ecossistemas e os regimes de gestão. O problema do ajuste acontece quando a gestão ambiental é desenvolvida a um nível que não se corresponde ao dos processos ecológicos, como por exemplo, local versus global ou curto versus longo prazo. Isso é especialmente relevante em iniciativas de conservação em larga escala cujo planejamento e gestão são essenciais para o desenvolvimento de paisagens funcionais no longo prazo. Aqui usamos dados sociais e ecológicos de um mosaico de áreas protegidas (APs) no Brasil, caracterizado por uma elevada diversidade de espécies endêmicas e ecossistemas sensíveis, para analisar o ajuste socioecológico e suas consequências para a conservação. Os indicadores sociais dizem respeito ao nível de conectividade e centralidade dos atores da rede de governança, enquanto que o indicador ecológico estima a conectividade funcional de aves endêmicas de fisionomias campestres na rede ecológica. Aplicamos a perspectiva de redes como uma abordagem integrada para mapear padrões de colaboração entre atores que gerenciam diferentes APs da paisagem e relacionar esses padrões às dinâmicas da conectividade ecológica entre as manchas de habitat campestre nessas APs. A comparação da contribuição relativa de cada AP do mosaico para a conectividade global da respectiva rede nos permitiu avaliar o nível de ajuste desse sistema socioecológico (SSE). Os resultados revelam que a extensão das APs para a conectividade ecológica está correlacionada com a extensão das APs para a conectividade social, o que apontaria para um nível de ajuste apropriado entre os processos ecológicos e de governança na paisagem. Apesar do nível de ajuste ser geralmente alto, identificamos algumas falhas de governança que podem comprometer os objetivos de conservação no mosaico e precisam ser corrigidas com prioridade. Nossos achados contribuem para preencher uma lacuna premente na literatura relacionada a avaliação quantitativa do ajuste socioecológico de sistemas complexos e a compreensão integrada dos aspectos sociais e ecológicos nos problemas de conservação. Finalmente, desenvolvemos uma nova estrutura analítica, focando na escala da paisagem e além de análises binárias, que pode melhorar processos de governança ambiental multinível, bem como auxiliar na implementação de ações colaborativas nas escalas apropriadas para a proteção a longo prazo dos ecossistemas e a manutenção dos processos ecológicos.

*Palavras-chave:* campo rupestre; conectividade; conservação; desajuste de escala; gestão territorial; governança colaborativa; redes; Serra do Espinhaço; sistemas socioecológicos.

## 4.2 Introdução

A governança colaborativa é um processo essencial para resolver desafios de gestão ambiental que alude a abordagens participativas de tomada de decisão e busca de consenso que influenciam como as sociedades identificam, projetam e implementam ações de conservação (Alexander et al., 2016; Bodin, 2017). Mesmo que o conceito de colaboração não seja necessariamente visto como uma panaceia para todos os problemas socioecológicos (Imperial, 2005; Bodin, 2017) acredita-se que formas de governança mais colaborativas podem contribuir para um maior sucesso na conservação e gestão de recursos naturais. Desta maneira, abordagens colaborativas de governança permitem o gerenciamento adaptativo necessário para apoiar a implementação de ações de conservação em diferentes escalas ecológicas e de gestão (Folke et al., 2005; Olsson et al., 2007; Armitage et al., 2009; Brondizio et al., 2009) e fornecem uma orientação geral para uma “boa governança” de áreas protegidas (APs) (Lockwood et al., 2010). Contudo, os benefícios da governança colaborativa na conservação dependem, em parte, de como as escalas dos processos ecológico e social estejam alinhadas para alcançar o ajuste socioecológico apropriado (Bodin et al., 2016; Alexander et al., 2017).

O desajuste ou descompasso de escala socioecológica (*social-ecological scale mismatch*, em inglês), também conhecido como problema de ajuste ou ajuste institucional (*problem of fit* ou *institutional fit*, respectivamente em inglês, ver Brown, 2003; Folke et al., 2007; Galaz et al., 2008) acontece quando a gestão ambiental é desenvolvida de forma não sobreposta às dinâmicas e processos ecológicos, muitos deles de natureza multiescalar (Guerrero et al., 2013). Esse problema de ajuste relaciona-se com o nível de conexão entre sistemas sociais e ecológicos, de maneira que configurações de sistemas socioecológicos (SSE) que exibem o mesmo nível de conectividade social e ecológica, geralmente, revelam um nível de ajuste mais apropriado para a conservação de recursos naturais e a preservação da paisagem (Bodin & Tengö, 2012; Bodin et al., 2014). Nossa atenção aqui se situa no desajuste de escala espacial entre a dinâmica dos ecossistemas e os regimes de gestão (i.e., entre estruturas ecológicas e sociais), cujo “alinhamento apropriado” depende da colaboração entre atores, cada um governando apenas uma parte de uma área maior e heterogênea, formada por elementos ecológicos interdependentes e definida por processos ecológicos chave (e.g., dispersão de espécies; ver Ernstson et al., 2010; Bergsten, Galafassi & Bodin, 2014; Treml et al., 2015).

Abordar o descompasso de escala é particularmente importante para a conservação em larga escala. A conservação em larga escala, também referida como conservação em escala de paisagem (England Biodiversity Group, 2011), é caracterizada pela busca de modelos de conservação da biodiversidade alternativos, ou complementares, a métodos focados em espécies e APs isoladas. Essa busca reflete uma mudança de paradigma na conservação



baseada na percepção, cada vez mais estendida, de que não é apenas a área, mas também o que está fora dos limites das APs, - particularmente a conexão entre as APs -, que é fundamental para a integridade das populações e para um desenho de uma conservação eficaz (Weins, 2009). Assim, os esforços das iniciativas de conservação em larga escala se concentram na criação de áreas heterogêneas, maiores e mais conectadas, para ajudar a manter a função geral dos ecossistemas e os níveis atuais de biodiversidade (Rouget et al., 2006; Worboys, Francis & Lockwood, 2010; Fitzsimons, Pulsford & Wescott, 2013). Nessas paisagens, a gestão dos impactos causados pela ação humana (e.g., desmatamento e mudanças no uso do solo, decorrentes da expansão urbana e agrícola; Lindenmayer & Nix, 1993) ultrapassa o controle de gerentes únicos e desencadeia exigências de colaboração entre diferentes atores para resolver o problema na escala apropriada (Guerrero, Mcallister & Wilson, 2015; Hill et al., 2015). Igualmente, nessas paisagens, elementos do sistema social (i.e., sistemas de governança e usuários de recursos) interagem com elementos do sistema ecológico (i.e., rede ecológica) que se pretende conservar por meio de um conjunto de ações de gestão, de maneira que problemas de ajuste podem surgir dessas interações, ou da falta das mesmas. Acreditamos que iniciativas de conservação em larga escala são SSE vitais para reverter a homogeneização das paisagens e capazes de superar os desajustes de escala na conservação, oferecendo um contexto adequado para o estudo de um dos principais constrangimentos à governança efetiva dos SSE e desafio para a conservação.

A perspectiva de redes tem demonstrado fornecer uma base empírica e conceitual valiosa para desembaraçar as interdependências entre estruturas sociais e ecológicas (i.e., atores sociais e recursos ecológicos), incluindo a resolução de situações de desajustes de escala e o acoplamento de redes sociais e ecológicas (Janssen et al., 2006; Galaz et al., 2008; Cumming et al., 2010; Bodin & Tengö, 2012; Gonzalès & Parrot, 2012; Barnes et al., 2017). Cada vez é mais reconhecido que combinar resultados de análises de redes sociais e ecológicas nos projetos de conservação ajuda a identificar e mitigar problemas de descompasso de escala pois, entre outras vantagens, permite observar se dinâmicas transfronteiriças, multiníveis e intersetoriais melhoram ou inibem o ajuste socioecológico (Alexander et al., 2017; Ingold et al., 2018). Igualmente, aplicar uma abordagem analítica de redes para examinar dados de conectividade social no contexto da conectividade ecológica tem se mostrado frutífero para auxiliar na implementação de ações colaborativas nas escalas apropriadas para a provisão continuada de serviços ecossistêmicos (Olsson et al., 2007; Ernstson et al., 2010; Zhao et al., 2018) e para o sucesso nos resultados de conservação na prática (Guerrero et al., 2013; Bodin et al., 2014; Guerrero et al., 2015).

A questão do desajuste de escala vem recebendo crescente atenção na literatura, por meio de estudos empíricos que exploram o conceito e os efeitos da sua ocorrência em diversas problemáticas ambientais. Exemplos de contextos de análise incluem

sustentabilidade dos recursos hídricos e do solo em paisagens agrícolas (Briggs, 2001; Saunders & Briggs, 2002), provisão de serviços ecossistêmicos em paisagens urbanas (Borgström et al., 2006; Ernstson et al., 2010), gestão sustentável da água (Moss, 2012; Rathwell & Peterson, 2012; Ingold et al., 2018), utilização de recursos naturais marinhos (Crowder et al., 2006; Ekstrom & Young, 2009), acidificação do oceano (Ekstrom & Crona, 2017), restauração ambiental (Sayles & Baggio, 2017; Sayles, 2018), manejo sustentável da paisagem florestal (Papaik, Sturtevant & Messier, 2008; Musgrave, 2016), integração da conservação e desenvolvimento (Brown, 2003) e, planejamento de conservação (Mills et al., 2010; Guerrero et al., 2013). Estes estudos mostraram o frequente desajuste entre o sistema de governança e o sistema ecológico. Muitos deles sugerem, ademais, que a colaboração entre os atores que têm um papel na governança de ecossistemas conectados por meio de processos ecológicos não é mais frequente que entre atores de áreas desconexas.

No entanto, com a exceção de alguns desenvolvimentos recentes (Bergsten, Galafassi & Bodin, 2014; Bodin et al., 2014; Guerrero et al., 2015; Treml et al., 2015; Bodin et al., 2016; Alexander et al., 2017; Sayles & Baggio, 2017) ainda faltam estudos empíricos que avaliem quantitativamente o nível de ajuste socioecológico de sistemas complexos e sua relação com o estabelecimento de iniciativas de conservação eficazes, especialmente envolvendo grandes áreas geográficas espacialmente heterogêneas. Tal carência de estudos é ainda mais premente em paisagens tropicais megadiversas, muitas delas carentes em recursos financeiros, estruturas físicas e jurisprudência adequada para a conservação e o manejo da biodiversidade endêmica e de ecossistemas sensíveis. Este artigo aborda alguns aspectos dessa lacuna acadêmica ao fornecer uma nova estrutura analítica para examinar o ajuste socioecológico e os arranjos potencialmente importantes para lidar com a falta de ajuste na conservação em larga escala.

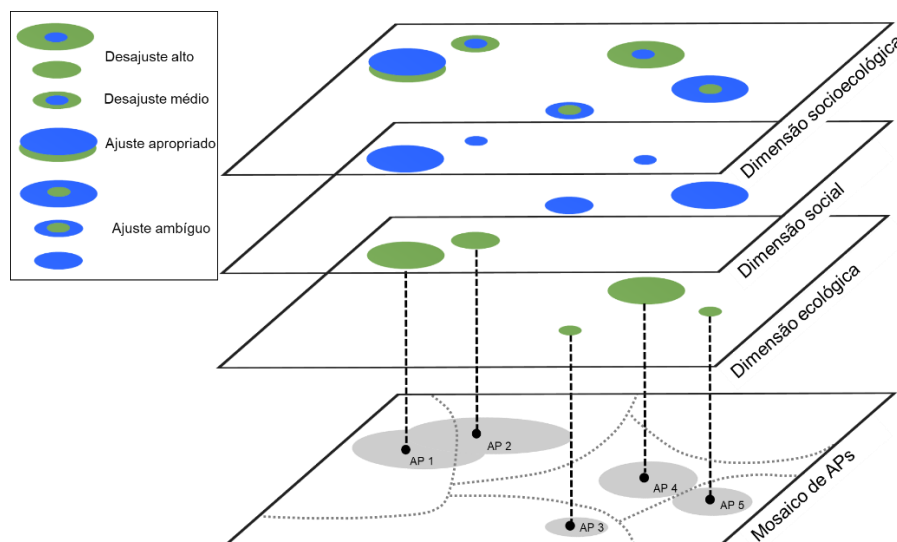
Nosso principal objetivo é entender as consequências que o desajuste entre as escalas dos processos ecológico e de governança tem para a conservação da biodiversidade em tipos particulares de SSE, representados por iniciativas de conservação em larga escala. Aplicando a perspectiva de redes e o desafio do descompasso de escala a problemas de conservação, exploramos o nível de ajuste socioecológico em termos de conectividade social e ecológica em um estudo de caso de uma iniciativa de conservação em larga escala situada em uma região montanhosa do Sudeste brasileiro. Discutimos como grupos de atores engajados na gestão territorial dessa iniciativa podem estar ligados por meio de redes sociais para alcançar uma melhor correspondência com as escalas espaciais dos processos dos ecossistemas. Perguntamos se existe um (des)ajuste entre os padrões de conectividade funcional (i.e., conectividade ecológica) de aves endêmicas de fisionomias campestres (i.e., campos de altitude e campos rupestres) que conectam manchas de habitat dentro de APs (10) próximas ou sobrepostas que formam a iniciativa de conservação em larga escala, e a rede de

governança (i.e., conectividade social) que gerencia essa paisagem por meio da colaboração de atores vinculados a cada AP. Buscamos compreender como esse (des)ajuste contribui para o (in)sucesso da governança de recursos naturais nessa iniciativa e, portanto, como o problema de ajuste poderá influir a conservação da biodiversidade na escala das APs individuais, bem como na escala da paisagem como um todo.

### **4.3 Abordagem e metodologia**

#### **4.3.1 Modelo conceitual de estudo**

Desenvolver a compreensão do ajuste socioecológico, de modo a entender melhor suas causas e consequências em um contexto de conservação em larga escala, requer inevitavelmente que as estruturas e funções da rede de governança sejam avaliadas em relação às estruturas e funções dos ecossistemas que estão sendo gerenciados. Desajustes de escala nos SSE podem surgir, por exemplo, quando os limites do sistema de governança são muito pequenos para abranger problemas de conservação ou demasiado grandes para abordar de forma significativa a natureza heterogênea desses problemas (Folke et al., 2007; Moss, 2012). Baseado no pressuposto de que SSE podem ser modelados como uma rede socioecológica para permitir a análise da sua estrutura, função e dinâmica (Bodin & Tengö, 2012), em nossa abordagem os atores sociais e os recursos ecológicos, juntamente com suas interdependências, são conceituados e modelados como nós e laços de uma rede socioecológica (Figura 20). Assim, em nosso estudo, um nó ecológico corresponde a um ecossistema natural espacialmente explícito (e.g., mancha de campo rupestre) de uma AP que forma parte de uma iniciativa de conservação em larga escala (e.g., mosaico de APs), enquanto que um nó social representa a um grupo de indivíduos responsáveis pela gestão dessa mesma AP. Já uma conexão ecológica descreve a habilidade de diferentes espécies de um grupo funcional (e.g., aves) para dispersar entre as manchas de habitat dentro das APs, enquanto que um laço social representa uma relação social (e.g., colaboração) entre indivíduos vinculados às APs. O tamanho do nó representa a contribuição de cada nó ecológico e de cada nó social na conectividade global da respectiva rede, estimada a partir de um indicador ecológico (e.g., grau de conectividade entre as manchas de habitat para determinado grupo ecológico) e de um indicador social (e.g., grau de conectividade entre os indivíduos).



**Figura 20.** Modelo conceitual de conectividade socioecológica. Em um sistema socioecológico (SSE) representado por uma iniciativa de conservação em larga escala (e.g., mosaico de áreas protegidas (APs)) de interesse, formado por 5 APs, os processos ecológicos atravessam as fronteiras institucionais (i.e., municípios separados por linhas tracejadas na camada inferior). A conectividade da rede ecológica (i.e., dimensão ecológica) é quantificada por médio de uma medida de conectividade (círculos verdes) que diz respeito a relevância ecológica de cada AP para a conectividade global da rede, considerando as conexões entre determinados habitats naturais das APs com base em distâncias de dispersão de determinados grupos funcionais. A conectividade da rede social (i.e., dimensão social) é quantificada por médio de uma medida de conectividade (círculos azuis) que diz respeito a relevância social de cada AP para a conectividade da rede como um todo, considerando as relações sociais entre grupos de atores que gerenciam cada AP. As APs estão dimensionadas de acordo com os valores de conectividade. A união ou sobreposição das duas redes permite quantificar e mapear o desajuste (ou alinhamento) socioecológico, tal como representado na camada superior e na legenda da figura.

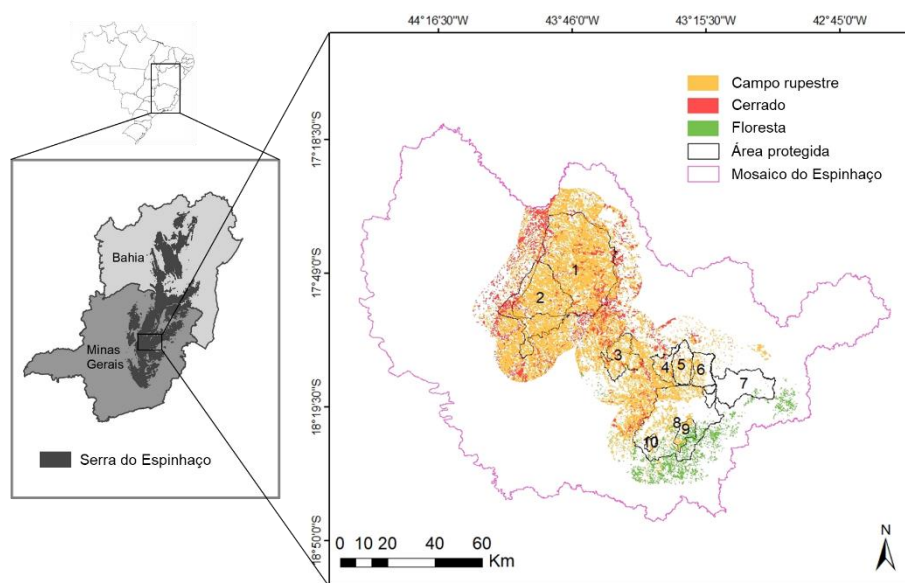
A premissa do nosso estudo é que a colaboração entre indivíduos responsáveis pela gestão de diferentes APs pode se materializar por meio de ações de conservação que ultrapassam as fronteiras das respectivas APs e visam uma gestão territorial e integrada no âmbito da paisagem. Isso nos levou a testar se a importância das APs para a conectividade global da rede ecológica está correlacionada com a importância das APs para a conectividade global da rede social. Se corroborada, nossa hipótese indicaria a presença de mecanismos efetivos que operam na paisagem para manter o nível de ajuste entre a dinâmica dos ecossistemas e os regimes de gestão, e revelaria atores que devem conservar ou aumentar suas parcerias, ou bem que podem reorientar suas colaborações, conforme à relevância que as APs onde atuam têm para a conectividade da paisagem. A correlação entre indicadores de conectividade ecológica e social é utilizada aqui como uma medida do potencial de conectividade socioecológica que pode ser útil para examinar o ajuste entre a rede de governança colaborativa da iniciativa de conservação em larga escala e a rede ecologicamente definida de APs que a integram. Deste modo, existirá ajuste entre a escala da governança e os processos ecológicos quando as APs que têm um papel de destaque na conectividade da rede ecológica são também as APs cujos atores responsáveis pela gestão

desempenham um papel chave na rede de governança colaborativa. Se as duas redes possuem baixo grau de sobreposição, será identificado um desajuste socioecológico e, com isso, será possível detectar lacunas de governança nas quais aprimorar os relacionamentos entre os atores que gerenciam áreas com fortes conexões ecológicas, com vistas a melhorar as intervenções e resultados da iniciativa de conservação.

#### 4.3.2 Estudo de caso

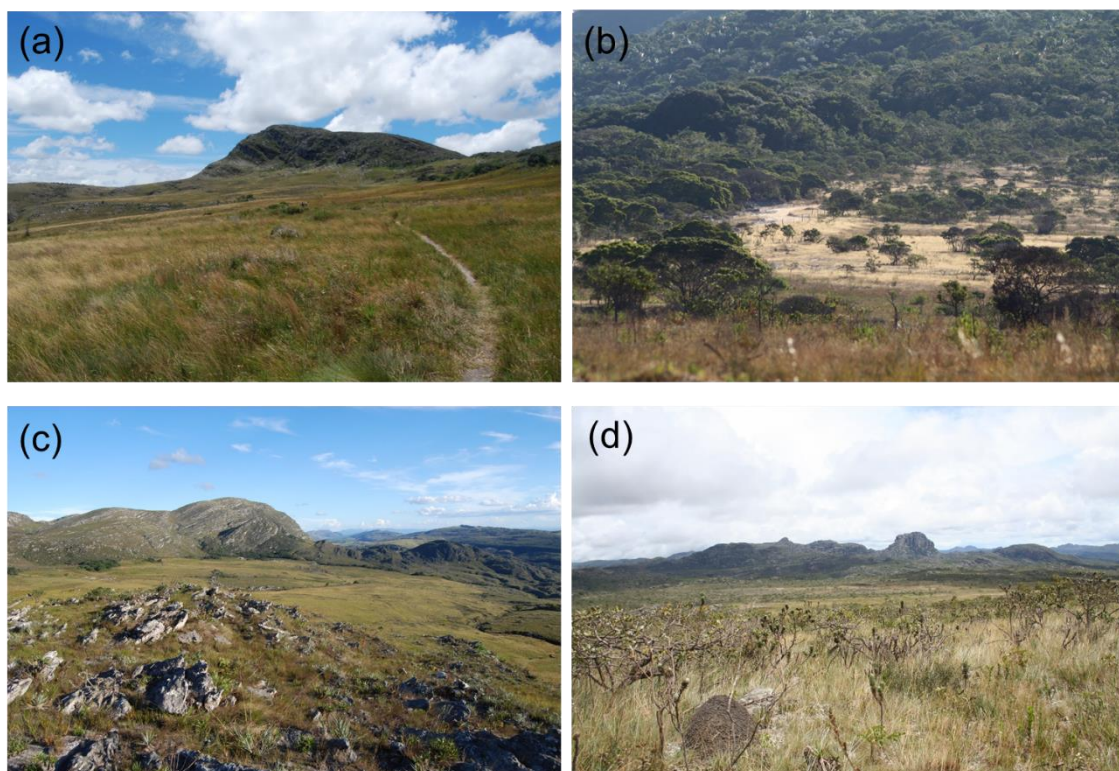
O mosaico de APs do Espinhaço (doravante ME) está localizado na porção meridional da Serra do Espinhaço (a segunda maior cadeia de montanhas na América do Sul, depois dos Andes), situada no centro-leste do Brasil e que se estende por aproximadamente 1200 km na direção N-S entre os estados da Bahia e de Minas Gerais (Figura 21). Essa cadeia montanhosa representa uma região de grande importância nos contextos geológico, ecológico e biogeográfico, conjugada com um rico patrimônio sociocultural e relevância histórica no país (Saadi, 1995; Silva, Pedreira & Almeida-Abreu, 2005; Andrade et al., 2015; Neves et al., 2016).

