

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**AUGUSTO CEZAR FRANCISCO ALVES**

**AVES DOS *INSELBERGS* NO CORREDOR CENTRAL DA MATA  
ATLÂNTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO DA DIVERSIDADE  
BIOLÓGICA DO BAIXO RIO DOCE**

**VITÓRIA, ES  
2021**

**AUGUSTO CEZAR FRANCISCO ALVES**

**AVES DOS *INSELBERGS* DO CORREDOR CENTRAL DA MATA  
ATLÂNTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO DA DIVERSIDADE  
DO BAIXO RIO DOCE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação (Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Leonora Costa Pires  
Co-orientador: Dr. Marcelo Ferreira de Vasconcelos

**VITÓRIA, ES**

**2021**

**AUGUSTO CEZAR FRANCISCO ALVES**

**AVES DOS *INSELBERGS* DO CORREDOR CENTRAL DA MATA  
ATLÂNTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O CONHECIMENTO DA  
DIVERSIDADE DO BAIXO RIO DOCE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Biologia Animal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leonora Pires Costa

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientadora

---

Dr. Marcelo Ferreira de Vasconcelos

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

---

Prof. Dr. Rômulo Ribon

Universidade Federal de Viçosa

---

Dr<sup>a</sup>. Luiza de Paula

Universidade Federal de Minas Gerais

“What does not kill me, makes me stronger.”

Friedrich Nietzsche

## AGRADECIMENTOS

O presente projeto foi financiado em parte com o apoio da bolsa de mestrado da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), e parte dos equipamentos cedidos pela Gordon e Betty Moore Foundation (TEAM-CI).

Agradeço à amiga e orientadora, Profa. dra. Leonora Pires Costa, pela oportunidade, confiança e aprendizado; e principalmente, pela compreensão nos momentos difíceis. Sem dúvida, sua contribuição foi fundamental para expandir a minha visão sobre o papel da ciência e do educador na academia.

Ao amigo naturalista e co-orientador, dr. Marcelo Ferreira de Vasconcelos, o qual idealizou o tema dessa dissertação; trata-se de uma homenagem aos 19 anos da nossa amizade, e a sua contribuição à minha formação na História Natural e como profissional.

Ao amigo e professor, Msc. Leandro Scoss, pelo companheirismo, ensinamentos, sempre prestimoso e dispondo do seu valioso tempo para ensinar-nos sobre a Bioestatística e Ecologia e, principalmente, por sua contribuição direta nas análises e nas discussões, desde os pontos mais sutis deste projeto para que lográssemos êxito no resultado final.

Sou muito grato ao ilustre amigo, o geólogo Marcus Turbay Rangel Filho pelo tempo que despendeu para tirar nossas dúvidas sobre as formações geológicas, pela destreza na compilação dos mapas e nas análises geológicas dos *inselbergs*, cruciais para as inferências deste projeto.

Ao ilustre dr. Fábio Garcia, amigo e companheiro dos tempos de PERD (PELD-CNPq), pela amizade e perseverança ao ajudar-me abrindo as portas no PPGBAN-UFES.

Gostaria de agradecer aos proprietários das áreas estudadas em Baixo Guandu. São eles: o ilustríssimo Sr. Nicolau; meu tio-avô Sr. Oswaldo (*in memoriam*), pois foram solícitos e permitiram nosso acesso às áreas de estudo.

Ao Museu de Ciências Naturais da PUC-Minas por permitir o acesso à sua valiosa Coleção Ornitológica, sob a tutela do curador dr. Marcelo Ferreira de Vasconcelos. Agradeço a todos os membros do museu, alunos, professores, e demais funcionários pelo acolhimento e atenção durante nossa estadia. Sou grato aos alunos

Ravel Trindade e Camille Hoffmaster por todo apoio e atenção durante a estadia na coleção de Aves da PUC - Minas, e principalmente pela troca de conhecimento.

Aos meus pais pela educação, pautada pelo rigor e determinação; e principalmente, pela visita à nossa “base” de campo.

Ao meu primo Michel Pessinali pelo companheirismo nos momentos mais difíceis das coletas de dados.

Ao amigo Nivaldo Costa Neto por ter sido prestimoso, auxiliando-nos no início das coletas dados em campo.

Aos pesquisadores da UFMG, a doutoranda Luiza Azevedo e Dr. Flávio Siqueira de Castro, do programa ECMVS – ICB – UFMG, os quais contribuíram com longas discussões focadas na História Natural destes ambientes.

À EBMR – Estação Biologia Marinha Ruschi, André Ruschi (*in memoriam*) e os antigos membros Fabiano e Juliano pela contribuição na minha formação profissional, seja como educador ambiental, biólogo e aluno de História Natural.

Ao ornitólogo pioneiro em bioacústica, Jacques Marie Edme Vielliard (*in memoriam*) por ter inspirado a trabalhar com a metodologia de pontos de escuta, pelo aprendizado ao trabalhar no viveiro de troquilídeos da EBMR, e principalmente, por ter incentivado minha ida à UFMG.

Aos amigos Lara, Alexandre e Victor por todo incentivo e apoio durante a minha estadia em Belo Horizonte. Sou imensamente grato aos professores e amigos Lara e Alexandre pelos comentários, sugestões e correções da dissertação.

À UFMG, em especial à ex-diretora do ICB, Profa. Dra. Maria Cristina de Lima e Castro (*in memoriam*) pela oportunidade de tornar-me biólogo. Aos amigos e colegas de turma, laboratórios; e principalmente, à galera do DA-Biologia pela amizade e companheirismo.

Aos amigos Henrique Belfort e Mario Del Sarto por terem aberto as portas na UFMG, como também, pelos momentos de descontração e amizade.

Ao professor Dr. Marcos Rodrigues pela oportunidade de estagiar no laboratório de Ornitologia do ICB-UFMG, na Coleção de Aves do DZUFMG, e pelos valiosos ensinamentos durante a graduação.

À minha eterna orientadora Dra. Claudia Maria Jacobi (*in memoriam*) pela oportunidade de escrever um projeto PIBIC/CNPq e executá-lo com liberdade e responsabilidade. E principalmente, pela amizade e carinho que recebi durante sua orientação.

Ao Dr. Julio César Fontenelle pelo aprendizado como aluno e estagiário, ao revelar a importância do desenho amostral na elaboração de um projeto de pesquisa, e, principalmente, pelo comprometimento como educador. Dedico parte do êxito da elaboração do desenho amostral deste projeto às lições do projeto PELD/CNPq no Parque Estadual do Rio Doce (MG).

Ao professor Dr. Rogério Parentoni Martins e demais membros do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos pela amizade, companheirismo, aprendizado e oportunidade participar de um projeto como aluno de iniciação científica.

Ao Msc. Luiz Dias (TEAM-CI Rio Doce), pela amizade e companheirismo, às nossas saídas de campo no PERD com os muriquis; e principalmente pelo convite e oportunidade de participar como ornitólogo no projeto.

À Gordon e Betty Moore Foundation e ao TEAM-CI, pelo material doado, pelo treinamento de estatística ofertado no Panamá, onde pude conhecer a base de pesquisa de Barro Colorado e o Smithsonian Institution.

À banca examinadora, Prof. Dr. Rômulo Ribon e Dra. Luiza de Paula, por terem sido solícitos, compartilhando informações valiosas durante o projeto. A Dra. Luiza de Paula por elucidar nossas dúvidas sobre a flora e História Natural dos *inselbergs*. O Prof. Dr. Rômulo Ribon representa uma grande referência na Ornitologia Brasileira, com ampla experiência em levantamentos e monitoramentos da avifauna. Não obstante, agradeço pela aprendizado, atenção e pelas dicas durante seu curso do CBO; sem dúvida representa uma das maiores influências na minha formação como ornitólogo.

Aos professores e alunos do PPGBAN, colegas do LAMAB, e à nossa turma de mestrado pelo aprendizado, paciência e críticas construtivas.

Ao time da biologia da UFES, Seleção Natural, pelos momentos de diversão e descontração nas segundas.

Agradeço ao professor dr. Francisco pela oportunidade de participar das aulas de Zoologia IV; e aos alunos de graduação das Ciências Biológicas, os quais tive a oportunidade de conhecer e conviver nas atividades de campo.

Ao amigo Marcus Canuto da Pro Raptors pelo auxílio das identificações.

Aos amigos e colegas que pude conhecer, conviver, trabalhar e aprender na consultoria ambiental.

## RESUMO

Os *inselbergs* são caracterizados por afloramentos rochosos soerguidos abruptamente em ambientes planos, com reconhecida heterogeneidade ambiental e grande riqueza florística associada às características das fitosionômias presentes, formando-se, portanto, em ilhas de alta diversidade biológica. Desde que, estudos seminais identificam que ambientes de topos de montanhas exercem alto nível de influência nos padrões de diversificação e ocorrência da biota associada, o intuito deste trabalho foi explorar a hipótese das formações de *inselbergs* como áreas únicas no bioma da Mata Atlântica, caracterizados por uma alta diversidade avifaunística e concentração de espécies raras, endêmicas e/ou características de ambientes xéricos. Para tal foram avaliadas a riqueza, composição e diversidade de aves em 11 *inselbergs* situados no corredor central da Mata Atlântica, através de métodos integrativos e sistematizados que incluíram pontos de escuta e busca ativa, além de observações e registros documentados durante períodos anteriores. A avaliação dos *inselbergs* abrangeu as três fitofisionomias típicas da região do baixo rio Doce, de agosto de 2018 a junho de 2019, sendo uma representada pela floresta estacional semidecidual e duas referentes à floresta estacional decidual. Ao todo, foram registradas 162 espécies de aves nos *inselbergs*, sendo que *Primolius maracana*, *Amazona rhodocorytha*, *Strix huhula* e *Rhytipterna simplex* figuram em categorias de ameaça. O total de espécies de aves registradas nos *inselbergs* desta porção do corredor Central da Mata Atlântica representa 22,3% do total listado para o Estado do Espírito Santo numa área estimada em 13,64 ha. As análises multivariadas e de similaridade demonstraram que há uma variação significativa na estrutura das assembleias entre as fitofisionomias; principalmente de elementos associados a ambientes de mata preservada e àqueles associados a ambientes de vegetação xerófita. Dados preliminares apontam que os *inselbergs* desempenham papel fundamental na manutenção de metapopulações. A assembleia de aves registradas na floresta estacional semidecidual dos *inselbergs* tem grande afinidade com o padrão observado nas matas de baixadas, salvo a exceção de espécies que realizam deslocamentos altitudinais. Nas formações de floresta estacional decidual, observou-se que há semelhança com a composição de espécies típicas com os ambientes de áreas abertas e florestais da Caatinga. O presente estudo aponta que há uma enorme lacuna sobre a diversidade de aves dos *inselbergs* da Mata Atlântica, e que, se forem



direcionadas ações conservacionistas a estes ambientes, os mesmos poderão atuar como peça chave na recuperação da biota desta bacia, por abrigarem relictos da biota desta região.

**Palavras-chave:** *inselbergs*, aves, corredor Central da Mata Atlântica, perda de habitat, rio Doce.

## ABSTRACT

Inselbergs are characterized by abruptly uplifted rocky outcrops in flat environments, with recognized environmental heterogeneity and great floristic richness associated with the characteristics of the phytophthionomies present, forming, therefore, islands of high biological diversity. Since seminal studies identify that mountain top environments exert a high level of influence on patterns of diversification and occurrence of associated biota, the aim of this study was to explore the hypothesis of inselbergs formations as unique areas in the Atlantic Forest biome, characterized by high avifaunal diversity and concentration of rare, endemic and/or characteristic species of xeric environments. The richness, composition and diversity of birds in 11 inselbergs located in the central corridor of the Atlantic Forest were assessed using integrative and systematized methods that included listening points and active search, as well as observations and records documented during previous periods. The evaluation of the inselbergs covered the three typical phytophysiognomies of the lower Doce River region, from August 2018 to June 2019, with one represented by semideciduous seasonal forest and two referring to deciduous seasonal forest. In all, 162 bird species were recorded in the inselbergs, with *Primolius maracana*, *Amazona rhodocorytha*, *Strix huhula* and *Rhytipterna simplex* figuring in threat categories. The total number of bird species recorded in the inselbergs of this portion of the Central Atlantic Forest corridor represents 22.3% of the total listed for the state of Espírito Santo in an area estimated at 13.64 ha. The multivariate and similarity analyses showed that there is a significant variation in the structure of assemblages among physiognomic forms; mainly of elements associated with preserved forest environments and those associated with xerophytic vegetation environments. Preliminary data indicate that inselbergs play a key role in maintaining metapopulations. The assemblage of birds recorded in the semideciduous seasonal forest of the inselbergs has great affinity with the pattern observed in lowland forests, with the exception of species that move altitudinally. In the deciduous seasonal forest formations, it was observed that there is similarity with the composition of species typical of open areas and Caatinga forest environments. This study points out that there is a huge gap on the bird diversity of the Atlantic Forest inselbergs, and that if conservationist actions are directed at these environments, they can act as a key piece

in the recovery of the biota of this basin, because they shelter relicts of the biota of this region.

Keywords: *inselbergs*, birds, Atlantic Forest Central corridor, habitat loss, Rio Doce.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Ilustração do Morro Jucutuquara (Pedra dos Dois Olhos) na obra do Príncipe Maximiliano de Wied-Neuwied retirada do livro Viajantes estrangeiros no Espírito Santo (ROCHA, 1971). .....	17
<b>Figura 2</b> – Localização geográfica da área de estudo .....	21
<b>Figura 3</b> – Scatterplot indicando a correlação linear entre o número de espécies e registos de aves nos <i>inselbergs</i> . .....	43
<b>Figura 4</b> - Índice de diversidade de Shannon e equitabilidade após quatro campanhas de campo para cada um dos pontos de amostragem de aves nos <i>inselbergs</i> . .....	44
<b>Figura 5</b> - Riqueza e curva acumulativa de espécies de aves ao longo das campanhas de campo realizadas nos <i>inselbergs</i> . .....	46
<b>Figura 6</b> - Diagrama de Venn mostrando o compartilhamento de espécies registradas em diferentes pontos da amostragem e fitofisionomias dos <i>inselbergs</i> . .....	47
<b>Figura 7</b> - Comparação da estimativa de riqueza de espécies de aves registradas em campo nos pontos distribuídos nos <i>inselbergs</i> avaliados. .....	48
<b>Figura 8</b> - Curva do coletor para os dados totais relativos às amostragens por pontos de aves nos <i>inselbergs</i> avaliados durante as quatro campanhas de campo. .....	50
<b>Figura 9</b> - Curva média de acumulação de espécies de aves por fitofisionomia com base no número de registos. A linha tracejada indica 339 registos ou indivíduos. .....	51
<b>Figura 10</b> - <i>Range plot</i> das estimativas médias de riqueza de espécies de aves para um mesmo número de registos (n = 339). O ponto representa a estimativa média e a barra vertical, o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (IC95%). .....	52
<b>Figura 11</b> - <i>Range plot</i> das estimativas médias de riqueza de espécies de aves por campanha e fitofisionomia. O ponto representa a estimativa média e a barra vertical o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (IC95%). .....	53
<b>Figura 12</b> - Histograma com a distribuição da abundância das 18 espécies de aves mais frequentes nas amostragens, por fitofisionomia, obtida por meio do índice Pontual de Abundância (IPA). .....	54

**Figura 14** - Análise NMDS das assembleias de aves nas diferentes fitofisionomias dos inselbergs avaliadas. Dois eixos explicam 83% da variação. Stress = 0,098 (~10%).

..... 58

**Figura 15** - **Box plot das diferenças entre as composições de espécies nas assembleias** de aves, representadas pelo eixo 1 da análise NMDS e fitofisionomias dos inselbergs avaliados.

..... 59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Lista das espécies de aves registradas nos <i>inselbergs</i> (granorioritos e charnockitos) situados em Baixo Guandu (ES). Classificação taxonômica: CBRO (PIACENTINI et al., 2015). Método de coleta do dado: (PE) ponto de escuta e (BA) busca ativa. Habitat onde foi registrado: (FES) floresta estacional semidecidual e (FED) floresta estacional decidual. Endemismo: (MA) espécie endêmica da Mata Atlântica (VALE et al., 2018), (CE) espécie endêmica do Cerrado (SILVA, 1995). Conservação: (NT) quase-ameaçada, (VU) vulnerável, (EN) em perigo, (CR) em perigo crítico, (1) segundo a lista estadual de espécies ameaçadas do Espírito Santo (FRAGA; FORMIGONI; CHAVES, 2019), (2) segundo a lista estadual de espécies ameaçadas de Minas Gerais (COPAM, 2010), (3) segundo a lista nacional de aves ameaçadas do Brasil (ICMBIO, 2018), (4) segundo a lista mundial de espécies ameaçadas (IUCN, 2021). As espécies migratórias seguem o banco de dados atualizado para o Brasil (SOMENZARI et al., 2018) em que (MGT) são espécies migratórias, (PM) espécies parcialmente migratórias e (VG) vagantes.....	32
<b>Tabela 2</b> - Total de registros de aves e riqueza, nas diferentes fitofisionomias e campanhas de campo realizadas nos <i>inselbergs</i> avaliados. ....	42
<b>Tabela 3</b> - Índices de diversidade calculados para cada um dos pontos e amostragem a partir do total de registros de aves de quatro campanhas realizadas nos <i>inselbergs</i> . Nota-se <i>que</i> em vermelho destacam-se os valores mais expressivos e em azul os menores. ....	45
<b>Tabela 4</b> - Estimativa do tamanho populacional a partir do estimador Jackknife de 1ª ordem para seis espécies mais frequentes nos ambientes dos <i>inselbergs</i> avaliados. ....	57

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	20
2.1.2 DELIMITAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS <i>INSELBERGS</i> .....	22
2.1.2.1 GRANODIORITO .....	22
2.1.2.2 CHARNOCKITO .....	22
2.2 FITOFISIONOMIAS.....	23
2.2.1 FED – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL SUBMONTANA .....	23
2.2.1.1 FEDA – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL SUBMONTANA – (Monodominância de aroeira-do-sertão ( <i>Myracrodruon urundeuva</i> ) e afloramento rochoso com manto de monocotiledôneas) .....	23
2.2.1.2 FEDB – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL SUBMONTANA – (Carrasco/ Capetinga) .....	23
2.2.2 FES – FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA .....	24
2.3 LEVANTAMENTO DA AVIFAUNA POR BUSCA ATIVA E UTILIZAÇÃO <i>PLAYBACK</i> .....	24
2.4 LEVANTAMENTO DA AVIFAUNA POR PONTO DE ESCUTA .....	25
2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	27
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
3.1 RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DAS AVES DE <i>INSELBERGS</i> .....	31
3.1.1 FEDA – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL A .....	38
3.1.2 FEDB – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL B .....	40
3.1.3 FES – FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL .....	40
3.2 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS REGISTROS .....	42
3.3 ESTIMATIVA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES .....	48
3.4 DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA .....	53
3.5 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE .....	57
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
<b>4 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os *inselbergs* são afloramentos rochosos, na sua maioria formados por rochas antigas como gnaisses e granitos, distribuídos de forma isolada ao longo de paisagens planas, muito similares às ilhas oceânicas por sua distribuição espacial e diversidade (POREMBSKI; 2000, 2007; KLUGE; BÜDEL, 2009). A denominação vulgar deste tipo específico de afloramento rochoso, varia de acordo com a localidade, podendo ser denominados como pães-de-açúcar, pontões, lajedos, costa-de-baleia (*whale back*), monolitos, dentre outros (OLLIER; PAIN, 2000; POREMBSKI; BARTHLOT, 2000; GOUDIE, 2004; DE PAULA et al., 2016).

Ao longo dos séculos XIX e XX, foram objeto de interesse dos principais naturalistas viajantes da época; fato documentado por meio de ilustrações oriundas dos acervos tombados destas expedições. Sua exuberância e destaque em meio paisagem natural, revela, de forma ímpar, uma típica beleza cênica, intrigando naturalistas como Alexander von Humboldt, Príncipe Maximiliano de Wied-Neuwied, Charles Darwin e Charles Frederick Hartt (VINCENT, 1933, 1936; ROCHA, 1971; POREMBSKI; BARTHLOT, 2000). A admiração pelos *inselbergs* é estampada em uma das obras naturalísticas do Príncipe Maximiliano de Wied-Neuwied, na qual é ilustrado o Morro Jucutuquara, atualmente denominado Pedra dos Dois Olhos, durante sua passagem por Vitória (ES) na companhia de Sellow e Freyreiss no ano de 1815 (**Figura 1**). Anos depois, em 1865, o geólogo Charles Frederick Hartt, ao visitar esta localidade, questionou o quão era fidedigna a obra perante a formação geológica, destacando-a como um mau desenho (ROCHA, 1971).

Do ponto de vista biológico, os *inselbergs* foram primeiramente mencionados por Alexander von Humboldt durante sua passagem pelo rio Orinoco e na África, e só voltaram a receber a devida atenção da comunidade científica a partir da década de 1980, com publicações abordando taxonomia e ecologia de populações de grupos vegetais (OLIVEIRA et al., 2007; KLUGE; BÜDEL, 2009; DE PAULA et al., 2016; DE PAULA et al., 2017). Essa terminologia geológica (*inselberg*) foi introduzida por Friedrich Wilhelm Conrad Eduard Bornhardt em 1900; renomado explorador, engenheiro, geólogo e inventor, além de diretor do Berlin College of Mines (POREMBSKI; BARTHLOT, 2000). Tais formas de relevo, como os *inselbergs*, encontram-se distribuídas na região subtropical, servindo supostamente como diagnoses das condições climáticas antepassadas, por contemplarem relictos da



biota, como resultado dos eventos climáticos e do intemperismo intenso (GOLDIE, 2004; BREMMER; SANDER, 2000).



**Figura 1** - Ilustração do Morro Jucutuquara (Pedra dos Dois Olhos) na obra do Príncipe Maximiliano de Wied-Neuwied retirada do livro *Viajantes estrangeiros no Espírito Santo* (ROCHA, 1971).