O ME cobre cerca de 18.924 km<sup>2</sup> e se situa no ecótono dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, ambos *hotspots* de conservação global (Myers et al. 2000; Mittermeier et al. 2005), onde entram em contato diferentes comunidades ecológicas e suas interações, propiciando alternativas ecológicas de adaptação (Rapini et al., 2008). Em meio à transição desses biomas, e em altitudes superiores a 900 metros, aparecem os campos rupestres, sendo os ambientes vegetacionais mais representativos na área de estudo (Figura 21).



**Figura 21.** Localização da área de estudo na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) e domínios vegetais. As áreas protegidas (APs) são numeradas da seguinte forma: 1 = PNSV; 2 = APAMSM; 3 = PEPI; 4 = APAMRM; 5 = PERP; 6 = APAMF; 7 = APAMSG; 8 = APAEAV; 9 = PEPI; 10 = MONATE.

Os campos rupestres e campos de altitude (Figura 22) são formações herbáceo-arbustivas evolutivamente antigas, caracterizadas por expressiva biodiversidade em relação à flora e por um dos níveis mais altos de endemismos de plantas do mundo (para uma revisão, ver Fernandes, 2016). Estes ambientes também são extremamente ricos em espécies, muitas delas endêmicas, de aves (Vasconcelos et al., 2008), anfíbios (Leite, 2012) e peixes (Alves et al., 2008). Embora relativamente bem conservados em comparação com outras regiões do Brasil, diversas ameaças à conservação estão colocando em risco a manutenção dos recursos naturais e provocando a fragmentação dos campos rupestres no ME. Dentre elas, destacam-se: intensa atividade de mineração, turismo não planejado, construção de estradas e loteamentos, coleta indiscriminada de espécies de interesse econômico e, queimadas (geralmente provocadas para implantação de pastagens) (Menezes & Giuliatti, 2000; Rapini et al., 2008; Fernandes et al., 2018). Além disso, esses ecossistemas de topo de montanha compõem um ambiente extremadamente frágil e de baixa resiliência, sendo os primeiros lugares a sofrer os impactos das mudanças climáticas globais (IPCC, 2007). Desta maneira, ações proativas e duradouras são urgentemente necessárias para reduzir a perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos essenciais dos campos rupestres, cujo declínio terá consequências nefastas para as gerações futuras, incluindo a segurança hídrica e alimentar da região (Fernandes et al., 2018).



**Figura 22.** Formações típicas da região do Espinhaço, incluindo campo limpo (a), campo cerrado adjacente a uma área de cerrado típico (b), campo rupestre (c) e campo sujo (d). Fonte: fotografias cedidas por Fernando Goulart.



A relevância biológica dos ambientes montanhosos inerentes ao ME, especialmente de campos rupestres, tem sido destacada em estudos de priorização para a conservação da biodiversidade, com recomendações de ações de conservação e a criação e ampliação de APs para a proteção e restauração do habitat, visando à conectividade da paisagem (ver, e.g., Costa et al., 1998; Drummond, 2005; Ministério do Meio Ambiente 2007; Silva et al., 2008; Barata et al., 2016; Fernandes et al., 2018; Monteiro et al., 2018). Desde 2005, a porção sul da Serra do Espinhaço é designada como reserva da biosfera da UNESCO e, em 2010, o ME foi oficialmente reconhecido passando a formar parte da lista dos 15 mosaicos de APs no Brasil (dados de 2018: <http://www.icmbio.gov.br/portal/>).

Mosaicos de APs, ou mosaicos de conservação, é uma iniciativa brasileira de conservação em larga escala que visa a preservação da biodiversidade, o ordenamento territorial e a valorização do patrimônio sociocultural por meio da gestão integrada e participativa de um conjunto de APs de categorias diferentes ou não, próximas, justapostas ou sobrepostas numa mesma região (Ministério do Meio Ambiente 2000). Nesse instrumento de conservação, diferentes órgãos governamentais (i.e., federais, estaduais e municipais) e da sociedade civil, deverão planejar juntos e compartilhar suas atividades, ultrapassando seus limites políticos e geográficos e canalizando seus esforços de gestão por meio de um conselho consultivo para atingirem os objetivos do mosaico. No caso do ME, vários grupos de atores estão envolvidos nos esforços de conservação, incluindo gestores, analistas ambientais, técnicos de instituições públicas e privadas, lideranças comunitárias, ativistas socioambientais, pesquisadores, produtores rurais e extrativistas (Burgos & Mertens, não publicado). Esses atores participam de diversas atividades colaborativas relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais e capazes de melhorar o ajuste socioecológico, incluindo: recuperação e manejo ambiental, sensibilização e educação ambiental, controle, proteção e prevenção de impactos ambientais e, resolução de conflitos socioambientais. O ME contém 19 APs, das quais oito são APs de proteção integral (categorias I–III da IUCN; Dudley, 2008) e onze correspondem a APs de uso sustentável (Área de Proteção Ambiental (APA); categoria V da IUCN; Dudley, 2008), e que cumprem papéis diferenciados nos processos ecológicos. Este estudo concentrou-se em 10 APs (5 estritas e 5 de uso múltiplo) que formam a área central do ME (ver Figura 21). São as seguintes: Parque Nacional das Sempre Vivas (PNSV), APA Municipal da Serra de Minas (APAMSM), Parque Estadual do Biribiri (PEBI), APA Municipal do Rio Manso, (APAMRM), Parque Estadual do Rio Preto (PERP), APA Municipal de Felício (APAMF), APA Municipal da Serra do Gavião (APAMSG), APA Estadual das Águas Vertentes (APAEAV), Parque Estadual do Pico do Itambé (PEPI) e Monumento Natural Estadual da Várzea do Lajeado (MONATE).

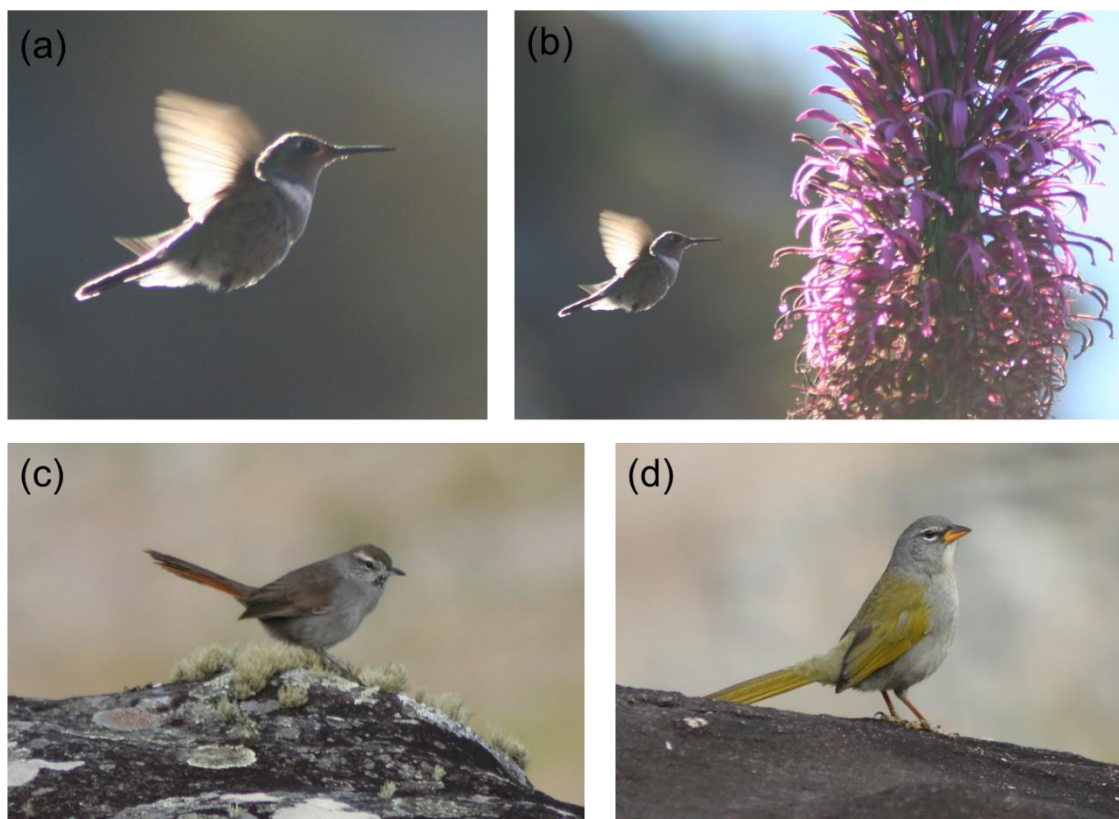
### 4.3.3 Coleta de dados

#### *Dados ecológicos*

Como grupo ecológico alvo selecionamos aves endêmicas dos campos rupestres por serem organismos especialistas, dependentes de habitats campestres e com distribuição restrita, possuindo não somente importância intrínseca (*per se*) mas também servindo como indicadores de conservação de habitat para outros animais endêmicos desse ambiente. Para a definição das classes de uso e cobertura da terra no ME usamos o mapa de solos do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2010). Utilizamos também o mapa de fitofisionomias disponibilizado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) para o ano de 2009 (<http://www.ief.mg.gov.br/>) que aplica sensoriamento remoto e extenso trabalho de campo. Unimos as seguintes fitofisionomias em três grandes grupos: floresta (floresta estacional semidecidual submontana, floresta estacional semidecidual montana, floresta estacional decidual montana), cerrado (cerrado e veredas) e campo rupestre (campos, campos rupestres) (Figura 21). Manchas de habitat campestre menores que 1 hectare foram excluídas das análises, pois áreas desse tamanho não são suficientes para garantir a sobrevivência das aves selecionadas nesse ecossistema.

As espécies de aves utilizadas para avaliar o potencial de deslocamento diante da estrutura da paisagem do ME foram identificadas apoiando-se na revisão da literatura e documental (e.g., planos de manejo das APs, inventários de biomas), como grupo funcional restrito à região centro-meridional da Cadeia do Espinhaço e cujo endemismo é grande nos campos rupestres (Marini & Garcia, 2005; Vasconcelos & Rodrigues, 2010). São elas: *Augastes scutatus* (Temminck, 1824), *Asthenes luizae* (Reichenbach, 1853) e *Embernagra longicauda* (Lesson, 1831) (Figura 23; Tabela 11). Todas elas são aves rupestres bem conhecidas, com disponibilidade de informação biológica básica que faz viável usá-las na modelagem.





**Figura 23.** Espécies de aves selecionadas no estudo. *Augastes scutatus* (Trochilidae) (a) e *A. scutatus* visitando *Lobelia* spp. (b), ambas espécies típicas dos topos de montanhas do leste de Minas Gerais; *Asthenes luizae* (Furnariidae) (c); *Embernagra longicauda* (Thraupidae) (d). Fonte: fotografias cedidas por Fernando Goulart.

*Augastes scutatus* (beija-flor-de-gravata) pertence à ordem Apodiformes, enquanto que *Asthenes luizae* (lenheiro-da-serra-do-cipó) e *Embernagra longicauda* (rabo-mole-da-serra) são da ordem Passeriformes. Devido ao fato de possuir uma distribuição geográfica restrita e ocorrer em um hábitat sujeito a pressões antrópicas, as três espécies campestres são classificadas como “quase-ameaçadas” globalmente (BirdLife International 2000). Elas se enquadram em guildas alimentares diferentes. O beija-flor-de-gravata alimenta-se de néctar de bromélias terrestres, Cataceas, Lamiacea, Leguminosae, Veloziacea, podendo também alimentar-se de insetos. O lenheiro-da-serra-do-cipó é uma ave forrageira que procura insetos em fendas nas rochas ou sobre elas. Já o rabo-mole-da-serra é primariamente insetívora, mas se alimenta regularmente de frutos e também de artrópodes. Estas espécies são particularmente afetadas pela fragmentação causada principalmente pela mineração, a expansão urbana, a criação de gado e as queimadas, além do impacto sofrido por parasitas de ninho (e.g., *Molothrus bonariensis*) (Vasconcelos et al., 2008; Pena et al., 2017). A alta frequência de incêndios nos ambientes que habitam, e que ocorre no final da estação seca, tem um impacto especialmente negativo na dinâmica das populações das espécies pois é normalmente nessa época (de agosto a outubro) quando dá início o período reprodutivo das mesmas (Rodrigues, 2005). A distribuição endêmica, restrita e localmente disjunta destas

espécies aumenta a susceptibilidade a eventos de extinção local e dificuldades de adaptação a mudanças climáticas globais (Pena et al., 2014). Devido ao grau de endemismo e ameaça, essas espécies devem ser prioritárias para a conservação (Vasconcelos et al., 2008) e podem ser consideradas “espécies guarda-chuva” (cf. Primack & Rodrigues, 2001). Neste sentido, ações gerais de manejo que contemplem os objetivos das APs e ações específicas de conservação dessas espécies campestres endêmicas poderiam fomentar ao mesmo tempo a conservação de avifauna da Cadeia do Espinhaço menos sensível (Rodrigues et al., 2000; Vasconcelos et al., 2008). Ademais, tais espécies possuem íntima relação com o ambiente onde vivem contribuindo para as dinâmicas ecossistêmicas como a polinização de plantas típicas dos topos de montanhas.

**Tabela 11.** Características biológicas e ecológicas compartilhadas entre as espécies-alvo.

Espécies	Ordem / Família	Dieta principal (Sick, 1997)	Medida (cm) / Peso (g)	Sensibilidade à distúrbios (Stotz et al., 1996)	Tamanho do território (T) / área de vida (AV)
<i>Augastes scutatus</i>	Apodiformes/ Trochilidae	Nectarívoro / Insetívoro	8-10 / 3-4	Alta	-----
<i>Asthenes luizae</i>	Passeriformes/ Furnariidae	Insetívoro	15 / 25,5-30,5	Alta	AV = 4 ha (Freitas, 2011)
<i>Embernagra longicauda</i>	Passeriformes/ Thraupidae	Insetívoro / Frugívoro	21,5 / 45-47	Média	T= 2.5 ha (Freitas et al., 2012)

### Dados sociais

Os dados referentes à rede de governança colaborativa do ME foram coletados no ano de 2016 por meio de entrevistas semiestruturadas, realizadas durante trabalho de campo nos diversos municípios da área de estudo e usando um roteiro comum de perguntas (ver Apêndice A). A população de participantes potenciais do estudo foi definida como “todos os indivíduos que se auto reconhecessem com responsabilidade no uso e gestão dos recursos naturais do ME”, tanto no que diz respeito às APs quanto às diversas áreas que constituem os interstícios entre elas. A lista dos membros do conselho consultivo do ME foi usada como ponto de partida para identificar a população de estudo. A partir da lista dos membros do conselho utilizamos uma amostragem de tipo bola de neve (Carrington et al., 2005), em que cada entrevistado foi solicitado a fornecer informações para o contato de outros respondentes potenciais. O método foi conduzido até que a adição e menção de novos nomes fosse mínima, semelhante à saturação (Hanneman & Riddle, 2005). Os eventuais vazios decorrentes desta abordagem (i.e., atores isolados da rede) foram corrigidos por meio da identificação de atores potencialmente desconectados por parte dos atores entrevistados e, ainda, da observação dos próprios pesquisadores durante o trabalho de campo. No total, foram entrevistados 230 indivíduos. A maioria das entrevistas foi realizada cara a cara (199), sendo o restante por videoconferência (12) ou por meio de questionário (adaptado) para ser respondido via e-mail

(19). Do total de pessoas citadas pelos entrevistados (282), 52 não foram entrevistadas porque não foi possível o contato direto ou não responderam às chamadas para participar do estudo. Indivíduos citados, porém, não entrevistados, não foram contemplados nas análises.

Usamos os seguintes atributos pessoais para caracterizar individualmente cada membro da rede e estabelecer a diversidade de atores e grupos presentes: sexo, nível de educação, ocupação profissional, área de influência ou atuação na gestão e/ou no uso do solo no ME, atividades pró-ambientais, participação nos conselhos de gestão das APs ou do ME e, participação em associações. Os dados relacionais, ou seja, as relações de colaboração entre os participantes, foram obtidos a partir da pergunta "Com quem você geralmente costuma colaborar ou trabalhar junto em atividades relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais do ME?". As colaborações podem ser formais ou informais. Para fins de análise, foi considerado que existe uma relação de colaboração entre dois indivíduos quando no mínimo um deles cita o outro.

#### **4.3.4 Análise de dados**

##### *Dados ecológicos*

A análise da rede ecológica neste estudo tem por foco estimar a contribuição relativa de cada AP para a manutenção da conectividade ecológica para aves campestres na paisagem do ME. Para essa análise, utilizamos uma adaptação do delta do índice integral de conectividade da paisagem (DIIC). O DIIC é um dos índices de conectividade funcional mais recomendados para quantificar a conectividade binária e para o planejamento de conservação pela sua ampla aplicabilidade e simplicidade (Pascual-Hortal & Saura, 2006; Goulart et. al., 2015). DIIC mede a quanto determinada mancha de habitat contribui para o fluxo de certo organismo na paisagem, assumindo um limiar de dispersão (i.e., distância máxima que o organismo percorre em áreas de não-habitat). O DIIC possui dois componentes: a conectividade entre manchas de habitat, e a conectividade dentro das manchas de habitat, assumindo que o fluxo dentro da mancha (i.e., associado a área da mesma) contribui para a conectividade e manutenção da população em longo prazo (Saura & Pascual-Hortal, 2007). Sendo assim, valores maiores de DIIC apontam para a importância da mancha de habitat para a conectividade funcional (Pascual-Hortal & Saura, 2006). O DIIC quantifica a importância do nó (i.e., mancha de habitat) para a conectividade da paisagem simulando a sua remoção. Deste modo, neste estudo de caso, uma AP terá um DIIC alto se esse elemento da rede ecológica é chave para a conectividade de toda a paisagem. Na nossa análise, assumimos que o limiar de dispersão em uma matriz sem habitat é 500 metros, uma vez que a maioria das espécies não são dispersoras de longo alcance e evitam cruzar áreas de não-habitat (Marini, 2010). O DIIC foi ponderado pela proporção da área da mancha de campo rupestre

existente em cada AP, com o objetivo de incorporar o peso desse fator e refinar o modelo para adaptá-lo ao contexto estudado. Além disso, para efeitos de cálculo desse indicador de conectividade ecológica e a fim de prevenir eventuais efeitos de redundância nos dados, nos casos em que houve sobreposição de APs (mais especificamente, entre AP de proteção integral e AP de uso sustentável), assumimos o critério de que a área sobreposta correspondesse apenas à AP mais restritiva. Para uma explicação mais detalhada sobre o procedimento usado para estimar a conectividade ecológica, ver o Apêndice I. Para modelar a conectividade funcional das espécies, utilizamos o programa Conefor Sensinode (Saura & Torne, 2009) e a extensão do mesmo para o ArcGis. Neste estudo prestamos atenção especial às APs com valores DIIC elevados, o que implica uma maior necessidade dessas APs em canalizar a colaboração na rede de governança.

#### *Dados sociais*

Diversos indicadores podem ser usados para caracterizar a conectividade social no nível de uma rede completa (i.e., estrutura geral ou macro) de modo a conhecer como os indivíduos estão conectados e, com isso, entender melhor seus atributos e comportamento. Assim, por exemplo, diferenças no número médio de relações de toda uma população podem revelar grupos mais conectados, com maior capacidade de mobilizar recursos, acessar informações, resolver problemas e influir outros indivíduos.

Para estimar a contribuição relativa dos atores vinculados a cada AP para a conectividade social global do ME usamos seis medidas estruturais de redes: (1) número de indivíduos envolvidos na gestão de cada AP; (2) número, total e médio, de colaborações do conjunto de indivíduos vinculados a cada AP; (3) número médio de colaborações internas (i.e., entre os indivíduos de cada AP); (4) número médio de colaborações externas (i.e., entre os indivíduos de cada AP com o resto de indivíduos da rede, de outras APs mas também daqueles que tem responsabilidade de gestão sobre os interstícios); (5) proximidade média dos indivíduos de cada AP; e (6) intermediaridade média do conjunto de atores vinculados a cada AP (Wasserman & Faust, 1994). As medidas foram geradas no programa de tratamento de dados relacionais UCINET (Borgatti et al., 2002).

O número de indivíduos diz respeito ao tamanho dos subgrupos na rede e se obtém simplesmente contando o número de indivíduos associados a cada nó. Esse aspecto da estrutura do subgrupo é relevante para prever o comportamento da rede como um todo, pois a “complexidade” de estruturas sociais se incrementa exponencialmente com o tamanho (Hanneman & Riddle, 2005). O número de colaborações (i.e., centralidade de grau) quantifica o número de ligações diretas associadas a um determinado nó (Freeman, 1979). O grau é uma medida da influência direta que um nó tem em relação a seus contatos. Portanto, seu cálculo pode ajudar a identificar nós com posições vantajosas dentro da rede, no sentido de

dispor de formas alternativas para atender suas necessidades e do grupo e ser menos dependentes de outros nós. A distribuição de relações internas aos grupos (i.e., *bonding*) e entre grupos (i.e., *bridging*) pode ser interpretada como uma força poderosa para a promoção de projetos grupais, vital para a governança de recursos naturais (Bodin & Crona, 2009). Se por um lado, os vínculos tipo *bonding* favorecem a troca de informações e, potencialmente, a promoção da ação coletiva e gestão de conflitos internos; por outro, os laços *bridging* facilitam o acesso a novas ideias e à mobilização de recursos que não estão disponíveis dentro de um mesmo grupo. A proximidade mede a capacidade de um nó alcançar todos os demais da rede utilizando o caminho mais curto possível e é calculada quantificando as relações diretas e indiretas de um nó com todos os demais nós da rede (Freeman, 1979). É uma medida de centralidade associada ao tempo que uma informação leva para ser compartilhada por todos os nós na rede e está relacionada a ideia de independência, autonomia ou eficácia de um nó. Finalmente, a intermediaridade é outra medida de centralidade que mede a frequência a qual um nó se encontra no caminho mais curto entre qualquer par de nós dentro da rede que, de outra forma, estariam desconectados (Freeman, 1979). Consequentemente, a intermediaridade pode fornecer indícios sobre o potencial de determinados nós para controlar o fluxo de informações e recursos que se movem na rede.