Os *inselbergs* são interpretados como refúgios isolados da flora xérica no clima atual (tropical úmido), sendo que formaram corredores de ondas de dispersão durante a última máxima glacial (SARTHOU, 2001). Os topos isolados dos *inselbergs* graníticos da Austrália são um bom exemplo de museus evolutivos, por preservarem relictos de populações, proporcionando acesso a informações valiosas sobre esta janela do processo evolutivo (BUSSEL; JAMES, 1997). Estudos recentes apontam que populações de orquídeas do gênero *Epidendrum*, situadas ao longo da costa do nordeste do Brasil, demonstraram a existência de populações antigas e isoladas, evidenciando-se a relevância da deriva genética como mecanismo evolutivo para a diversificação das populações de plantas em ilhas terrestres, sendo que o fluxo de pólen representou uma das estratégias de destaque para promoção da troca de genes entre elementos destes afloramentos rochosos (PINHEIRO et al., 2014). Recentemente, uma avaliação da comunidade da flora de dois *inselbergs*, um situado na costa do Rio de Janeiro e outro na região de Minas Gerais, distantes

aproximadamente 600 km, demonstrou uma alta taxa diversidade beta e *turnover* entre *inselbergs* (DE PAULA et al., 2019).

Na África, os *inselbergs* foram alvo de inventários ornitológicos, em meio a expedições aos ambientes dos topos de montanhas, que demonstraram a relevância dessas formações para a conservação de espécies raras, endêmicas e ameaçadas (VINCENT, 1933; 1936; BROWN, 1991; RYAN et al., 1999; FISHPOOL; BAYLISS, 2010; BAYLISS et al., 2014; SPOTTISWOODE et al., 2016). Entre 1931-32, VINCENT conduziu a expedição pelo British Museum na Colônia de Moçambique, situada na África (antiga colônia de Portugal), tendo como principal objetivo coletar espécimes da avifauna presente nas fitofisionomias isoladas dos topos de montanhas, descrita como uma série de domos graníticos que formam o Monte Namuli (VINCENT, 1933; 1936). Além deste, no deserto da Namíbia na África, os ambientes de escarpas e *inselbergs* são tidos como de extrema relevância para o estabelecimentos de espécies da flora e da fauna rupícolas, adaptados à condições extremas destes ambientes xéricos (SIMMONS et al., 1998). Situada nas Guianas Francesas, a Reserva Natural de Nouragues é uma estação de pesquisas que abriga ambientes de *inselbergs* e possui o único inventário ornitológico que associa a presença de espécies deste grupo faunístico com tais ambientes, por correlacionar sistematicamente o tipo de habitat de registro. Ao todo, foram registradas 14 espécies de aves nesta formação geológica, contemplando-se espécies como: *Geranoaetus albicaudatus*, *Falco deiroleucus*, *Caprimulgus nigrescens* (THYOLAY et al., 2001).

No Brasil, espécimes de um bacurau (Caprimulgidae) coletados nas regiões do Rio Jequitinhonha (MG) e do médio rio Doce entre Colatina (ES) e Aimorés (MG), representam os primeiros pontos de registros de *Nyctidromus hirundinaceus vielliardi*, subespécie descrita por Ribon (1995) como típica dos *inselbergs* (domos, lajedos) caracterizados por vegetação xeromórfica (RIBON, 1995; VASCONCELOS; LINS, 1998). Trata-se de uma espécie de hábito rupícola, que tem como habitat preferencial - para reprodução e dormitório - compostos de afloramentos rochosos do tipo domos e lajedos, ocorrentes da Mata Atlântica e na Caatinga (INGELS et al., 2014).

Há uma enorme lacuna de informações sobre *inselbergs*, o que se reflete no fato dos mesmos e sua biota serem ainda parcamente conhecidos e/ou negligenciados pela comunidade científica ou não-acadêmica (SCARANO, 2007). Paradoxalmente, estudos históricos e recentes apontam que os ambientes de topos de montanhas exercem alto nível de influência no padrão de diversificação da biota

da América do Sul, por representarem condições climáticas variadas ao longo dos gradientes altitudinais, formando-se um ambiente propício para o isolamento de populações (RABEHK et al., 2019). A cordilheira dos Andes é composta por uma extensa cadeia de montanhas - iniciando-se no sul da América do Sul e estendendo-se até o mar do Caribe - a qual representa um dos maiores centros de endemismo, riqueza e diversidade de aves do planeta (FELDSÅ; KRABBE, 1990). Análises recentes demonstraram que as populações de aves das montanhas do sudeste do Brasil conectaram-se com aquelas presentes na região dos Andes durante os períodos glaciais e de variações do nível do mar; e que a formação de centros de endemismos é o resultado da estabilidade climática e da complexidade do relevo (CHAVES et al., 2015).

No Espírito Santo, novas descobertas sobre a diversidade florística associada aos *inselbergs* relacionam essas formações à alta diversidade de grupos vegetacionais como bromélias, orquídeas, polipodiáceas e asteráceas; além de abrigar elementos da flora que figuram como ameaçados, incluindo novos registros para estado (COUTO et al., 2017; JUNIOR et al., 2017; PENA; ALVES-ARAÚJO, 2017; PINTO-JUNIOR, 2017). Estima-se que tais ambientes possam manter uma proporção alta da sua biodiversidade após décadas de isolamento causados pela fragmentação, ou seja, caso não sejam tomadas as devidas ações de manejo e conservação haverá um aumento expressivo de espécies listadas como ameaçadas e extintas (BROOKS et al., 1999). A listagem de aves da Mata Atlântica é composta por elementos raros, endêmicos e, principalmente, na qual figura um número elevado de espécies ameaçadas, totalizando-se 821 espécies documentadas (MOREIRA-LIMA; SILVEIRA, 2017). Destas, 223 espécies são consideradas endêmicas, segundo análises recentes pautadas em dados de distribuição geográfica e filogenia (VALE et al., 2018).

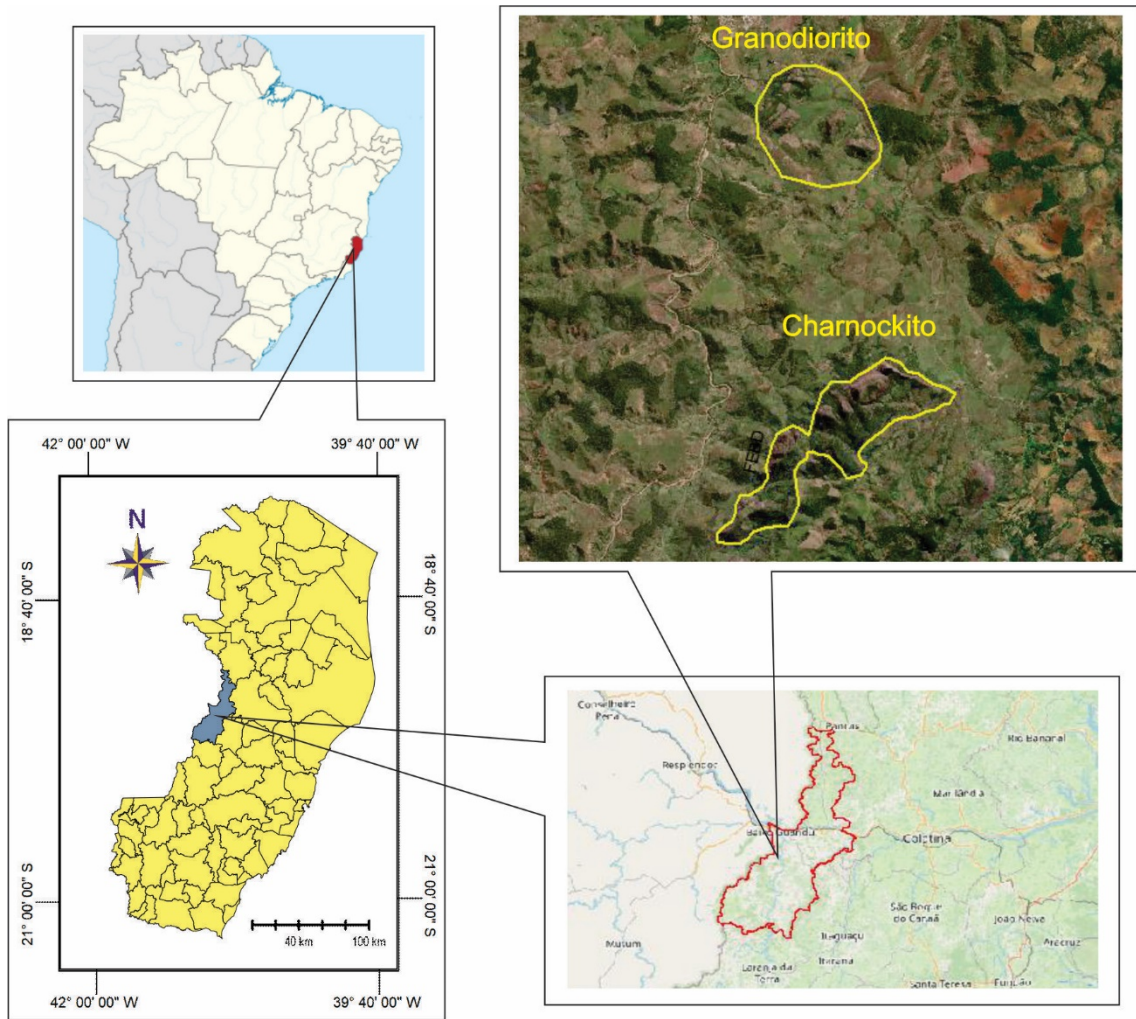
Assim, como objetivo desse trabalho, pretendemos explorar a hipótese das formações de *inselbergs* como áreas únicas na Mata Atlântica, caracterizados por uma alta diversidade avifaunística e concentração de ocorrência de espécies raras, endêmicas e/ou características de ambientes xéricos – em meio a um bioma notadamente reconhecido e mais frequentemente associado à formações de floresta úmida ombrófila densa. Para tal foram realizados inventários, que utilizaram uma ampla gama de metodologias de registro da avifauna em ambientes de *inselbergs* insuficientemente explorados na região do Corredor Central da Mata Atlântica, a fim

de avaliar a riqueza, diversidade, composição e abundância de espécies da assembleia de aves em ambientes de floresta estacional semidecidual e floresta estacional decidual; elencar as espécies que figuram como raras, endêmicas e ameaçadas; e compilar informações que sirvam de base para a tomada de medidas que visem a preservação dos *inselbergs* e de sua fauna e flora características.

## 2 MATERIAIS e MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O Corredor Central da Mata Atlântica situa-se entre os estados do Espírito Santo e Bahia, abrangendo uma área de aproximadamente 8,5 milhões de hectares, onde é observada a presença de mata de tabuleiro, descrita como uma variação da floresta ombrófila e caracterizada por alta diversidade e endemismo, no que tange a flora, os vertebrados e as borboletas (MMA, 2006). O município de Baixo Guandu localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Doce, que pode ser descrito como um extenso rio com características morfoestruturais variadas que ocorrem no interior da bacia e sendo dividido em três setores: alto, médio e baixo (STRAUCH, 1955; RADAMBRASIL, 1987; SOUZA, 1995; ANA, 2001). O presente estudo foi realizado no Setor Baixo Rio Doce (**Figura 2**), o qual encontra-se inserido no estado do Espírito Santo e é caracterizado por uma morfologia que varia, do oeste para o leste, por colinas, tabuleiros e planície costeira. É delimitada a oeste pelas colinas baixas próximas ao município de Colatina e por um importante falhamento com direção NNW-SSE, o qual exerce influência sobre a direção principal dos cursos d'água nessa área. A área de estudo é representada pelas unidades geomorfológicas Patamares Escalonados do Sul capixaba, Maciços do Caparaó e acumulações fluviais. Os Patamares Escalonados do Sul Capixaba ocupam maior parte da área de pesquisa Granodiorito (Figura 2), onde a mesma está totalmente inserida nesta unidade (PEDROSA-SOARES et al., 2000).



**Figura 2** - Localização geográfica da área de estudo.

A unidade Maciços do Caparaó engloba grande parte da área de estudo Charnockito (Figura 2), fazendo contato a norte com a unidade Patamares Escalonados do Sul Capixaba. Esta unidade caracteriza-se por um modelado intensamente dissecado com altitudes médias em torno de 600 m, destacado por grandes elevações maciças, algumas superiores a 2.000 m de altitude. A conjugação de influências dos eventos tectônicos sobre essas rochas e de climas predominantemente úmidos é percebida nas formas de dissecação intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas e falhas e elevações residuais (RADAMBRASIL, 1987; (PEDROSA-SOARES et al., 2000).

## 2.1.2 DELIMITAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS *INSELBERGS*

Para esta etapa foram utilizadas cartas cartográficas e geológicas e posterior delimitação dos *inselbergs* da área de pesquisa, localizados por meio de pontos de GPS realizados em campo, além de imagens de satélite do local. As coordenadas utilizadas foram da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e o Datum SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Para o cálculo de volume dos *inselbergs* foi adotado o método das seções geológicas, com perfis gerados a partir de Modelos Digitais do Terreno (MDT), que forneceram dados quanto à característica planialtimétrica do terreno.

Os perfis topográficos são realizados ortogonalmente ao “trend” da rocha, paralelos entre si, permitindo assim a cubagem do *inselberg* considerado. O volume foi obtido através do método das seções geológicas, e consiste na utilização da seguinte expressão:

$$V = \frac{(S_n + S_{n+1}) \times H}{2}$$

Onde V = volume, S<sub>n</sub> = área da seção considerada, S<sub>n+1</sub> = área da seção posterior, H = distância entre as seções. Posteriormente, os resultados dos cálculos de volumes são descritos nos perfis de cubagem de cada *inselbergs*.

### 2.1.2.1 GRANODIORITO

Seis *inselbergs* amostrados são formados por rocha homogênea, com estrutura gnáissica e coloração cinza. Apresenta granulação grossa a porfiroblástica, com alguma orientação. Sua mineralogia é composta por quartzo, feldspato e biotita. Essa rocha também pode ser classificada como um granodioritos pertencente a unidade Granulito Mascarenhas (**APÊNDICE 1**).

### 2.1.2.2 CHARNOCKITO

Cinco *inselbergs* amostrados são formados por rocha de granulação grossa e coloração cinza esverdeada, aparentemente isotrópica, rica em pórfiros de feldspato centimétricos, às vezes bem formados, predominando sobre uma matriz fina a média e com mineralogia constituída por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita.

Essa rocha pode ser classificada como um charnockito pertencente a unidade Maciço Ibituba (**APÊNDICE 2**).

## **2.2 FITOFISIONOMIAS**

### **2.2.1 FED – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL SUBMONTANA**

As matas secas distribuídas na região da bacia do rio Doce, principalmente nos topos dos *inselbergs*, representam um relictos de elementos florísticos da Caatinga, com relatos de potenciais conexões da Caatinga com essa porção da Mata Atlântica durante a última máxima glacial (VELOSO et al., 1997; IBGE, 2012). Na área de estudo, pode ser subdivididas nas seguintes formações:

#### **2.2.1.1 FEDA – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL SUBMONTANA – (Monodominância de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*) e afloramento rochoso com manto de monocotiledôneas)**

Essa formação é caracterizada pela presença de vegetação fanerófica, caméfitas e terófitas (**APÊNDICE 3**). Encontram-se distribuídas em solos rasos e com extensa área da superfície do afloramento rochoso constituído de macambiras (*Encholirium* sp.; *Orthophytum* sp.), cactos (*Coleocephalocereus* sp.) e canelas-de-ema (*Vellozia* sp.). Entremeadas ao longo de ilhas e separadas pelo afloramento rochoso, observam-se pequenos tapetes de *Sellaginella* sp. entremeados por samambaias, e muitas vezes cercados por gramíneas invasoras. Não obstante, a monodominância da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*) é bem evidente, além de espécies como a paineira-branca (*Ceiba erianthos*) e a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), onde encontram-se distribuídas de forma esparsa nos solos presentes nos topos dos *inselbergs* (VELOSO et al., 1991; IBGE, 2012).

#### **2.2.1.2 FEDB – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL SUBMONTANA – (Carrasco, Capetinga)**

Situada na porção submontana dos *inselbergs*, descritos como Charnokito, entre 500 e 810 m de altitude; esta formação é tipicamente determinada pela presença

de espécimes xéricas de porte arbóreo reduzido, entremeadas por arbustos, herbáceas e cipós, adaptadas a variações drásticas de temperatura e umidade, quando comparada aos ambientes de mata úmida (floresta estacional semidecidual) nas suas extremidades (**APÊNDICE 4**). Dentre os elementos documentados nesta formação, temos as famílias: Turneraceae (*Turnera* sp.), Poaceae (taquaras), Palmae (*Syagrus* sp.), maracujá-do-mato (*Passiflora* sp.); trata-se de uma vegetação densa e espinhenta, ou seja, um típico carrasco formado por uma ampla diversidade de habitats. É válido ressaltar que não há exposição do afloramento rochoso neste tipo de formação como no FEDA, e o solo não é tão profundo como nos ambientes de mata úmida (FES). O período de inverno (três meses) é determinado por temperaturas mais baixas em relação à média, além de um intenso período de seca, culminando na exposição da aridez da mata seca, até a chegada do período chuvoso na primavera (VELOSO et al., 1991; IBGE, 2012).

### **2.2.2 FES – FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA**

Trata-se de uma formação típica de encostas, principalmente nas serras do estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo até o Paraná. Dentre os elementos da flora temos o ipê (*Handroanthus* sp.), copaíba (*Copaifera langsdorffii*), jacaranda (*Jacaranda* sp.), palmeira (*Attalea* sp.), palmito-juçara (*Euterpe edulis*). Além destas, foram documentadas bromélias epífitas, tidas como raras nesta região restritas a ambientes de mata preservada (VELOSO et al., 1991; IBGE, 2012). Encontra-se entremeada entre as formações de carrasco, na porção dos *inselbergs* do tipo charnokito, sendo caracterizada por solos mais profundos, árvores com dossel elevado em detrimento das demais, além de apresentar ambientes mais úmidos e escuros que permitem o estabelecimento de elementos da avifauna típicos de matas preservadas (**APÊNDICE 5**).

### **2.3 LEVANTAMENTO DA AVIFAUNA POR BUSCA ATIVA E UTILIZAÇÃO PLAYBACK**

O levantamento por meio de busca ativa foi realizado em trilhas e vias pré-estabelecidas com o intuito de maximizar o esforço amostral durante o intervalo das coletas sistemáticas de pontos de escuta. As amostragens foram conduzidas ao longo



de quatro campanhas trimestrais durante um ano. As coletas de dados ocorreram entre julho/setembro de 2018 (22 dias), novembro/dezembro de 2018 (17 dias), fevereiro/março de 2019 (17 dias), maio/junho de 2019 (14 dias); totalizando-se 70 dias efetivos de inventariamento. Foram conduzidas observações visuais e/ou auditivas nos habitats presentes nos *inselbergs*, evitando-se a emissão de ruídos para não ocorrer o deslocamento das aves. Ao deparar com áreas mais preservadas, a técnica de *playback* foi utilizada com o intuito de registrar espécies tidas como crípticas, raras, endêmicas, ameaçadas; e principalmente as emissões sonoras não identificadas, por atraí-las até o observador para identificação e documentação. O protocolo de coleta de dados seguiu com alto rigor os parâmetros internacionais estabelecidos para estudos ornitológicos; com uso de material padrão como binóculos, gravadores, câmeras fotográficas digital e microfone unidirecional. O trabalho iniciou-se ao amanhecer, conduzindo-se as observações de campo diurnas e noturnas, de acordo com a metodologia descrita na literatura (PARKER III, 1991; BIBBY et al., 1993, RALPH et al., 1993; WUNDERLE, 1994; VIELLIARDI, 2000; BECKER, 2003; DEVELEY, 2003; GREGORY et al.; 2004; LACHER et al., 2005). A triagem das gravações foi realizada de forma sistemática, com filtragens de trechos específicos para evidenciar a emissão sonora não identificada, utilizando o programa Audacity. Os voucher's destas gravações foram depositados na sonoteca do LAMAB – UFES no formato digital em HD's e DVD's.

#### **2.4 LEVANTAMENTO DA AVIFAUNA POR PONTO DE ESCUTA**

A técnica de pontos de escuta originou-se do transecto linear, com o intuito de amostrar de forma mais precisa os diferentes tipos de habitat que compõe o ambiente natural. Ao todo foram amostrados 48 pontos de escuta, 12 pontos por estação em cada fitofisionomia (FEDA, FEDB, FES), com três repetições de amostragens por ponto, com coletas trimestrais num total de 53 dias efetivos de amostragens. As coletas de dados ocorreram entre os meses de julho/setembro de 2018 (18 dias), novembro/dezembro de 2018 (10 dias), fevereiro/março de 2019 (13 dias) e maio/junho de 2019 (12 dias).

De acordo com metodologia padronizada, reduziu-se cada unidade amostral a um (1) ponto com raio de 50 m, onde são contabilizadas a riqueza e a abundância de espécies (BLONDEL et al., 1981; BIBBY et al., 1993; RALPH et al., 1993; VIELLIARD;

SILVA, 1990; HASELMAYER; QUINN, 2000; VIELLIARD, 2000; CAVARZERE; SILVEIRA, 2014). As gravações das emissões sonoras foram registradas por meio do uso de microfone unidirecional Sennheiser ME-66, gravador Marantz PMD 661, Iphone 4, Iphone 7; e armazenadas na sonoteca em seguida. Para o trabalho de acuidade visual, o ornitólogo utilizou binóculos Bausch & Lomb 10x50, máquina digital Nykon (zoom 27 a 50x de aumento) e Canon T4i (com lente 75 - 300 mm). As trilhas e pontos foram georeferenciados com o uso de GPS Garmin (ANEXO 1). Os dados foram salvos em cadernetas de campo e transcritos para documentos no programa Excel.

Ressalta-se que houve um treinamento prévio, com o acesso ao bancos de dados sonoros como o Xeno Canto ([www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org)) e Wikiaves ([www.wikiaves.com.br](http://www.wikiaves.com.br)), além dos arquivos sonoros pessoais e publicados em CDs. Tal procedimento foi crucial para condicionar o observador a um nível ideal de aptidão, ou seja, calibrou-se o nível de detectabilidade para adequar-se à diversidade da bacia do rio Doce, possibilitando-se análises robustas acerca da diversidade e distribuição (SILVA; VIELLIARD, 1990; PARKER III, 1991; BIBBY et. al, 1993, RALPH et. al, 1993; RIEDE, 1993; VIELLIARD, 2000; BUCKLAND et al., 2005).

As coletas de dados em campo começaram após o amanhecer e foram encerradas antes das 12 h. Em situações de ausência de emissões sonoras, a coleta foi descartada e repetida novamente. De acordo com a literatura, neste período as vocalizações das aves refletem de forma fidedigna a riqueza e abundância, permitindo-se inferências sobre o tamanho populacional de bioindicadores de qualidade de habitat (VIELLIARD; SILVA, 1990; VIELLIARD, 2000; GREGORY et al., 2004; LACHER et al., 2005; CAVARZERE; SILVEIRA, 2014).

O registro das observações visuais e auditivas resultaram na contagem de espécies e indivíduos por ponto e raio, em cada um dos pontos de escuta), com raio de 50 m dividido em três intervalos de distância ( $0m < x < 10m$ ,  $10m < x < 25m$ ,  $25m < x < 50m$ ,  $x > 50m$ ), amostrando-se os quatro quadrantes (360 graus) a partir do ponto zero e tendo o norte magnético como referência. As gravações seguiram o protocolo de 10 minutos de observações e gravações intermitentes, sendo que, três gravações apresentaram falhas. Porém, observou-se que não comprometeram a análise e/ou identificação, pela realização das réplicas. Ao todo foram amostrados 48 pontos de escuta, 12 pontos por estação em cada fitofisionomia (FEDA, FEDB, FES), com três repetições de amostragens por ponto, com coletas trimestrais num total de

70 dias efetivos de amostragens. Os registros conduzidos acima deste raio ( $x > 50\text{m}$ ) foram inseridos na lista de espécies, contemplando-se as espécimes que foram observadas forrageando no estrato arbóreo e/ou na rocha desnuda, empoleiradas, e nidificando nos *inselbergs*. No entanto, registros de aves observadas em vôo, que compõem a classe de registros aéreos foram completamente descartados. Porém, os registros realizados nos *inselbergs* acima do raio de 50 m foram inseridos apenas na listagem, mas não foram contabilizados dados de abundância, com o intuito de evitar possíveis pseudoreplicações amostrais, além de ruídos nas análises estatísticas no que refere-se aos dados de presença/ausência (SANTOS, 2003; LACHER et al., 2005).

A lista de espécies registradas durante o estudo segue a última revisão apresentada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI et al., 2015). Já as subespécies foram determinadas utilizando-se a lista anotada mundial de espécies (CLEMENTS et al., 2019), com o auxílio de bibliografia especializada para as subespécies do Brasil (GRANTSAU; 2010a; b). As espécies endêmicas foram avaliadas de acordo com a revisão mais recente para a domínio da Mata Atlântica, da qual foram retiradas as informações coligidas para as subespécies deste domínio (VALE et al., 2018).

## 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O diagrama de Venn foi elaborado para visualizar os padrões de compartilhamento de espécies entre as diferentes fitofisionomias avaliadas. Já para avaliar as diferenças entre os pontos amostrados foram utilizados os índices de diversidade obtidos com auxílio do Programa PAST 2.09 (HAMMER et al., 2001). O conjunto de dados utilizado para esta análise considerou todos os registros para cada um dos quatro pontos representativos dos três tipos de vegetação amostrados nos *inselbergs*.

O Índice de Shannon-Weaver considera a abundância proporcional entre as espécies e possui baixa sensibilidade ao tamanho da amostra. Esse índice expressa a uniformidade dos valores de importância através de todas as espécies da amostra. Mede o grau médio de incerteza em predizer a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso em uma amostragem (BAEV; PENEV, 1995). O cálculo de Shannon-Weaver assume que os indivíduos são selecionados ao acaso e que todas

as espécies estão representadas na amostra. Adquire o valor zero quando todas as espécies possuem apenas um indivíduo e assume o valor máximo quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos (MAGURRAN, 2004; 2013).

O índice de equitabilidade de Pielou (1969) é uma das formas para analisar a estrutura da comunidade. Este índice mede a proporção da diversidade observada com relação à máxima diversidade esperada. Quanto mais seu valor se aproxima de 1, maior será a representação de todas as espécies na amostra. Quanto menor este índice, maior será a dominância de uma ou poucas espécies na comunidade, ou seja, para valores próximos a 1, a amostra é mais “equitativa” do que no caso de valores próximos a 0.

A curva de acumulação de espécies (ou curva do coletor) em função do esforço de amostragem foi elaborada com o objetivo de verificar a suficiência da amostragem por meio do método de pontos e gerar a estimativa de riqueza de espécies da comunidade de aves nos *inselbergs*. O conjunto de dados brutos foi organizado em uma matriz que distribuiu os registros por espécie, unidade amostral (ponto) e campanha, de forma a representar todo o esforço de amostragem. O conjunto de dados foi analisado com auxílio do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2012; 2013). Os estimadores utilizados para o gráfico de acumulação de espécies foram os índices Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife2 e Bootstrap, de forma a permitir a avaliação de qual estimador apresenta o melhor ajuste ao conjunto de dados sobre as aves nos *inselbergs*.

A partir da identificação do melhor estimador para o conjunto de dados foram geradas estimativas de riqueza de espécies para avaliar se existem diferenças entre as campanhas ou estações do ano e entre as fitofisionomias avaliadas (FEDA, FEDB e FES). Contudo, para esta última análise (fitofisionomias), as curvas de acumulação de espécies foram produzidas considerando como variável resposta o número de indivíduos amostrados por fitofisionomia e não o esforço de amostragem (pontos). Assim, ao invés do ponto por fitofisionomia, cada registro foi tratado como unidade amostral. A comparação entre a riqueza de espécies das fitofisionomias avaliadas foi avaliada por meio da técnica de rarefação (KREBS, 1999), permitindo a comparação entre os resultados para um mesmo número de indivíduos.

Para testar a hipótese de que não existem diferenças entre o total de indivíduos (registros) por fitofisionomia avaliada, as estimativas médias foram comparadas por

meio de análise de variância (ANOVA), no pacote operacional Statistica 7.1 (STATSOFT, 2005). O teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade de variância de cada variável independente. Quando as variâncias não apresentaram homoscedasticidade foi utilizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis.

Para complementar essa discussão, a hipótese de que o número de indivíduos registrados não influencia a riqueza de espécies também foi testada. Para tanto, foi utilizado um ajuste de modelo de correlação linear (ZAR, 1999), com auxílio do Statistica 7.1 (STATSOFT, 2005). Cabe ressaltar que, embora o estudo não tenha utilizado captura-marcação-recaptura, assume-se que o total de registros apresenta relação linear e positiva com a abundância real das populações locais de aves (WILSON et al., 1996).

Ajustes de modelo de distribuição da abundância foram utilizados, conforme Magurran (2004). O Índice Pontual de Abundância (IPA) foi utilizado como medida da abundância relativa de cada espécie por fitofisionomia. Segundo Vielliard e colaboradores (2010), o IPA é a melhor estimativa de proporção de uma espécie na comunidade, pois relaciona o número de registros de cada espécie por amostra, em relação ao total de amostras, sendo possível, assim, estimar a proporção de cada espécie na comunidade. Este procedimento buscou identificar as espécies mais frequentemente registradas, bem como aquelas pouco frequentes durante o período da amostragem. Para estas espécies, que apresentaram poucos registros, não é possível distinguir se eventuais variações em suas populações são devidas à fitofisionomia ou se são devidas ao acaso (fatores diversos não controlados durante as amostragens).

Para as espécies mais abundantes nas amostragens, foram determinados os valores mínimo e máximo de indivíduos para cada fitofisionomia. O histórico de registro de cada espécie permitiu produzir uma matriz com  $j$  indivíduos e  $i$  pontos, que representa a ordem de entrada de cada registro (indivíduo) ao longo da amostragem. O modelo, em razão da ausência de captura e marcação, não considerou a possibilidade de recaptura de indivíduos já registrados. De qualquer forma, foi possível estimar o tamanho populacional das espécies com 40 ou mais registros para a área formada pelos pontos de amostragem. Este procedimento é o princípio básico aplicado para gerar tanto as estimativas de tamanho populacional (OTIS et al., 1978) como de riqueza de espécies (KREBS, 1999; COLWELL, 2012; 2013). Para esta análise foi utilizado o procedimento Jackknife de 1ª ordem (Jack1), pois apresenta

associada à estimativa de riqueza uma medida de variância que permite o cálculo do intervalo de confiança (HELTSHE; FORRESTER, 1983).

De posse dos históricos de registro, separadamente para cada uma das espécies com  $\geq 40$  registros utilizou-se o programa EstimateS 9.1 (COLWELL, 2013) para gerar o valor médio, o erro padrão e o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (valor mínimo e máximo) para cada espécie. Utilizando-se os valores médios finais das simulações, com base nos resultados observados durante a amostragem, obteve-se não só o número mínimo total de indivíduos registrados em campo (distribuição de Poisson), como também a estimativa apresentada na forma de intervalo de confiança (IC<sub>95%</sub>). Atribui-se, dessa forma, maior precisão à estimativa, permitindo testar a hipótese de que existem diferenças no tamanho populacional entre as fitofisionomias avaliadas por meio da inferência por intervalo de confiança a 95% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). Este procedimento, por si só, é um teste estatístico que permite a comparação de médias, pois apresenta lógica similar ao teste t de Student, com 5% de significância ( $\alpha = 0,05$ ).

Para verificar se os resultados de riqueza e abundância apresentam um mesmo padrão, que representa a estruturação da comunidade entre as diferentes fitofisionomias avaliadas, foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) segundo Manly (2008), utilizando-se o Coeficiente de Bray-Curtis (CLARKE, 1994). A análise NMDS foi aplicada para obter um resultado com menor número de dimensões e para representar espacialmente a dissimilaridade entre os objetos da análise, mantendo-se a informação contida nos dados originais. O valor da distorção do ajuste entre a distância original dos objetos e a configuração obtida é denominado *stress* ( $S_m$ ), de modo que quanto mais próximo de zero, melhor a resolução entre as dimensões da ordenação (HAMMER *et al.*, 2001), conforme a regra de ouro proposta por Kruskal (1964). Esta avaliação considerou o histórico de registro das espécies e o número total de registros para cada uma das fitofisionomias amostradas.

Para testar se existe diferença entre as fitofisionomias a partir dos resultados obtidos para o eixo 1 do NMDS, foi utilizado o teste de média não paramétrico Kruskal-Wallis. De forma complementar, para testar se existe diferença significativa entre os agrupamentos apresentado pelo resultado da análise NMDS, foi realizada uma análise de similaridade (ANOSIM), também baseada no Coeficiente de Bray-Curtis. A ANOSIM foi realizada com 10.000 permutações, visando confirmar a importância dos

grupos formados pela análise NMDS. Este método gera uma estatística R global, que é uma medida da distância entre os grupos. Um R-valor próximo de 1 indica forte dissimilaridade, enquanto um R-valor próximo de zero indica maior similaridade no padrão de estruturação das comunidades (CLARKE, 1994).

Para o resultado que a ANOSIM revelou diferença significativa entre fitofisionomias foi gerada a rotina analítica SIMPER (*Similarity percentages – species contributions*), com o intuito de identificar as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os elementos definidos para a análise (CLARKE, 1994; CLARKE; WARWICK, 1994). Contribuições cumulativas foram cortadas arbitrariamente em 70% (Leandro Scoss, comunicação pessoal). As análises foram realizadas no programa PAST 2.09 (HAMMER et al., 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DAS AVES DE *INSELBERGS*

Ao todo, integrando-se os dados das metodologias, foram registradas 162 espécies de aves (Tabela 1), pertencentes a 16 ordens e 33 famílias, associadas aos *inselbergs* desta porção do Corredor Central da Mata Atlântica (**APÊNDICE 6**). As famílias mais representativas na amostragem foram: Tyrannidae (21), Thraupidae (20), Trochilidae (12), Columbidae (8). Destas, 156 foram registradas pelo método de busca ativa e 122 através dos pontos de escuta; sendo que 38 foram registradas exclusivamente pelo método de busca ativa e seis por ponto de escutas. Dentre os registros efetuados, 24 espécies são tidas como endêmicas da Mata Atlântica, ou seja, 14,9% do total registrado (VALE et al., 2018). A riqueza de aves registradas na floresta estacional decidual, alcançou o valor de 67 espécies; enquanto na floresta estacional semidecidual o total foi de 41. Além destes, foi registrada *Cyanocorax cristatellus*, considerada como endêmica do Cerrado (SILVA, 1995) e que tem ampliado sua distribuição original devido ao desmatamento da Mata Atlântica, que acarreta o avanço de áreas abertas neste ambiente predominantemente florestal (LOPES, 2007). Dentre as espécies que figuram em listas de espécies ameaçadas e/ou quase-ameaçadas temos: *Primolius maracana*, *Amazona rhodocorytha*, *Strix huhula* e *Rhytipterna simplex* (COPAM, 2010; ICMBio, 2018; FRAGA et al., 2019; IUCN, 2021).

O padrão de riqueza e composição de espécies encontrado nesse estudo, corrobora os dados obtidos para a região da Serra dos Orgãos, em altitudes similares que variaram entre 400 e 1000 m; além de contemplar espécies ameaçadas deste domínio (MALLET-RODRIGUES et al., 2010). Ao comparar os resultados obtidos nestes *inselbergs* com a literatura, é visto que este estudo levantou informações valiosas, quando comparado a outras regiões da Mata Atlântica, em termos de detectabilidade e representatividade (VIELLIARD; SILVA, 1990; VIELLIARD, 2000; VIELLIARD et al., 2010; SRBEK-ARAUJO et al., 2014; WILLRICH et al., 2016). *Falco peregrinus* é tido como o único categorizado como migrante dentre as espécies registradas; sendo que 18 outras espécies foram listadas como migrantes parciais, seguindo-se as informações da revisão mais recente sobre as aves migrantes no Brasil (SOMENZARI et al., 2018). No presente trabalho, foram registrados bandos com mais de 120 indivíduos de *Streptoprocne* sp. forrageando sobre os *inselbergs*, formando-se revoadas no verão, logo após o pico de chuvas.

**Tabela 1** - Lista das espécies de aves registradas nos *inselbergs* (granorioritos e charnockitos) situados em Baixo Guandu (ES). Classificação taxonômica: CBRO (PIACENTINI et al., 2015). Método de coleta do dado: (PE) ponto de escuta e (BA) busca ativa. Habitat onde foi registrado: (FES) floresta estacional semidecidual e (FED) floresta estacional decidual. Endemismo: (MA) espécie endêmica da Mata Atlântica (VALE et al., 2018), (CE) espécie endêmica do Cerrado (SILVA, 1995). Conservação: (NT) quase-ameaçada, (VU) vulnerável, (EN) em perigo, (CR) em perigo crítico, <sup>(1)</sup> segundo a lista estadual de espécies ameaçadas do Espírito Santo (FRAGA; FORMIGONI; CHAVES, 2019), <sup>(2)</sup> segundo a lista estadual de espécies ameaçadas de Minas Gerais (COPAM, 2010), <sup>(3)</sup> segundo a lista nacional de aves ameaçadas do Brasil (ICMBIO, 2018), <sup>(4)</sup> segundo a lista mundial de espécies ameaçadas (IUCN, 2021). As espécies migratórias seguem o banco de dados atualizado para o Brasil (SOMENZARI et al., 2018) em que (MGT) são espécies migratórias, (PM) espécies parcialmente migratórias e (VG) vagantes.

### 3.1.1 FEDA – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL A

Essa formação vegetacional é encontrada nos *inselbergs* pertencente a tipologia geológica denominada granodiorito, sendo frequentada por espécies de aves típicas de áreas abertas do sudeste brasileiro, segundo Willis (1992), como: *Heterospizias meridionalis*, *Geranoaetus albicaudatus*, *Vanellus chilensis*, *Columbina picui*, *Patagioenas picazuro*, *Athene cunicularia*, *Eupetomena macroura*, *Melanerpes candidus*, *Cariama cristata*, *Milvago chimachima*, *Falco sparverius*, *Progne tapera*,



*Icterus jamacaii*, *Troglodytes musculus*, *Sicalis flaveola*, *Coryphospingus pileatus*. Dentre as espécies listadas acima, *C. picui*, *Guira Guira* não foram observadas nas demais fitofisionomias durante o período de amostragem. A comunidade de aves presente nesta formação assemelha-se em termos de composição de espécies com as áreas do nordeste caracterizadas pela Caatinga (OLMOS et al., 2005).

É notável a presença de espécies invasoras como a seriema (*Cariama cristata*), o corrupeirão (*Icterus jamacaii*) e o canário-da terra (*Sicalis flaveola*), tendo como possíveis causas a expansão da sua distribuição em função da perda de habitat e/ou ocorrência e colonização resultante de fuga ou soltura de indivíduos provenientes de criações domésticas e apreensões, visto que se tratam de aves apreciadas e visadas como animais domésticos por populações locais (WILLIS; ONIKI 2002). Foram registrados ambientes de nidificação ao longo do inventário, como também, jovens de rapinantes forrageando junto dos adultos, como é o caso da águia-serrana (*G. melanoleucus*). Observações preliminares demonstraram que os cactos (*Pilosocereus* sp.) podem ser elencados como um recurso chave para a família Tyrannidae, principalmente para espécies que surgem a partir da primavera, ao iniciar-se a estação chuvosa. Dentre os elementos da flora que disponibilizam recursos essenciais (frutos e flores) para a avifauna e que podem ser elencadas futuramente como espécies-chave, temos: *Ceiba erianthos*, *Myracrodruon urundeuva* e *Orthophytum* sp.. *Eupetomena macroura* foi observada defendendo territórios no entorno de indivíduos de *C. erianthos* - durante o período de floração em junho de 2019 - de invasores como *Amazilia lactea*, ao observar-se relações agonísticas; sendo válido ressaltar que a última realizou movimentos altitudinais na estação seca em busca de recursos alimentares. Merece destaque o registro de indivíduos de *Amazona rhodocorytha* alimentando-se de frutos de *M. urundeuva*, corroborando os registros documentados pela literatura deste recurso na dieta dos psitacídeos (VASCONCELOS et al., 2006). *Pyrrura griseipectus* é endêmica do nordeste do Brasil, além de ser considerada criticamente em perigo; e tem como hábito nidificar nas cavidades presentes nos *inselbergs*, o que corrobora as observações em campo referentes aos psitacídeos listados (GIRÃO et al., 2010).

Após longos períodos de secas, observou-se que, com a chegada do período chuvoso, houve uma redução na floração das espécies de *Vellozia*, dentre outros representantes da flora dos *inselbergs*, devido à queda brusca na taxa pluviométrica; e inúmeras espécimes não abriram os botões florais. Ou seja, não conseguiram

recuperar-se do período de seca devido ao déficit de chuvas, visto que não registramos recursos florais disponíveis, no decorrer dos dias. O regime hidrológico merece atenção, a ponto de ser considerado um fator crucial para a manutenção da biota destes ambientes, como foi observado em metacomunidades de invertebrados aquáticos que habitam poços d'água de *inselbergs* na Austrália (BRENDONCK et al., 2014). Portanto, são necessários monitoramentos de longo prazo para analisar como a fragmentação interfere na dinâmica da comunidade de aves (BOULINIER et al., 2001).

### 3.1.2 FEDB – FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL B

Caracteriza-se por uma formação arbustiva de difícil penetração e pela presença de sub-bosque com espécies arbustivas caracterizadas pela presença de espinhos; solo mais profundo que a FEDA, embora espécies arbóreas de grande porte não sejam encontradas comumente como em FES. Dentre as espécies de aves registradas temos: *Ortalis araucuan*, *Glaucidium brasilianum*, *Chlorostilbon lucidus*, *Synallaxis spixi*, *Formicivora serrana*, *Hemitriccus nidipendulus*, *Camptostoma obsoletum*. *Knipolegus nigerrimus* foi registrada uma única vez associada à vegetação arbustiva, forrageando nos topos a beira dos paredões do charnokito.

Foram efetuados registros de cracídeos, como *O. araucuan*, dispersando sementes de frutos nos ambientes de carrasco (FEDB), o que demonstra sua possível atuação em processos ecológicos cruciais para manutenção destes habitats naturais. Também vale ressaltar o uso da área por migrantes parciais como *Elanoides forficatus* (VALE et al., 2018), com o registro de indivíduos realizando *display* no dossel de árvores de porte.

Durante a coleta de dados foram registrados movimentos de determinadas espécies insetívoras como *Thamnophilus ambiguus* e *Pyriglena leucoptera*, entre os ambientes de FEDB e FES após início da estação chuvosa. Porém, não tiveram registros durante a estação seca (inverno); esse tipo de comportamento referente a espécies insetívoras deve ser estudado com uso de métodos mais específicos como anilhamento e radio telemetria, os quais permitem inferências mais precisas sobre o uso de habitat e tamanho de territórios (BIBBY et al., 1993).