Estas medidas quantitativas representam duas características amplas, porém propriedades estruturais relevantes de qualquer tipo de rede: o nível de conectividade e o nível de centralidade. O exame dessas características foi sugerido, ainda, para capturar implicações funcionais essenciais para o desempenho dos SSE e pode ser usado para avaliar a resiliência da estrutura de uma determinada rede socioecológica (Janssen et al., 2006).

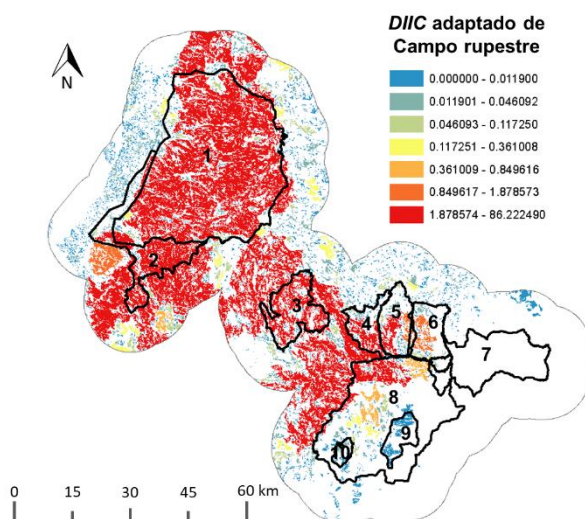
#### *Integração de dados ecológicos e sociais*

A medição desses indicadores das redes ecológica e social fornecerá pistas empíricas para entender melhor a estrutura das redes em relação a diferentes aspectos do ajuste socioecológico. Usamos o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) como uma maneira de relacionar os dados ecológicos e sociais (i.e., combinar os dois tipos de indicadores de conectividade) e testar o nível de ajuste socioecológico, medindo o grau pelo qual a contribuição relativa de cada AP para a conectividade funcional do ME tende (ou não) a mudar junto à conectividade dos atores vinculados a cada AP na rede de governança colaborativa. Para integrar os indicadores sociais e ecológico e facilitar o cálculo de correlação entre as variáveis, os valores das medidas foram padronizados na mesma escala (i.e., de zero a um).

## 4.4 Resultados

### 4.4.1 Rede ecológica

A Figura 24 mostra o DIIC adaptado das manchas de campo rupestre na área de estudo. Ela ilustra a importância desses ambientes vegetacionais para a conectividade ecológica, baseada na disponibilidade de habitat na paisagem a partir da perspectiva do grupo funcional de aves. As manchas diferiram muito em seu DIIC, revelando que a influência de algumas zonas na conectividade global da paisagem é desproporcionalmente maior do que outras. A grande maioria de remanescentes de campo rupestre apresentaram valores elevados de DIIC, enquanto que poucas manchas exibiram esse valor próximo a zero. Em geral, os locais da área de estudo com menor DIIC adaptado se situam nas zonas de amortecimento das APs, estabelecidas com o objetivo de filtrar os impactos negativos das atividades que ocorrem fora das APs, e que aqui foram definidas como uma faixa de 10 km a partir da poligonal de cada uma delas. Tal padrão é esperado uma vez que quanto mais a mancha se situa na extremidade da paisagem analisada menor a possibilidade de ela contribuir para a conectividade, por se situar em uma região periférica e não servir de conexão para manchas fora do limite da área analisada.



**Figura 24.** Incremento médio do índice integral de conectividade (IIC) na área de estudo. A cor das manchas representa o delta do IIC adaptado para todos os remanescentes de campo rupestre identificados na paisagem. A área branca na área de estudo significa ausência de campo rupestre. As áreas protegidas (APs) são numeradas da seguinte forma: 1 = PNSV; 2 = APAMSM; 3 = PEBI; 4 = APAMRM; 5 = PERP; 6 = APAMF; 7 = APAMSG; 8 = APAEAV; 9 = PEPI; 10 = MONATE.

Nossa análise da contribuição relativa de cada AP para a conectividade da “paisagem física” do ME usa a média de DIIC adaptado para cada AP e a proporção da área de campo rupestre dentro de cada AP. A Tabela 12 mostra as estimativas da importância das APs da área de estudo para essa conectividade ecológica global, revelando que o nível crítico é encontrado principalmente no PNSV. Isto é, o valor DIIC adaptado desse nó da rede ecológica reflete o quão bem ele conecta o campo rupestre disponível na área de estudo. Os resultados indicam que o papel da APAMSM e do PEBI para a conectividade global do ME é também expressivo, embora menos destacado que o do parque nacional. Em uma posição intermédia, e em ordem decrescente de contribuição, situam-se, respetivamente, APAMRM, APAEAV e PERP. As outras APs apresentam valores do indicador ecológico praticamente irrelevantes para a conectividade da paisagem. Isso reflete a menor capacidade dessas áreas para facilitar a movimentação das espécies entre espaços de campo rupestre desconectados ou a pouca representatividade de habitat campestre nessas APs. Cabe pontuar que muitas dessas APs que apresentam baixo valor de DIIC adaptado, podem possuir alta importância para outros grupos funcionais não-campestres. Esse é o caso das APs que estão na porção sudeste do ME, região dominada por florestas típicas do bioma Mata Atlântica.

**Tabela 12.** Resumo dos resultados da medida de conectividade ecológica para cada área protegida (AP) da área de estudo.

AP	Conectividade ecológica	
	Índice integral de conectividade*	
	Média	
PNSV	17338,5	
PEBI	4153,1	
PERP	781,8	
PEPI	0,6	
MONATE	0,5	
APAMSM	7144,1	
APAMRM	1652,9	
APAMF	38,0	
APAMSG	6,6	
APAEAV	1043,0	

\*Seu cálculo é adaptado conforme a proporção da área total da mancha de campo rupestre em cada AP.

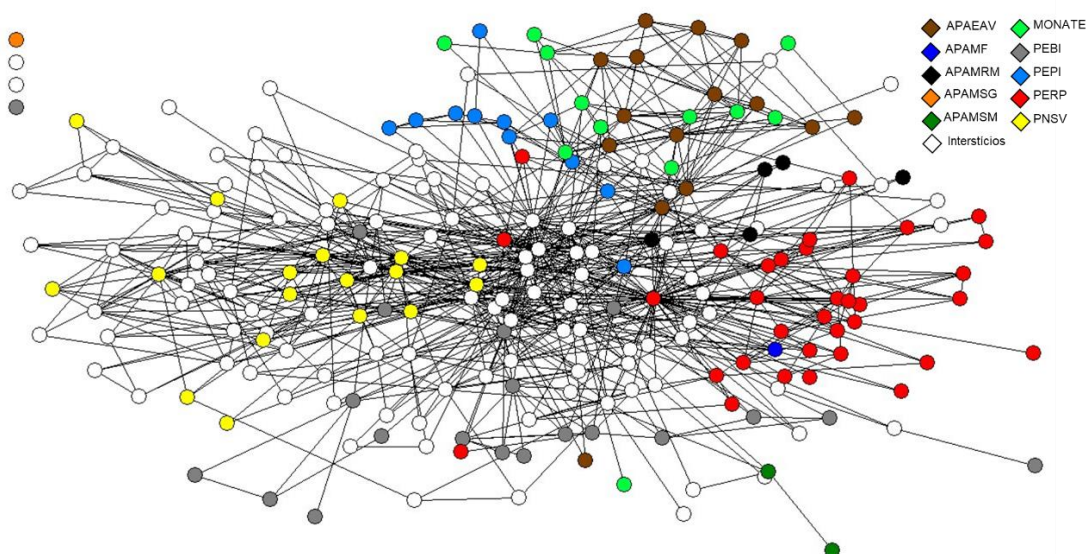
#### 4.4.2 Rede social

A rede de governança colaborativa do ME está formada por 230 indivíduos e estruturada em 5 componentes (Figura 25). O componente principal está formado pela maioria dos membros da rede, densamente conectados entre si (n=226). Os outros 4 componentes da rede são atores isolados, isto é, indivíduos que não citaram parceiro de colaboração algum,

nem foram indicados por outros. O número de colaborações entre todos os indivíduos da rede é 1784, o que corresponde a uma média de 7,75 laços por ator.

A extensão das relações entre os atores vinculados às APs e entre esses atores e aqueles que atuam preferencialmente nos interstícios revela a capacidade geral da rede para manter adequadamente (ou não) a conectividade da “paisagem social” do ME. Diferentes indicadores sociais oferecem informações específicas e complementares sobre como os indivíduos de cada AP estão conectados, bem como acerca da contribuição das APs para a conectividade global da rede. A Tabela 13 exhibe os resultados dos indicadores estruturais da rede de governança. O número de atores com responsabilidade no uso e gestão dos recursos naturais varia amplamente na rede, desde o mais alto no PERP (34) até o mais baixo na APAMF (1) e na APAMSG (1). Os resultados mostram que as APs de uso sustentável (i.e., APAs) envolvem, geralmente, menos atores que as APs de proteção integral. A exceção a esse comportamento corresponde à APAEAV, única APA estadual da área de estudo. O número total de colaborações do conjunto de indivíduos vinculados a cada AP também difere grandemente, desde as mais de 200 parcerias associadas ao PERP e ao PNSV, até somente as 5 parcerias referentes tanto à APAMSM quanto à APAMF. Não foram identificadas colaborações para a APAMSG e, por isso, seu único ator se apresenta como um nó isolado na rede (Figura 25). Quando considerado o número médio de colaborações, as diferenças entre APs diminuem, entretanto, os valores mais altos correspondentes ao PNSV (11,7) e à APAMSV (10,7) dobram os valores mais baixos que ostentam a APAMF (5) e a APAMSM (2,5). No que diz respeito ao número médio de colaborações internas aos grupos e externas entre grupos da rede de governança, APAEAV e PNSV são, respectivamente, as APs que estabelecem mais vínculos “de união” dentro dos próprios grupos e que desenvolvem mais laços extensivos “de ponte” entre grupos diferentes. No lado oposto, considerando apenas as APs que incluem mais de um ator na gestão, a APAMSM é a AP cujo conjunto de atores exhibe menor número médio de relações de colaboração intra e intergrupais. Já a observação da proximidade para todas as APs mostra valores muito semelhantes entre si e, portanto, a consideração dessa medida de centralidade revela uma contribuição relativa de cada nó para a conectividade global equivalente. Vale aqui salientar que não existe valor de proximidade para a APAMSG, uma vez que essa AP está representada por um ator isolado e, conseqüentemente, sem possibilidade de alcançar qualquer outro ator da rede. Finalmente, a intermediaridade do conjunto de atores vinculados a cada AP evidencia o papel destacado do conjunto de atores que participam na gestão de três parques (PNSV, PERP e PEBI) e de uma APA (APAEAV) para a conectividade global da rede de governança do ME.





**Figura 25.** Rede de governança do Mosaico do Espinheiro (n = 230). As cores dos nós indicam a área de influência ou atuação de cada indivíduo da rede. Uma linha entre dois indivíduos indica uma relação de colaboração.

**Tabela 13.** Resumo dos resultados das medidas de conectividade social para cada área protegida (AP) da área de estudo.

AP	Conectividade social						
	Nº atores	Nº colaborações		Colaborações internas	Colaborações externas	Proximidade	Intermediaridade
		Total	Média	Média	Média	Média	Média
PNSV	18	210	11,7	4,3	7,3	1567,1	344,8
PEBI	20	131	6,5	3,5	3,1	1634,2	220,3
PERP	34	262	7,7	5,2	2,5	1591,0	233,0
PEPI	11	72	6,5	2,7	3,8	1580,4	74,9
MONATE	12	65	5,4	1,7	3,7	1643,2	116,8
APAMSM	2	5	2,5	1	1,5	1834,0	112,9
APAMRM	5	30	6	2,4	3,6	1593,0	135,9
APAMF	1	5	5	0	5	1569,0	8,5
APAMSG	1	0	0	0	0		0
APAEAV	15	160	10,7	6	4,7	1632,7	231,7

#### 4.4.3 Rede socioecológica: nível de (des)ajuste

A análise da relação mútua entre os indicadores padronizados de conectividade ecológica e de conectividade social (para ver os indicadores transformados, consultar a Tabela I2 do Apêndice I) mostrou que os dois tipos de indicadores considerados neste estudo foram positivamente correlacionados (Tabela 14). Assim, para todas as variáveis testadas, encontramos uma tendência de aumento da contribuição das APs para a conectividade

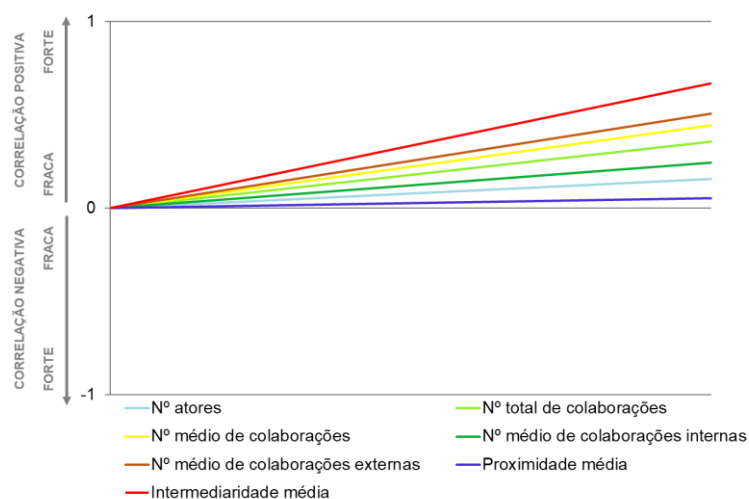
ecológica com o aumento da contribuição das APs para a conectividade social. Em outras palavras, esses resultados, em geral, indicam que à medida que a importância das APs para a conectividade da rede ecológica aumenta, a relevância dessas APs para a conectividade da rede social também tende a fazê-lo. O teste sugere e apoia nossa hipótese que sustenta que, nesta rede socioecológica, a extensão das APs para a conectividade ecológica global está correlacionada com a extensão das APs para a conectividade social global, o que apontaria para um nível de ajuste apropriado entre os processos ecológicos e de governança na paisagem.

**Tabela 14.** Coeficiente de correlação da análise de correlação de Pearson ( $r$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) entre o indicador ecológico e os indicadores sociais de conectividade na área de estudo. IIC = Índice integral de conectividade.

		Conectividade social							
		Nº atores	Nº colaborações		Colaborações internas	Colaborações externas	Proximidade	Intermediaridade	
Conectividade ecológica	IIC	<i>Total</i>		<i>Média</i>	<i>Média</i>	<i>Média</i>	<i>Média</i>	<i>Média</i>	
		$r$	0,157	0,358	0,446	0,245	0,509	0,053	0,671*
		$r^2$	0,024	0,128	0,199	0,060	0,259	0,003	0,450

\*  $P < 0,05$  (teste bicaudal de significância)

Embora se tratando de correlações com sinal positivo, a força da relação entre o indicador ecológico e os indicadores sociais foi diferente em cada caso, revelando distinto nível de ajuste socioecológico (i.e., uma correlação mais ou menos forte; Tabela 14; Figura 26). Cohen (1988) estabeleceu uma das classificações mais usadas dos valores da força de uma relação: “grande” de 0,50 a 1,00; “moderada” de 0,30 a 0,49 e “pequena” de 0,10 a 0,29. Baseando-nos nessa classificação, a quantificação da força entre as variáveis de estudo mostrou que a intermediaridade média foi grande e significativamente correlacionada ao DIIC adaptado ( $r = 0,671$ ,  $p = 0,034$ ). O número médio de colaborações externas também correlacionou de maneira grande à variável ecológica ( $r = 0,509$ ). No caso do número de colaborações, total e médio, a associação foi moderada. Os valores da relação para o número médio de colaborações internas e o número de atores se localizaram entre 0,10 e 0,29. Isso mostra que há uma correlação pequena entre esses indicadores sociais e o IIC. Finalmente, a proximidade média pode ser considerada como correlação negligenciável ( $r = 0,053$ ).

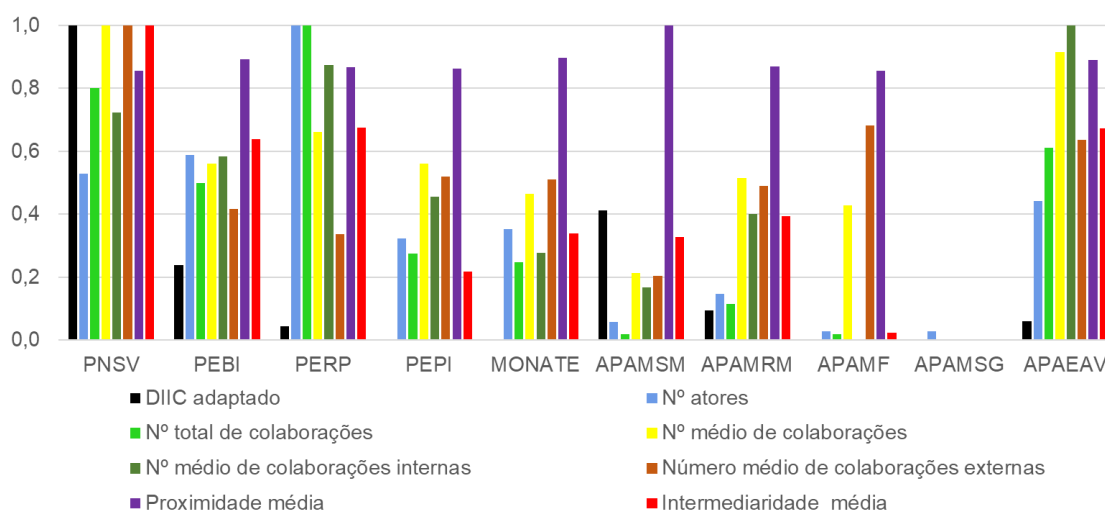


**Figura 26.** Força da correlação entre o indicador ecológico (DIIC adaptado) e os indicadores sociais.

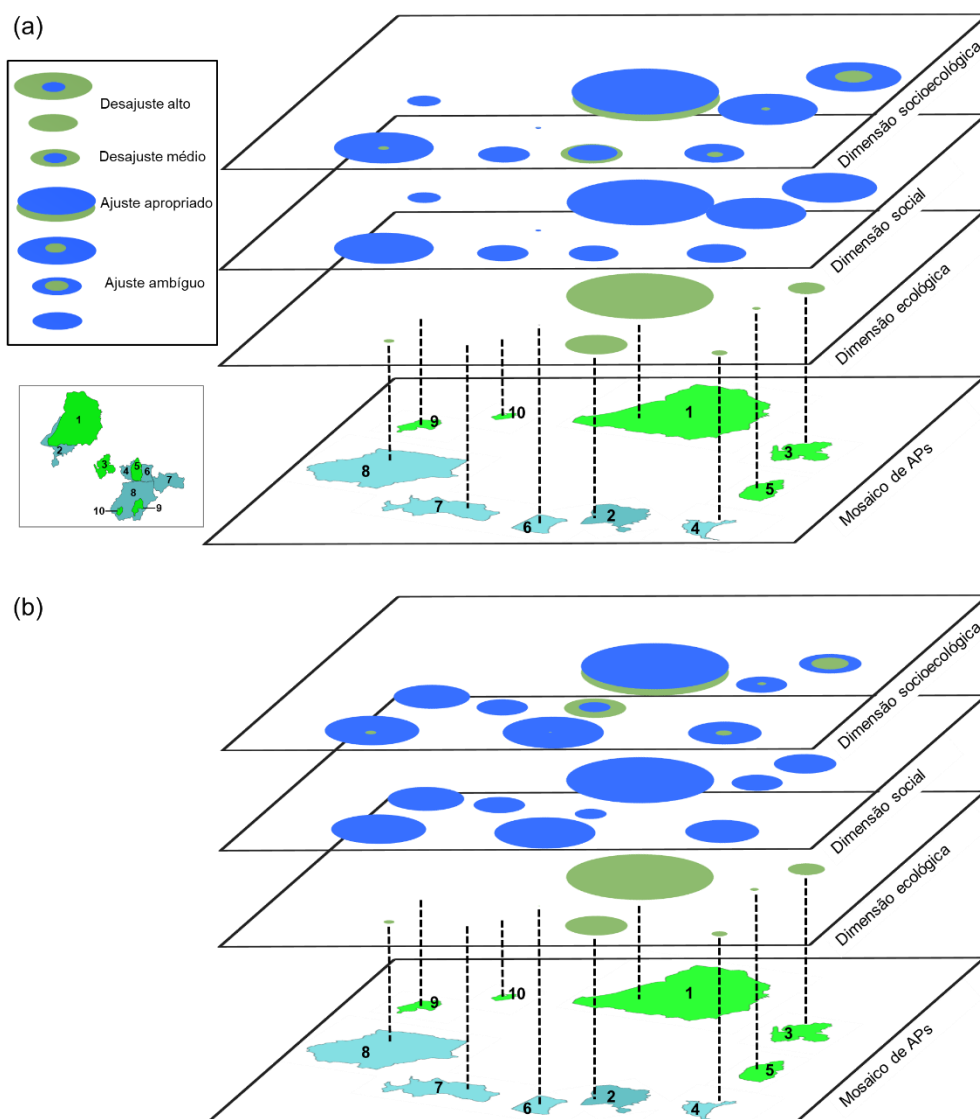
Como esse sistema de classificação entre 0 e 1 não é muito intuitivo, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), que se refere à proporção de variância em qualquer variável que é explicada linearmente pela outra (Cohen, 1988), pode ajudar a entender melhor as diferenças nas “quantidades” de relação. Dessa forma, tomando como exemplo a intermediaridade média e o número médio de colaborações externas, os dois indicadores sociais mais fortemente correlacionados com o indicador ecológico, a função  $r^2$  indica que 45% e 26% da variância respectiva dessas variáveis sociais é partilhada com a variância da variável ecológica (Tabela 14). Dito de outro modo, 45% e 26% da variância do DIIC adaptado pode ser associada, respectivamente, à intermediaridade média e ao número médio de colaborações externas.