### 3.1.3 FES – FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Essa formação possui semelhança com a flora observada nas matas de baixada preservadas desta porção da Mata Atlântica, possuindo solos mais profundos e úmidos quando comparada às demais. É válido destacar as espécies da avifauna registradas florestais, tais como: *Pulsatrix koeniswaldiana*, *Strix huhula*, *Phaethornis squalidus*, *Pteroglossus aracari*, *Primolius maracana*, *Amazona rhodocorytha*, *Xiphorhynchus fuscus*, *Xiphocolaptes albicollis*, *Chiroxiphia caudata*, *Attila rufus*, *Rhytipterna simplex*, *Caryothraustes canadensis*. É notável o registro de representantes raros, endêmicos e ameaçados - tais como *P. maracana*, *A. rhodocorytha*, *S. huhula* e *R. simplex* - nesta formação, visto o histórico de uso de ocupação do solo que culminou na perda de habitat e extinção local de espécies da avifauna.

A assembleia de aves registrada nesta formação é composta por frugívoros, a exemplo de: araçari-de-bico-branco (*P. aracari*); psitacídeos (*P. maximiliani*, *A. rhodocorytha*); píprídeos (*Manacus manacus*, *C. caudata*), tiranídeos (*R. simplex*), e traupídeos (*Tachyphonus coronatus*, *Tangara seledon*). Dentre os insetívoros florestais temos *X. fuscus*, *X. albicollis*, e *Pyriglena leucoptera* que tiveram registros associados às áreas preservadas e isoladas. Com exceção de *T. ambiguus*, as demais podem ser consideradas espécies raras e/ou que não ocorrem ao longo das planícies de baixadas associadas ao rio Doce. Além destes, registrou-se representantes endêmicos, nectarívoros-insetívoros como: *Phaethornis squalidus* e *Phaethornis idaliae*, como também aqueles com ampla distribuição geográfica como *Glaucis hirsutus*, *Phaethornis pretrei*, *Florisuga fusca* (SICK, 1997; VALE et al., 2018). De toda forma, as inferências conduzidas através destes resultados, devem ser avaliadas com certa cautela, embora contemple dados valiosos, por refletirem um curto espaço de tempo (ANJOS et al., 2015).

Ao comparar os resultados obtidos neste estudo com UEZU e colaboradores (2005), *Pyriglena leucoptera* apresenta um padrão de distribuição muito limitado e pode estar associada à distância entre os fragmentos de mata. Essa espécie não ocorre nos fragmentos florestais presentes nas matas de baixadas (ALVES com. pess.) em função da perda de conectividade e pela homogeneização destas pelo corte seletivo de espécimes florestais desde o século XIX (HARTT, 1970; ROCHA, 1971). O mesmo é visto para *Chiroxiphia caudata*, que encontra-se restrita às matas preservadas dos *inselbergs* do baixo rio Doce, região muito depauperada quando

comparada com inventários ornitológicos conduzidos em ambientes similares na Mata Atlântica (UEZU et al., 2005; ANJOS et al., 2011).

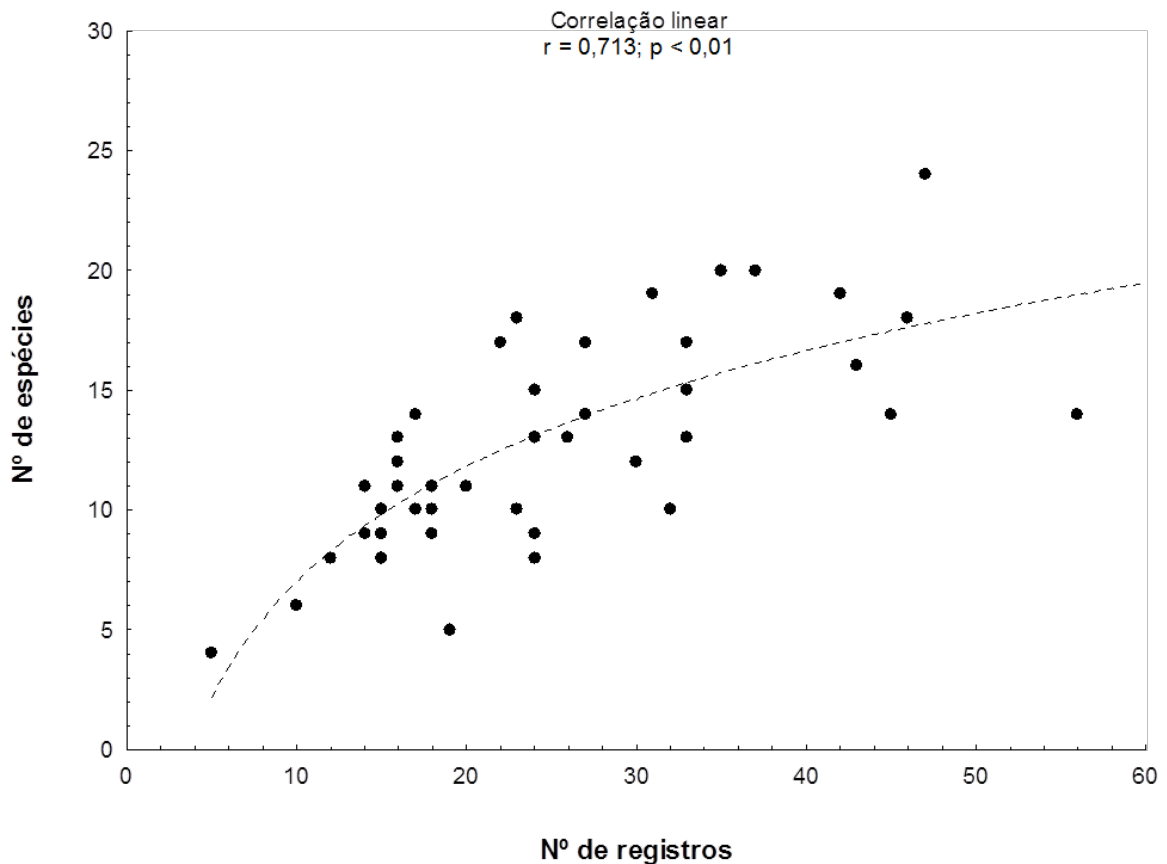
### 3.2 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS REGISTROS

Os registros de aves nos *inselbergs*, pelo método de pontos de escuta, foram distribuídos por três fitofisionomias (FEDA, FEDB e FES), 12 pontos de amostragem e quatro campanhas de campo (Tabela 2). Ao todo foram contabilizados 1.214 registros (contatos) representativos de 111 espécies dentro do raio de 50, excluindo-se os registros acima desta distância. Observa-se que houve variação no total de registros entre as diferentes fitofisionomias, com maior concentração de registros totais nos pontos correspondentes à formação FEDA (493 - 40,61%), seguido de FES (382 -31,47%) e FEDB (339 - 27,92%). Os registros abarcam 31 famílias, sendo Thraupidae (14), Tyrannidae (13), Trochilidae (10) e Columbidae (8) as mais ricas em espécies.

A relação entre o total de registros e o total de espécies é linear e positiva para aproximadamente 71% do conjunto de dados ( $r = 0,713$ ;  $p < 0,01$ ), o que indica que quanto maior o número de registros, maior foi o número de espécies identificadas em cada *inselberg* e fitofisionomia avaliada (**Figura 3**).

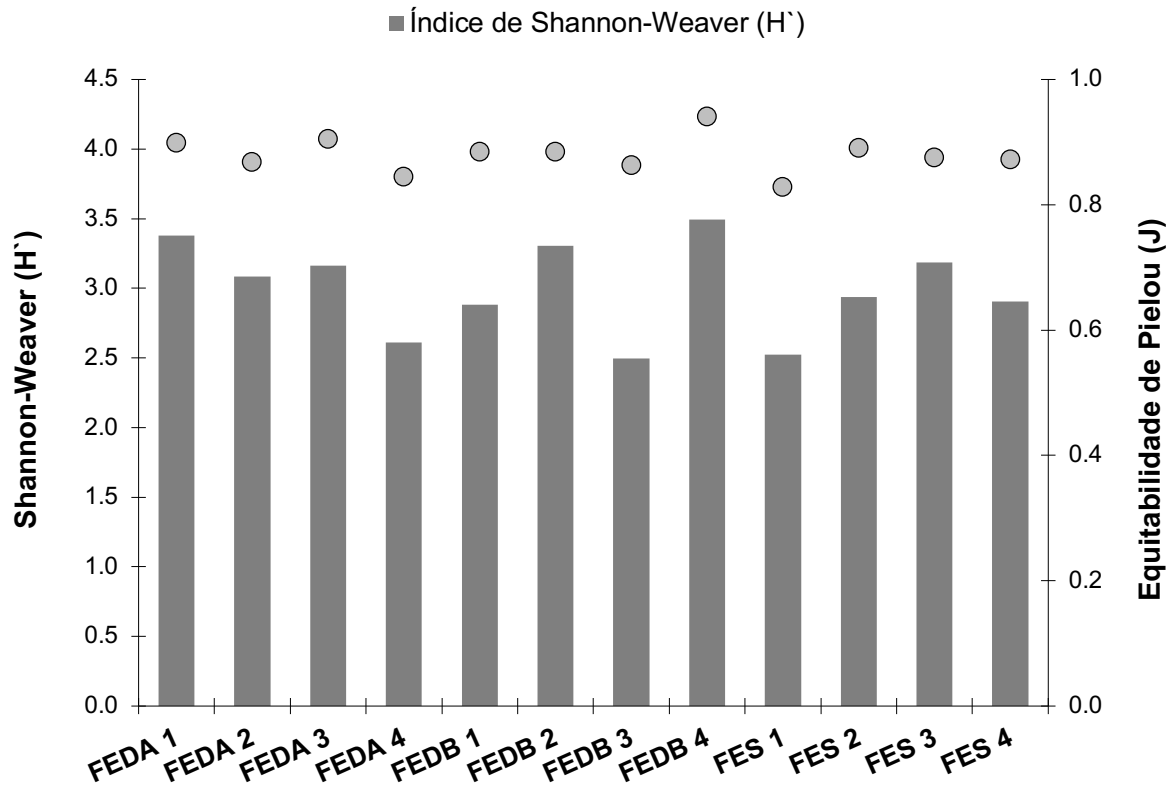
**Tabela 2** - Total de registros de aves e riqueza, nas diferentes fitofisionomias e campanhas de campo realizadas nos *inselbergs* avaliados.

Fitofisionomia	Ponto	Registros por Campanha				Total de Registros	Riqueza
		1ª camp.	2ª camp.	3ª camp.	4ª camp.		
FEDA	FEDA - 1	27	42	45	17	131	43
	FEDA - 2	18	47	56	14	135	35
	FEDA - 3	23	35	33	46	137	33
	FEDA - 4	24	32	14	20	90	22
FEDB	FEDB - 1	18	15	15	23	71	26
	FEDB - 2	31	33	33	37	134	42
	FEDB - 3	16	18	5	10	49	18
	FEDB - 4	23	16	22	24	85	41
FES	FES - 1	17	18	24	19	78	21
	FES - 2	24	27	14	16	81	27
	FES - 3	15	31	12	26	84	38
	FES - 4	33	43	33	30	139	28
<b>Total</b>		<b>269</b>	<b>357</b>	<b>306</b>	<b>282</b>	<b>1,214</b>	<b>-</b>



**Figura 3** - Scatterplot indicando a correlação linear entre o número de espécies e de registros de aves nos *inselbergs*.

Os índices de diversidade calculados para cada ponto de amostragem nos *inselbergs* indicam diferenças importantes entre as fitofisionomias – variação espacial (**Figura 4**). Há baixa correlação entre o número de registros de aves nos pontos de amostragem e o número total de espécies observado. Para o ponto FEDA 1, por exemplo, foram obtidos 131 registros de um total de 43 espécies. Já para o ponto FEDB 4 foram registradas 41 espécies, mas a partir de 85 registros de aves. Os pontos FEDA 1, FEDB 2, FEDB 4 e FES 3 foram os mais ricos em espécies com 43, 42, 41 e 38 espécies, respectivamente. Já os pontos FEDA 4, FES 1 e FEDB 3 foram os que apresentaram menor número de espécies, sendo 22, 21 e 18, respectivamente (**Tabela 3**) (**APÊNDICE 7**). Observa-se variação tanto entre pontos de amostragem para a mesma fitofisionomia como entre fitofisionomias ou *inselbergs*.



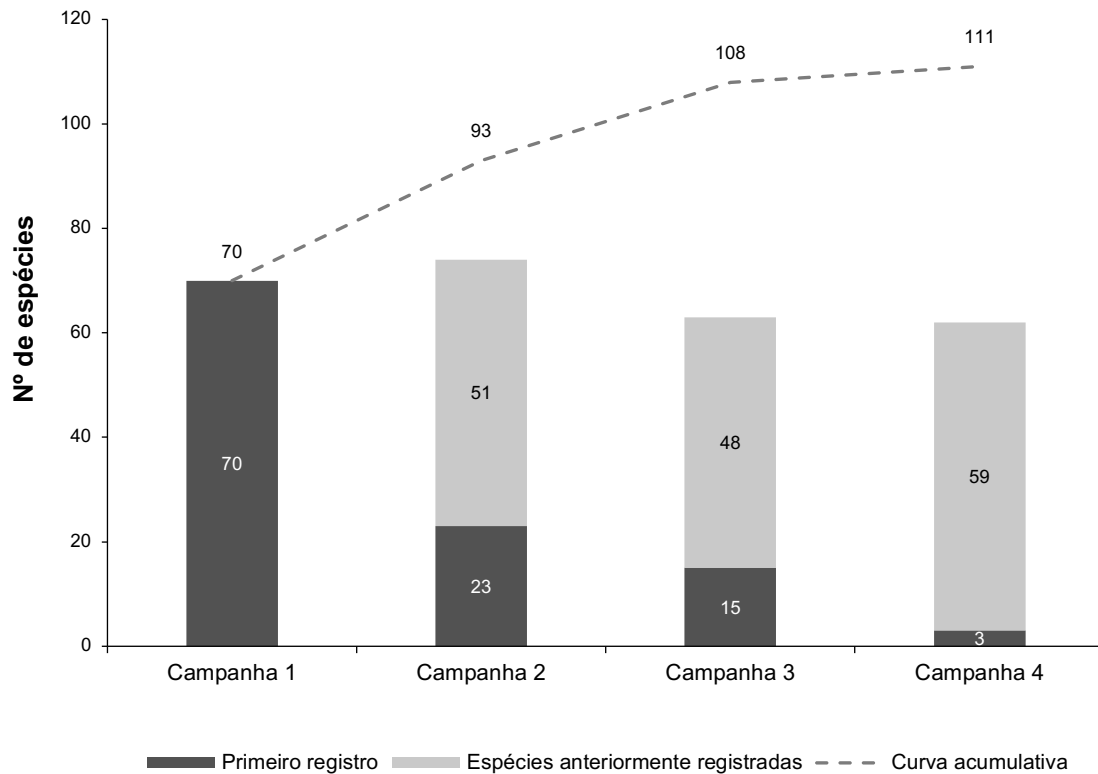
**Figura 4** - Índice de diversidade de Shannon e equitabilidade após quatro campanhas de campo para cada um dos pontos de amostragem de aves nos *inselbergs*.

O índice de Shannon-Weaver foi similar entre os pontos de amostragem com maior riqueza de espécies (FEDA 1, FEDA 2, FEDA 3, FEDB 2, FEDB 4 e FES 3), e menor nos demais pontos para os quais a riqueza observada variou de 18 a 28 espécies (Tabela 2). O maior valor foi obtido para o ponto FEDB 4 ( $H' = 3,49$ ) e o menor nos pontos com 18 e 21 espécies registradas (FEDB 3,  $H' = 2,50$  e FEs 1,  $H' = 2,52$ ). Para estes pontos a variação do índice foi influenciada pelo baixo número total de registros. Já os resultados para a análise da equitabilidade de Pielou indicam que, em geral, este índice variou muito pouco entre os pontos de amostragem, exceto para os pontos FEDA 4, FEDB 3 e FES 1, para os quais foram registradas poucas espécies, com total de registros inferiores (abundância relativa).

**Tabela 3** - Índices de diversidade calculados para cada um dos pontos e amostragem a partir do total de registros de aves de quatro campanhas realizadas nos *inselbergs*. Nota-se que em vermelho destacam-se os valores mais expressivos e em azul os menores.

Parâmetro	Pontos de amostragem											
	FEDA 1	FEDA 2	FEDA 3	FEDA 4	FEDB 1	FEDB 2	FEDB 3	FEDB 4	FES 1	FES 2	FES 3	FES 4
Riqueza observada (S <sub>obs</sub> )	43	35	33	22	26	41	18	41	21	27	38	28
Nº de registros (indivíduos)	131	135	137	90	71	134	49	85	78	81	84	139
Índice de Shannon-Weaver (H')	3,38	3,09	3,16	2,61	2,88	3,31	2,50	3,49	2,52	2,94	3,18	2,91
Equitabilidade de Pielou (J)	0,90	0,87	0,90	0,84	0,88	0,88	0,86	0,94	0,83	0,89	0,87	0,87

Observa-se também, uma variação no total de registros entre campanhas (variação temporal), tendo sido os registros para a 2ª e 3ª campanhas maiores em comparação a campanha inicial (1ª campanha) e final (4ª campanha) (Tabela 2). A avaliação cumulativa dos registros de espécies entre campanhas indica que, na medida em que há um aumento da amostragem temporal (campanha a campanha), há também um incremento importante sobre o conhecimento da comunidade de aves que efetivamente utiliza os ambientes amostrados (**Figura 5**).



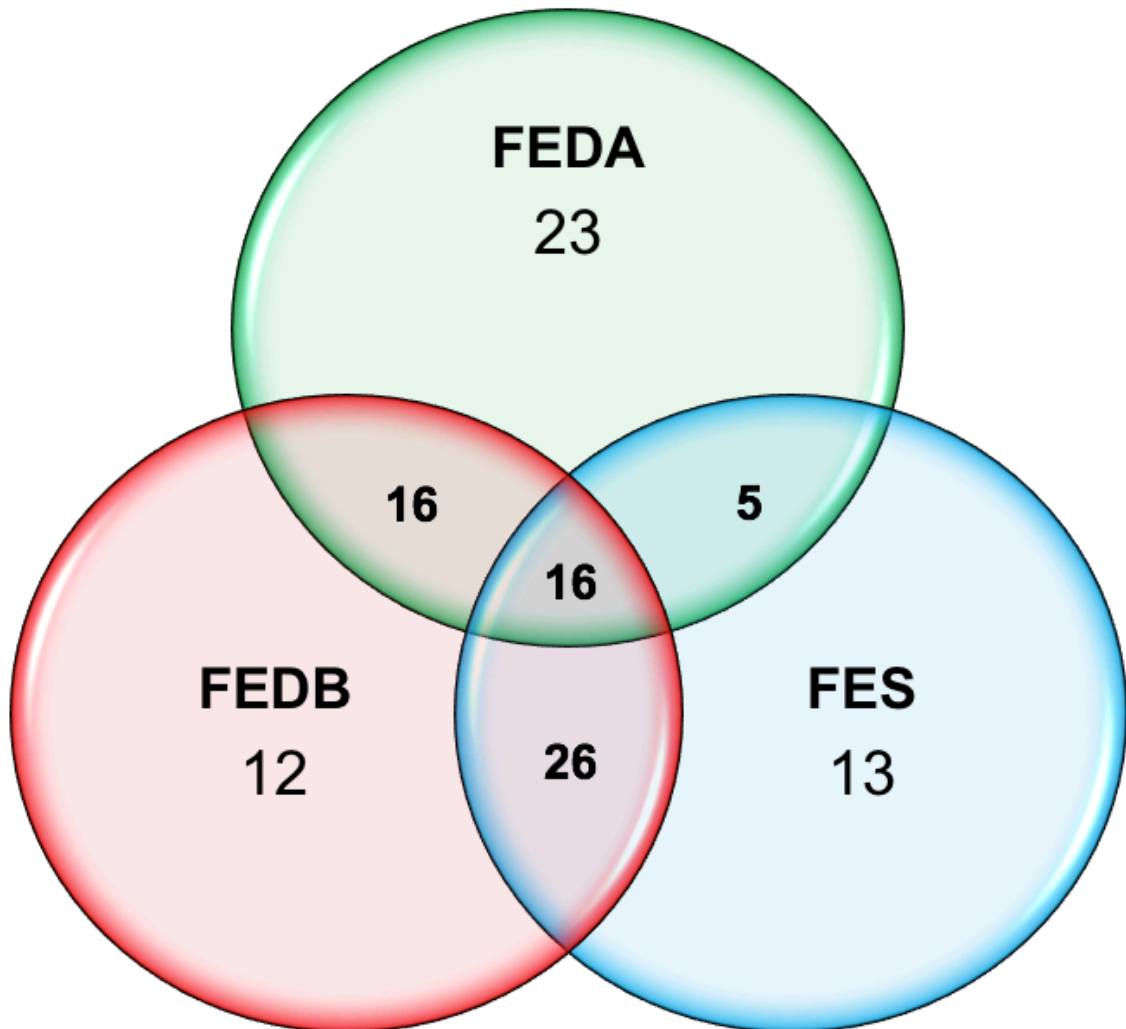
**Figura 5** - Riqueza e curva acumulativa de espécies de aves ao longo das campanhas de campo realizadas nos *inselbergs*.

Durante a 1ª campanha foram registradas 70 espécies, incluindo-se *Geranoaetus melanoleucus*, *Amazona rhodocorytha* e *Tangara seledon* (saíra-sete-cores). Na 2ª campanha foram identificadas 51 espécies que já haviam sido registradas anteriormente e obteve-se o registro de outras 23 espécies; dentre estas temos *Malacoptila striata*, *Ictinia plumbea*, *Elanoides forficatus*. Na 3ª campanha, foram registradas 15 espécies que ainda não haviam sido registradas nas duas campanhas anteriores e quatro espécies (*Amazilia lactea*, *Calliphlox amethystina*, *Myiozetetes similis*) aparecem pela primeira vez nas amostras somente a partir da 4ª campanha de campo (Figura 5).

Excluindo-se os dados obtidos por meio de registros ocasionais realizados nas mesmas áreas de amostragem, observa-se no diagrama de Venn que o maior número de espécies exclusivas ( $n = 23$ ) foi registrado nos pontos de amostragem em habitats de FEDA (Figura 6). Para a fitofisionomia FEDB foram registradas 12 espécies exclusivas e para FES 13. Já o número de espécies compartilhado por todas as fitofisionomias foi menor ( $n = 16$ ) quando comparado às espécies que foram registradas tanto em FEDB como em FES ( $n = 26$ ). Estes resultados reforçam a



importância do delineamento das amostragens considerar diferentes ambientes para o estudo mais acurado da composição de espécies de aves dos *inselbergs*.



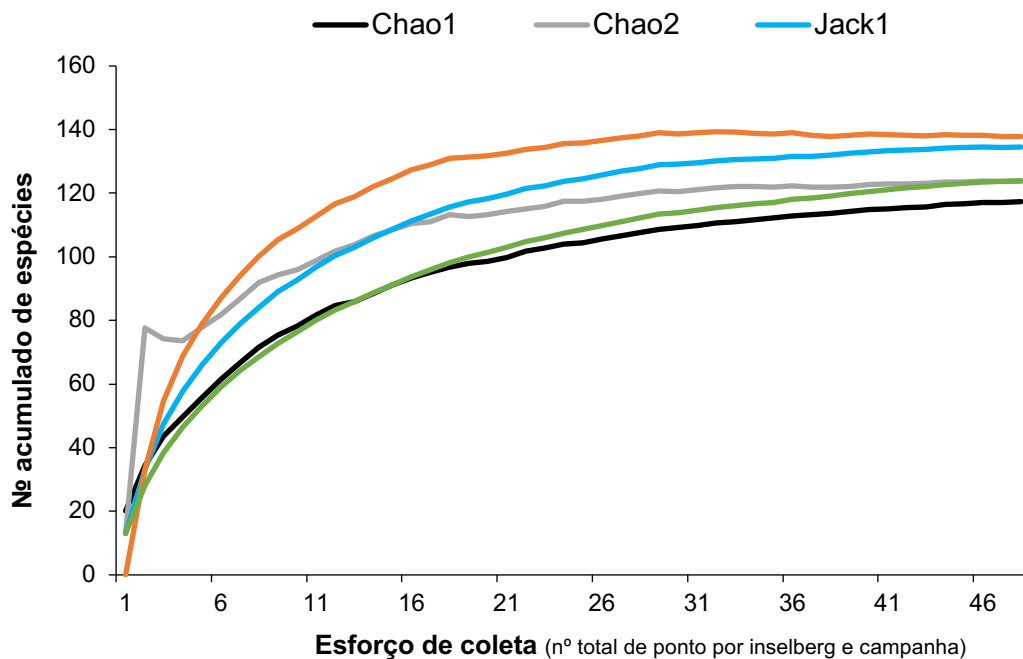
**Figura 6** - Diagrama de Venn mostrando o compartilhamento de espécies registradas em diferentes pontos da amostragem e fitofisionomias dos *inselbergs*.

Ao se analisar as espécies registradas apenas na FES, constata-se que em sua maior parte são elementos dependentes de ambientes florestais, a exemplo de: *Pteroglossus aracari*, *Glaucis hirsutus*, *Pionus maximiliani*, *Xiphorhynchus fuscus*, *Manacus manacus* e *Caryothraustes canadensis*. Já as espécies observadas apenas na FEDA apresentam alta plasticidade à degradação ambiental como *Athene cunicularia*, *Colaptes campestris*, *Thamnophilus palliatus*, *Volatinia jacarina* e *Sicalis flaveola*; com exceção de *A. rhodocorytha* e *Campephilus robustus* que habitam as formações de mata seca. Na FEDB foram registradas espécies tidas como

parcialmente migratórias, como *Ictinia plumbea* e *Elanoides forficatus* (SOMENZARI et al., 2018).

### 3.3 ESTIMATIVA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES

Os resultados das estimativas de riqueza de espécies para os estimadores Chao1, Chao2, Jack1, Jack2 e Bootstrap são apresentados na Figura 7. Grande parte dos estimadores utilizados indica que a partir de 24 pontos de amostragem (2 a 3 campanhas ou 24 a 36 pontos), o incremento na riqueza de espécies diminui significativamente. Todas as estimativas são similares e, provavelmente, subestimam o total de espécies que ocorre nas localidades avaliadas, em razão da limitação do tempo de amostragem (um ano), embora tenha sido possível identificar uma parcela significativa da comunidade de aves destes *inselbergs*.

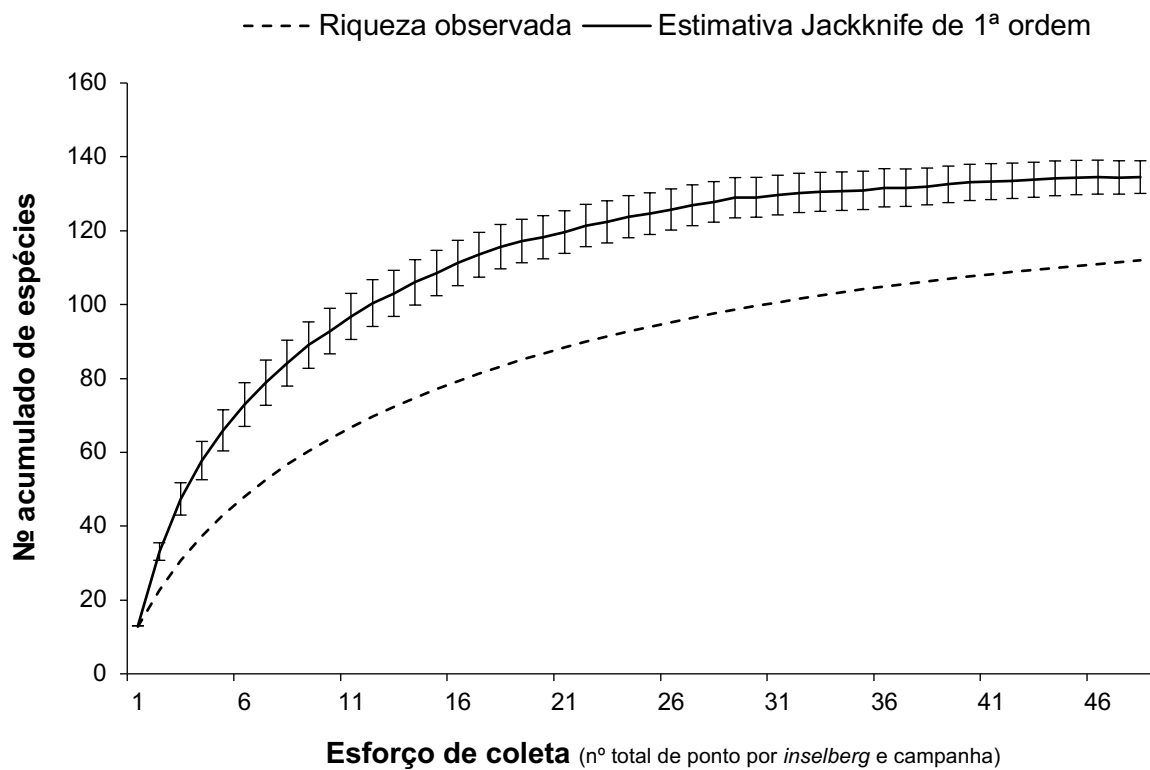


**Figura 7** - Comparação da estimativa de riqueza de espécies de aves registradas em campo nos pontos distribuídos nos *inselbergs* avaliados.

Ainda que existam pequenas variações entre as estimativas, optou-se pelo uso do estimador Jackknife de 1ª ordem. Assim, para todas as análises relativas à estimativa de riqueza e curva de acumulação ou rarefação foi utilizado o estimador Jack1 – para as 111 espécies observadas, esse estimador indica  $134,52 \pm 4,42$  espécies para os ambientes dos *inselbergs* avaliados.

A curva do coletor para os dados totais ( $n = 1.214$  registros) tende à estabilização, sugerindo que o esforço total de amostragem foi suficiente para avaliar, de forma robusta, as assembleias de aves que utilizam as formações naturais dos *inselbergs* (**Figura 8**). Mesmo que o registro de outras espécies ainda possa ocorrer nas fitofisionomias amostradas, especialmente aquelas que apresentam baixa densidade local, os resultados aqui apresentados indicam que a comunidade de aves foi bem representada em termos de número e composição de espécies. Ao compararmos os resultados aqui relatados com aqueles da literatura, verifica-se que, embora tenha sido conduzida no período de um (1) ano, a amostragem realizada assemelha-se em termos de números de registros (contatos), detectabilidade e abundância relativa com o alcançado em outros estudos que utilizaram o método de pontos de escutas (BLONDEL et al, 1981; VIELLIARD; SILVA, 1990; ANJOS, 2001; VIELLIARD, 2000; ANJOS et al., 2007; VIELLIARD et al., 2010; ANJOS et al., 2015).

Um comentário é pertinente sobre a estabilização das curvas de amostragem (suficiência amostral). Esta só é obtida de forma absoluta em circunstâncias especiais como, por exemplo, comunidades com baixa diversidade de espécies ou situações nas quais o esforço de coleta é exaustivo, após anos de estudo no mesmo local. O registro de novas espécies, em geral raras, crípticas, com alta especificidade de hábitat ou migrantes/vagantes, é fato corriqueiro mesmo em áreas que estão sendo estudadas há décadas (e.g., LEES et al., 2013). A estabilização da curva do coletor ocorre quando a probabilidade de registro de uma nova espécie nas amostras é consideravelmente baixa, tendo sido a comunidade bem representada.

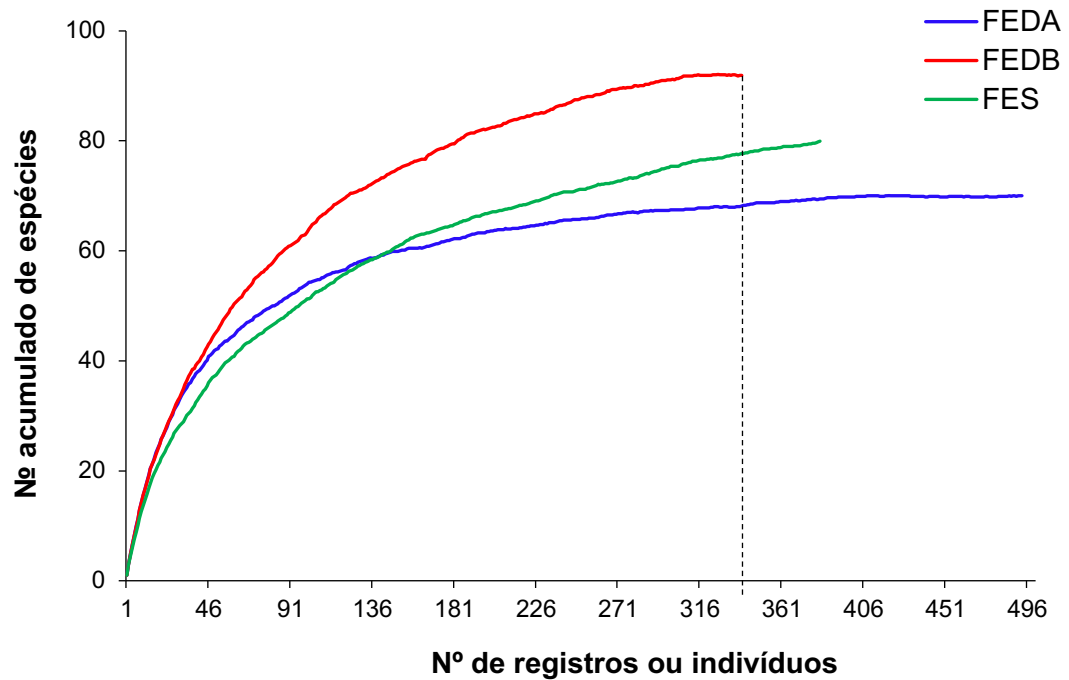


**Figura 8** - Curva do coletor para os dados totais relativos às amostragens por pontos de aves nos *inselbergs* avaliados durante as quatro campanhas de campo

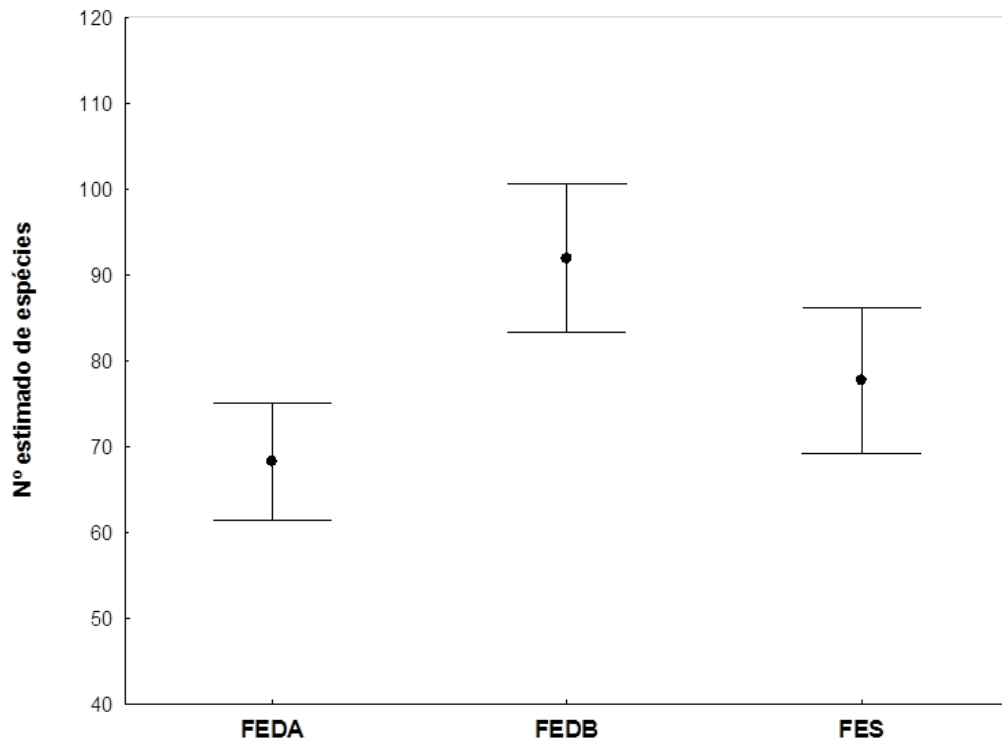
Gotelli e Colwell (2001) discutem que a curva de distribuição da riqueza de espécies para um mesmo conjunto de dados, com base no número de indivíduos registrados e no esforço de amostragem, pode levar a uma conclusão diferente. Espera-se que a distribuição da riqueza de espécies, quando se considera o esforço de amostragem, normalmente se encontre abaixo da distribuição com base no número de indivíduos, para um mesmo conjunto de dados (para exemplos ver MAGURAN (2013). A combinação de fatores como a heterogeneidade ambiental e o comportamento do indivíduo de cada espécie leva, invariavelmente, a uma distribuição de espécies não aleatória entre amostras, mesmo quando as amostras são distribuídas de forma aleatória (MAGURRAN, 2013).

Neste contexto, o número total de registros entre as três fitofisionomias avaliadas (FEDA, FEDB e FES) foi utilizado para a comparação entre as estimativas de riqueza de espécies para cada localidade. Para tanto, considerando as diferenças entre o total de registros por fitofisionomia, utilizou-se o procedimento de rarefação (**Figura 9**). Para um mesmo número de registros ( $n = 339$ ), as estimativas de riqueza para cada ambiente apresentam diferenças significativas (inferência por intervalo de

confiança;  $p < 0,05$ ) (**Figura 10**) em relação à riqueza, na seguinte ordem: FEDB ( $91,94 \pm 8,68$ ) > FES ( $77,67 \pm 8,47$ ) > FEDA ( $68,21 \pm 6,78$ ).

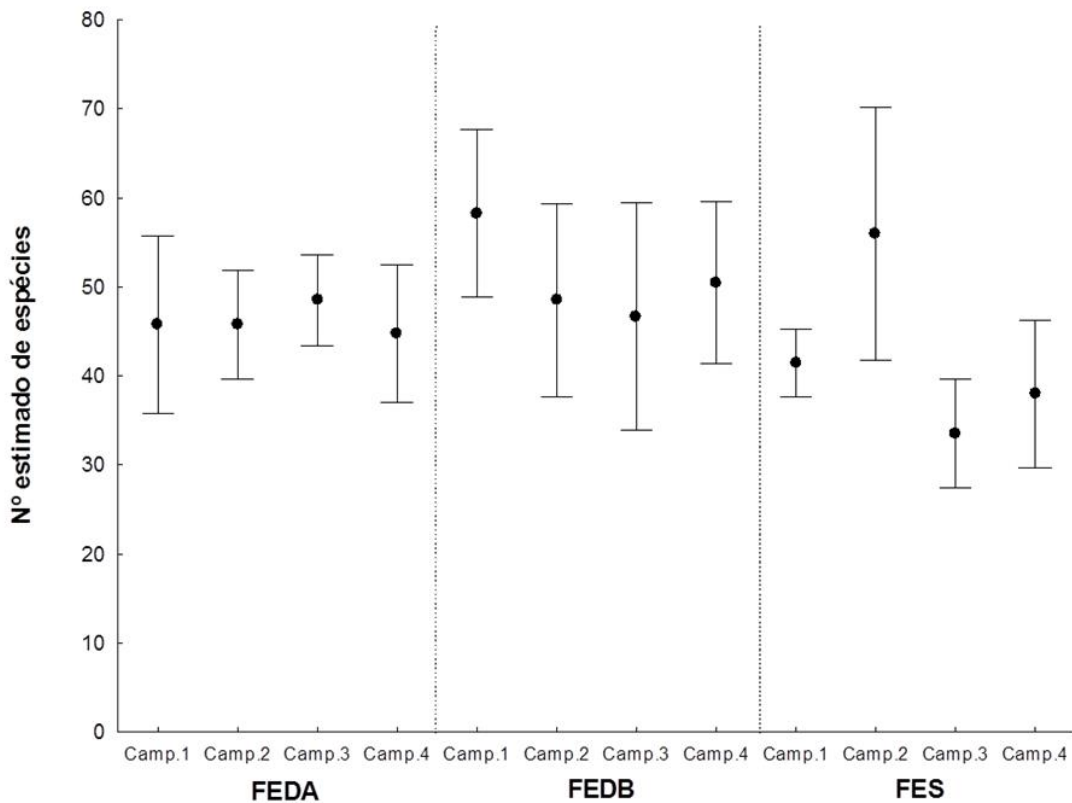


**Figura 9** - Curva média de acumulação de espécies de aves por fitofisionomia com base no número de registros. A linha tracejada indica 339 registros ou indivíduos.



**Figura 10** - *Range plot* das estimativas médias de riqueza de espécies de aves para um mesmo número de registros ( $n = 339$ ). O ponto representa a estimativa média e a barra vertical, o intervalo de confiança a 95% de probabilidade ( $IC_{95\%}$ ).

Como já apresentado, a riqueza de espécies não varia em função da condição climática do ponto de amostragem. Entretanto, a distribuição da estimativa de riqueza de espécies de aves por fitofisionomia e campanha (**Figura 11**) indica que, independentemente da campanha, a riqueza de espécies é a mesma para as fitofisionomias FEDA e FEDB (inferência por intervalo de confiança;  $p > 0,05$ ). Já para o ambiente de FEDA observa-se variação significativa nas estimativas entre campanhas, principalmente com relação à 1ª e 2ª campanhas. As evidências apontam que a diferença da riqueza pode estar associada ao aumento da disponibilidade de recursos no período chuvoso. Após o início do período chuvoso em dezembro de 2018, na segunda campanha, foi registrada a presença de espécies típicas de ambientes florestais preservados, os quais se alimentam de artrópodes e frutos; ou seja, o regime hídrico pode impactar a dinâmica da biota dos *inselbergs* (BRENDONCK et al., 2014).



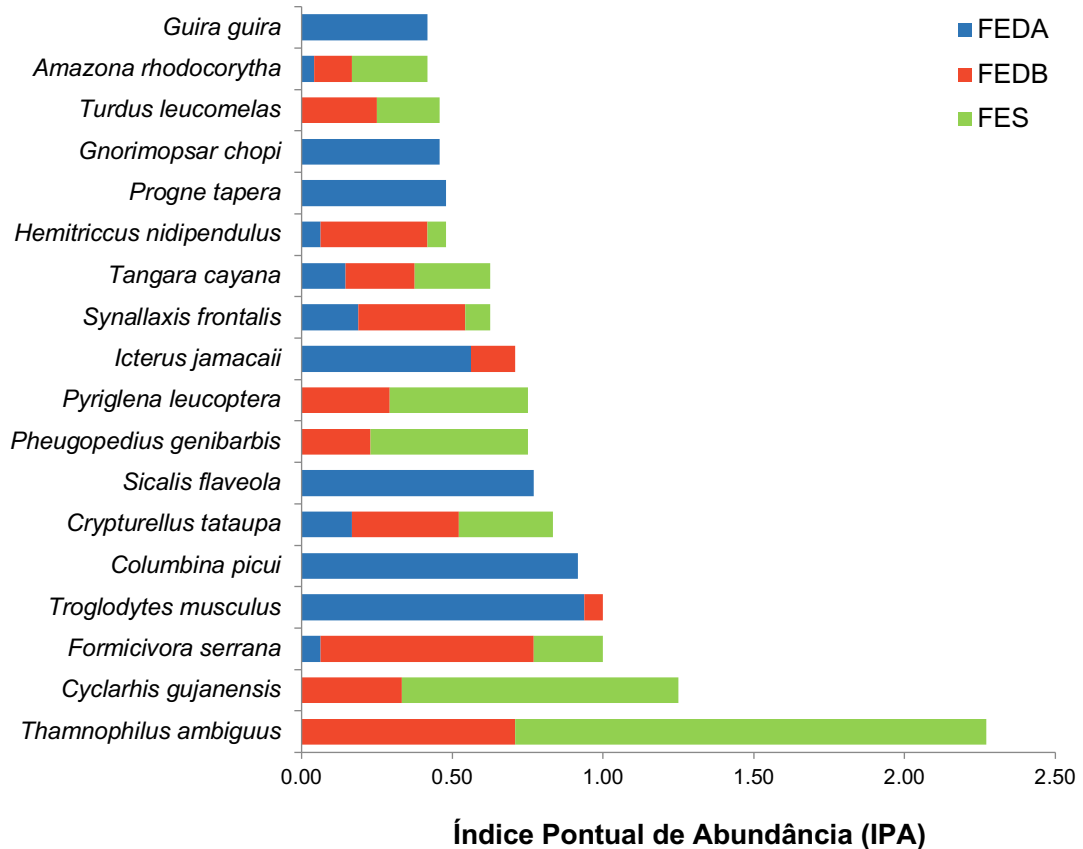
**Figura 11** - Range plot das estimativas médias de riqueza de espécies de aves por campanha e fitofisionomia. O ponto representa a estimativa média e a barra vertical o intervalo de confiança a 95% de probabilidade ( $IC_{95\%}$ ).