Nossos resultados revelam que a rede socioecológica de estudo apresenta um ajuste global apropriado entre a escala de governança colaborativa e o processo de conectividade ecológica para aves campestres. Contudo, nossas análises possibilitam desvelar, de maneira mais específica, o nível de ajuste socioecológico das APs para os diferentes indicadores examinados. A Figura 27 relaciona os dados sociais e ecológicos padronizados da rede socioecológica do ME (ver Tabela I2 do Apêndice I) e permite visualizar o nível de ajuste nas APs. Atendendo os indicadores sociais mais correlacionados com o indicador ecológico (i.e., intermediaridade média e número médio de relações externas), todas as APs, com exceção da APAMSM, mostraram uma relevância social para manter adequadamente a conectividade da “paisagem social” igual ou superior à relevância ecológica para manter adequadamente a conectividade da “paisagem física”. Nós consideramos esses indicadores sociais mais correlacionados (i.e., ajustados) com o indicador ecológico como um exemplo para demonstrar a aplicabilidade do modelo conceitual proposto. A Figura 28 permite o exame visual das

relações espaciais entre a estrutura da rede de governança colaborativa e a rede ecológica para esses dois indicadores sociais. Ou seja, ajuda a visualizar o grau pelo qual a contribuição relativa de cada AP para a conectividade ecológica do ME tende (ou não) a mudar junto à conectividade social dos atores vinculados a cada AP. Ao combinar as duas redes, as ligações ecológico-sociais podem ser facilmente identificadas em todo o espectro, do ajuste ao desajuste (como na Figura 20). Assim, essa visualização espacial indica que o maior nível de desajuste entre as dimensões ecológica e social acontece na APAMSM, enquanto que o maior nível de ajuste ocorre no PNSV, seguido do PEPI. O resto de APs mostram uma situação de ajuste ambíguo (cf. Bergsten, Galafassi & Bodin, 2014; Trembl et al., 2015), uma vez que sua relevância para a conectividade global da rede social é grande em comparação com o destaque dessas APs para a conectividade ecológica global. Portanto, além dessa AP de desalinhamento, na área de estudo parece haver um bom nível de congruência ou ajuste entre a conectividade ecológica e a importância dos arranjos de colaboração para a governança.



**Figura 27.** Relevância ecológica e relevância social das áreas protegidas (APs) da área de estudo com base nos resultados transformados das medidas de conectividade ecológica e conectividade social. DIIC = Delta do índice integral de conectividade.



**Figura 28.** Visualização de (des)ajustes de escala na área de estudo. A figura demonstra como é possível identificar (des)ajustes socioecológicos entre a escala da governança e os processos ecológicos em um tipo particular de sistema socioecológico (SSE), representado por uma iniciativa de conservação em larga escala no Brasil. Como um todo, a figura realça como as áreas protegidas (APs) da área de estudo podem ser vistas como nós incorporados tanto na “paisagem física” (i.e., dimensão ou rede ecológica) quanto na “paisagem social” (i.e., dimensão ou rede social). Os círculos de cor verde simbolizam a relevância ecológica de cada AP para a conectividade global da rede ecológica, com base no delta do índice integral de conectividade (DIIC) adaptado. Os círculos de cor azul denotam a relevância social de cada AP para a conectividade global da rede social, com base na intermediaridade média **(a)** e no número médio de colaborações externas **(b)** dos grupos de atores que gerenciam as APs individuais. O tamanho dos círculos é proporcional ao valor das medidas padronizadas de conectividade de cada AP. APs coloreadas em verde-pistache correspondem a APs de proteção integral, enquanto que APs coloreadas em azul-celeste representam APs de uso sustentável. Na camada inferior, as APs da área de estudo foram desagregadas com relação à sua real configuração (desenho abaixo da legenda) para facilitar a compreensão da figura. Observe como ao ilustrar o SSE de estudo como uma rede socioecológica podemos exibir e estimar o nível de ajustes e desajustes entre a dimensão ecológica e social. As APs são numeradas da seguinte forma: 1 = PNSV; 2 = APAMSM; 3 = PEPI; 4 = APAMRM; 5 = PERP; 6 = APAMF; 7 = APAMSG; 8 = APAEAV; 9 = PEPI; 10 = MONATE.

## 4.5 Discussões e conclusões

Ajustes de escala entre processos de governança e os sistemas ambientais são essências para a conservação da biodiversidade. Mudanças nos ecossistemas desencadeadas por atividades antropogênicas impactantes provocam alterações nas escalas dos processos ecológicos nas quais são necessárias soluções de gestão (e políticas), que de não ser congruentes com a mudança de escala da dinâmica dos ecossistemas, desencadeariam desajustes socioecológicos. Esta pesquisa concentrou-se no problema de ajuste entre os processos colaborativos desenvolvidos na escala regional da paisagem e as interdependências ecológicas que caracterizam os ecossistemas sob gestão, cujo entendimento constitui um relevante e atual desafio da governança ambiental.

### 4.5.1 Ajuste global

Com base na nossa análise combinada de dados sociais e ecológicos, podemos concluir que a iniciativa de conservação em larga escala estudada é globalmente caracterizada por um ajuste de escala apropriado, apresentando uma rede socioecológica com um desempenho promissor para cumprir os objetivos de conservação. O ajuste apropriado indica uma relação no ME na qual o funcionamento desse SSE é afetado por questões vinculadas à escala. Ao existir adequação de escala, a gestão no ME pode lidar de maneira mais efetiva com os efeitos das mudanças regionais e locais sobre os ecossistemas.

Ao contrário de outros estudos (Rathwell & Peterson, 2012; Bergsten et al., 2014; Guerrero et al., 2015; Trembl et al., 2015; Bodin et al., 2016; Alexander et al., 2017), nós identificamos que a colaboração entre atores que têm um papel na governança de determinadas áreas relevantes para a conectividade de toda a paisagem é mais frequente que entre atores ancorados a áreas pouco destacadas para a conectividade global. As correlações observadas entre os indicadores analisados podem explicar, em parte, a efetividade da governança colaborativa para a conservação dos campos rupestres no ME. Embora estes ecossistemas vêm sofrendo diversos impactos ambientais que afetam direta ou indiretamente à sua integridade ambiental, a riqueza em termos de biodiversidade e seu estado de conservação no ME é confirmado por estudos que destacam a região como uma das mais ricas em espécies florísticas do Brasil e centro de endemismo (Giulietti et al. 1997; Echternacht et al., 2011; PAN Espinhaço 2015).

Nossa abordagem ajuda a identificar relações sociais chave, críticas para a robustez da rede de governança colaborativa e a conectividade global, sustentadas principalmente nos grupos de atores mais intermediários e também naqueles com maior capacidade de estabelecer pontes com o resto de atores da rede, e que, por sua vez, têm poder de decisão de uso e gestão sobre APs essenciais para o fluxo gênico e movimentação da biota em toda a paisagem. Colaborações desenvolvidas fora das APs individuais parecem ser fundamentais

para a efetividade da governança na área de estudo. Nesse sentido, nossos achados sugerem que a influência social sobre os padrões e processos dos ecossistemas não é em decorrência das colaborações internas às APs, nem resultado direto do número de atores envolvidos na gestão das APs individuais e muito menos se deve à distância social dos atores de cada AP aos demais membros da rede. O destaque é para o papel de poder dos indivíduos devido à sua capacidade de intermediaridade e de gerar conexões externas, aspectos que revelam o potencial dos grupos vinculados às APs para “construir pontes” entre grupos diferentes, facilitando o fluxo de recursos na rede de governança necessários para manter os níveis atuais de biodiversidade no ME. Esse mecanismo estaria permitindo aos atores de cada AP aproveitar não apenas os benefícios e experiências obtidas de “pertencer” a um determinado grupo reduzido, senão habilitando eles para adquirir destrezas e mais recursos para participar na rede como um todo, contribuindo para a boa governança. Isto é, esses arranjos contribuem para que os esforços de conservação no ME não sejam limitados ao sistema particular de cada AP, senão ampliados ao SSE sobre uma abordagem de escala de paisagem.

#### **4.5.2 Desajuste local**

O enfoque utilizado nesta pesquisa permite igualmente exibir o nível de ajuste local e específico das APs que formam a área de estudo. Nas APs onde o campo rupestre é pouco importante para a conectividade ecológica global (i.e., MONATE, PEPI, APAMSG e APAMF; Tabela 12; Figura 27), a necessidade de ajuste não parece tão crucial quanto naquelas APs mais influentes desde o ponto de vista ecológico. Devido à escassa relevância para a conectividade ecológica dessas APs, os atores que as administram podem realocar recursos de coordenação ou, alternativamente, aproveitar seus contatos e colaborações para promover processos mais eficazes de sustentabilidade no ME (e.g. restauração ecológica, educação ambiental, inventários e monitoramento da biodiversidade, avaliação de impactos ambientais, diagnóstico socioambiental).

Considerando as APs com maior DIIC adaptado, o ajuste apropriado evidenciado no PNSV e no PEBI (Figura 28) sugere que essas duas APs de proteção integral estariam atuando como elementos centrais de conectividade na rede socioecológica e seriam capazes de influenciar padrões e processos de ecossistemas em escalas além do que se poderia esperar inicialmente (i.e., além das APs individuais). Esses resultados sugerem que os atores dessas APs, embora concentrem prioritariamente suas relações de colaboração na escala local para realizar o gerenciamento de dia a dia, são capazes de desenvolver parcerias em escalas mais amplas de gestão, aumentando sua influência social e poder de decisão na rede. Por causa da importância dessas duas APs para a conectividade ecológica de toda a área de estudo, é recomendável que os atores vinculados a elas continuem desenvolvendo suas respectivas colaborações de modo a assegurar uma gestão efetiva que garanta a

implementação não apenas das APs individuais, senão de todo o ME. De igual forma, a posição vantajosa desses atores deveria ser aproveitada para traçar um planejamento estratégico capaz de fortalecer a iniciativa de conservação em larga escala.

Apesar desses ajustes, nosso modelo analítico permite identificar sintomas de desajuste socioecológico em uma parte da área de estudo, particularmente na APAMSM (Figura 28). Os resultados apontam que o papel na rede de governança colaborativa dos atores responsáveis pela gestão dessa AP não estaria sendo condizente com a relevância ecológica da AP. Esse desequilíbrio aumentaria o grau de ameaça para os ecossistemas na AP, mas também o risco para processos naturais no resto da área de estudo, e principalmente, na AP adjacente do PNSV. O alto DIIC adaptado que se estende por essas duas APs (Tabela 12) indica que a colaboração integrada nelas seria necessária para manter adequadamente a conectividade em escala regional. O irrelevante papel da APAMSM na rede de governança revela o baixo grau de implementação dessa AP no ME e representa um claro exemplo da proliferação dos chamados “parques de papel” (Bruner et al., 2001). Acreditamos que esse engajamento fragilizado é fruto de um descaso ou incapacidade da entidade municipal a qual compete a gestão e coordenação da APA, que estaria “transferindo” informalmente suas funções de administração para o PNSV. O fato do 60% da superfície da APA ser sobreposta com o PNSV, unido a que este último tem regras e normas de uso mais restritivas e uma gestão que compete a uma esfera governamental maior (i.e., federal), seriam, presumivelmente, argumentos usados como “álibi” nesse proceder da APAMSM. De qualquer forma, a criação da APA alguns anos antes que o parque, revela que essa zona da área de estudo experimentou um aumento de proteção formal ao longo do tempo. Essa situação sugere que uma estratégia recomendável para melhorar o ajuste de escala e a eficácia de manejo da proteção da biodiversidade poderia ser a extinção da APAMSM e a redefinição de limites do PNSV, integrando a área da APA ao parque. Contudo, essa alternativa, além de ir acompanhada de melhorias nos recursos humanos e financeiros para respaldar a gestão eficaz do PNSV redefinido, possivelmente deveria considerar a flexibilização da proteção integral dessa “nova” AP, por meio de acordos, pactos ou termos de compromissos, para evitar conflitos com comunidades que vivem ou utilizam recursos dessa área (cf. Scalco & Gontijo, 2018).

Alguns exemplos que servem para ilustrar o problema de ajuste de escala nessa parte da área de estudo podem ser o extrativismo descontrolado de plantas ornamentais (e.g., sempre-vivas) e as queimadas. Assim, os desajustes tanto entre a escala da coleta de sempre-vivas, como entre a escala de utilização do fogo (para o manejo da pastagem, e também para estimular a floração das sempre-vivas e facilitar sua coleta) - que são fenômenos sociais, e as respectivas escalas de reprodução das plantas e de impacto das queimadas - que são fenômenos ecológicos -, podem ter consequências em todo o ecossistema de



campos rupestres que influenciam outros tipos de interações socioecológicas complexas e cujos efeitos adversos podem levar décadas até ser resolvidos. Desse modo, ações coordenadas de manejo em amplas escalas espaciais (e temporais) serão necessárias tanto para a recuperação das populações de sempre-vivas, quanto para a restauração ecológica dos campos rupestres na paisagem. Contudo, acordos em escalas mais finas, como regulamentos municipais ou conciliações locais de coleta e de uso do fogo, adaptados às condições particulares, seriam também desejáveis para melhorar o ajuste de escala e o controle desses problemas ambientais. Como outro exemplo do desajuste podemos destacar questões de propriedade da terra e processos abertos de regularização fundiária, dado que esses assuntos são susceptíveis de criar desigualdades espaciais e podem restringir os projetos de APs de atingir seu pleno potencial de conservação. Riscos associados ao problema do ajuste também estão ligados à ineficácia das APAs para desenvolver seu papel tampão e minimizar danos sobre as APs mais restritivas. Embora pouco expressivos, caso não enfrentados, esses padrões de desajuste de escala poderiam provocar ineficiências no SSE de estudo e afetar a ações específicas de conservação, incluindo a má gestão dos recursos naturais, a diminuição da heterogeneidade natural da paisagem e a perda de serviços ecossistêmicos.

#### **4.5.3 Avanços, lacunas e direções futuras**

Tal como alguns estudos precedentes (e.g., Bergsten, Galafassi & Bodin, 2014; Trembl et al., 2015; Bodin et al., 2016; Sayles & Baggio, 2017), nós conceituamos o desajuste de escala como um padrão socioecológico que afeta às ações, a tomada de decisão, a colaboração e o fluxo de recursos em todo o SSE, bem como às regras e normas que mediam as interações humano-ambiente. Contudo, nós apresentamos um passo a diante para ajudar a desvendar com maior precisão os desajustes na conservação, focando na escala da paisagem e além de análises binárias. Nesse sentido, criamos uma ferramenta analítica no intuito de desenvolver e ampliar pesquisas emergentes que integram resultados de análise de rede social com dados de habitats ecológicos e que pode ajudar a reconhecer e mitigar problemas de ajuste.

Como um todo, este estudo contribui no desenvolvimento de uma abordagem socioecológica para analisar sistemas de governança colaborativa em larga escala que pode apoiar a criação de paisagens sustentáveis. Nosso enfoque oportuniza aos profissionais formas de identificar onde a capacidade de governança precisa ser fortalecida e pistas para uma tomada de decisão adequada, de modo a orientar a implementação e o desenvolvimento de estratégias de conservação. No entanto, várias limitações e direções futuras merecem ser destacadas.

Os desajustes de escala nem sempre são fáceis de diagnosticar nem de resolver, em decorrência da complexidade de fatores sociais e ecológicos que os envolve (cf. o diagnóstico de desajustes apresentado por Cumming et al., 2006). Para não cair em generalidades e especulações sobre as causas e formas de resolver os desajustes na área de estudo, assim como acerca da melhor maneira de preveni-los, seria necessário aprofundar esta pesquisa por meio de dados qualitativos e quantitativos adicionais. Nesse sentido, oficinas participativas com membros da rede de governança que representem sua diversidade organizacional poderiam servir para verificar os processos reais ou potenciais (i.e., sociais, ecológicos e/ou socioecológicos) de desajuste e para documentar soluções para esses problemas. Essas oficinas também seriam proveitosas para entender como (des)ajustes de escala estariam afetando os processos ecológicos do ME e/ou a implementação do projeto (i.e., como se traduzem em resultados de conservação). A socialização dos resultados do estudo e a validação participativa do nosso modelo tornam-se uma extensão lógica desta pesquisa e constituem uma próxima etapa em que estamos trabalhando atualmente.

Finalmente, este estudo é um primeiro passo para entender padrões e processos de desajuste de escala no ME e não deve induzir a afirmações categóricas. Futuras avaliações devem buscar um entendimento completo da integração de redes sociais e ecológicas além da porção central do ME, ampliando a análise para todo o ME (inclusive para todo o território ou diferentes ecorregiões da reserva da biosfera), de forma a minimizar a eventual parcialidade advinda do recorte metodológico. Trabalhos futuros podem replicar esta abordagem para analisar sistemas de governança colaborativa em outras iniciativas de conservação em larga escala, como por exemplo outros mosaicos de APs e reservas da biosfera, bem como em outras escalas, tais como bacias (e.g., Bacia Amazônica) ou biomas (e.g., Cerrado). Para estudos futuros utilizando nossa abordagem, seria oportuno incorporar outras variáveis das dimensões ecológica e social, como dados adicionais ou mais detalhados de ecossistemas (e.g., diferentes grupos funcionais e habitat, serviços ecossistêmicos e aspectos biofísicos), atores (e.g., aspectos culturais, políticos e comportamentais) e relações (e.g., vínculos múltiplos e valores dos vínculos), do que as incluídas em nosso exemplo. Da mesma forma, outras medidas sociais e ecológicas poderiam ser usadas para estimar a conectividade das redes de maneira mais rigorosa e enriquecer o modelo.

### **Referências bibliográficas**

- Alexander, S. M., M. Andrachuk, & D. Armitage. 2016. Navigating governance networks for community-based Conservation. *Front. Ecol. Environ.* 14(3):155-164.
- Alexander, S. M., D. Armitage, P. J. Carrington, & Ö, Bodin. 2017. Examining horizontal and vertical social ties to achieve social–ecological fit in an emerging marine reserve network. *Aquatic Conservation* 27(6):1209-23.

- Alves, C. B. M., C. G. Leal, M. F. G. Brito, & A. C. A. Santos. 2008. Biodiversidade e conservação de peixes do Complexo do Espinhaço. *Megadiversidade* 4(1-2):145-164.
- Andrade, M. A., C. S. Martins, S. A. Domingues. (Org.). et al. 2015. *Primeira revisão periódica da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço*. Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, MaB-UNESCO, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Armitage, D. R., R. Plummer, F. Berkes, R. I. Arthur, A. T. Charles, I. J. Davidson-Hunt, ... & E. K. Wollenberg. 2009. Adaptive Co-Management for Social–ecological Complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6(2): 95–102.
- Barata, I. M., V. M. Uhlig, G. H. Silva, & G. B. Ferreira. 2016. Downscaling the Gap: Protected Areas, Scientific Knowledge and the Conservation of Amphibian Species in Minas Gerais, Southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 11(1):34-45.
- Barnes, M. L., Ö. Bodin, A. M. Guerrero, R. J. McAllister, S. M. Alexander, & G. Robins. 2017. The social structural foundations of adaptation and transformation in social–ecological systems. *Ecology and Society* 22(4):16.
- Bergsten, A., D. Galafassi, & Ö. Bodin. 2014. The problem of spatial fit in social-ecological systems: detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region. *Ecology and Society* 19(4):6.
- BirdLife International. 2000. *Threatened birds of the world*. BirdLife International, Cambridge, Reino Unido & Lynx Edicions, Barcelona.
- Bodin, Ö. 2017. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science* 357(6352), eaan1114.
- Bodin, Ö., & B. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19(3): 366-374.
- Bodin, Ö., & M. Tengö. 2012. Disentangling intangible social–ecological systems. *Global Environmental Change* 22:430–439.
- Bodin, Ö., B. Crona, M. Thyresson, A. L. Golz, & M. Tengö. 2014. Conservation Success as a Function of Good Alignment of Social and Ecological Structures and Processes. *Conservation Biology* 28(5):1371–1379.
- Bodin, Ö., G. Robins, R. R. J. McAllister, A. Guerrero, B. Crona, M. Tengö, & M. Lubell. 2016. Theorizing benefits and constraints in collaborative environmental governance: a transdisciplinary social-ecological network approach for empirical investigations. *Ecology and Society* 21(1):40.
- Borgatti, S. P., M. G. Everett, & L. C. Freeman. 2002. *UCINET 6 for Windows: software for social network analysis*. Analytic Technologies, Harvard, MA.
- Borgström, S. T., T. Elmqvist, P. Angelstam, & C. Alfsen-Norodom. 2006. Scale mismatches in management of urban landscapes. *Ecology and Society* 11(2):16.
- Briggs, S. V. 2001. Linking ecological scales and institutional frameworks for landscape rehabilitation. *Ecological Management & Restoration* 2(1):28-35.
- Brondizio, E. S., E. Ostrom, & O. R. Young. 2009. Connectivity and the Governance of Multilevel Social-Ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 253-278.
- Brown, K. 2003. Integrating conservation and development: a case of institutional misfit. *Front Ecol Environ* 1(9):479–487.
- Bruner G, Gullison R, Rice R, da Fonseca G (2001) Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291:125–128.
- Carrington, P. J., J. Scott, & S. Wasserman (Eds.). 2005. *Models and methods in social network analysis (Vol. 28)*. Cambridge university press, Cambridge, UK.

- Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2<sup>a</sup> ed.). Lawrence Erlbaum Pub, New York.
- Costa, C. M. R., G. Herrmann, C. S. Martins, L.V. Lins, & I. R. Lamas (Orgs.). 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil.
- Crowder, L. B., G. Osherenko, O. R. Young, S. Airamé, E. A. Norse, N. Baron,... & J. A. Wilson. 2006. Resolving Mismatches in U.S. *Ocean Governance* 313(5787): 617-618.
- Cumming, G. S., D. H. M. Cumming, & C. L. Redman. 2006. Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society* 11(1):14.
- Cumming, G. S., Ö. Bodin, H. Ernstson, & T. Elmqvist. 2010. Network analysis in conservation biogeography: challenges and opportunities. *Diversity and Distributions* 16:414–425.
- Cumming, G. S., C. R. Allen, N. C. Ban, D. Biggs, H. C. Biggs, D. H. M. Cumming,... & M. Schoon. 2015. Understanding protected area resilience: a multi-scale, social-ecological approach. *Ecological Applications* 25(2):299–319.
- Drummond G. M., C. S. Martins, A. B. M. Machado, F. A. Sebaio, and Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil.
- Dudley, N. 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Echternacht, L., M. Trovó, C. T. Oliveira, & J. R. Pirani. 2011. Areas of endemism in the Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil. *Flora* 206(9):782-791.
- Ekstrom, J. A., & O. R. Young. 2009. Evaluating functional fit between a set of institutions and an ecosystem. *Ecology and Society* 14(2):16.
- Ekstrom, J. A., & B. I. Crona. 2017. Institutional misfit and environmental change: A systems approach to address ocean acidification. *Science of the Total Environment* 576:599–608.
- England Biodiversity Group. 2011. *Think big: how and why landscape-scale conservation benefits wildlife, people and the wider economy*. Report NE309. Natural England, London, UK.
- Ernstson, H., S. Barthel, E. Andersson, & S. T. Borgström. 2010. Scale-crossing brokers and network governance of urban ecosystem services: the case of Stockholm. *Ecology and Society* 15(4): 28.
- Fernandes, G. W. 2016. *Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil*. Springer, Switzerland.
- Fernandes, G. W., N. P. U. Barbosa, B. Alberton, A. Barbieri, R. Dirzo, F. Goulart,... & R. R. C. Solar. 2018. The deadly route to collapse and the uncertain fate of Brazilian rupestrian grasslands. *Biodivers. Conserv.* 27(10): 2587–2603.
- Fitzsimons, J., I. Pulsford, & G. Wescott. 2013. *Linking Australia's Landscapes: Lessons and Opportunities from Large-scale Conservation Networks*. Melbourne, Australia, CSIRO Publishing.
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, & J. Norberg. 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30:441–73.
- Folke, C., L. Pritchard, F. Berkes, J. Colding, & U. Svedin. 2007. The problem of fit between ecosystems and institutions: ten years later. *Ecology and Society* 12(1):30.
- Freeman, L. 1979. Centrality in social networks. Conceptual clarifications. *Social Networks* 1:215–239.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). 2010. *Mapa de Solos de Minas Gerais: legenda expandida*. UFV/CETEC/UFLA/FEAM, Belo Horizonte.

- Galaz, V., P. Olsson, T. Hahn, & U. Svedin. 2008. The problem of fit among biophysical systems, environmental and resource regimes, and broader governance systems: insights and emerging challenges. Pages 147-186 in O. R. Young, L. A. King, & H. Schroeder, editors. *Institutions and environmental change: principal findings, applications and research frontiers*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Giulietti, A. M., J. R. Pirani, & R. M. Harley. 1997. Espinhaço range region eastern Brazil. Pages 397-404 in S. D. Davis et al. (Eds.). *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. World Wide Fund for Nature/World Conservation Union, Cambridge.
- Gonzalès, R., & L. Parrott. 2012. Network Theory in the Assessment of the Sustainability of Social–Ecological Systems. *Geography Compass* 6(2): 76–88.
- Goulart, F. F., F. S. Takahashi, M. Rodrigues, R. B. Machado, & B. Soares-Filho. 2015. Where matrix quality most matters? Using connectivity models to assess effectiveness of matrix conversion in the Atlantic Forest. *Natureza & Conservação* 13(1):47–53.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, J. Corcoran, & K. A. Wilson. 2013. Scale Mismatches, Conservation Planning, and the Value of Social-Network Analyses. *Conservation Biology* 27(1):35–44.
- Guerrero, A. M., Ö. Bodin, R. R. J. McAllister, & K. A. Wilson. 2015. Achieving social-ecological fit through bottom-up collaborative governance: an empirical investigation. *Ecology and Society* 20(4):41.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, & K. A. Wilson. 2015. Achieving Cross-Scale Collaboration for Large Scale Conservation Initiatives. *Conservation Letters* 8(2):107–117.
- Hanneman, R. A., & M. Riddle. 2005. *Introduction to social network methods*. University of California, Riverside, CA.
- Hill, R., J. Davies, I. C. Bohnet, C. J. Robinson, K. Maclean, & P. L. Pert. 2015. Collaboration mobilises institutions with scale-dependent comparative advantage in landscape-scale biodiversity conservation. *Environmental Science & Policy* 51:267-277.
- Imperial, M. T. 2005. Using collaboration as a governance strategy: lessons from six watershed management programs. *Administration and Society* 37(3):281-320.
- Ingold, K., A. Moser, F. Metz, L. Herzog, H. P. Bader, R. Scheidegger, & C. Stamm. 2018. Misfit between physical affectedness and regulatory embeddedness: The case of drinking water supply along the Rhine River. *Global Environmental Change* 48:136–150.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Janssen, M. A., Ö. Bodin, J. M. Anderies, T. Elmqvist, H. Ernstson, R. R. J. McAllister, P. Olsson, & P. Ryan. 2006. A network perspective on the resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1):15.
- Leite, F. S. F. 2012. *Taxonomia, biogeografia e conservação dos anfíbios da Serra do Espinhaço*. Tese de Doutorado, Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 409 p.
- Lindenmayer, D. B., & H. A. Nix. 1993. Ecological principles for the design of wildlife corridors. *Conservation Biology* 7(3):627-631.
- Lockwood, M. 2010. Good governance for terrestrial protected areas: A framework, principles and performance outcomes. *J. Environ Manage.* 91(3):754-66.
- Marini, M. A. 2010. Bird movement in a fragmented Atlantic Forest landscape. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 45(1):1-10.

- Marini, M. A., & F. I. Garcia. 2005. Conservação de aves no Brasil. *Megadiversidade* 1(1):95-102.
- Menezes, N. L., & A. M. Giuliatti. 2000. Campos rupestres. Pages 65-73 in M. P. Mendonça, & L.V. Lins (eds.). *Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais*. Fundação Biodiversitas & Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Belo Horizonte.
- Mills, M., R. L. Pressey, R. Weeks, S. Foale, & N. C. Ban. 2017. A mismatch of scales: challenges in planning for implementation of marine protected areas in the Coral Triangle. *Conservation Letters* 3:291–303.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. *Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225 parágrafo 1º, incisos I, II, III, e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. MMA, Brasília, Brazil.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2007. *Projeto de conservação e uso sustentável da diversidade biológica brasileira (PROBIO): Mapeamento de cobertura vegetal do bioma cerrado*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil. 33 pp.
- Mittermeier, R. A., P. R. Gil, M. Hoffman, J. Pilgrim, T. Brooks, C. G. Mittermeier, ... & G. A. B. Fonseca. 2005. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Sierra Madre-Cemex-Conserv. International, Washington.
- Monteiro, L., N. Machado, E. Martins, N. Pougy, M. Verdi, G. Martinelli, & R. D. Loyola. 2018. Conservation priorities for the threatened flora of mountaintop grasslands in Brazil. *Flora* 238:234–243.
- Moss, T. 2012. Spatial fit, from panacea to practice: implementing the EU Water Framework Directive. *Ecology and Society* 17(3): 2.
- Musgrave, M. 2016. Scale mismatches and implications for SD and SFM. Pages 149-172 in M. Musgrave. *Scale, Governance and Change in Zambezi Teak Forests*. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle upon Tyne, UK.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca, & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772):853–858.
- Neves, A. C. O., A. F. Barbieri, A. A. Pacheco, F. M. Resende, R. F. Braga, A. A., & G. W. 2016. The human dimension in the Espinhaço Mountains: land conversion and ecosystem services. Pages 501–530 in G. W. Fernandes GW (ed.). *Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil*. Springer, Switzerland.
- Olsson, P., C. Folke, V. Galaz, T. Hahn, & L. Schultz. 2007. Enhancing the fit through adaptive comanagement: creating and maintaining bridging functions for matching scales in the Kristianstads Vattenrike Biosphere Reserve Sweden. *Ecology and Society* 12(1):28.
- PAN (Plano de Ação Nacional) Espinhaço. 2015. *Plano de ação nacional para a conservação da flora ameaçada de extinção da Serra do Espinhaço Meridional*. Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Laboratório de Biogeografia da Conservação, Andrea Jakobsson Estúdio.
- Papaik, M. J., B. Sturtevant, & C. Messier 2008. Crossing scales and disciplines to achieve forest sustainability. *Ecology & Society* 13(1):30.
- Pascual-Hortal, L., & S. Saura. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* 21(7):959–967.
- Pena, J. C. C., L. H. Y., Kamino, M. Rodrigues, E. Mariano-Neto, & M. F. de Siqueira. 2014. Assessing the conservation status of species with limited available data and disjunct distribution. *Biological Conservation* 170:130-136.
- Pena, J. C. C., F. Goulart, G. W. Fernandes, D. Hoffmann, F. S. Leite, N. B. dos Santos, ... & M. Rodrigues. 2017. Impacts of mining activities on the potential geographic distribution of

- eastern Brazil mountaintop endemic species. *Perspectives in ecology and conservation* 15(3):172-178.
- Primack, R. B., & E. Rodrigues. 2001. *Biologia da conservação*. Efrain Rodrigues, Londrina.
- Rapini, A., P. L. Ribeiro, S. Lambert, & J. R. Pirani. 2008. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4(1-2):16-24.
- Rathwell, K. J., & Peterson, G. D. 2012. Connecting social networks with ecosystem services for watershed governance: a social-ecological network perspective highlights the critical role of bridging organizations. *Ecology and Society* 17(2).
- Rouget, M., R. M. Cowling, A. T. Lombard, A.T. Knight, A.T., & G. I. H. Kerley. 2006. Designing large-scale conservation corridors for pattern and process. *Conserv. Biol.* 20:549-561.
- Saadi, A. 1995. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. *Geonomos* 3(1):41-63.
- Saunders, D. A., & S. V. Briggs. 2002. Nature grows in straight lines—or does she? What are the consequences of the mismatch between human-imposed linear boundaries and ecosystem boundaries? An Australian example. *Landscape and Urban Planning* 61(2-4):71-82.
- Saura, S., & Pascual-Hortal, L. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urb. Plann.* 83(2-3):91-103.
- Saura, S., & J. Torne. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software* 24(1):135-139.
- Sayles, J. S. 2018. Effects of Social-Ecological Scale Mismatches on Estuary Restoration at the Project and Landscape Level in Puget Sound, USA. *Ecological Rest.* 36(1):62-75.
- Sayles, J. S., & J. A. Baggio. 2017. Social-ecological network analysis of scale mismatches in estuary watershed restoration. *Proc Natl Acad Sci* 114(10):E1776-E1785.
- Scalco, R. F., & B. M. Gontijo. 2017. Recategorização em unidades de conservação de proteção integral: as UCs da porção central do Mosaico do Espinhaço (Minas Gerais/Brasil). *Revista da Anpege* 13(22):247-276.
- Silva, A. C., L. C. V. S. F. Pedreira, & P. A. Almeida-Abreu. (Eds.). 2005. *Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes*. O Lutador, Belo Horizonte, Brasil.
- Silva J. A., R. B. Machado, A. A. Azevedo, G. M. Drummond, R. L. Fonseca, M. F. Goulart,... & M. B. Ramos Neto. 2008. Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estados de Minas Gerais e Bahia, Brasil. *Megadiversidade* 4:248-270.
- Treml, E. A., P. I. J. Fidelman, S. Kininmonth, J. A. Ekstrom, & Ö. Bodin. 2015. Analyzing the (mis)fit between the institutional and ecological networks of the Indo-West Pacific. *Global Environmental Change* 31:263-271.
- Vasconcelos, M. F., L. E. Lopes, C. G. Machado, & M. Rodrigues. 2008. As aves dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço: diversidade, endemismo e conservação. *Megadiversidade* 4(1-2):197-217.
- Vasconcelos, M. F. de, & M. Rodrigues. 2010. Patterns of geographic distribution and conservation of the open-habitat avifauna of southeastern Brazilian mountaintops (campos rupestres and campos de altitude). *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)* 50(1):1-29.
- Wasserman, S., and K. Faust. 1994. *Social network analysis: Methods and applications (Vol. 8)*. Cambridge university press, Cambridge, UK.
- Weins, J. A. 2009. Landscape ecology as a foundation for sustainable ecology. *Landscape Ecology* 24(8):1053-1065.

Worboys, G., W. L. Francis, and M. Lockwood. 2010. *Connectivity conservation management: a global guide*. Earthscan, London.

Zhao, Y., Y. Wei, B. Wu, Z. Lu, and L. Fu. 2018. A connectivity-based assessment framework for river basin ecosystem service management. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 33:34–41.



## Conclusão Geral

Esta seção analisa as principais descobertas da tese destacadas nas partes anteriores do trabalho e sumariza as contribuições mais significativas da pesquisa. As descobertas são discutidas com relação aos manuscritos individuais (capítulos) e à tese como um todo. As contribuições teóricas e práticas desta pesquisa são então sintetizadas. A seção conclui com uma reflexão sobre recomendações para futuras pesquisas.

### Síntese dos achados mais relevantes

A conservação da biodiversidade é uma condição indispensável do desenvolvimento sustentável e um dos desafios mais importantes para a sociedade contemporânea. No entanto, os formuladores de políticas, gestores e profissionais ainda estão lutando para identificar e implementar as melhores estratégias para enfrentar esse desafio. Nessa contenda, é cada vez mais reconhecido que os esforços de conservação baseados no conhecimento dos SSE, e na maneira como eles interagem, são mais propensos a serem eficazes (Berkes et al., 2003; Folke et al., 2005; Liu et al., 2007; Ostrom, 2009; Ban et al., 2013; Guerrero et al., 2018). Contudo, apesar dos esforços, a integração geral ainda está faltando na pesquisa socioecológica (Bodin, 2017; Guerrero et al., 2018). A conservação dos ecossistemas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos requerem, então, além do conhecimento das “regras ecológicas” em si mesmas, o reconhecimento das interdependências funcionais dos sistemas ecológicos e sociais, assim como da multiplicidade de níveis espaciais, temporais e de organização social envolvidos (Brondizio et al., 2009; Bodin & Prell, 2011). Na conservação em larga escala, o sucesso das iniciativas dependerá, em parte, da capacidade dos atores envolvidos na gestão territorial em navegar pelas “águas revoltas” inerentes aos ambientes dinâmicos e, ecológica e socialmente, complexos. Isso exigirá a implantação de formas inovadoras de governança colaborativa que levem em conta a diversidade de atores, as interações multinível, os interesses e as demandas de uso e nos quais o processo de ordenação e de manejo dos recursos naturais seja deliberadamente planejado e conduzido para ajustar-se às dimensões sociais e ecológicas subjacentes. A perspectiva de redes permite avaliar os padrões relacionais das redes sociais e ecológicas que integram os SSE e as formas pelas quais essa estrutura afeta ao desempenho de tais sistemas (Janssen et al., 2006; Bodin & Tengö, 2012). Além disso, as redes servem de teia que une o sistema de governança, podendo ser usadas para medir a extensão da colaboração (Bodin & Crona, 2009; Bodin & Prell, 2011).

O propósito desta tese de doutorado foi caracterizar e avaliar como as redes melhoram e/ou inibem a governança de iniciativas de conservação em larga escala. Minha pesquisa

prestou especial atenção à recorrente falta de consideração das dimensões sociais na conservação (Ban et al. 2013; Guerrero & Wilson, 2016; Alexander et al., 2017) e enfatizou na contribuição da estrutura e função das redes de colaboração para melhor entender seu papel na governança, enquanto processo que influencia os resultados de conservação. O estudo partiu da hipótese de que a existência, nesses tipos particulares de SSE, de arranjos de colaboração diversificados, inclusivos e robustos, gera processos de gestão que contribuem para aumentar a eficácia e sustentabilidade das iniciativas de conservação em larga escala. Então, usei a perspectiva de redes para obter informações importantes sobre o papel da colaboração na governança de modelos de gestão territorial e integrada da biodiversidade, com base em um estudo de caso empírico no Brasil constituído em mosaico de APs: o ME. Esta iniciativa opera em diversas escalas e incorpora níveis variados de complexidade social. Apesar das suas especificidades, o ME enfrenta desafios semelhantes a outros cenários de conservação brasileiros (e.g., descaso político e administrativo, sobreposição de uso, conflitos normativos e políticos de acesso aos espaços e aos recursos, divergência de interesses, falta de coordenação) e compartilha objetivos comuns que passam por mobilizar e conectar pessoas para se engajar em atividades de conservação mais inclusivas, participativas e integradoras.

Os resultados da pesquisa foram apresentados por meio de quatro manuscritos individuais, porém inter-relacionados. O primeiro manuscrito (Capítulo 1) apresentou uma caracterização dos atores e de suas relações para entender o papel dos arranjos de colaboração na gestão territorial e na transição para a “boa governança”. Especificamente, o manuscrito destaca o exame das estruturas, atributos e processos sociais que são cruciais para o estabelecimento e a governança de iniciativas de conservação em larga escala. A análise da rede social do estudo de caso mostrou que a colaboração densa, diversificada e modular, com uma grande proporção de vínculos entre atores em diferentes grupos, promoveu o relacionamento descentralizado e inclusivo proporcionando à rede alta capacidade para o controle social e a ação coletiva. Estes padrões, por sua vez, têm implicações para os resultados de conservação. A análise também constatou importantes entraves à gestão efetiva, como a ausência e/ou a baixa representatividade na rede de atores diretamente dependentes dos recursos naturais da matriz da paisagem, e desequilíbrios e assimetrias gerados no processo colaborativo. As descobertas deste capítulo sugeriram que os padrões de conexões podem fortalecer estratégias de conservação da natureza em âmbito regional, bem como auxiliar na identificação de barreiras à gestão territorial.

O segundo manuscrito (Capítulo 2) ofereceu uma modelagem empírica, a partir de uma ótica temporal de longo prazo, da capacidade da rede de colaboração para sustentar e ajustar a gestão dos recursos naturais à evolução e mudanças dos contextos ambientais, sociais e políticos inerentes ao SSE de estudo. Especificamente, o manuscrito explorou a robustez da

rede diante de ataques aleatórios e remoções dirigidas e em base a critérios de perturbação estruturais e atributivos. Os resultados destacaram a resistência da rede mesmo que uma fração significativa dos seus membros e atores relevantes para a gestão deixem de estar envolvidos nas parcerias, favorecendo assim o desenvolvimento de ações conjuntas e duradouras essenciais para garantir a sustentabilidade do processo de governança e, portanto, a preservação a longo prazo dos ecossistemas e seus processos. Contudo, os resultados mostraram que ações específicas devem ser tomadas para aumentar o envolvimento na rede de atores estratégicos do território e promover mecanismos contextualizados de fortalecimento da governança, de maneira a gerenciar com eficácia os riscos e incertezas de um futuro incerto.

O terceiro manuscrito (Capítulo 3) mudou o foco de análise, da escala temporal para a espacial, se concentrando no exame dos laços entre diversos grupos de atores vinculados a diferentes níveis espaciais de atuação de maneira a descrever e caracterizar a complexidade das interações multinível nas iniciativas de gestão territorial. Aqui se ofereceram contributos relativos a dois aspectos das redes que podem condicionar os processos e o desempenho da governança colaborativa nessas iniciativas: (1) laços complementares entre atores em diferentes hierarquias espaciais e; (2) laços e atores “ponte” que conectam diferentes tipos de atores e/ou níveis organizacionais e biofísicos. Os resultados mostraram que apesar da rede de estudo promover a conservação colaborativa, fornecendo um meio apropriado para o intercâmbio de conhecimento e experiências por meio do envolvimento de diversos atores ancorados em múltiplos níveis espaciais, ela precisa de ajustes para melhorar a correspondência espacial dos processos ecológicos e de governança e, sobretudo, da incorporação ativa de atores dos interstícios para aprimorar a eficácia das ações de conservação. As descobertas do manuscrito realçaram o valor e a necessidade de que o desenho de estratégias colaborativas para a conservação em larga escala considere as dinâmicas ecológicas no habitat local e em nível de paisagem, assim como as interdependências entre processos de gestão e ecológicos.

O manuscrito final (Capítulo 4) explorou a perspectiva integrada de SSE com a intenção de fornecer uma melhor compreensão das complexas relações entre seres humanos e natureza. Aqui o foco foram os desajustes de escala entre a dinâmica dos ecossistemas e os regimes de gestão, cujo entendimento constitui um relevante e atual desafio da governança ambiental. O manuscrito desenvolveu uma nova estrutura analítica para quantificar o nível de ajuste socioecológico e os arranjos potencialmente importantes para lidar com a falta de ajuste na conservação em larga escala. Aplicando a perspectiva de redes e a ideia do descompasso de escala a problemas de conservação, o trabalho avaliou o nível de ajuste socioecológico no estudo de caso do ME testado se a relevância das APs para a conectividade global da rede ecológica estava relacionada com a importância das APs para a conectividade global da rede

social. A análise combinada de dados sociais e ecológicos mostrou que a iniciativa de conservação em larga escala estudada foi globalmente caracterizada por um ajuste de escala apropriado. Contudo, foram identificadas algumas falhas de governança susceptíveis de comprometer os objetivos de conservação da iniciativa e que precisam ser corrigidas com prioridade. Os achados do manuscrito desenvolveram e ampliaram pesquisas emergentes que integram resultados de análise de rede social com dados de habitats ecológicos e revelaram que podem ajudar a desvendar com precisão desajustes na conservação, focando na escala da paisagem.

### **Principais contribuições**

Globalmente, esta tese oferece uma série de contribuições teóricas e metodológicas significativas associadas a abordagens conceituais e procedimentais que foram desenvolvidas e aplicadas nesta pesquisa para fornecer informações sobre dois aspectos relevantes para a gestão territorial: (1) a estrutura da rede de governança e; (2) as relações entre os processos colaborativos e ecológicos. A tese acrescenta várias contribuições práticas que são interessantes para os decisores políticos, gestores e profissionais e que são aplicáveis para a concepção e implementação de iniciativas de conservação futuras e em curso.

Em primeiro lugar, esta tese desenvolveu e fortaleceu argumentos variados e precedentes sobre a utilidade da perspectiva de redes na gestão e conservação de recursos naturais (Newman & Dale, 2005; Bodin et al., 2006; Bodin & Crona, 2009; Bodin & Prell, 2011). Atendendo principalmente à estrutura da rede e a seu papel em relação ao processo colaborativo, esta pesquisa demonstrou como análises estruturais podem ser usadas para avaliar o desempenho dos arranjos de governança no sentido de enfrentar adequadamente os desafios do planejamento biorregional e de ações específicas de conservação em larga escala. Além de contribuir no desenvolvimento conceitual da perspectiva de redes, a pesquisa explicitou a utilidade de tal abordagem para a ciência da conservação da natureza, apontando seu papel particular para as APs como um dos principais instrumentos para a conservação da biodiversidade. Da mesma forma, a tese ilustrou como essa perspectiva pode ser aplicada em diferentes escalas (e.g., temporal, espacial, gestão; Cash et al., 2006) e usada para entender diferentes desafios da governança previamente identificados na literatura (e.g., transições para processos descentralizados, ajuste socioecológico, relações multinível, robustez da rede) e que reforçam a governança bem-sucedida de APs. Considerando as redes sociais como base estrutural das relações sociais e espaço de transferência de recursos, o envolvimento nelas está fortemente associada ao conceito de capital social. Portanto, os resultados mostrados aqui oferecem também importantes subsídios sobre o papel do capital social como recurso coletivo que pode aumentar a ação coletiva e fortalecer a colaboração e

os processos de governança (Bodin & Crona, 2009; Brondizio et al., 2009). Ademais, ao colocar a atenção em como as propriedades estruturais das redes afetam o comportamento dos atores sociais, para além dos atributos pessoais e do estabelecimento de normas ou regulamentos, esta tese complementa pesquisas sobre governança ambiental que enfatizam a importância de aspectos não estruturais (e.g., qualidade das relações, qualidades dos indivíduos-chave, desequilíbrios de poder, questões de confiança, conflito) no desempenho das redes de governança (Hahn et al., 2006; Lauber et al., 2011; Alexander & Armitage, 2015). Outra contribuição desta tese associada à perspectiva de redes diz a respeito dessa abordagem como uma ferramenta promissora para pensar e avaliar as dimensões sociais e ecológicas do ajuste socioecológico que podem prejudicar, a longo prazo, a viabilidade e os objetivos das iniciativas de conservação. Essa perspectiva permitiu, ainda, identificar quem está na rede de estudo e como os atores estão conectados. O exame dos padrões estruturais ajudou a identificar possíveis hierarquias e subgrupos (ou atores) marginalizados que refletiram em possíveis riscos de fragmentação da rede. Igualmente, contribuiu para detectar atores específicos que estão bem posicionados para unir diferentes grupos e, portanto, para construir coesão e confiança na rede. Os resultados dessas análises podem ser aproveitados por gerentes e profissionais para apoiar determinados atores de maneira a aumentar seu engajamento na rede, bem como para construir novos laços e/ou reforçar os existentes visando melhorar a organização social e a capacidade de superar problemas específicos de conservação. Além disso, os achados podem fornecer informações importantes sobre onde e como investir diferentes recursos (e.g., tempo, energia, dinheiro, esforços) para fortalecer a rede. Finalmente, entender como uma rede social se formou e se comporta diante de mudanças ao longo do tempo pode fornecer novos aportes sobre “ambientes facilitadores” (cf. Alexander & Armitage, 2015) mais propensos a ações coletivas para a conservação, assim como favorecer a análise da sustentabilidade e grau de sucesso de iniciativas específicas de conservação, revelando oportunidades e ameaças das experiências.