### 3.4 DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA

A partir do cálculo do índice Pontual de Abundância (IPA), a distribuição do número de registros (abundância relativa) por espécie de ave indica que a estrutura da comunidade é baseada numa série exponencial ( $R^2=0,966$ ). A curva se apresenta em forma de J-invertido, onde poucas espécies são mais frequentes e a maioria apresenta baixo número de registros ( $n^\circ$  de registros  $<20$  após quatro campanhas) (**Figura 12**). A distribuição do IPA das espécies de aves mais frequentes nas amostragens ( $\geq 20$  registros), por fitofisionomia, é apresentada no **ANEXO 2**. A tabela com o IPA para todas as 111 espécies registradas durante o estudo nos *inselbergs* é apresentada no **ANEXO 3**.

Do total de espécies do conjunto de dados analisado ( $n = 111$ ), 93 espécies apresentaram menos do que 20 registros após quatro campanhas de campo, em diferentes pontos de amostragem. Para estas espécies, em razão do baixo número de registros, não é possível avaliar se há efeito do ambiente ou outra variável sobre as suas populações locais. A simples ausência destas espécies na maioria das

amostragens indica baixa densidade local. Por outro lado, 18 espécies com 20 ou mais registros, representam em conjunto 56,18% do total de dados coletados em campo.

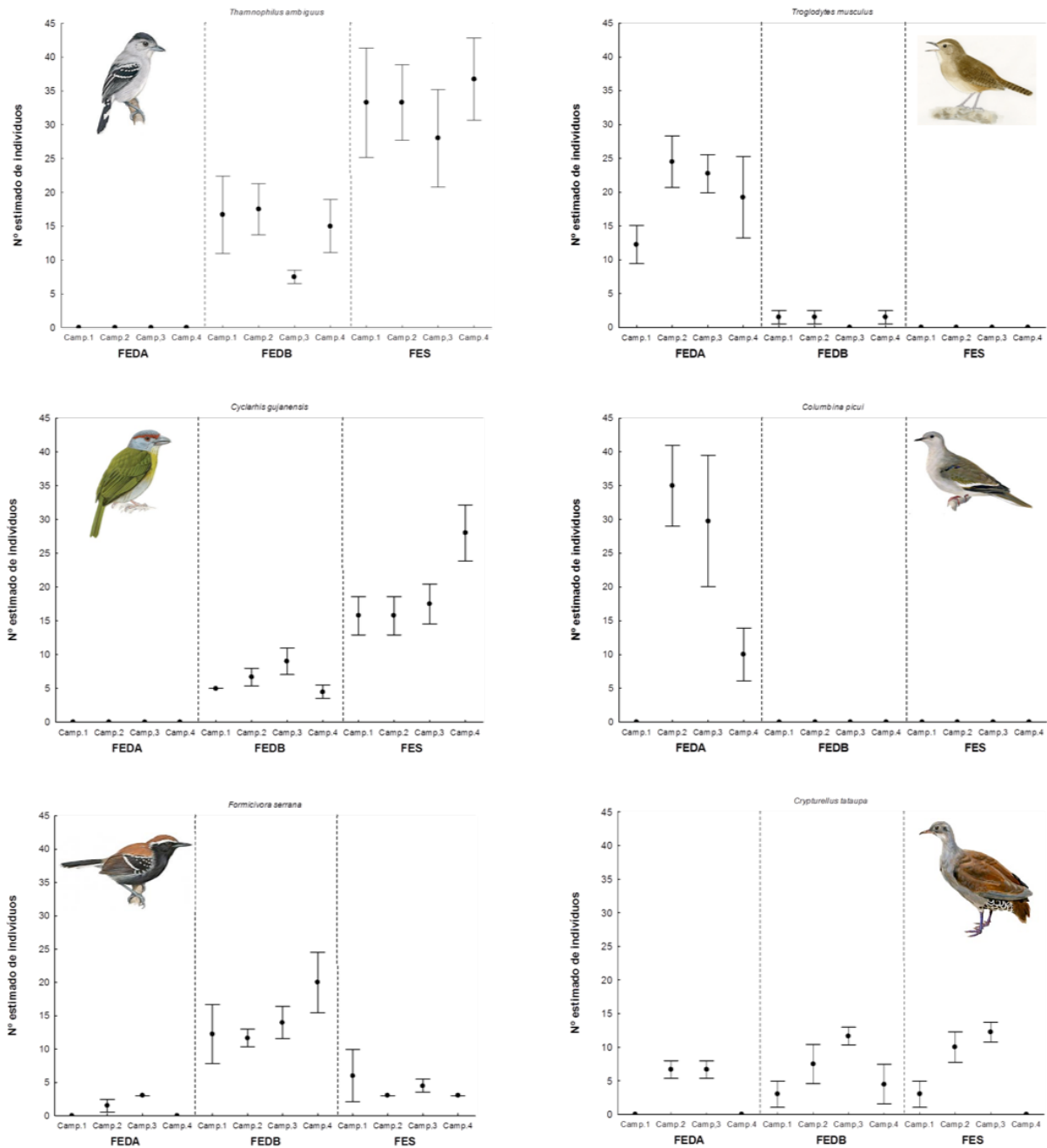


**Figura 12** - Histograma com a distribuição da abundância das 18 espécies de aves mais frequentes nas amostragens, por fitofisionomia, obtida por meio do índice Pontual de Abundância (IPA).

Estes resultados indicam que é possível avaliar a dinâmica populacional com bom grau de precisão, ao menos para as espécies mais abundantes, a exemplo de *Thamnophilus ambiguus*, *Cyclarhis gujanensis*, *Formicivora serrana*, *Troglodytes musculus*, *Columbina picui* e *Crypturellus tataupa*. Para tanto, cada registro independente das espécies acima foi considerado como o registro de um indivíduo, embora o método utilizado, em razão da ausência de captura-marcação-recaptura, não permita assegurar que os registros sejam de fato de indivíduos diferentes. Contudo, avalia-se que esta abordagem é importante para fins de recomendações de ações de conservação e manejo das aves que ocorrem nos ambientes inseridos nos *inselbergs*, mesmo considerando as limitações metodológicas e do conjunto de dados.



A variação da estimativa populacional das seis espécies mais frequentes nas amostragens é apresentada na **Figura 13**.



**Figura 13** Variação na estimativa populacional de seis espécies de aves mais frequentes nos ambientes dos *inselbergs* avaliados durante as amostragens de campo. O ponto central representa a estimativa média por campanha, e a barra vertical o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (IC<sub>95%</sub>).

*Thamnophilus ambiguus* foi registrado nos carrascos (FEDB) e nas matas úmidas (FES) obtendo o maior número de registros (n=109) dentre todas as espécies (**Tabela 4**) - sendo que não houveram variações bruscas na sua densidade populacional entre as campanhas, fator que pode estar relacionado com o efeito da

fragmentação. *Cyclarhis gujanensis* tem como habitat preferencial as matas úmidas FES e apresentou um leve incremento no tamanho da sua população durante a estação chuvosa (campanhas 2 e 3) (**Figura 13**), período onde a disponibilidade de recursos alimentares (frutos e artrópodes) é maior quando comparada a estação seca.

*Formicivora serrana* figura entre as espécies com maior número de contatos, representante endêmico da Mata Atlântica, típico nos *inselbergs* desta região, apresentando certa plasticidade entre os ambientes, porém registrada mais frequentemente na FEDB que na FES, equanto na FEDA obteve registros apenas na estação chuvosa (**Figura 12**). *Troglodytes musculus* é um típico representante das ilhas vegetacionais cercadas por rochas expostas e íngrimes, e possui alta plasticidade às condições de temperaturas extremas destes ambientes. Seu comportamento de forrageamento e tipo de seleção de habitat assemelha-se aos seus congêneres, como por exemplo, *Troglodytes aedon* que habita os penhascos do Niagara (porção ocidental dos EUA) e *Troglodytes troglodytes* no Reino Unido (LARSON et al., 2000). Ao longo deste estudo, constatou-se que houve um aumento na sua densidade populacional durante a estação chuvosa.

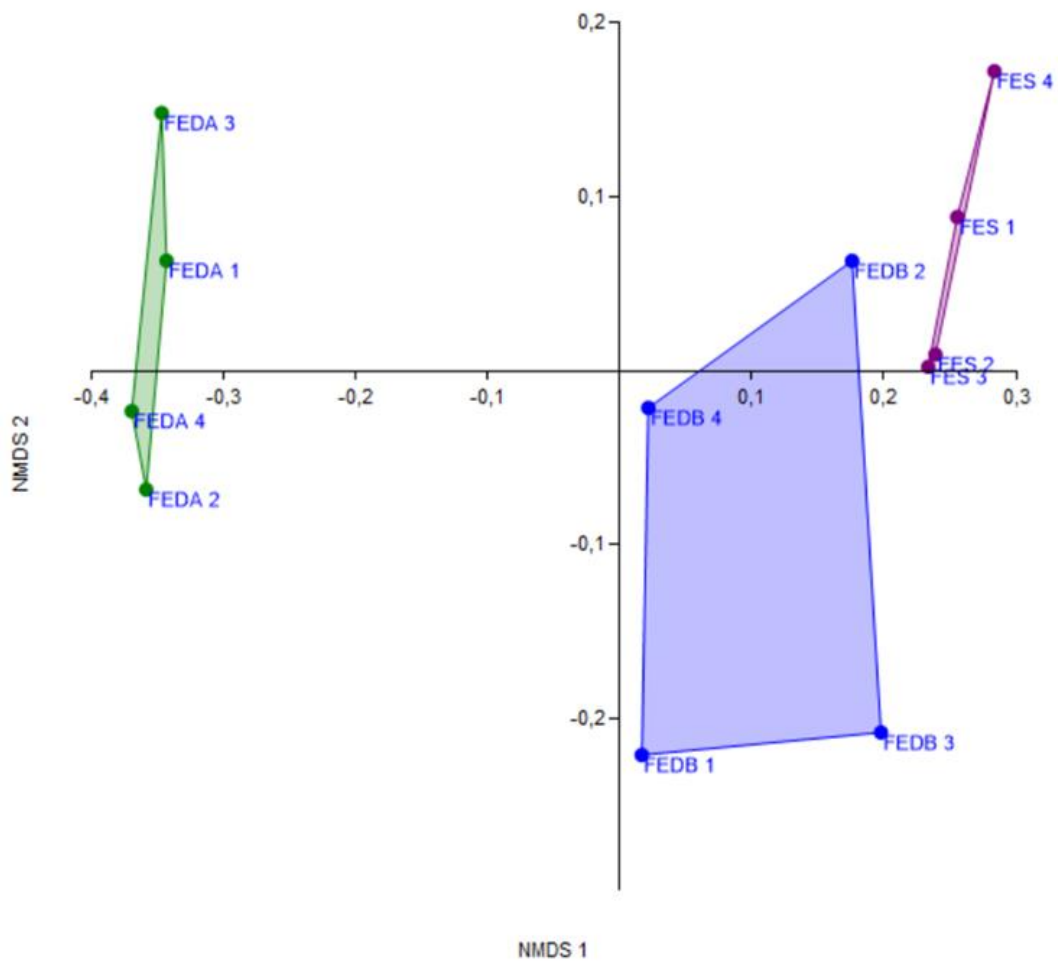
*Columbina picui* pode ser considerada uma espécie típica das matas secas (FEDA) (**Figura 12**), como foi evidenciado pelo alto número de registros, e que obteve variações significativas na densidade populacional no período chuvoso. Dentre as espécies cinegéticas, temos o inhambu-chintã, *Crypturellus tataupa*, determinada como cinegética (SICK, 1997), a qual utiliza tais ambientes como refúgios em função da pressão da caça local e principalmente, como efeito da perda de habitat e fragmentação da Mata Atlântica (RIBON et al., 2003). Ao analisar os dados das estimativas populacionais, oriundos de áreas amostrais delimitadas em 50 m de raio (0.78 ha), os valores descritos na **Tabela 4** podem ser considerados expressivos. A composição de espécies, listadas abaixo, é formada de elementos da avifauna que alimentam-se de artrópodes e pequenos vertebrados, além de frutos (SICK, 1997).

**Tabela 4** - Estimativa do tamanho populacional a partir do estimador Jackknife de 1ª ordem para seis espécies mais frequentes nos ambientes dos *inselbergs* avaliados.

Espécie	Nº total de registros	Estimativa do Tamanho Populacional					
		FEDA		FEDB		FES	
		Mín. (IC <sub>95%</sub> )	Máx. (IC <sub>95%</sub> )	Mín. (IC <sub>95%</sub> )	Máx. (IC <sub>95%</sub> )	Mín. (IC <sub>95%</sub> )	Máx. (IC <sub>95%</sub> )
<i>Thamnophilus ambiguus</i>	109	--	--	5,00	21,30	16,00	42,81
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	60	--	--	3,00	10,96	9,00	32,16
<i>Formicivora serrana</i>	48	1,00	3,98	7,00	24,53	2,00	9,92
<i>Troglodytes musculus</i>	48	7,00	28,30	1,00	2,48	--	--
<i>Columbina picui</i>	44	6,00	41,00	--	--	--	--
<i>Crypturellus tataupa</i>	40	4,00	7,98	2,00	12,98	2,00	13,72

### 3.5 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE

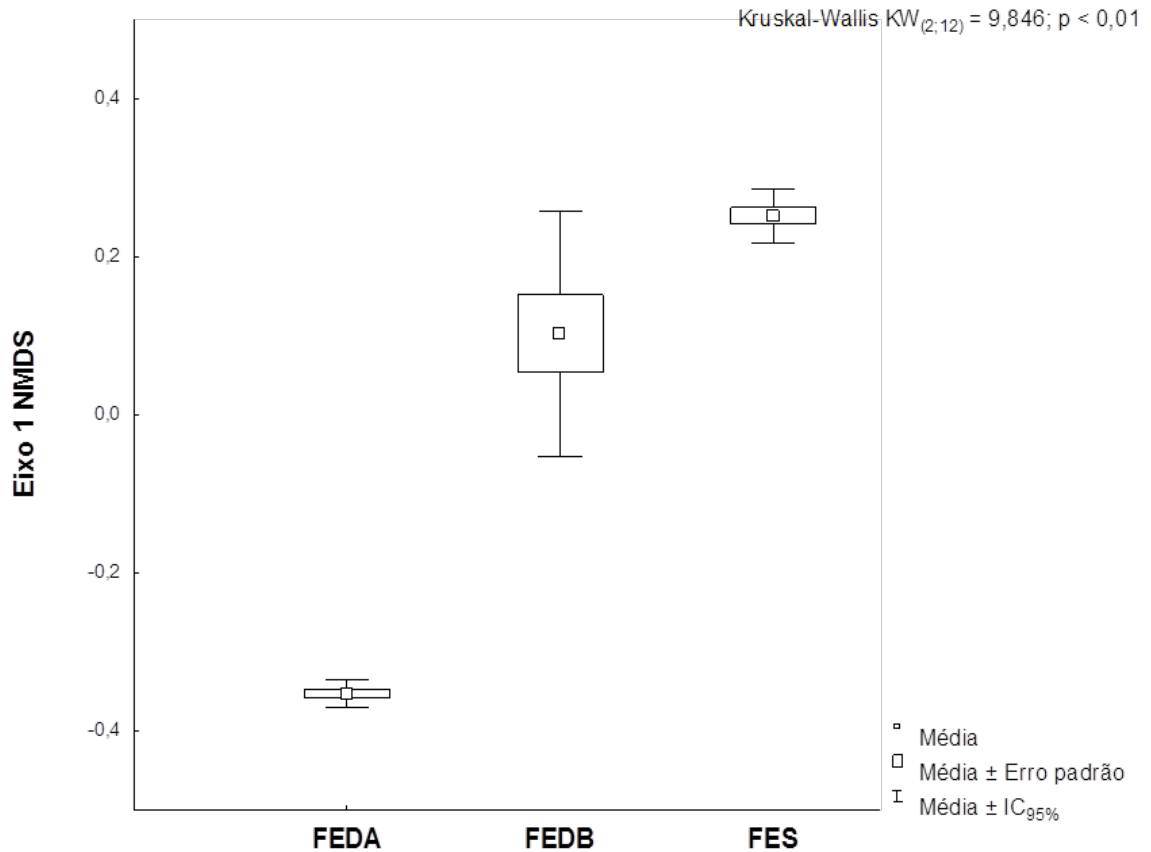
Por meio de uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) foi possível observar que existem diferenças nos agrupamentos dos pontos de amostragem que representam as diferentes fitofisionomias dos *inselbergs* avaliados. O resultado gráfico que evidencia as diferenças entre as fitofisionomias pode ser observado na relação entre as dimensões 1 e 2 da ordenação NMDS (**Figura 14**). O *stress* calculado é próximo a 10% o que, pela regra de ouro de Kruskal, indica um ajuste razoável. A composição de espécies em cada fitofisionomia, representadas por cada figura geométrica, indica que existem diferenças no padrão de estruturação das assembleias de aves entre os ambientes avaliados (ANOSIM;  $R=0,810$ ;  $p<0,01$ ), o que indica que a solução representada na ordenação NMDS evidencia que o padrão de estruturação das assembleias de aves entre fitofisionomias é dissimilar.



**Figura 14** - Análise NMDS das assembleias de aves nas diferentes fitofisionomias dos *inselbergs* avaliadas. Dois eixos explicam 83% da variação. Stress = 0,098 (~10%).

A análise de variância a partir dos dados do eixo 1 da análise NMDS reforça que existem diferenças significativas na estrutura das assembleias entre as fitofisionomias (Kruskal-Wallis,  $KW-H_{(2;12)} = 9,846$ ;  $p < 0,01$ ) (**Figura 15**). As assembleias de espécies de aves foram separadas em três grupos distintos. Os resultados indicam que o total de registros por espécie em um determinado ambiente ou fitofisionomia não é capaz de indicar o valor dessa variável para nenhuma outra assembleia, sugerindo baixa correlação e, portanto, maior dissimilaridade. Isso significa que, provavelmente, cada um dos ambientes exerce pressões diferentes que resultam em padrões distintos de estruturação das assembleias de aves. As formações de mata seca e mata úmida distribuíram-se de forma oposta (**Figuras 14 e 15**), no extremo dos eixos, evidenciando-se a diferença entre as composições de espécies, como de grupos especialistas de mata, de alta sensibilidade; e aqueles com

alta plasticidade à degradação ambiental que habitam ambientes abertos (WILLIS; 1992; WILLIS; ONIKI, 2002; ANJOS et al., 2011; 2015).



**Figura 15** - *Box plot* das diferenças entre as composições de espécies nas assembleias de aves, representadas pelo eixo 1 da análise NMDS e fitofisionomias dos *inselbergs* avaliados.

Para identificar quais táxons contribuíram para a dissimilaridade observada entre as assembleias de aves que compõem cada fitofisionomia foi realizada a análise SIMPER (*Similarity percentages – species contributions*). Do total de espécies (n = 111), um conjunto de 31 espécies de aves foi responsável por 70% da dissimilaridade entre as fitofisionomias avaliadas (**ANEXO 2**). Parte da dissimilaridade entre as fitofisionomias se deve às espécies que foram registradas exclusivamente em um único ambiente, como discutido no item sobre o diagrama de Venn. Contudo, a maior diferença se deve à abundância média de cada espécie entre os ambientes. Para *Thamnophilus ambiguus*, por exemplo, obteve-se o dobro de registros em FES em comparação com FEDB. Essa espécie realiza movimentos junto com *Pyriglena leucoptera*, entre a FEDB e FES durante a estação chuvosa. Já o registro de

*Formicivora serrana* em FEDB foi três vezes maior que em FES; e 11 vezes maior que os registros da mesma espécie para FEDA.

Uma revisão do estado da arte sobre o conhecimento da avifauna de *inselbergs* ao redor do globo revelou um banco de dados incipiente e com limitações que permitissem inferências e/ou correlações com os dados aqui apresentados; pois, em muitas das ocasiões, não é referenciado o ambiente no inselberg e/ou tipo de fitofisionomia associada ao registro (VINCENT, 1933; 1936; BROWN, 1991; RYAN et al., 1999; SIMON et al., 2007; SIMON et al., 2008; FISHPOOL; BAYLISS, 2010; BAYLISS et al., 2014; SPOTTISWOODE et al., 2016).