Em segundo lugar, vale destacar a contribuição desta tese a respeito da tendência emergente da consideração das dimensões sociais na conservação (Cowling & Wilhelm-Rechmann, 2007; Knight et al., 2010; Stephanson & Mascia, 2014; Alexander et al., 2017). A medida que o campo da conservação da biodiversidade passa das APs planejadas separadamente e manejadas como “ilhas” para um planejamento em “rede” e uma gestão territorial (Lindenmayer & Burgman, 2005; Fitzsimons et al., 2013), diversos fatores (e objetivos) políticos, econômicos, sociais e culturais entram em jogo influenciando o sistema de governança e incorporando maior complexidade a um cenário de conservação já complexo. Em paisagens heterogêneas compostas por APs integradas à matriz de uso do território, problemas e soluções de conservação ultrapassam fronteiras relacionadas à escala e envolvem partes interessadas com diversos interesses, objetivos, valores e práticas. Nesse

contexto, o planejamento para a conservação se torna um processo social orientado por múltiplas capacidades e componentes como aprendizagem, negociação, diálogo, consenso, divergência, entre outros, que afetam à tomada de decisões e, portanto, são fundamentais para implementar ações bem-sucedidas enquanto resultados de conservação. As descobertas deste estudo vão ao encontro de uma literatura mais ampla que defende a reorientação do pensamento sobre iniciativas de conservação para além de uma perspectiva puramente ecológica e biofísica (i.e., espaços ecologicamente conectados), incorporando a conectividade social para conduzir os processos de conservação, particularmente em aqueles casos onde as pessoas são afetadas de modo direto (e.g., Ban et al., 2013; Whitehead et al., 2014; Alexander & Armitage, 2015). Nesse sentido, salvo algumas exceções (e.g., Cohen et al. 2012; Bergsten et al., 2014; Guerrero et al., 2015a; Bixler et al., 2016; Alexander et al., 2017) poucos estudos empíricos têm adotado uma abordagem de rede estruturalmente explícita para discutir iniciativas de conservação em larga escala como contextos conectados socialmente, proporcionando horizontes para pensar e integrar a dimensão social na prática da conservação. Essa carência de estudos é ainda mais evidente na análise de paisagens de grande heterogeneidade ambiental e elevada biodiversidade como o ME.

A terceira contribuição desta tese está relacionada com a perspectiva interdisciplinar. A interdisciplinaridade na pesquisa da conservação e no tratamento de problemas ambientais tem sido cada vez mais valorizada (Daily & Ehrlich, 1999; Steele & Stier, 2000; Ostrom, 2007; Ledford, 2015; Delibes-Mateos, 2017; Guerrero et al., 2018) e esta tese caminha nesse espírito interdisciplinar, no sentido de adotar uma postura de pesquisa que considere aspectos sociais e ecológicos e permita a compreensão do todo e das partes de uma realidade complexa. Desde um ponto de vista teórico-metodológico, esta pesquisa valeu-se de áreas acadêmicas distintas e sobrepostas para pensar e avaliar estruturas e processos sociais e ecológicos no contexto de iniciativas de conservação em larga escala. A pesquisa representa uma contribuição teórica relevante ao demonstrar a utilidade de atravessar e vincular linhas teóricas complementares da literatura sobre governança, colaboração, redes, ecologia da paisagem e biologia da conservação, para análises empíricas de interdependências socioecológicas. Nesse sentido, ela integra conceitos e métodos das ciências humanas e biológicas no intuito de responder a questões das ciências ambientais sobre o funcionamento dos SSE no âmbito de práticas de conservação. O foco interdisciplinar desta tese contribui provavelmente para uma compreensão mais abrangente da influência de arranjos de colaboração nos múltiplos contextos em que a conservação ocorre. Além disso, abrir-se a aportes de diferentes áreas do conhecimento fornece aqui uma base sólida para que a ciência da conservação da natureza (re)pense as suas práticas e consiga lidar com seus problemas, paradoxos e crises de forma mais ampla.

Ainda, a respeito das principais contribuições desta tese, vale ressaltar o empenho para compreender e abordar o contexto socioecológico. Entender a complexidade socioecológica que caracteriza os problemas ambientais da atualidade é um dos maiores desafios a serem enfrentados para tentar reverter a perda da biodiversidade e a contínua degradação dos ecossistemas. A intrincada interação entre componentes sociais e ecológicos dificulta o desenvolvimento de abordagens de pesquisa eficazes para avaliar o impacto que esses componentes têm sobre os resultados de conservação. Porém, desvendar essa trama socioecológica, explorando como diversas partes interessadas com responsabilidade de uso e gestão dos recursos naturais influenciam e são influenciadas por diferentes elementos do ambiente natural e por suas próprias interações, é crucial para criar estratégias de conservação eficientes e operacionalmente viáveis. Ainda assim, os mecanismos conceituais e analíticos que consideram as interdependências socioecológicas e avaliam os arranjos de governança para explicar os problemas de conservação permanecem subdesenvolvidos (Janssen et al., 2006; Ostrom, 2009; Cumming et al., 2010; Binder et al., 2013; Guerrero et al., 2018). Embora existam estudos que mostram a relação significativa entre a estrutura social da rede de governança e diferentes critérios de sucesso de gestão (e.g., Sandström & Carlsson, 2008; Bodin & Crona, 2009; Rathwell & Peterson, 2012), poucos trabalhos têm sido realizados para testar empiricamente o ajuste entre os processos de governança colaborativa e as características dos ecossistemas sob gestão (Bodin & Tengö, 2012; Bergsten et al., 2014; Bodin et al., 2014; Guerrero et al., 2015b). Entre os fatores que contribuíram para essa escassez podemos citar: i) a falta de consolidação dos referenciais teóricos sobre redes socioecológicas; ii) os desafios de praticar a interdisciplinaridade para encontrar abordagens metodológicas e modelos que integram os sistemas sociais e os sistemas ecológicos a partir de dados primários e secundários de natureza distinta; e iii) as dificuldades de estabelecer diálogos entre os resultados da pesquisa acadêmica e os saberes locais e regionais referentes à gestão da biodiversidade. Esta tese aborda essa lacuna, facilitando novos quadros analíticos que auxiliam na compreensão dos SSE e do problema de ajuste e, adicionalmente, desenvolvendo um grande esforço amostral em relação às pesquisas precedentes. O caso empírico examinado mostra como explorar os “meandros da rede” oferece indicações sobre o grau de (in)sucesso desse modelo de gestão territorial. Sinaliza, também, como abordar desafios de governança na gestão territorial pode orientar estratégias de conservação capazes de propor soluções eficazes e integrais que abrangem toda a extensão do problema, apoiando a criação de paisagens sustentáveis.

Finalmente, ressalta-se a contribuição da pesquisa para os arranjos colaborativos de governança. Apesar das abordagens colaborativas serem cada vez mais destacadas para a governança de problemas ambientais (e.g., Folke et al., 2005; Bodin & Crona, 2009; Armitage et al., 2012; Bodin, 2017), escassa atenção tem sido dada à contribuição das redes de

colaboração interpessoal na gestão da biodiversidade e, mais especificamente, nos modelos de gestão territorial, nos quais o envolvimento de diversos atores resulta fundamental para a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais. Os resultados desta pesquisa fornecem um suporte empírico do potencial de abordagens colaborativas para examinar os desafios de governança associados à conservação em larga escala. Em termos gerais, esta tese demonstrou como os processos de colaboração podem permitir a coordenação de ações em diferentes escalas de gestão e garantir que as ações de manejo estejam ajustadas com o sistema ecológico. Assim, a tese contribui para a compreensão de como processos colaborativos facilitam ou prejudicam os resultados de conservação.

Os resultados desta tese são baseados na pesquisa realizada no Brasil e limitados a um único sistema de estudo de caso, pelo que estudos semelhantes em outras áreas e contextos são necessários para fornecer conclusões generalizadas. Contudo, os resultados são relevantes para uma ampla gama de cenários de gestão territorial que enfrentam desafios e oportunidades de conservação semelhantes, pois oferecem orientações úteis sobre como direcionar intervenções e decisões de planejamento para melhor alcançarem objetivos de conservação e gestão de APs a escala de paisagem. O contexto de pesquisa abordado nesta tese é um campo interessante para estudar espaços de negociação de interesses relacionados às políticas públicas que têm interface com a conservação da biodiversidade, tanto para avaliar como a interação entre diversos atores afeta a resolução de problemas ou a criação de oportunidades no desenvolvimento dessas políticas, quanto para analisar como as políticas públicas influenciam na formação de redes de governança capazes de resolver problemas de ação coletiva. As descobertas aqui apresentadas revelam algumas pistas importantes para atores envolvidos na conservação e gestão de recursos naturais (e.g., pesquisadores, profissionais técnicos, planejadores, praticantes de conservação, formuladores de políticas públicas) sobre a efetividade dos modelos de gestão territorial para cumprir com seu objetivo primordial: manter a estrutura e função dos ecossistemas e assegurar a continuidade da biodiversidade em longo prazo. Os achados contribuem, ademais, para vincular teoria e prática da conservação em um momento em que há cada vez mais reconhecimento da necessidade de expandir a conservação em larga escala (Lindenmayer & Burgman, 2005; Roever et al., 2013) e de transitar para uma conservação mais inclusiva que incorpore a pluralidade de atores na tomada de decisões (Lockwood, 2010; Armitage, et al. 2012; Ban et al. 2013; Tallis & Lubchenco, 2014).

### **Recomendações para futuras pesquisas**

Minha pesquisa usando o estudo de caso do ME fornece informações valiosas sobre a estrutura e função de redes de colaboração para entender melhor seu papel na governança



de iniciativas de conservação em larga escala e a capacidade da rede de atores de desenvolver abordagens de gestão mais eficientes. Os achados abrem a porta para caminhos futuros de pesquisa. Explorações adicionais já foram sugeridas nos manuscritos. Contudo, destaque, a seguir e de uma maneira geral, algumas áreas de pesquisa a serem consideradas e/ou aprofundadas em futuros estudos e que podem, ademais, contribuir para reduzir parte das limitações desta tese.

- Nossos resultados explicam, em parte, o funcionamento da rede de governança e eventuais implicações sobre processos de gestão no ME. Não obstante, inferir impactos sobre a biodiversidade a partir desses resultados exige confrontar os achados com uma melhor e mais completa narrativa do que acontece nesse contexto de estudo (i.e., sucessos, desafios fracassos, êxitos). Para isso, a análise crítica dos resultados obtidos nesta pesquisa, em futuras oficinas participativas envolvendo os atores da rede, é uma tarefa indispensável.
- Futuras avaliações de redes de governança, tanto no ME quanto em outras iniciativas de conservação em larga escala, devem ponderar aspectos não estruturais que permeiam as relações e que podem afetar o processo colaborativo e, portanto, o sucesso da governança em ambientes de conservação. Entre eles, destacam-se aspectos contextuais como assimetrias de poder, diferenças ideológicas, nível de credibilidade e legitimidade percebida dos atores, corrupção, conflito, representações sociais, demandas heterogêneas e contraditórias, metas perseguidas e recursos disponíveis (e.g., financeiros, tempo, materiais, humanos) para cumpri-las. Outros aspectos que foram omitidos na nossa análise, mas que poderiam influenciar o contexto relacional, dizem a respeito da qualidade das relações e do processo colaborativo, do cenário de conservação (e.g., enfraquecimento de investimentos, instituições e legislação) no Brasil e na região de estudo, bem como do grau de desenvolvimento socioeconômico, uso da terra e histórico de ocupação da região onde a rede se insere.
- Paralelamente, mais pesquisas são necessárias para entender os custos (e.g., transação, informação, decisão) envolvidos no estabelecimento e manutenção dos acordos colaborativos. Contabilizar esses custos e integrá-los nas avaliações dos arranjos de governança permitiria identificar as estruturas de governança mais eficazes para alcançar os objetivos de conservação, bem como priorizar decisões de gestão e determinar a viabilidade da adoção de uma determinada estratégia colaborativa.
- Seria desejável desenvolver estudos longitudinais de modo a superar a limitação metodológica, amplamente reconhecida na abordagem de ARS, que diz a respeito da natureza estática desse instrumental, uma vez que oferece apenas um instante no

tempo das relações. A coleta de dados longitudinais e o acompanhamento das redes ao longo do tempo possibilita medir interações dinâmicas e contínuas de atores e processos sociais (i.e., evolução, emergência, manutenção e papel das redes) que influenciam à gestão e conservação dos recursos naturais.

- Pesquisas comparativas de iniciativas de conservação em larga escala em contextos diferenciados do ponto de vista geográfico, econômico, político e institucional são necessárias para entender melhor como os processos de governança funcionam e para obter novos aprendizados sobre como tais processos e seus resultados podem evoluir em diferentes cenários de conservação.
- Estudos futuros para identificar e avaliar as inferências causais entre a estrutura da rede e o desempenho da governança e, conseqüentemente, os resultados da conservação, precisam desenvolver e aperfeiçoar não apenas a medição, de forma mais explícita, da efetividade dos resultados da governança por meio de aspectos estruturais, mas também, aprimorar o uso de indicadores de base biológica que ajudem a mensurar os resultados da conservação. Além da fragmentação/conectividade aplicada nesta tese, outros indicadores (e.g., taxa de desmatamento, melhor probabilidade de persistência de espécies, tendências de espécies ameaçadas, ocorrência de espécies exóticas invasoras, qualidade da água) poderiam fornecer informações oportunas sobre a qualidade dos ecossistemas.
- Embora nas últimas décadas tenha havido um avanço significativo de escopos conceituais e analíticos para compreender com maior nitidez a complexidade e os diversos aspectos da governança de SSE, mais pesquisas devem ser feitas na área das redes socioecológicas para desvendar as interdependências entre as dimensões social e ecológica no contexto da conservação e como diferentes padrões de conexões afetam os resultados da governança. Mais casos empíricos poderiam fornecer contribuições teórico-conceituais para superar esse desafio e, sobretudo, proporcionar novas aplicações metodológicas para analisar as redes e avaliar os ajustes socioecológicos. Nesses estudos, uma maior amplitude de abordagens com capacidade de transitar por várias áreas do conhecimento, incluindo as bases conceituais e metodológicas da Geografia, pode dar subsídio a investigações de SSE com uma visão mais integradora entre as características naturais e sociais que sustentam a paisagem como um todo, contribuindo para a conservação da natureza de forma racional.
- Abordagens em rede, como a aplicada nesta tese, poderiam ser utilizadas para entender os mecanismos causais (e.g., solidariedade, medo, severidade percebida do problema) que operam no processo de construção e desenvolvimento de coalizões auto-organizadas para a gestão de recursos naturais e a governança ambiental. Da

mesma forma, poderiam fornecer oportunidades interessantes para capturar e examinar os efeitos sobre a tomada de decisões de outros processos sociais que acontecem entre os membros da rede conjuntamente à colaboração (e.g., comunicação, cooperação, controle social/institucionalização, conflito).

### Referências bibliográficas

- Alexander, S. M., & D. Armitage. 2015. A Social Relational Network Perspective for MPA Science. *Conservation Letters* 8(1):1–13.
- Alexander, S. M., D. Armitage, P. J. Carrington, & Ö. Bodin. 2017. Examining horizontal and vertical social ties to achieve social–ecological fit in an emerging marine reserve network. *Aquatic Conservation* 27:6:1209–23.
- Armitage, D., R. de Loë, & R. Plummer. 2012. Environmental governance and its implications for conservation practice. *Conservation Letters* 5:245–255.
- Ban, N. C., M. Mills, J. Tam, C. C. Hicks, S. Klain,... & K. MA. Chan. 2013. Towards a social-ecological approach for conservation planning: embedding social considerations. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11:194–202.
- Bergsten, A., D. Galafassi, & Ö. Bodin. 2014. The problem of spatial fit in social-ecological systems: detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region. *Ecology and Society* 19(4):6.
- Berkes, F., C. Folke, & J. Colding. 2003. *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Binder, C. R., J. Hinkel, P. W. G. Bots, & C. Pahl-Wostl. 2013. Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society* 18(4):26.
- Bixler, R. P., S. Johnson, K. Emerson, T. Nabatchi, M. Reuling,... & M. Grove. 2016. Networks and landscapes: a framework for setting goals and evaluating performance at the large landscape scale. *Front. Ecol. Environ.* 14:145–153.
- Bodin, Ö. 2017. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science* 357(6352):1–8.
- Bodin, Ö., B. Crona, & H. Ernstson. 2006. Social networks in natural resource management: What is there to learn from a structural perspective? *Ecology and Society* 11(2): r2.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance. What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19:366–374.
- Bodin, Ö., & C. Prell. 2011. *Social networks and natural resource management*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bodin, Ö., & M. Tengö. 2012. Disentangling intangible social–ecological systems. *Global Environmental Change* 22:430–439.
- Bodin, Ö., B. Crona, M. Thyresson, A. L. Golz, & M. Tengö. 2014. Conservation Success as a Function of Good Alignment of Social and Ecological Structures and Processes. *Conservation Biology* 28(5):1371–1379.
- Brondizio, E. S., E. Ostrom, & O. R. Young. 2009. Connectivity and the Governance of Multilevel Social-Ecological Systems: The Role of Social Capital. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 253–278.
- Cash, D. W., W. Adger, F. Berkes, P. Garden, L. Lebel,... & O. Young. 2006. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society* 11(2):8.

- Cohen, P., L. Evans, & M. Mills. 2012. Social networks supporting governance of coastal ecosystems in Solomon Islands. *Conservation Letters* 5:376-386.
- Cowling, R. M., & A. Wilhelm-Rechmann. 2007. Social assessment as a key to conservation success. *Oryx* 41:135-136.
- Cumming, G. S., Ö. Bodin, H. Ernstson, & T. Elmqvist. 2010. Network analysis in conservation biogeography: challenges and opportunities. *Diversity and Distributions* 16:414–425.
- Daily, G. C., & P. R. Ehrlich. 1999. Managing Earth's ecosystems: An interdisciplinary challenge. *Ecosystems* 2:277-280.
- Delibes-Mateos, M. 2017. Risks associated with failed interdisciplinary approaches in conservation research. *Biodiversity and Conservation* 26:247–250.
- Fitzsimons, J., I. Pulsford, & G. Wescott. 2013. *Linking Australia's Landscapes: Lessons and Opportunities from Large-scale Conservation Networks*. CSIRO Publishing, Clayton, Australia.
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, & J. Norberg. 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30:441–73.
- Freitas, G. H. S. 2011. *História natural de dois furnarídeos (Aves: Furnariidae) endêmicos dos campos rupestres da porção sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais*. Dissertação, Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 90 p.
- Freitas, G. H., & M. Rodrigues. 2012. Territory distribution and habitat selection of the Serra Finch (*Embernagra longicauda*) in Serra do Cipó, Brazil. *The Wilson Journal of Ornithology* 124(1):57-65.
- Guerrero, A. M., R. R. J. McAllister, & K. A. Wilson. 2015a. Achieving Cross-Scale Collaboration for Large Scale Conservation Initiatives. *Conservation Letters* 8(2):107–117.
- Guerrero, A. M., Ö. Bodin, R. R. J. McAllister, & K. A. Wilson. 2015b. Achieving social-ecological fit through bottom-up collaborative governance: an empirical investigation. *Ecology and Society* 20(4):41.
- Guerrero, A. M., & K. A. Wilson. 2017. Using a social-ecological framework to inform the implementation of conservation plans. *Conservation Biology* 31(2):290-301.
- Guerrero, A. M., N. J. Bennett, K. A. Wilson, N. Carter, D. Gill,... & A. Nuno. 2018. Achieving the promise of integration in social-ecological research: a review and prospectus. *Ecology and Society* 23(3):38.
- Hahn, T., P. Olsson, C. Folke, & K. Johansson. 2006. Trust-building, knowledge generation and organizational innovations: The role of bridging organization for adaptive co- management of a wetland landscape around Kristianstad, Sweden. *Human Ecology* 34:573-592.
- Janssen, M. A., Ö. Bodin, J. M. Anderies, T. Elmqvist, H. Ernstson,... & P. Ryan. 2006. A network perspective on the resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1):15.
- Knight, A.T., R. M. Cowling, M. Difford, & B. M. Campbell. 2010. Mapping human and social dimensions of conservation opportunity for the scheduling of conservation action on private land. *Conservation Biology* 24:1348-1358.
- Lauber, T. B., R. C. Stedman, D. J. Decker, B. A. Knuth, & C.N. Simon. 2011. Social network dynamics in collaborative conservation. *Human Dimensions of Wildlife* 16:259-272.
- Ledford, H. 2015. Team Science: Interdisciplinarity has become all the rage as scientists tackle society's biggest problems. But there is still strong resistance to crossing borders. *Nature* 525(7569):308-311.
- Lindenmayer, D., & M. Burgman. 2005. *Practical Conservation Biology*. CSIRO Publishing, Clayton, Australia.

- Liu, J., T. Dietz, S. R. Carpenter, M. Alberti, C. Folke,...& W. W. Taylor. 2007. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science* 317(5844):1513-1516.
- Lockwood, M. 2010. Good governance for terrestrial protected areas: A framework, principles and performance outcomes. *J. Environ Manage.* 91(3):754-66.
- Newman, L., & A. Dale. 2005. Network structure, diversity, and proactive resilience building: A response to Tompkins and Adger. *Ecology and Society* 10(1): 2.
- Ostrom, E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:15181–15187.
- Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social- ecological systems. *Science* 325: 419–422.
- Rathwell, K. J., & G. D. Peterson. 2012. Connecting social networks with ecosystem services for watershed governance: a social-ecological network perspective highlights the critical role of bridging organizations. *Ecology and Society* 17(2): 24.
- Rodrigues, M., L. A. Carrara, & L. P. Faria. 2000. Avifauna como ferramenta para o monitoramento de Unidades de Conservação. In: *Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, Campo Grande, Universidade Livre do Meio Ambiente, vol. 2, p.356-364.
- Rodrigues, M., L. A. Carrara, L. P. Faria, & H. B. Gomes. 2005. Aves do Parque Nacional da Serra do Cipó: o Vale do Rio Cipó, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(2):326-338.
- Roeber, C. L., R. J. van Aarde, & K. Leggett. 2013. Functional connectivity within conservation networks: Delineating corridors for African elephants. *Biological Conservation* 157:128-135.
- Sandström, A., & L. Carlsson. 2008. The performance of policy networks: the relation between network structure and network performance. *Policy Studies Journal* 36:497-524.
- Steele, T. W., & J. C. Stier. 2000. The Impact of Interdisciplinary Research in the Environmental Sciences: A Forestry Case Study. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 51(5):476–484.
- Stephanson, S. L., & M. B. Mascia. 2014. Putting people on the map through an approach that integrates social data in conservation planning. *Conservation Biology* 28:1236-1248.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira (Brazilian Ornithology)*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III, & D. K. M Oskovits. 1996. (Eds). *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.
- Tallis, H., & J. Lubchenco. 2014. A call for inclusive conservation. *Nature* 515:27-28.
- Vasconcelos, M. F., L. E. Lopes, C. G. Machado, & M. Rodrigues. 2008. As aves dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço: diversidade, endemismo e conservação. *Megadiversidade* 4(1-2):197-217.
- Whitehead, A. L., H. Kujala, C. D. Ives, A. Gordon, P. E. Lentini,...& C. M. Raymond. 2014. Integrating biological and social values when prioritizing places for biodiversity conservation. *Conservation Biology* 28:992-1003.



## Apêndice A. Roteiro de entrevista semiestruturada

O roteiro de entrevista semiestruturada descreve as perguntas que fiz aos entrevistados durante as entrevistas. Em muitos casos, essas perguntas foram adaptadas para se adequarem à organização, ocupação e / ou a relação particular do entrevistado com a área e o objeto de estudo. Nem todas as perguntas incluídas aqui foram efetuadas a todos os entrevistados (com exceção das questões sobre informação do respondente e informação relacional). Igualmente, nem todas as perguntas foram necessariamente realizadas na ordem mostrada abaixo.

### Introdução

Muito obrigado pela sua disponibilidade. Sou estudante de doutorado na Universidade de Brasília e estou realizando esta pesquisa como parte dos meus estudos de pós-graduação.

O objetivo desta pesquisa é mapear a rede de colaboração no Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha – Serra do Cabral (ME) em torno à gestão dos recursos naturais. Então, você será convidado a responder algumas questões sobre si e sobre relações com outros atores no que diz respeito da conservação e manutenção dos serviços ambientais nessa região. Com essas informações, pretendo revelar ameaças e oportunidades da experiência e, assim, ajudar a melhorar ou fortalecer a organização social dos atores envolvidos na gestão.

Esta pesquisa recebeu a autorização do Instituto Chico Mendes da Conservação (ICMBio), por meio do sistema de atendimento Sisbio, para atividades com finalidade científica realizadas em UCs federais. Da mesma forma, a pesquisa foi aprovada no exame de qualificação por banca examinadora presidida pelo Dr. Frédéric Mertens. Sua participação nesta entrevista é voluntária. Você pode se recusar a responder qualquer questão e desistir da sua participação a qualquer momento.

Com relação à sua identidade e às informações que você está fornecendo durante a entrevista, seus dados serão anonimizados para impossibilitar sua identificação.

Caso deseje obter uma cópia dos resultados deste estudo após a sua conclusão, você pode entrar em contato comigo no Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Gleba A, Asa Norte, Brasília DF, 70910-900. E-mail: [anburgosdelgado@unb.br](mailto:anburgosdelgado@unb.br)

**Local da entrevista:**

**Data:**

### **SEÇÃO I: Informação do respondente**

*Por favor, dedique um momento para descrever suas características pessoais e profissionais.*

Atributos pessoais

- Nome / Apelido
- [Inserir aqui o identificador assignado ao entrevistado (e.g., E001)]
- Idade
- Sexo (f / m)
- Município / Estado de nascimento





**SEÇÃO II: Percepções**

*Agora eu gostaria de conversar um pouco com você sobre a região com relação às condições de vida e aos serviços ambientais.*

Você acha que a sua vida e a da sua família tem melhorado com o ME? Por favor, indique um.

sim             não     indiferente

- Por quê?
- Quais são os benefícios ou prejuízos que o ME traz para você e sua família?

Você acha que as comunidades têm melhorado com o ME? Por favor, indique um.

sim             não             indiferente

- Por quê?
- Quais são os benefícios ou prejuízos que o ME traz para as comunidades?

Você e sua família pretendem ficar na região e / ou comunidade?  sim             não

Você e sua família pretendem se mudar à região?             sim     não

- Por quê?

Quais são, em sua opinião, os principais recursos ou atrativos do ME? Isto é: o que atrairia a alguém de outro lugar para visitar o ME ou, eventualmente, pensar em se mudar para essa região?

Quais os principais benefícios que você obtém do ME? (*e.g., comida, combustível, renda, água, ar, satisfação, etc.*)

- Com que o ME contribui para o seu bem-estar / qualidade de vida?

**SEÇÃO III: Processo colaborativo**

*Gostaria de saber se você poderia me falar sobre os arranjos de gestão e o processo colaborativo no ME.*

Em sua opinião e de maneira geral, como acha que ocorre a colaboração em relação à gestão dos recursos naturais no ME?

- Você acha que há colaboração?  sim             não            Por quê?
- Você acha que existe algum conflito nesse processo?  sim     não
- Quais aspectos não estão ajudando à colaboração na gestão?
- Quais fatores facilitam, ou facilitariam no futuro, a colaboração no ME?

Após 6 anos da criação do ME, como você valora a gestão? Por favor, indique um.

excelente             boa     regular             ruim     péssima

Você considera que existia mais colaboração e organização na região antes ou depois de serem criadas as UCs e / ou o ME?

antes             depois             indiferente

- Por quê?

**Seção IV: Informação relacional – Redes (Parte A)**

*[O levantamento sociométrico da rede é inserido aqui - consulte o Apêndice B - e combinado com as perguntas abaixo]*

**SEÇÃO IV: Informação relacional – Redes (Parte B)**

*Obrigado pela informação muito relevante até o momento. Agora queria falar com você sobre colaborações na região e parcerias entre você e outras pessoas ou instituições.*

Você mantém contatos ou relações com grupos, instituições ou coletivos que estejam envolvidos em atividades relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais em outros mosaicos e / ou UCs de outras regiões?

sim  não

- Se sim, qual(is)?

Existe(m) alguma(s) pessoa(s) com a(s) qual(is) você não tem parceria ou não colabora, mas que você recomenda que seja(m) entrevistada(s) pois a(s) considera como particularmente relevante(s) na gestão do ME?

sim  não

- Se sim, qual(is)? (nome / apelido; cargo / ocupação; contato)

#### **SEÇÃO V: Encerramento**

*Sua contribuição e tempo têm sido de grande ajuda. Obrigado pela sua disponibilidade e participação nesta pesquisa.*

Você tem alguma pergunta para mim?

Se eu tiver alguma pergunta adicional ou precisasse de algum esclarecimento, tudo bem se entrar em contato com você novamente?

*Mais uma vez, obrigado pelo seu tempo. Se você tiver alguma dúvida ou deseja obter uma cópia dos resultados deste estudo após a conclusão, pode entrar em contato comigo no +55(61)3107-6000 ou [anburgosdelgado@unb.br](mailto:anburgosdelgado@unb.br)*

## Apêndice B. Questionário sociométrico de redes

O questionário sociométrico de rede incluído aqui foi administrado aos participantes cara a cara e, case sempre, como parte do processo de entrevista semiestruturada (consulte o Apêndice A). O questionário está baseado na lembrança para a coleta de dados, o que significa que os respondentes foram convidados a citar de memória pessoas com as quais interagem (em oposição à escolha de indivíduos de uma lista fechada). As questões focam em padrões interpessoais de colaboração.

### Instruções

Para a seguinte pergunta, por favor, liste ou cite as pessoas (nome e / ou apelido) que considere em resposta, juntamente com alguma informação para contato. Para cada resposta, indique o nível, o tipo e a natureza da relação entre as opções predefinidas abaixo marcando o número correspondente:

- a. nível: (1) = tarefas (i.e. troca de informações e experiências), (2) = projetos (organização de atividades conjuntas e / ou projetos comuns), (3) = estratégias (estabelecimento de regras e desenvolvimento de planos de gestão estratégica ou tomada de decisão)
- b. tipo: (1) = comunicação (i.e. partilha de informações), (2) = confiança
- c. natureza: (1) = amizade, (2) = parentesco, (3) = conhecido

### Terminologia relevante

**Colaboração** = ação de trabalhar junto com outros atores para resolver um conjunto de problemas que não podem ser resolvidos individualmente

Com quem você geralmente costuma colaborar em atividades relacionadas com o uso e gestão dos recursos naturais do ME? (*Exemplos de colaboração incluem: intercâmbio de ideias, conhecimentos, contatos e práticas de gestão; partilha de recursos, equipamentos, mão de obra e conhecimentos específicos; negociação sobre os recursos naturais e / ou a vida selvagem; se engajar em discussões e / ou formação de acordos sobre qualquer tema relacionado com a gestão do ME*)

Nome / Apelido	Contato	Nível			Tipo		Natureza		
		1	2	3	1	2	1	2	3
1.		1	2	3	1	2	1	2	3
2.		1	2	3	1	2	1	2	3
3.		1	2	3	1	2	1	2	3
4.		1	2	3	1	2	1	2	3
5.		1	2	3	1	2	1	2	3

## Apêndice C. Protocolo do grupo focal

Este documento apresenta a visão geral e um roteiro para os grupos focais realizados com atores com responsabilidade de uso e gestão dos recursos naturais do ME no contexto de pesquisa deste projeto. O protocolo destinou-se a levantar informações contextuais sobre os arranjos de gestão e o processo colaborativo e a coletar dados que pudessem orientar e aprimorar outros instrumentos de coleta de dados. Além das perguntas de suporte abaixo, colocadas pelo moderador (pesquisador) nas entrevistas pré-organizadas em grupo, interpelações adicionais, de reforço, foram feitas com base nas respostas dos participantes.

O protocolo do grupo focal tem três seções: introdução, perguntas norteadoras / estimuladoras, e encerramento. Quando usado, o moderador:

- Obteve previamente o consentimento verbal dos participantes
- Facilitou a auto-apresentação dos participantes
- Apresentou os assistentes de pesquisa que estavam servindo como anotadores
- Indicou algumas regras básicas para o bom funcionamento do grupo (e.g., respeitar os turnos de fala, respeitar as respostas e opiniões de outros participantes)

### **SEÇÃO I: Introdução**

Obrigado pela presença e por compartilhar seu tempo e seus conhecimentos conosco. Sua participação neste grupo é voluntária. Vocês podem se recusar a responder qualquer questão e desistir da sua participação a qualquer momento. Estou particularmente interessado em entender o contexto de governança no ME, no que diz respeito tanto dos fatores que contribuem quanto dos que colocam em risco o trabalho em parceria. Gostaria também de conhecer a diversidade de atores envolvidos na governança do ME e reunir informações sobre o valor social dos serviços ambientais dessa região.

### **SEÇÃO II: Perguntas norteadoras / estimuladoras**

#### **(1) Atores envolvidos**

- Quais categorias de atores estão envolvidas tanto na gestão quanto no uso dos recursos naturais do ME?
- Quem participa ativamente sobre discussões acerca do rumo do ME, por exemplo, planejando potenciais ações e atividades?
- Quais atores sociais não participam dessas deliberações embora tenham uma capacidade relevante de influir nos processos e sistemas naturais do ME? Como esses atores poderiam se envolver mais?

#### **(2) Conservação e serviços ecossistêmicos**

- Qual é o atual estado de conservação do ME? Quais são os principais riscos que ameaçam seus ecossistemas?
- Quais critérios ecológicos podem ser utilizados para mostrar o (in)sucesso da conservação no ME?
- Como os ecossistemas do ME contribuem para a vida das comunidades e populações inseridas nesse território?
- Quais são os principais indicadores dos serviços ecossistêmicos relacionados com o bem-estar humano no contexto do ME?

**(3) Governança e participação social**

- Quais as relações sociais necessárias para uma boa governança do ME?
- Como se desenvolve a colaboração para a conservação do ME?
- Que deveria ser aprimorado ou feito de maneira diferente para aumentar e / ou melhorar a participação no processo de governança?
- Quais são os principais conflitos socioambientais na região? Como eles impactam na governança do ME?

**(4) Uso e gestão**

- Quais são os principais tipos de uso e ocupação do solo no ME?
- Como se desenvolvem as relações de uso e gestão dos recursos naturais?
- Quais são os principais instrumentos de gestão do ME? Como se operacionaliza a gestão? Como se tomam as decisões?
- Quais políticas e intervenções de gestão são necessárias para reverter a degradação do ME e melhorar o bem-estar das populações envolvidas?

**SEÇÃO III: Encerramento**

Obrigado a todos vocês pela participação. As contribuições e aprendizados adquiridos neste grupo serão de grande valia para o desenvolvimento desta pesquisa. Se vocês tiverem interesse em acompanhar a evolução do trabalho e nossas descobertas, nos comprometemos a mantê-los informados.

## Apêndice D. Medidas de análise de redes sociais

As medidas aqui resumidas representam características de redes sociais usadas nesta tese para explorar como os atores estão imersos na rede de colaboração e como isso pode influir na troca potencial de recursos no sistema de governança. A Tabela D1 sintetiza cada uma das características de rede e a relevância que essas propriedades podem ter para os processos e resultados da governança.

**Tabela D1.** Características de rede relevantes para esta tese. Fonte: Bodin & Norberg (2005); Hanneman & Riddle (2005); Bodin, Crona & Ernstson (2006); Bodin & Crona (2009); Henry & Volla (2014).

Característica de rede	Descrição	Relevância para a governança
Centro-periferia	Um pequeno número de nós centrais reúne uma grande quantidade de conexões, enquanto a maioria dos outros nós mantém poucas conexões	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atores centrais podem agir como pontes, trazendo informações, conhecimentos, percepções e inovações; bem como núcleos de comunicação, disseminando esses recursos disponíveis</li> <li>- Esta estrutura pode ter efeitos sobre a ação coletiva na rede de colaboração, por meio da capacidade de facilitar a coordenação e a divisão de tarefas</li> </ul>
Distribuição de grau	Frequência relativa de nós com um número de relações igual a 1, 2, 3, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogênea: descentralização das relações de poder. Todos os atores ocupam posições igualmente centrais e colaboram por igual na gestão</li> <li>- Heterogênea: colaborações centralizadas entorno a um ou vários indivíduos da rede que controlam as interações e direcionam a gestão. Pode levar a desigualdades no poder e no conhecimento, propiciando vulnerabilidades no sistema devido à alta dependência de alguns indivíduos fortemente ligados</li> </ul>
Número médio de relações internas aos grupos e entre grupos	Distribuição de conexões entre nós do mesmo grupo (bonding) e entre nós de diferentes grupos (bridging)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laços tipo bonding favorecem a troca de informações e, potencialmente, a promoção da ação coletiva e gestão de conflitos internos</li> <li>- Laços tipo bridging facilitam o acesso a novas ideias e à mobilização de recursos que não estão disponíveis dentro de um mesmo grupo</li> <li>- Um equilíbrio bonding/bridging pode ser importante para o processo de governança colaborativa, uma vez que diferentes atores precisam trabalhar de maneira integrada para a gestão</li> </ul>
Número de componentes	Extensão de subgrupos separados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A fragmentação reduz o acesso a contatos entre subgrupos, necessário para alavancar recursos externos, ideias e inovação e para permitir a circulação da informação. Redes fragmentadas tendem a ser frágeis, pouco estáveis e não duráveis. Isso dificulta o sustento de processos importantes para que a governança alcance objetivos em larga escala e a longo prazo, tais como: bons níveis de apoio, estabelecimento de consensos, realização de convênios, e mobilização e otimização de recursos internos</li> <li>- Porém, vários subgrupos coesos diferentes podem permitir que uma diversidade de conhecimentos especializados, necessários para a governança de SSE, se desenvolvam nos diferentes subgrupos</li> </ul>
Densidade	Proporção de todas as possíveis conexões presentes em uma rede	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta densidade: aumento da possibilidade de comunicação e acesso a uma maior quantidade de informações e recursos; maior potencial de ação coletiva devido aos níveis de confiança mútua entre os atores. Porém, pode conduzir à homogeneização ou saturação da rede com as mesmas informações, levando a uma menor eficiência</li> <li>- Baixa densidade: fracas relações de socialização entre os membros da rede e redução dos processos colaborativos para a gestão da rede como um todo</li> </ul>
Distância média	Média do número de conexões no caminho mais curto possível entre os nós	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quanto menor a distância entre os membros da rede, mais eficiente e ágil poderá ser a colaboração para a concretização e implementação de tarefas comuns entre qualquer par de membros</li> <li>- Conexões não redundantes que diferem na sua cercania ao resto de atores, estendem ou proporcionam "oportunidades" para que, por exemplo, mensagens cheguem mais longe e em menos tempo através de uma população ou novas informações e conhecimentos atinjam à rede envolvida na gestão</li> </ul>

Diversidade de grupos de atores	Número de subgrupos de nós definidos por um atributo comum	- A heterogeneidade e a diversidade de atores envolvidos em um processo colaborativo de governança podem ampliar a base de conhecimento coletivo e aumentar a capacidade e a efetividade do trabalho em parceria
Centralidade de grau (a)	Número de conexões diretas que certo nó possui	- Atores com alto grau têm posições vantajosas de acesso e transmissão de recursos, representando uma fonte estratégica enquanto ao controle do fluxo de recursos e difusão de informações para toda a rede. Como eles utilizem essa posição terá um impacto nos resultados da governança - Atores centrais podem dispor de formas alternativas para atender suas próprias necessidades ou do grupo, sendo, portanto, menos dependente de outros indivíduos - Contudo, esses atores podem se sentir constrangidos ou divididos entre os diferentes atores da rede

(a) A centralidade de grau é a medida mais simples para quantificar o poder social dos nós em uma rede. Outras medidas estruturais de centralidade incluem intermediaridade e proximidade. A primeira corresponde ao número de vezes que um nó está no caminho mais curto entre qualquer par de nós, enquanto que a segunda é calculada como a distância média de cada ator em relação a todos os outros da rede.

## Referências

- Bodin, Ö., & J. Norberg. 2005. Information Network Topologies for Enhanced Local Adaptive Management. *Environmental Management* 35(2):175-193.
- Bodin, Ö., B. Crona, & H. Ernstson. 2006. Social networks in natural resource management: What is there to learn from a structural perspective? *Ecology and Society* 11(2): r2.
- Bodin, Ö., & B. I. Crona. 2009. The role of social networks in natural resource governance. What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change* 19:366-374.
- Hanneman, R. A., & M. Riddle. 2005. *Introduction to social network methods*. University of California, Riverside, CA.
- Henry, A. D., & B. Vollan. 2014. Networks and the Challenge of Sustainable Development. *Annual Review of Environment and Resources* 39(1):583-610.

## Apêndice E. Autorização para atividades com finalidade científica



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 54403-1	Data da Emissão: 24/06/2016 10:18	Data para Revalidação*: 24/07/2017
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: ANDRES BURGOS DELGADO	CPF: 701.828.831-24
Título do Projeto: Conectividade e ajustes em sistemas sócio-ecológicos: as redes de colaboração na gestão integrada da biodiversidade	
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	CNPJ: 00.038.174/0001-43

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Realização de entrevistas semi-estruturadas e levantamento territorial/espacial	09/2016	12/2016

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
5	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/icgen">www.mma.gov.br/icgen</a> .
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Outras ressalvas

1	O titular da solicitação Andrés Burgos Delgado, de nacionalidade estrangeira, tem o vínculo de Programa de bolsas ou auxílio à pesquisa patrocinado pela CAPES, estando dispensado de autorização do MCTI.
---	--

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	DIAMANTINA	MG	Mosaico do Espinhaço: Alto Jequitinhonha ? Serra do Cabral	Fora de UC Federal
2		MG	PARQUE NACIONAL DAS SEMPRE VIVAS	UC Federal

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 28687285



Página 1/2





## Apêndice F. Materiais suplementares para o Capítulo 1

**Tabela F1.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos de gênero.

	Mulheres	Homens	Total (n)	Média	p*
Mulheres	2.35	4.46	67	6.82	0.25
Homens	1.83	6.30	163	8.14	

**Tabela F2.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos definidos pelo nível de educação formal.

	0-5	6-9	10-12	13-17	18-	Total (n)	Média	p
0-5	0.69	1.87	1.13	1.82	0.78	23	6.30	
6-9	1.00	1.48	1.00	1.51	0.79	43	5.79	0.053
10-12	0.92	1.53	1.00	1.78	0.71	28	5.96	
13-17	0.48	0.75	0.58	4.30	2.33	86	8.46	
18-	0.36	0.68	0.40	4.02	4.44	50	9.90	

**Tabela F3.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos definidos pela ocupação.

	Liderança	Gestor	Técnico	Pesquisador	Produtor rural	Total (n)	Média	p
Liderança	1.71	2.48	1.42	0.91	0.22	35	6.77	
Gestor	1.06	6.61	1.30	0.78	0.23	82	9.98	
Técnico	0.75	1.62	2.72	0.63	0.27	66	6.01	0.024
Pesquisador	1.00	2.00	1.31	2.87	0.34	32	7.53	
Produtor rural	0.53	1.26	1.20	0.73	2.26	15	6.00	

**Tabela F4.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos definidos pela área de influência ou atuação.

	Fragmento	Paisagem	Região	Total (n)	Média	p
Fragmento	5,01	1,20	0,67	167	6,89	
Paisagem	5,02	3,20	1,77	40	10,00	0.026
Região	4,91	3,08	2,08	23	10,08	

**Tabela F5.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos definidos pelas atividades pró-ambientais.

	Mediação conflitos	Fiscalização	Educação ambiental	Mobilização social	Preservação ambiental	Nenhuma	Total (n)	Média	p
Mediação conflitos	1.75	1.75	2.62	2.50	3.25	1.75	8	13.62	0.0001
Fiscalização	0.35	3.45	2.40	0.62	0.97	0.62	40	8.42	
Educação ambiental	0.37	1.71	4.00	1.32	1.58	1.35	56	10.35	
Mobilização social	0.57	0.71	2.11	3.37	0.71	0.65	35	8.14	
Preservação ambiental	0.76	1.14	2.61	0.73	2.05	0.52	34	7.85	
Nenhuma	0.24	0.43	1.33	0.40	0.31	0.87	57	3.61	

**Tabela F6.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos definidos pela participação em associações.

	Associação	Conselho EM	Conselho PA	Ambos conselhos	Outro conselho	Nenhuma	Total (n)	Média	p
Associação	1.87	0.45	2.03	0.57	0.36	2.60	33	7.90	0.0001
Conselho ME	1.87	3.00	5.87	4.50	2.12	6.62	8	24.00	
Conselho AP	0.78	0.55	1.83	0.83	0.23	1.17	85	5.42	
Ambos conselhos	1.46	2.76	5.46	3.69	1.00	6.07	13	20.46	
Outro conselho	1.00	1.41	1.66	1.08	0.66	1.41	12	7.25	
Nenhuma	1.08	0.67	1.26	1.00	0.21	2.30	79	6.54	

\* A análise de variância (ANOVA) foi usada para analisar as diferenças entre as médias dos grupos.