A maior parte dos estudos ornitológicos resumem-se à listas de espécies, com associações a frequência de ocorrência, mas com uso de intervalos de classe e não dados de contagens na sua maioria (VINCENT, 1933; 1936; BROWN, 1991; ROBERTSON et al., 1998; RYAN et al., 1999; BAYLISS, 2010; BAYLISS et al., 2014). Um fator que merece destaque é a similaridade com as informações descritas sobre os inselbergs da África, os quais comportam elementos raros, endêmicos e ameaçados da avifauna, pertencentes a famílias como: Psittacidae (papagaios, maritacas), Acciptridae (águias), Falconidae (falcões) e Cisticolidae (*Apalis apalis*); similar aos resultados obtidos nesta região do Corredor Central da Mata Atlântica.

Os inventários realizados no Espírito Santo nas últimas décadas cobriram áreas com *inselbergs*, como o Monumento Natural da Serra das Torres e o parque municipal da Fonte Grande (SIMON et al., 2007; SIMON et al., 2008). No entanto, o fato de compilarem uma listagem de espécies sem associar o registro a fitofisionomia e/ou habitat limitou a execução de análises que permitissem avaliar a composição, riqueza e diversidade de espécies de aves associadas aos *inselbergs*. A aplicação de metodologias padronizadas, como os pontos de escutas com 50 m de raio, em estudos ornitológicos para o ambiente de *inselberg* é crucial, pois possibilitará comparações mais refinadas sobre a diversidade entre as assembleias de aves (VIELLIARD; SILVA, 1990; VIELLIARD, 2000; DEVELEY, 2003; FRANZLE, 2003; LACHER et al., 2005; CAVARZERE; SILVEIRA, 2014).

Há uma variação na composição da assembleia de aves, visto a dissimilaridade aqui observada entre os ambientes, como também o *turnover* de espécies com o início e final das estações seca e chuvosa. A título de exemplo, *Rhytipterna simplex*, *Caryothraustes canadensis* foram registrados no início da estação chuvosa, após o início do processo de floração e frutificação das florestas estacionais semidecíduais;

foram observados forrageando e compartilhando territórios com espécies residentes como *Tangara cayana* e *Tangara seledon*. Tal fato, corrobora a hipótese de KARR e ROTH (1971) de que a extensão do habitat utilizado pela avifauna tropical pode variar de acordo com a disponibilidade de recursos alimentares, e que as espécies frugívoras sobrepõem territórios com maior facilidade do que as espécies insetívoras. Em relação aos frugívoros de maior porte, como *Amazona rhodocorytha* e *Pteroglossus aracari*, houve sobreposição de territórios, e não foram registradas relações agonísticas entre as espécies - possivelmente pela disponibilidade de recursos alimentares, como as palmeiras dos gêneros *Attalea* sp., *Euterpes edulis*, e *Syagrus* sp., abundantes nas áreas caracterizadas pelas formações de carrasco e mata.

A dissimilaridade entre as assembleias de aves nas diferentes formações florestais, explicitada pela análise de NMDS (**Figura 15**), dá indícios que há uma forte relação entre os elementos da fauna e da flora, visto a importância deste grupo faunístico para a dinâmica e manutenção de processos ecológicos como a polinização e dispersão de sementes, que frequentemente são espécie e/ou grupo-específico (PEAKALL; BOYD, 1987; CANTEBURY et al., 2000; WOLTMANN, 2003; RIBON et al., 2003; ANJOS et al., 2011; 2015).

### 3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que os inselbergs possuem uma elevada riqueza de espécies de aves quando comparado a listagem do Espíro Santo (CAPDEVILE et al., 2019), abrigando elementos florestais de baixadas das matas úmidas (SRBEK-ARAUJO et al., 2014). Porém, nas matas secas é observada a presença de representantes da Caatinga como *Nyctidromus hirundinaceus vielliardi*, a qual necessita de mais pesquisas sobre a sua distribuição e biologia. A comunidade de aves presente nos *inselbergs* descreve uma parte da composição de espécies que outrora habitaram essa porção da bacia: a fragmentação e perda de habitat descritas inicialmente por naturalistas na época do Porto de Souza, final do século XIX (HARTT, 1870), culminou no atual processo de extinção de aves - principalmente àquelas com alto nível de sensibilidade (FRAGA et al., 2019). Não obstante, foram registradas interações entre aves e grupos da flora que fornecem recursos alimentares em condições de extrema seca; portanto, é visto que há uma lacuna enorme no

conhecimento acerca dos processos ecológicos e evolutivos destes ambientes. Todavia, as análises devem ser vistas com certa cautela por representarem um curto espaço de tempo.

A denominação de ilhas de vegetações isoladas, descrita em diferentes publicações, merece uma revisão crítica no que tange a fauna, uma vez que, foi observado a dispersão de aves frugívoras e polinizadoras entre os *inselbergs*. Os *inselbergs* atuam como unidades conectadas, pelo nível de interação ecológica entre a fauna e flora, podendo estar ligados entre si de tal forma, que a perda de habitat em função da sua exploração pode acarretar perdas consideráveis da biota (POREMBSKI et al., 2016), pela extinção de processos ecológicos cruciais na manutenção e evolução da dinâmica deste ambiente. O uso dos *inselbergs* por migrantes para reprodução, obtenção de recursos alimentares, dormitório e nidificação, demonstra - em parte - que a crescente extinção destes ambientes pode ter efeitos negativos e irreversíveis em longa escala. Se observarmos o tamanho da área de estudo, o nível de sensibilidade, raridade e endemismo, além das espécies que figuram em categorias de ameaça, é nítida a relevância destes ambientes para a conservação da avifauna da bacia do rio Doce.

O mapeamento dos *inselbergs* da mata Atlântica é de altíssima urgência porque poderá desencadear uma série de ações que priorizem o seu uso para a manutenção da conectividade entre corredores ecológicos, neste caso em específico o corredor Central da Mata Atlântica. Há uma enorme carência de estudos que visem identificar os mecanismos/características adaptativas que interferem na dinâmica da biota dos *inselbergs* (DE PAULA et al., 2015), estudos estes que subsidiariam a propositura de ações pautadas na manutenção e preservação destes ambientes (POREMBSKI et al., 2016).

A coleta de espécimes nos *inselbergs*, em especial a avifauna, representa uma das maiores lacunas para a conhecimento e conservação destes ambientes, visto o risco eminente de extinção destes habitats pela exploração extrativista de rochas ornamentais. Portanto, sugere-se a propositura de projetos com foco na História Natural e principalmente, que sejam pautados de tal maneira que permitam o resgate da informação científica, com o tombamento de espécimes em diferentes museus.



#### 4 REFERÊNCIAS

- ANA – **Trecho Leste: sinopse de informações do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia e Sergipe.** (cd nº 4) Série: Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos, 2001.
- ANJOS, L. **Bird communities in five Atlantic Forest fragments in southern Brazil.** *Ornitol. Neotrop.* 12, 11–27, 2001.
- ANJOS, L. **A eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da riqueza de aves.** *Rev. Bras. Ornitol.* 15, 239–43, 2007.
- ANJOS, L., COLLINS, C. D.; HOLT, R. D. **Bird species abundance–occupancy patterns and sensitivity to forest fragmentation: implications for conservation in the Brazilian Atlantic Forest.** *Biol. Conserv.* 144, 2213–22, 2011.
- ANJOS, L., COLLINS, C. D.; HOLT, R. D.; VOLPATO, G. H.; LOPES, E. V.; BOCHIO, G. M. **Can habitat specialization patterns of Neotropical birds highlight vulnerable areas for conservation in the Atlantic rainforest, southern Brazil?** *Biol. Conserv.* 188, 32–40, 2015.
- BAEV, P. V.; PENEV, L. D. **BIODIV 5.1 - program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis.** Pensoft, Sofia, 1995.
- BAYLISS, J.; TIMBERLAKE, J.; BRANCH, W.; BRUESSOW, C.; COLLINS, S.; CONGDON, C.; CURRAN, M.; DE SOUSA, C.; DOWSETT, R.; DOWSETT-LEMAIRE, F. **The discovery, biodiversity and conservation of Mabu forest—the largest medium-altitude rainforest in southern Africa.** *Oryx* 48: 177–185, 2014.
- BECKER, P. H. **Biomonitoring with birds.** IN: MARKET, B. A.; BREURE, A. M. **Bioindicators and biomonitors: principles, concepts and applications.** Elsevier, 2003.
- BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; Hill D. A. **Bird census techniques.** Academic Press Limited. Cambridge, 1993.
- BLONDEL, J.; FERRY, C.; FROCHOT, B. **Point counts with unlimited distance.** *Studies in Avian Biology* (6):414-420, 1981.

- BOULINIER, T.; NICHOLS, J. D.; HINES, J. E.; SAUER, J. R.; FLATHER, C. H.; POLLOCK, K. H. **Forest fragmentation and bird community dynamics: inference at regional scales.** *Ecology*, 82(4):1159-1169, 2001.
- BRENDONCK, L.; JOCQUÉ, M.; TUYTENS, K.; TIMMS, B. V.; VANSCHOENWINKEL, B. **Hydrological stability drives both local and regional patterns in rock pool metacommunities.** *Oikos*:001-009, 2014.
- BROWN, C. **Birds of the Brandberg and Spitzkoppe.** 1-5, 1991. [http://the-eis.com/elibrary/sites/default/files/downloads/literature/Birds%20of%20the%20Brandberg Spitzkoppe Brown 1991.pdf](http://the-eis.com/elibrary/sites/default/files/downloads/literature/Birds%20of%20the%20Brandberg%20Spitzkoppe%20Brown%201991.pdf)
- BROOKS, T. M.; PIMM, S. L.; OYUGI, J. O. **Time lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments.** *Conservation Biology* 1140-1150, volume 13, N° 5, 1999.
- BUCKLAND, S. T.; MAGURRAN, A. E.; GREEN, R. E.; FEWSTER, R. M. **Monitoring change in biodiversity through composite indices.** *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 243–254, 2005.
- BUSSEL, J.; JAMES, S. H. **Rocks as museums of evolutionary processes.** *Journal of the Royal Society of Western Australia*. 80:221-229, 1997.
- CANTEBURY, G. E.; MARTIN, T. E.; PETIT, D. R.; PETITI, L. J.; BRADFORD, D. F. **Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring.** *Conservation Biology* 14:544-558, 2000.
- CAPDEVILE, T.; BONFA, G.; SILVA, B.; MAGNAGO, G.; ANDRADE, F. **Revisão da Lista das Aves do Estado do Espírito Santo.** *In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA 2019, Anais* p. 156.
- CAVARZERE, W.; SILVEIRA, L. F. **Bird species diversity in the Atlantic Forest of Brazil is not explained by the Mid- Domain Effect.** *Zoologia* 29 (4): 285-292, 2014.
- CHAVES, A. V.; FREITAS, G. H.; VASCONCELOS, M. F.; SANTOS, F. R. **Biogeographic patterners, origin and speciation of the endemic birds from eastern Brazilian mountaintops: a review.** *Systematics and Biodiversity*, 13(1): 1-16, 2015.
- CLARKE, K. R. **Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure.** *Aust. J. Ecol.* 18:117-143, 1994. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>

- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. W. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Bournemouth, Bourne, 1994.
- CLEMENTS, J. F.; SCHULENBERG, T. S.; LLIFF, M. J.; BILLERMAN, S. M.; FREDERICKS, T. A.; SULLIVAN, B. L.; WOOD, C. L. **The eBird/Clements Checklist of Birds of the World: v2019**. Downloaded from <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>
- COLWELL, R. K.; CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; LIN, S. Y.; MAO, C. X.; CHAZDON, R. L.; LONGINO, J. T. **Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages**. *Journal of Plant Ecology* 5:3-21, 2012.
- COLWELL, R. K. 2013. **Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9. University of Connecticut. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- COPAM – **Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais** - Deliberação Normativa COPAM Nº 147, 2010.
- COUTO, D. R.; FRANCISCO, T. M.; MANHÃES, V. C.; DIAS, V. M.; PEREIRA, M. C. **A. Floristic composition of a Neotropical inselberg from Espírito Santo state, Brazil: an important area of conservation**. *Check List* 13(1):2043, 2017.f
- DE MARCO JUNIOR, P.; PAGLIA, A. P. **Estatística e interpretação de dados**. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; PADUA, C. V. (Org.) *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Editora UFPR, 2003.
- DE PAULA, L. F. A.; NEGREIROS, D.; AZEVEDO, L. O.; FERNANDES, R. L.; STEHMANN, J. R.; SILVEIRA, F. A. O. **Functional ecology as a missing link for conservation of a resource-limited flora in the Atlantic forest**. *Biodiversity and Conservation* 24: 2239–2253, 2015.
- DE PAULA, L. F. A.; FORZZA, R. C.; NERI, A. V.; BUENO, M. L.; POREMBSKI, S. **Sugar Loaf Land in south-eastern Brazil: a centre of diversity for mat-forming bromeliads on *inselbergs***. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 459–476, 2016.
- DE PAULA, L. F. A.; MOTA, N. F.; VIANA, P. L.; STEHMANN, J. R. **Floristic and ecological characterization of habitat types on an inselberg in Minas Gerais, southeastern Brazil**. *Acta Botanica Brasilica* 31: 199–211, 2017.
- DE PAULA, L., COLMENARES-TREJOS, S.; ROSADO, B. H. P.; MATTOS, E. A.; BELLO, F.; POREMBSKI, S.; SILVEIRA, F. A. O. **High plant taxonomic beta**

- diversity and functional and phylogenetic convergence between two Neotropical *inselbergs*. *Plant Ecology & Diversity*, 2019. <https://doi.org/10.1080/17550874.2019.1673846>
- DEVELEY, P. F. **Métodos para estudo com aves. Pp153-168. IN: Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre.** In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; PADUA, C. V. (Org.) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Editora UFPR, 2003
- FELDSÅ, J.; KRABBE, N. **Birds of the High Andes.** Zoological Museum, University of Copenhagen, Denmark. Pp 876, 1990.
- FERRAZ, G., MARINELLI, C. E., LOVEJOY, T. E. **Biological Monitoring in the Amazon: recent progress and future needs.** *Biotropica* 40 (1):7-10, 2008.
- FISHPOOL, L. D. C.; BAYLISS, J. **Brief notes on the birds of Mount Inago, northern Mozambique.** *Bull ABC*, vol 17nº 2, 2010.
- FRAGA, C. N.; FORMIGONI, M. H.; CHAVES, F. G. **Fauna e Flora Ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo.** 2019.
- FRANZLE, O. **Bioindicators and environmental stress assessment.** IN: MARKET, B. A.; BREURE, A. M. *Bioindicators and biomonitoring: principles, concepts and applications.* Elsevier, 2003.
- GIRÃO, W.; ALBANO, C.; CAMPOS, A. A. **Inselbergs as habitat to the critically endangered grey-breasted parakeet (*Pyrrhura griseipectus*), an endemic species from northeastern Brazil.** *Revista Brasileira de Ornitologia*, 18(2):130-132, 2010.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. **Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness.** *Ecol. Lett.* 4:379-391, 2001.
- GOUDIE, A. **Encyclopedia of Geomorphology.** Volume 1. Routledge. Pp 1202, 2004.
- GRATNSAU, R. **Guia Completo Para Identificação Das Aves Do Brasil.** São Carlos, SP: Vento Verde, Volume 1, 2010a.
- GRATNSAU, R. **Guia Completo Para Identificação Das Aves Do Brasil.** São Carlos, SP: Vento Verde, Volume 2, 2010b.
- GREGORY, R. D.; GIBBONS, D. W.; DONALD, P. F. **Bird census and survey techniques.** In: SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. E. (Org.) *A Handbook of Techniques.* Oxford University Press, Editora UFPR, 2004.

- HARTT, C. F. **Geology and physical geography of Brazil**. Boston: Fields Osgood, 620 p. 1870.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- HASELMAYER, J., QUINN, J. S. **A comparison of point count and sound recording as bird survey methods in Amazon southeast Peru**. *The Condor* 102:887-893, 2000.
- HELTSHE, J. F. & FORRESTER, N. E. 1983. **Estimating species richness using the jackknife procedure**. *Biometrics*, v.39, p.1-11.
- HOPPER, S. **OCBIL theory: Towards an integrated understanding of the evolution, ecology and conservation of biodiversity on old, climatically buffered, infertile landscapes**. *Plant and Soil*: 322(1):49-86, 2009.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências. 2ª edição. Pp 271, 2012.
- INGELS, J., BARNETT, J. M., VASCONCELOS, M. F., JACKSON, H. D. **The habitat preference of the endemic Pygmy Nightjar *Nyctipolus hirundinaceus* (Caprimulgidae) of Brazil**. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 22 (2): 210-214, 2014.
- IUCN **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2017-3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 10 April, 2021.
- JUNIOR, H. V. P.; OLIVEIRA, L. A.; DE PAULA, L. F. A.; COVRE, C.; MENEZES, L. F. T.; PEREIRA, M. C. A.; FORZZA, R. C. **Plantas dos Afloramentos Rochosos do Norte do Capixaba**. 2017 <https://fieldguides.fieldmuseum.org>
- KARR, J. R.; ROTH, R. R. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *The American Naturalist*. Vol 105, No. 945, 423-436, 1971.
- KLUGE, M.; BUDEL, B. **Inselbergs: Vegetation, Diversity and Ecology**. In: DEL CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S.; RICO-GRAY, V. *Tropical Ecology and Conservation Management – Volume IV: Botany*. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. 2009.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2nd ed. Menlo Park, California: Benjamin/Cummings, 1999.
- KRUSKAL, J. B. **Multidimensional scaling by optimizing goodness-of-fit to a nonmetric hypothesis**. *Psychometrika*, 29(1), 1964.

- LARSON, D. W.; MATHES, U.; KELLY, P. E. **Cliff Ecology: Pattern and Process in Cliff Ecosystems**. Cambridge University Press. Pp 340. 2005.
- LACHER Jr., T.; BRANDES, T. S.; SANDERSON, J. **Avian monitoring protocol**. TEAM - Tropical Ecology Assessment and Monitoring. 2005.
- LEES, A. C.; MOURA, N. G.; ANDRETTI, C. B.; DAVIS, B. J. W.; LOPES, E. V.; HENRIQUES, L. M. P.; ALEIXO, A.; BARLOW, J.; FERREIRA, J.; GARDNER, T. A. **One hundred and thirty-five years of avifaunal surveys around Santarém, central Brazilian Amazon**. Revista Brasileira de Ornitologia 21(1), 16-57, 2013.
- LOPES, L. E. **The range of the curls-crested jay: lessons for evaluating bird endemism in the South American Cerrado**. Divers. And Distrib. 2007
- MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. **Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise**. Londrina: Planta, 2003.
- MAGURRAN, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Science, 256p.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Editora UFPR, 2013.
- MALLET-RODRIGUES, F.; PARRINI, R.; PIMENTEL, L. M. S.; BESSA, R. **Altitudinal distribution of birds in a mountainous region in southeastern Brazil**. Zoologia (Curitiba, Impr.) [online]. 2010, vol.27, n.4, pp.503-522. ISSN 1984-4670. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702010000400003>.
- MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3 ed. Porto Alegre. Bookman, 2008.
- MMA, 2006. **O corredor central da Mata Atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Pp 46, 2006.
- MOREIRA-LIMA, L.; SILVEIRA, L. F. **Aves da Mata Atlântica**. In: MONTEIRO-FILHO, CONTE, C. E. Revisões em Zoologia: Mata Atlântica. Curitiba. Ed UFPR, 2018.
- OLLIER, C.; PAIN. C. **The origin of mountains**. Routledge. Pp 400, 2000.
- OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. **Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo**. Biota Neotropica v7(n2): 37-47, 2007.

- OLMOS, F.; SILVA, W. A. G.; ALBANO, C. G. **Aves de oito áreas de Caatinga no Sul do Ceará e Oeste de Pernambuco, nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade.** Papéis Avulsos de Zoologia, volume 45 (14):179-199, 2005.
- OTIS, D. L.; BURNHAM, K. P.; WHITE, G. C.; ANDERSON, D. R. **Statistical inference from capture data on closed animal populations.** Wildlife monographs, (62), 3-135, 1978.
- PARKER III, T. A. **On the use of the tape recorders in avifaunal surveys.** Auk, v. **108, p. 443-444, 1991.**
- PEAKALL, D. B.; BOYD, H. **Birds as bio-indicators of environmental conditions.** ICBP Technical Publication 6:113–118, 1987.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; WIEDEMANN-LEONARDOS, A. C. **Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, Eastern Brazil.** In: U.G. CORDANI, E. J.; MILANI, A.; THOMAZ FILHO, D. A.; Campos (eds). Tectonic evolution of South America. Rio de Janeiro, 265-285, 2000.
- PENA, N. T. L.; ALVES-ARAÚJO, A. **Angiosperms from rocy outcrops of Pedra do Elefante, Nova Venécia, Espírito Santo, Brazil.** Rodriguesia 68 (5):1895-1905, 2017.
- PIACENTINI, V.Q., A. ALEIXO, C.E. AGNE, G.N. MAURIO, J.F. PACHECO, G.A. BRAVO, G.R.R. BRITO, L.N. NAKA, F. OLMOS, S. POSSO, L.F. SILVEIRA, G.S. BETINI, E. CARRANO, I. FRANZ, A.C. LEES, L.M. LIMA, D. PIOLI, F. SCHUNCK, F.R. AMARAL, G.A. BENCKE, M. COHN-HAFT, L.F.A. FIGUEIREDO, F.C. STRAUBE; CESARI., E. **Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos.** Revista Brasileira de Ornitologia 23(2): 91-298, 2015.
- PINHEIRO, F.; COZZOLINO, S.; DRAPER, D.; BARROS, F.; FELIX, L. P.; FAY, M. F.; PALMA-SILVA, C. **Rocky outcrop orchids reveal the genetic connectivity and diversity of *inselbergs* of the northeastern.** Evolutionary Biology. 14:49, 2014.
- PINTO-JUNIOR, H. V. **Estrutura, diversidade e distribuição espacial de comunidades vegetais sobre *inselbergs* do Espírito Santo, Brasil.** Dissertação de Mestrado - UFES, Programa de Pós-Graduação Em Biodiversidade Tropical, São Mateus, ES. Pp 73, 2017.

- POREMBSKI, S. **The invisibility of tropical granite outcrops (“inselbergs”) by exotic weeds.** Journal of the Royal Society of Western Australia (83):131-137, 2000a.
- POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. **Inselbergs – biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions.** Vol. 146. Berlin: Ecological Studies, Springer-Verlag, 2000b.
- POREMBSKI, S.; BECKER, U.; SEINE, R. **Islands on islands: habitats on inselbergs.** *Inselbergs* (eds S. Porembski, S. and W. Barthlott), pp. 49–67. Springer-Verlag, Berlin, 2000c.
- POREMBSKI, S. **Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns.** Revista Brasil. Bot. 30(4):579-586, 2007.
- POREMBSKI, S.; SILVEIRA, F. A. O.; FIEDLER, P. L., WATVE, A.; RABARIMANARIVO, M.; KOUAME, F.; HOPPER, S. D. **Worldwide destruction of inselbergs and related outcrops threatens a unique ecosystem.** Biodivers. Conserv. Springer. 2016. (DOI 10.1007/s10531-016-1171-1)
- RAHBEK, C.; BORREGAARD, M. K.; COLWELL, R. K.; DALSGAARD, B.; HOLT, B. G.; MORUETA-HOLME, N.; NOGUES-BRAVO, D.; WHITTAKER, R. J. **Humboldt’s enigma: what causes global patterns of mountain biodiversity?** Science 365, 1108-1113, 2019.
- RALPH, C. J., GEUPEL, G. R., PYLE, P. MARTIN, T. E., DESANTE, D.F. **Handbook of field methods for monitoring landbirds.** General Technical Report PSW-GTR-144. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1993.
- RADAMBRASIL **Volume 34, Edição Fac-similar. Rio de Janeiro. IBGE, 1987.**
- RIBON, R. **Nova subespécie de Caprimulgus (Linnaeus) (Aves, Caprimulgidae) do Espírito Santo, Brasil.** Revta bras. Zool 12(2): 333-337, 1995.
- RIBON, R. **Fatores que influenciam a distribuição da avifauna em fragmentos de Mata Atlântica nas Montanhas de Minas Gerais.** Dissertação de mestrado. ECMVS – UFMG. Pp 141, 1998.
- RIBON, R., SIMON, J. E., MATTOS, G. T. **Bird extinction in Atlantic forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil.** Conservation Biology. v.17, p. 1827-1839, 2003
- RIEDE, K. **Monitoring biodiversity: analysis of Amazonian rainforest sounds.** Ambio, v. 22, p. 546-548, 1993.



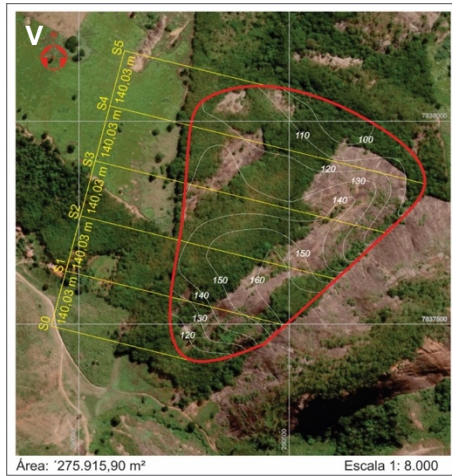
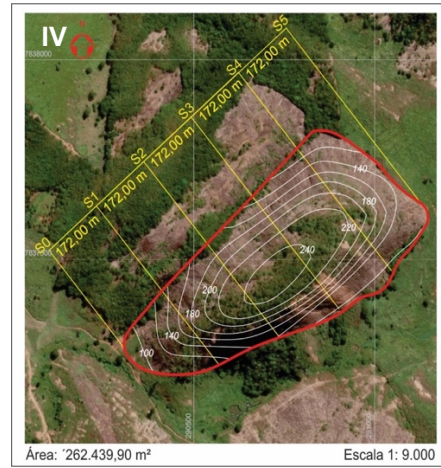
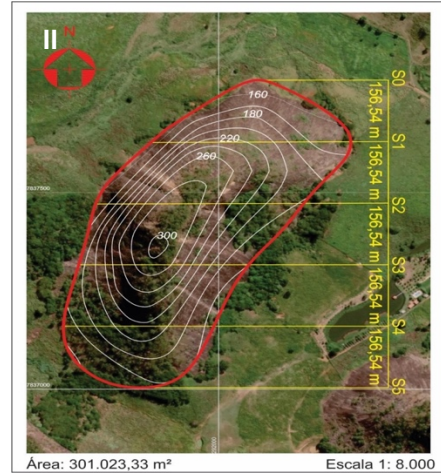
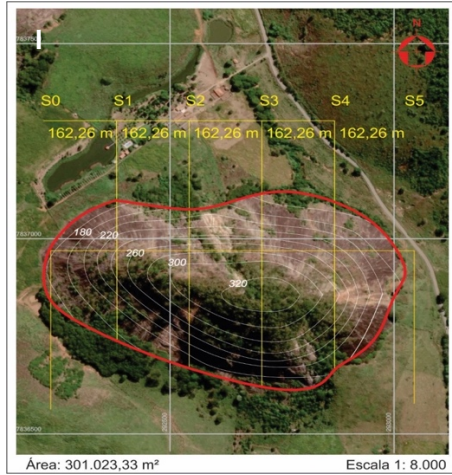
- ROCHA, L. **Viajantes estrangeiros no Espírito Santo**. Editora de Brasília S.A. pp 191, 1971.
- RYAN, P. G.; BENTO, C.; COHEN, C.; GRAHAM, J.; PARKER, V.; SPOTTISWOODE, C. **The avifauna and conservation status of the Namuli Massif, northern Mozambique**. Bird Conservation International. 9: 315 – 331. 1999.
- BREMMER, H.; SANDER, H. **Inselbergs: Geomorphology and Geocology**. *Inselbergs* (eds S. Porembski, S. and W. Barthlott), pp. 49–67. Springer-Verlag, Berlin, 2000.
- SANTOS, A. J. **Estimativas de riqueza em espécies**. Pp:19-42. In: Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. (L. Cullen Jr., R. Rudran, C.V Pádua, Ed.). Ed.UFPR, 2003.
- SARTHOU, C.; **The plant communities on a granite outcrop**. *IN*: BONGERS, F.; CHARLES-DOMINIQUE, P.; FORGET, P. M.; THÉRY, C. E. Nouragues – Dynamics and Plant-Animal Interactions in Neotropical Rainforest. Springer Science. PP 451, 2001.
- SRBEK-ARAUJO, A. C.; SIMON, J. E.; MAGNAGO, G. R.; PACHECO, J. F.; FONSECA, P. S. M. **A avifauna da reserva natural da Vale, Linhares, Espírito Santo, Brasil**. *Ciência e Ambiente*, 169-191, 2014.
- SCARANO, F. R. **Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview**. *Revista Brasil. Bot.* V.30, n.4, p.561-568, 2007.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- SILVA, J. M. C. 1995. **Biogeographic analysis of the South American Cerrado Avifauna**. *Steenstrupia* 21:9-67.
- SIMMONS, R. E.; GRIFFIN, M.; GRIFFIN, R. E.; MARAIS, E.; KOLBERG, H. **Endemism in Namibia: patterns, process and predictions**. *Biodiversity Conservation* 7, 513-530, 1998.
- SIMON, J. E.; Lima, S. R.; Cardinali, T. **Comunidade de aves no Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, Espírito Santo, Brasil**. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 24(1):121-132, 2007.
- SIMON, J. E.; PERES, J.; RUSCHI, P. A. **A importância da Serra das Torres para a conservação de Aves no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil**. *Revista Científica Faesa, Vitória, ES*, V.4, N.1, p. 47-62, 2008.

- SOMENZARI, M.; AMARAL, P. P.; CUETO, V. R.; GUARALDO, A. C.; JAHN, A.; LIMA, D. M.; MARTINEZ, J.; LUIZ, J.; PACHECO, J. F.; PALUDO, D. **An overview of migratory birds in Brazil**. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 58, p. 1-66, 2018.
- SOUZA, C. J. O. **Interpretação Morfotectônica da Bacia do Rio Doce**. Dissertação do curso de Mestrado do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995, 144 f.
- SPOTTISWOODE, C. N.; FISHIPOOL, L. D. C.; BAYLISS, J. L. **Birds and biogeography of Mount Mecula in Mozambique's Niassa National Reserve**. Ostrich:1-4, 2016.
- STATSOFT, INC. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7.1., 2005. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STRAUCH, N. **A Bacia do Rio Doce**. Rio de Janeiro: IBGE. 1955. 199 p.
- THIOLLAY, J. M.; JULLIEN, M.; THÉRY, C. E. **The avian community: an overview of species composition and guild structure**. IN: BONGERS, F.; CHARLES-DOMINIQUE, P.; FORGET, P. M.; THÉRY, C. E. Nouragues – Dynamics and Plant-Animal Interactions in Neotropical Rainforest. Springer Science. PP 451, 2001.
- UEZU, A.; METZGER, J. P.; VIELLIARD, J. M. E. **Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species**. Biological Conservation 123: 507-519, 2005.
- VALE, M. M.; TOURINHO, L.; LORINI, M. L.; RAJÃO, H.; FIGUEIREDO, M. S. L. **Endemic birds of the Atlantic Forest: traits, conservation status, and patterns of biodiversity**. J. Field Ornithol. 89(3): 193-206, 2018.
- VASCONCELOS, M. F.; LINS, I. V. **First records of *Caprimulgus hirundinaceus vielliardi* for Minas Gerais State, Brazil**. Ararajuba, 6: 134-135, 1998.
- VASCONCELOS, M. F.; D'ANGELO NETO, S.; HOFFMANN, D; GOMES, H. B. **Natural history notes on parrots feeding on fruits of *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) in three South American dry forest regions**. Cotinga (26): 15-19, 2006.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE. Pp 124, 1991.

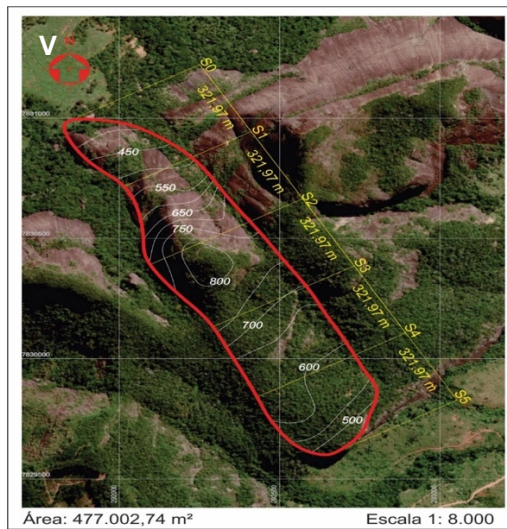
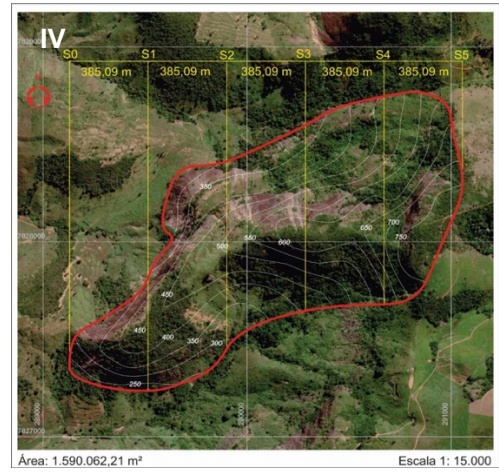
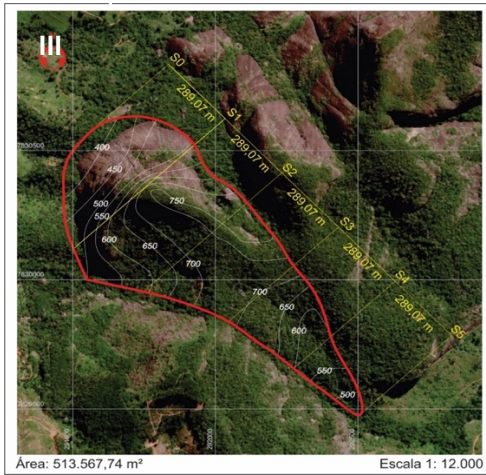
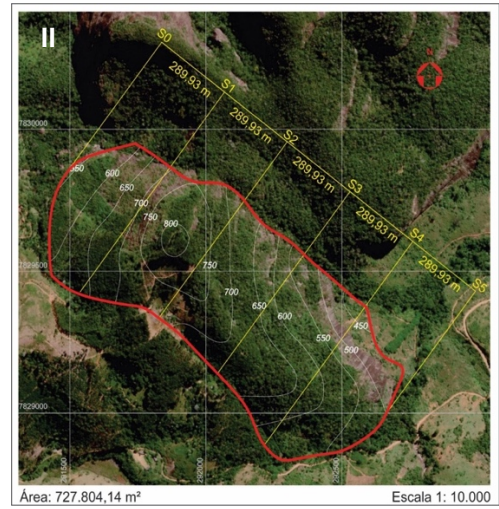
- VIELLIARD, J. M. E, SILVA, W. R. **Nova Metodologia de levantamento de avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil.** Anais do IV ENAV, UFRPe, Recife: pp 117-151, 1990.
- VIELLIARD, J.M.E. **Bird Community as an indicator of biodiversity: result from quantitative surveys in Brazil.** An. Acad. Bras. Ci. 72(3): 323-330, 2000.
- VIELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L. & SILVA, W. R. **Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA).** In: von MATTER, S.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR., J. F. (Eds.). *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento.* Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.
- VINCENT, J. **The birds of northern Portuguese East Africa. Comprising a list of, and observations on, the collections made during the British Museum Expedition of 1931–32. – Part I.** Ibis 75: 611–652, 1933.
- VINCENT, J. **The birds of Northern Portuguese East Africa. Comprising a list of, and observations on, the collections made during the British Museum Expedition of 1931–32.** Ibis (13)6: 48–125, 1936.
- WILSON, D. E.; COLE, F. R.; NICHOLS, J. D.; RUDRAN, R. & FOSTER, M. S. **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals.** Washington: Smithsonian Press, 1996.
- WILLRICH, G.; CALSAVARA, L. C.; LIMA, M. R.; de OLIVEIRA, R. C.; BOCHIO, G. M.; ROSA, G. L. M.; MUZI, V. C.; ANJOS, L. **Twenty-three years of bird monitoring reveal low extinction and colonization of species in a reserve surrounded by an extremely fragmented landscape in southern Brazil.** Revista Brasileira de Ornitologia, 24(3):235-259, 2016.
- WILLYS, E. O. **Zoogeographical origins of eastern Brazilian birds.** Ornitologia Neotropical 3:1-15, 1992.
- WILLYS, E. O.; ONIKI, Y. **Birds of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: Do humans add or subtract species?** Papéis Avulsos de Zoologia, 42(9):193-264, 2002.
- WOLTMANN, S. **Bird community responses to disturbance in a forestry concession in lowland Bolivia.** Biodiversity and Conservation 12:1921-1936, 2003.
- WUNDERLE, J.M. **Census methods for Caribbean land birds.** General Technical Report SJ-98. Southern Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, New Orleans, Louisiana, USA, 1994.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 4<sup>a</sup>ed. New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1999.

## APÊNDICE

**APÊNDICE 1** Imagens de satélite com curvas de nível a cada 20 metros (DATUM SIRGAS 2000). I - Granodiorito 1; II – Granodiorito 2; III – Granodiorito 3; IV – Granodiorito 4; V – Granodiorito 5; VI - Granodiorito 6



**APÊNDICE 2 -** Imagens de satélite com curvas de nível a cada 20 metros (DATUM SIRGAS 2000). I - Charnockito 1; II – Charnockito 2; III – Charnockito 3; IV – Charnockito 4; V – Charnockito 5;



**APÊNDICE 3 - FEDA** – I – *Inselberg* do tipo granodiorito estação seca; II – *Inselberg* do tipo granodiorito estação chuvosa; III – Ambiente de mata seca com predominância de *M. urundeuva*; IV – Flor de cacto (*Coleocephaloscereus* sp.); V – Flor de *Vellozia* sp.; VI – Diplopoda.



**APÊNDICE 4 - FEDB** – I – Imagem da estação seca; II - Imagem da estação chuvosa; III – *Turnera sp.*; IV - *Passiflora sp.*; V - *Dinoponera lucida*; VI – Visão geral do carrasco.



**APÊNDICE 5** – FES - I - *Inselbergs* do tipo charnockito visão anterior; II – Recursos florais da FES; III – Diplopoda; IV – Mantodea; V – Bromeliaceae – VI – Visão posterior dos *inselbergs*.

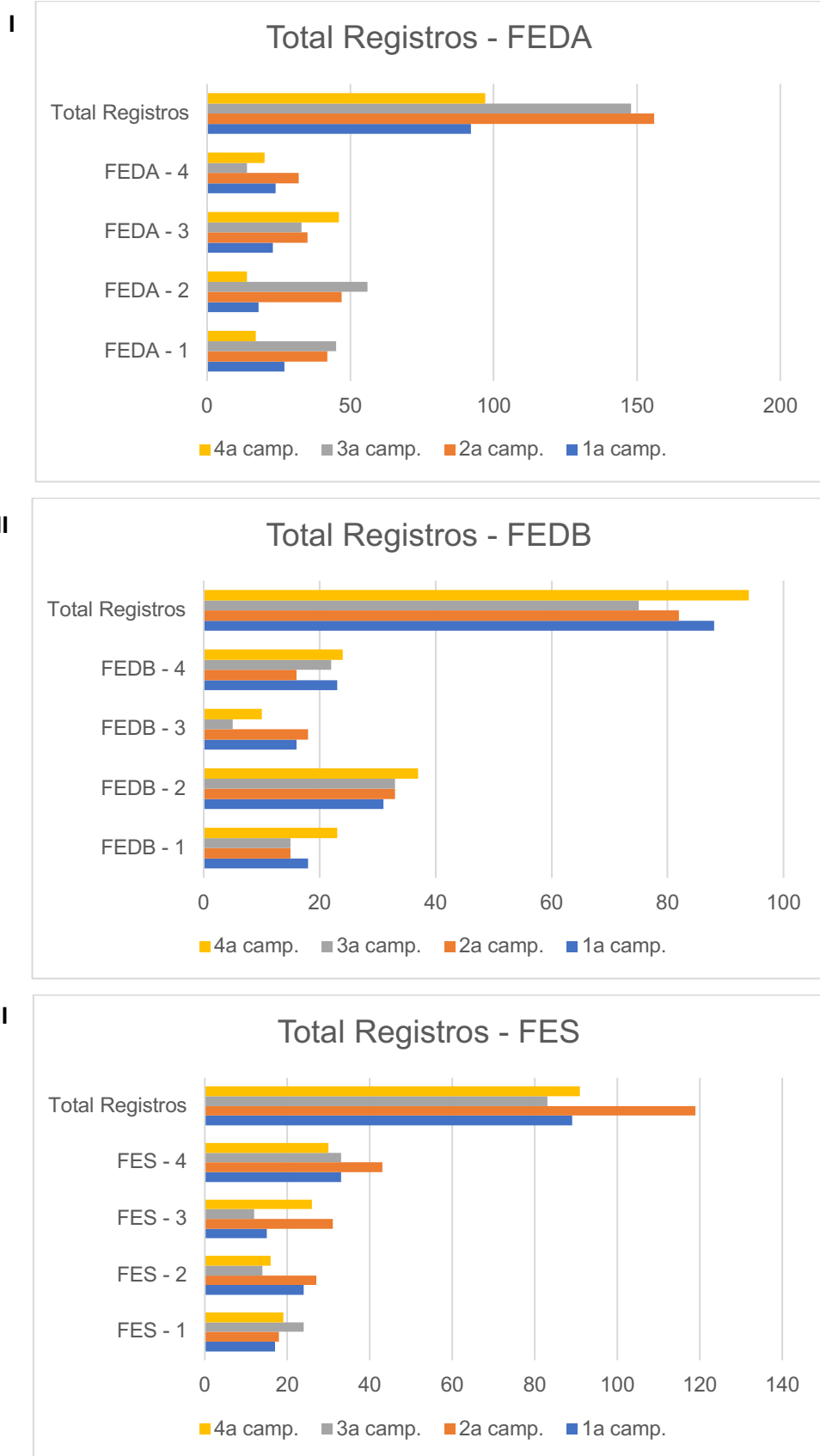




**APÊNDICE 6** – I – *Crypturellus parvirostris* deslocando-se da FEDB; II – *Primolius maracana* e *Amazona rhodocorytha*; III – *Icterus jamaicii* visitando *Ceiba erianthos*; IV- *Xiphocolaptes albicollis*; V – *Malacoptila striata*; VI - *Geranoaetus melanoleucus*.



**APÊNDICE 7** – Total de registros por fitofisionomia, ao longo das quatro campanhas. Fitofisionomias: I – FEDA; II – FEDB; III – FES.



## ANEXO

### ANEXO 1 - Coordenadas amostrais dos pontos de escutas.

Pontos de Escutas	Coordenadas		Altitude (m)
FEDA - 1	-19.5509	-40.9764	209
FEDA - 2	-19.5493	-40.9836	257
FEDA - 3	-19.5349	-40.9912	170
FEDA - 4	-19.5461	-40.9932	250
FEDB - 1	-19.6186	-40.9934	726
FEDB - 2	-19.6166	-40.9838	800
FEDB - 3	-19.6110	-40.9853	808
FEDB - 4	-19.6292	-40.9925	681
FES - 1	-19.6131	-40.9827	788
FES - 2	-19.6113	-40.9803	834
FES - 4	-19.6182	-40.9836	805
FES - 3	-19.6145	-40.9794	704

**ANEXO 2** - Contribuição de cada espécie de ave para a dissimilaridade entre as fitofisionomias dos *inselbergs* avaliados.

**ANEXO 3** – Lista de espécies registradas em ordem decrescente do valor do Índice Pontual de Abundância.