**Tabela F7.** Distribuição das relações de colaboração *bonding* e *bridging* no Mosaico do Espinhaço (ME) para os grupos classificados conforme atributos pessoais.

Características	n <sup>1</sup>	CT <sup>2</sup>		CI <sup>3</sup>		CE <sup>4</sup>		% CI/CT <sup>5</sup>	% CE/CT <sup>6</sup>
				<i>Bonding</i>		<i>Bridging</i>			
		Soma	Média	Soma	Média	Soma	Média		
<i>Gênero</i>									
Mulheres	67	457	25,6	158	13,3	299	50,0	35	65
Homens	163	1327	74,4	1028	87,7	299	50,0	77	23
<i>Total</i>	230	1784	100	1186	100,0	598	100,0		
<i>Nível de educação (anos)</i>									
0-5	23	145	8,1	16	2,3	129	11,9	11	89
6-9	43	249	13,9	64	9,2	185	17,1	26	74
10-12	28	167	9,4	28	4,0	139	12,8	17	83
13-17	86	728	40,8	370	52,8	358	33,0	51	49
18 +	50	495	27,8	222	31,7	273	25,2	45	55
<i>Total</i>	230	1784	100	700	100,0	1084	100,0		
<i>Ocupação*</i>									
Liderança / ativista	35	237	13,3	60	6,6	177	20,2	25	75
Gestor(a)	82	819	45,9	542	59,7	277	31,6	66	34
Técnico(a)	66	397	22,3	180	19,8	217	24,8	45	55
Pesquisador(a)	32	241	13,5	92	10,1	149	17,0	38	62
Produtor(a) / agricultor(a) rural	15	90	5,0	34	3,8	56	6,4	37	63
<i>Total</i>	230	1784	100	908	100,0	876	100,0		
<i>Área de influência</i>									
Fragmento	167	1152	64,6	838	82,6	314	40,8	73	27
Paisagem	40	400	22,4	128	12,6	272	35,3	32	68
Região	23	232	13,0	48	4,8	184	23,9	21	79
<i>Total</i>	230	1784	100	1014	100,0	770	100,0		
<i>Atividades pró-ambientais*</i>									
Mediação de conflitos	8	109	6,1	14	2,3	95	8,1	13	87
Fiscalização	40	337	18,9	138	22,5	199	17,0	41	59
Educação ambiental	56	580	32,5	224	36,5	356	30,5	39	61
Mobilização social	35	285	16,0	118	19,2	167	14,3	41	59
Preservação ambiental	34	267	15,0	70	11,4	197	16,8	26	74
Nenhuma	57	206	11,5	50	8,1	156	13,3	24	76
<i>Total</i>	230	1784	100	614	100,0	1170	100,0		
<i>Participação em associações</i>									
Associação	33	261	14,6	62	12,9	199	15,3	24	76
Conselho consultivo ME	8	192	10,8	24	5,0	168	12,9	12	88
Conselho consultivo AP	85	461	25,8	156	32,5	305	23,4	34	66
Ambos conselhos	13	266	14,9	48	10,0	218	16,7	18	82
Outro conselho	12	87	4,9	8	1,7	79	6,0	9	91
Nenhuma	79	517	29,0	182	37,9	335	25,7	35	65
<i>Total</i>	230	1784	100	480	100,0	1304	100,0		

1. n: Número de atores de cada grupo. 2. CT: Colaboração total: Soma das relações de colaboração dos atores do grupo (soma) e número médio de relações de colaboração dos atores do grupo (média). 3. CI: Colaboração interna: Soma das relações de colaboração entre os atores de um mesmo grupo (soma) e número médio de relações de colaboração entre os atores de um mesmo grupo (média). 4. CE: Colaboração externa: Soma das relações de colaboração dos atores do grupo com os atores de outros grupos (soma) e número médio de relações de colaboração dos atores do grupo com atores de outros grupos (média). 5. %CI/CT: Porcentagem de relações de colaboração com o mesmo grupo em relação ao número total de relações de colaboração. 6. %CE/CT: Porcentagem de relações de colaboração com outros grupos em relação ao número total de relações de colaboração.

## Apêndice G. Materiais suplementares para o Capítulo 2

**Tabela G1.** Resultados dos indicadores de robustez da rede original. *Symm. max.* = simetrização pelo máximo; O = ocupação no Mosaico do Espinhaço; A = área de influência ou atuação.

<i>Rede original (Symm. max.)</i>	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
	5	98,3 (226/230)	3,0	O: 100 (5/5) A: 93,7 (15/16)

**Tabela G2.** Resultados das simulações baseadas em remoções aleatórias. São mostrados os resultados dos indicadores de robustez de 10 simulações para cada percentagem de nós removidos (2%, 5%, 10%, 20%, e 30%). O = ocupação no Mosaico do Espinhaço; A = área de influência ou atuação.

<i>Remoção 2%</i>				
Simulação	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
1	6	97,8	3,9	O: 100 A: 93,7
2	5	98,2	3,8	O: 100 A: 93,7
3	6	97,8	3,9	O: 100 A: 87,5
4	4	98,7	3,9	O: 100 A: 93,7
5	4	98,7	3,8	O: 100 A: 93,7
6	6	97,8	3,9	O: 100 A: 93,7
7	6	98,2	3,8	O: 100 A: 93,7
8	4	98,7	3,8	O: 100 A: 93,7
9	7	97,3	3,9	O: 100 A: 93,7
10	6	97,8	3,8	O: 100 A: 93,7
<i>Média</i>	5,30	98,10	3,85	O: 100 A: 93,06
<i>Desvio padrão</i>	0,92	0,4	0,05	O: 0 A: 1,12
<i>Remoção 5%</i>				
Simulação	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
1	6	97,7	3,9	O: 100 A: 93,7
2	6	97,7	3,8	O: 100 A: 87,5
3	5	98,2	4,2	O: 100 A: 87,5
4	4	98,6	3,8	O: 100 A: 93,7
5	4	98,6	4,1	O: 100 A: 93,7
6	6	97,7	3,8	O: 100 A: 93,7
7	5	98,2	3,8	O: 100 A: 93,7
8	4	98,6	3,9	O: 100 A: 93,7
9	6	97,7	3,9	O: 100 A: 93,7
10	6	97,7	3,8	O: 100 A: 93,7

<i>Média</i>	5,12	98,07	3,90	O: 100 A: 92,43
<i>Desvio padrão</i>	0,8	0,37	0,1	O: 0 A: 1,98
<b>Remoção 10%</b>				
<b>Simulação</b>	<b>Componentes (Nº)</b>	<b>Fração de nós conectados (%)</b>	<b>Distância média (Nº)</b>	<b>Diversidade de atores (%)</b>
1	5	98,1	3,9	O: 100 A: 93,7
2	10	94,6	4,0	O: 100 A: 87,5
3	5	98,1	4,1	O: 100 A: 93,7
4	3	99,0	3,8	O: 100 A: 87,5
5	4	98,6	4,1	O: 100 A: 93,7
6	6	97,6	3,9	O: 100 A: 93,7
7	5	98,1	3,8	O: 100 A: 93,7
8	7	97,1	4,3	O: 100 A: 93,7
9	8	96,6	3,9	O: 100 A: 87,5
10	6	97,6	3,8	O: 100 A: 93,7
<i>Média</i>	5,60	97,53	3,96	O: 100 A: 91,8
<i>Desvio padrão</i>	1,5	0,86	0,13	O: 0 A: 2,60
<b>Remoção 20%</b>				
<b>Simulação</b>	<b>Componentes (Nº)</b>	<b>Fração de nós conectados (%)</b>	<b>Distância média (Nº)</b>	<b>Diversidade de atores (%)</b>
1	6	97,3	4,1	O: 100 A: 93,7
2	9	94,6	4,0	O: 100 A: 87,5
3	7	96,7	4,2	O: 100 A: 87,5
4	4	98,4	3,8	O: 100 A: 87,5
5	4	98,4	4,5	O: 100 A: 93,7
6	5	97,8	4,2	O: 100 A: 93,7
7	5	97,8	3,9	O: 100 A: 93,7
8	12	94,0	4,5	O: 100 A: 87,5
9	8	96,2	4,0	O: 100 A: 87,5
10	7	96,7	3,7	O: 100 A: 93,7
<i>Média</i>	6,32	96,78	4,08	O: 100 A: 90,5
<i>Desvio padrão</i>	1,9	1,15	0,21	O: 0 A: 3,1
<b>Remoção 30%</b>				
<b>Simulação</b>	<b>Componentes (Nº)</b>	<b>Fração de nós conectados (%)</b>	<b>Distância média (Nº)</b>	<b>Diversidade de atores (%)</b>
1	7	95,0	3,9	O: 100 A: 93,7
2	10	93,2	4,1	O: 100 A: 87,5
3	9	93,2	4,3	O: 100 A: 87,5
4	5	97,5	3,9	O: 100 A: 87,5
5	8	94,4	5,4	O: 100 A: 93,7

6	5	97,5	4,3	O: 100 A: 93,7
7	5	97,5	4,0	O: 100 A: 93,7
8	13	92,5	4,7	O: 100 A: 87,5
9	10	93,8	4,1	O: 100 A: 87,5
10	7	96,3	4,1	O: 100 A: 93,7
<i>Média</i>	7,51	95,07	4,26	O: 100 A: 90,5
<i>Desvio padrão</i>	2,1	1,69	0,32	O: 0 A: 3,1

**Tabela G3.** Resultados das simulações baseadas em remoções dirigidas conforme perturbação estrutural. São mostrados os resultados dos indicadores de robustez após a remoção sequencial dos 20 atores mais conectados (i.e., maior centralidade de grau) e dos 20 atores mais intermediários (i.e., maior centralidade de intermediaridade). Os ID correspondem aos identificadores dos atores assignados no projeto. É mostrada também a ocupação de cada ator no ME. O = ocupação no Mosaico do Espinhaço; A = área de influência ou atuação.

<i>Maior grau</i>						
Sequência de remoção	ID	Ocupação	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
1º	ID 025	Gestor	6	97,8	4,1	O: 100 A: 93,7
2º	ID 031	Liderança	6	97,8	4,2	O: 100 A: 93,7
3º	ID 003	Gestor	6	97,8	4,4	O: 100 A: 93,7
4º	ID 097	Gestora	6	97,8	4,6	O: 100 A: 93,7
5º	ID 115	Gestor	7	97,3	4,8	O: 100 A: 93,7
6º	ID 026	Gestor	7	97,3	5,1	O: 100 A: 93,7
7º	ID 035	Técnica	7	97,3	5,3	O: 100 A: 93,7
8º	ID 004	Gestor	7	97,3	5,5	O: 100 A: 93,7
9º	ID 074	Técnico	7	97,3	6,0	O: 100 A: 93,7
10º	ID 071	Gestor	7	97,3	6,2	O: 100 A: 93,7
11º	ID 008	Gestor	8	96,3	6,2	O: 100 A: 93,7
12º	ID 013	Gestor	9	95,4	6,1	O: 100 A: 93,7
13º	ID 079	Técnico	9	95,4	6,4	O: 100 A: 93,7
14º	ID 159	Gestor	9	95,4	6,4	O: 100 A: 93,7
15º	ID 073	Gestora	9	95,3	6,6	O: 100 A: 93,7
16º	ID 084	Técnico	10	94,9	6,6	O: 100 A: 93,7
17º	ID 167	Pesquisador	10	94,8	6,7	O: 100 A: 93,7
18º	ID 002	Pesquisador	10	94,8	7,1	O: 100 A: 93,7
19º	ID 028	Pesquisadora	10	94,8	7,5	O: 100 A: 93,7
20º	ID 114	Gestor	10	94,8	7,7	O: 100 A: 93,7
<i>Maior intermediaridade</i>						

Sequência de remoção			Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
1º	ID 025	Gestor	6	97,8	4,1	O: 100 A: 93,7
2º	ID 003	Gestor	6	97,8	4,2	O: 100 A: 93,7
3º	ID 097	Gestora	6	97,8	4,4	O: 100 A: 93,7
4º	ID 031	Liderança	6	97,8	4,6	O: 100 A: 93,7
5º	ID 035	Técnica	6	97,8	4,9	O: 100 A: 93,7
6º	ID 115	Gestor	7	97,3	5,0	O: 100 A: 93,7
7º	ID 026	Gestor	7	97,3	5,3	O: 100 A: 93,7
8º	ID 074	Técnico	7	97,3	5,7	O: 100 A: 93,7
9º	ID 004	Gestor	7	97,3	6,0	O: 100 A: 93,7
10º	ID 102	Liderança	7	97,3	6,1	O: 100 A: 93,7
11º	ID 208	Técnico	7	97,3	6,1	O: 100 A: 93,7
12º	ID 114	Gestor	7	97,2	6,2	O: 100 A: 93,7
13º	ID 072	Gestor	7	97,2	6,2	O: 100 A: 93,7
14º	ID 120	Pesquisador	7	97,2	6,4	O: 100 A: 93,7
15º	ID 071	Gestor	7	97,2	6,8	O: 100 A: 93,7
16º	ID 027	Gestor	7	97,2	6,6	O: 100 A: 93,7
17º	ID 028	Pesquisador	8	94,8	7,0	O: 100 A: 93,7
18º	ID 159	Gestor	8	94,8	7,3	O: 100 A: 93,7
19º	ID 167	Gestor	8	94,8	6,5	O: 100 A: 93,7
20º	ID 036	Liderança	9	94,3	6,7	O: 100 A: 93,7

**Tabela G4.** Resultados das simulações baseadas em remoções dirigidas conforme perturbação atributiva. São mostrados os resultados dos indicadores de robustez após a remoção sequencial do grupo de gestores, do grupo de conselheiros e do conjunto de gestores e conselheiros que deixaram essas funções. O = ocupação no Mosaico do Espinhaço; A = área de influência ou atuação.

<i>Ex-gestores</i>				
Indivíduos removidos	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
14	6	97,7	4,1	O: 100 A: 93,7
<i>Ex-conselheiros</i>				
Indivíduos removidos	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
11	7	97,3	4,3	O: 100 A: 93,7
<i>Ex-gestores e ex-conselheiros</i>				
Indivíduos removidos	Componentes (Nº)	Fração de nós conectados (%)	Distância média (Nº)	Diversidade de atores (%)
22	8	96,6	4,4	O: 100 A: 93,7



### Apêndice H. Materiais suplementares para o Capítulo 3

**Tabela H1.** Número médio de relações de colaboração dentro e entre grupos de acordo com a unidade espacial vinculada à área de influência ou atuação na governança do Mosaico do Espinhaço. As unidades espaciais são codificadas da seguinte forma: SPA1 = Parque Nacional das Sempre-Vivas; SPA2 = Parque Estadual do Biribiri; SPA3 = Parque Estadual do Rio Preto; SPA4 = Parque Estadual do Pico do Itambé; SPA5 = Monumento Natural Estadual da Várzea do Lejeado; MPA1 = Área de Proteção Ambiental Municipal da Serra de Minas; MPA2 = Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Manso; MPA3 = Área de Proteção Ambiental Municipal de Felício; MPA4 = Área de Proteção Ambiental Municipal da Serra do Gavião; MPA5 = Área de Proteção Ambiental Estadual das Águas Vertentes; ACI = Áreas circundantes; ACE = Área central; AJ = Alto Jequitinhonha; SC = Serra do Cabral; BL = Borda leste da SdEM; ME = Mosaico do Espinhaço.

	SPA1	SPA2	SPA3	SPA4	SPA5	MPA1	MPA2	MPA3	MPA4	MPA5	ACI	ACE	AJ	SC	BL	ME	N Total	Nº Médio Relações	p*
SPA1	4,33	0,72	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,05	0,94	0,33	0,00	0,72	1,39	18	11,66	
SPA2	0,65	3,50	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15	0,65	0,05	0,00	0,55	0,65	20	6,55	
SPA3	0,08	0,12	5,23	0,12	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,26	0,41	0,44	0,06	0,20	0,15	0,53	34	7,70	
SPA4	0,00	0,18	0,36	2,73	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,91	0,27	1,36	0,09	0,00	0,00	0,45	11	6,54	
SPA5	0,00	0,00	0,00	0,08	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83	0,08	0,33	0,00	0,00	0,00	0,42	12	5,41	
MPA1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	2	2,50	
MPA2	0,00	0,00	0,40	0,20	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	0,20	1,20	0,40	0,00	0,00	0,00	1,20	5	6,00	0.0468
MPA3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1	5,00	
MPA4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,00	
MPA5	0,00	0,06	0,60	0,67	2,27	0,00	0,07	0,00	0,00	6,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,33	15	10,66	
ACI	1,25	0,07	0,32	0,07	0,02	0,00	0,14	0,07	0,00	0,00	2,23	0,18	0,52	0,02	0,23	0,50	44	5,61	
ACE	1,00	0,76	0,88	0,88	0,23	0,00	0,12	0,00	0,00	0,59	0,47	2,59	0,65	0,47	0,53	2,76	17	11,93	
AJ	0,46	0,08	0,15	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	0,85	1,08	0,00	0,23	0,54	13	5,22	
SC	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,33	0,00	0,11	0,00	0,00	0,11	0,89	0,00	1,55	0,22	0,78	9	4,77	
BL	1,44	1,22	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	1,00	0,33	0,22	0,89	1,00	9	7,77	
ME	1,31	0,68	0,95	0,26	0,26	0,00	0,31	0,00	0,00	0,26	1,16	2,47	0,37	0,37	0,47	2,31	19	11,20	

\* A análise de variância (ANOVA) foi usada para analisar as diferenças entre as médias dos grupos.

## Apêndice I. Materiais suplementares para o Capítulo 4

### I1. Análise de conectividade funcional da paisagem

Utilizamos o Índice Integral de Conectividade (IIC), que é o índice mais recomendado para conectividade binária (Pascual-Hortal & Saura, 2006). O IIC é calculado pela seguinte fórmula (1):

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j / (1 + nl_{ij})}{A_L^2} \quad (1)$$

onde  $nl_{ij}$  é o número de conexões no caminho mais curto (i.e., distância euclidiana) entre as manchas  $i$  e  $j$ , e  $a$  é o atributo da mancha (i.e., área da mancha).  $A_L$  corresponde à área da paisagem, enquanto  $a$  indica a área da mancha. O indicador considera a distância entre as manchas de habitat, mas também os tamanhos das manchas, assumindo que a mancha é em si mesmo um espaço onde existe conectividade (i.e., assumindo que a área contribui para o fluxo biológico), bem como os limiares de dispersão do organismo (i.e., distância máxima de dispersão de propágulos em uma determinada matriz) (Saura & Pascual-Hortal, 2007). O IIC de uma paisagem varia de zero a um, onde zero significa não-habitat, e um corresponde a uma situação em que toda a área da paisagem é coberta por habitat. Para cada célula, simulamos o IIC de acordo com três diferentes limiares de dispersão, associados aos cenários de permeabilidade da matriz, para cada uma das três espécies de aves. Seleccionamos 100 pontos aleatórios por área protegida (AP) nos quais foram amostrados os DIIC. Assumimos o limiar de dispersão como sendo de 500 metros em uma matriz de não-habitat, uma vez que a maioria das espécies não são dispersoras de longo alcance e evitam cruzar áreas de não-habitat (Marini, 2010).

### Referências

- Marini, M. A. 2010. Bird movement in a fragmented Atlantic Forest landscape. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 45(1):1-10.
- Pascual-Hortal, L., & S. Saura. 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology* 21(7):959–967.
- Saura, S., & Pascual-Hortal, L. 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urb. Plann.* 83(2–3):91–103.

## I2. Medidas padronizadas dos indicadores sociais e ecológico

As medidas aqui resumidas representam os valores dos indicadores transformados de conectividade ecológica e de conectividade social (i.e., nas mesmas unidades, de zero a um), usados nesta tese para explorar o nível de (des)ajuste de escala no sistema socioecológico de estudo. A Tabela I2 sintetiza esses resultados.

**Tabela I2.** Resumo dos resultados transformados das medidas de conectividade ecológica e conectividade social para cada AP da área de estudo

Área protegida (AP)	Conectividade ecológica			Conectividade social				
	Índice integral de conectividade (IIC)	Nº atores	Nº colaborações	Colaborações internas	Colaborações externas	Proximidade	Intermediaridade	
	<i>Média</i>		<i>Total</i> <i>Média</i>	<i>Média</i>	<i>Média</i>	<i>Média</i>	<i>Média</i>	
PNSV	1,000000	0,53	0,80	1,00	0,72	1,00	0,85	1,00
PEBI	0,239528	0,59	0,50	0,56	0,58	0,42	0,89	0,64
PERP	0,045093	1,00	1,00	0,66	0,87	0,34	0,87	0,68
PEPI	0,000034	0,32	0,27	0,56	0,45	0,52	0,86	0,22
MONATE	0,000031	0,35	0,25	0,46	0,28	0,51	0,90	0,34
APAMSM	0,412034	0,06	0,02	0,21	0,17	0,20	1,00	0,33
APAMRM	0,095329	0,15	0,11	0,51	0,40	0,49	0,87	0,39
APAMF	0,002190	0,03	0,02	0,43	0,00	0,68	0,86	0,02
APAMSG	0,000382	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	---	0,00
APAEAV	0,060153	0,44	0,61	0,91	1,00	0,64	0,89	0,67