



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**Seleção de habitat pela galinhola  
*Bostrychia bocagei*, ave  
criticamente ameaçada e  
endémica de São Tomé**

**Neide Corina Inácio Margarido**

**Orientador:**

Doutor Ricardo Faustino de Lima

**Coorientador:**

Prof. Doutor João Eduardo Rabaça

**Mestrado em Biologia da Conservação**

**Dissertação**

**Évora, 2015**



**UNIVERSITY OF ÉVORA**

**SCHOOL OF SCIENCES AND TECHNOLOGY**

DEPARTMENT OF BIOLOGY

**Habitat selection by the dwarf  
olive ibis *Bostrychia bocagei*, a  
critically endangered bird endemic  
to São Tomé**

**Neide Corina Inácio Margarido**

**Supervisor:**

Ricardo Faustino de Lima (Postdoctoral researcher)

**Co Advisor:**

João Eduardo Rabaça (Assistant Professor)

**Master in Conservation Biology**

**Dissertation**

**Évora, 2015**



**Galinholas fotografadas em floresta secundária no sul da ilha de São  
Tomé (autor: Francisco P. Azevedo).**

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer à BirdLife International pelo parcial financiamento pois sem ele a realização deste trabalho teria sido bastante difícil.

Quero agradecer também ao Doutor Ricardo Lima por ter aceitado ser meu orientador e por toda a ajuda que me deu durante a realização deste trabalho. Desde o planeamento no campo às primeiras lições de R, esteve sempre disponível e aberto às minhas sugestões.

Ao Doutor João E. Rabaça pela disponibilidade e pelo entusiasmo que sempre demonstrou desde o primeiro momento em que lhe dei a conhecer esta ideia.

Aos são-tomenses que me receberam de braços abertos, à Lucy, ao Leonel, ao Dulay e à Sónia. Em especial ao Mito (Ricardo Fonseca) porque me acompanhou como guia de campo durante todas as saídas. Obrigado por estarem a um passo, sempre que era necessário e por me receberem como mais um membro da família.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram a ir para o meio da floresta tropical africana na condição de dar notícias e de enviar fotografias de tudo!!

Ao Francisco por me acompanhar sempre!! Por tantas vezes me levar a minha mochila às costas, me dar força para continuar a caminhar 8h por dia e acima de tudo me animar.

À minha família que me apoiou incondicionalmente nesta aventura inesquecível.

Ao meu tio, por estar sempre comigo.

Um grande GRANDE obrigado a todos vocês.

# Índice

<b>Resumo</b> .....	6
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Enquadramento</b> .....	8
<b>Introdução geral</b> .....	8
- A ilha de São tomé .....	8
- Ecosistemas florestais e biodiversidade em São Tomé .....	10
- A galinhola .....	11
- Seleção de habitat .....	13
- Objetivo do estudo .....	13
<b>Artigo científico</b> .....	15
1. Palavras-chave .....	15
2. Resumo .....	15
3. Introdução .....	16
4. Métodos .....	17
4.1. Área de estudo .....	17
4.2. Metodologias de campo .....	18
4.3. Análise de dados .....	20
5. Resultados .....	21
6. Discussão .....	24
6.1. Variáveis ambientais associadas à presença da galinhola .....	24
6.2. Implicações para a conservação da galinhola .....	26
7. Agradecimentos .....	27
8. Bibliografia .....	27
<b>Considerações finais</b> .....	31
<b>Referências bibliográficas</b> .....	33
<b>Anexos</b> .....	36

## Seleção de habitat pela galinhola *Bostrychia bocagei*, ave criticamente ameaçada e endêmica de São Tomé

### Resumo

O conhecimento ecológico é fundamental para a conservação. Em especial quando se trata da conservação de uma espécie em perigo crítico como a galinhola *Bostrychia bocagei*, endêmica da ilha de São Tomé. Nesta tese estudámos a seleção de habitat desta espécie a uma escala local durante a época de reprodução. Para tal, foram avaliadas 12 variáveis em 50 pontos, metade dos quais com presença confirmada da espécie. Utilizámos escalonamento multidimensional não métrico para identificar espécies vegetais associado à presença da galinhola e modelos lineares generalizados para identificar as variáveis que melhor explicam a sua presença. Os resultados sugerem que a galinhola prefere áreas mais planas, a maior altitude, com maior densidade arbórea e de cobertura de copa. Aparece associada à presença de mamão-d'Obô *Drypetes glabra*, nêspira-d'Obô *Sterculia tragacantha* e cata-d'Obô *Tabernaemontana pachysiphon*. A proteção de áreas florestais com estas características é essencial para a conservação da galinhola.

# Habitat selection by the dwarf olive ibis *Bostrychia bocagei*, a critically endangered bird endemic to São Tomé

## Abstract

Ecological knowledge is essential for conservation. Especially when a critically endangered species such as the dwarf olive ibis *Bostrychia bocagei*, endemic to São Tomé Island is concerned. In this thesis we studied habitat selection by this species at a local scale during the breeding season. We assessed 12 variables in 50 points, half of which with confirmed presence of the species. We used non-metric multidimensional scaling to identify plant species associated with the presence of the dwarf olive ibis and generalized linear models to identify the variables that best explain its presence. Our results suggest that the species prefers flatter areas at higher altitudes, with high tree density and canopy cover. It is associated with the presence of *Drypetes glabra*, *Sterculia tragacantha* and *Tabernaemontana pachysiphon*. The protection of forest areas with these characteristics seem to be essential for the conservation of the dwarf olive ibis.

## Enquadramento

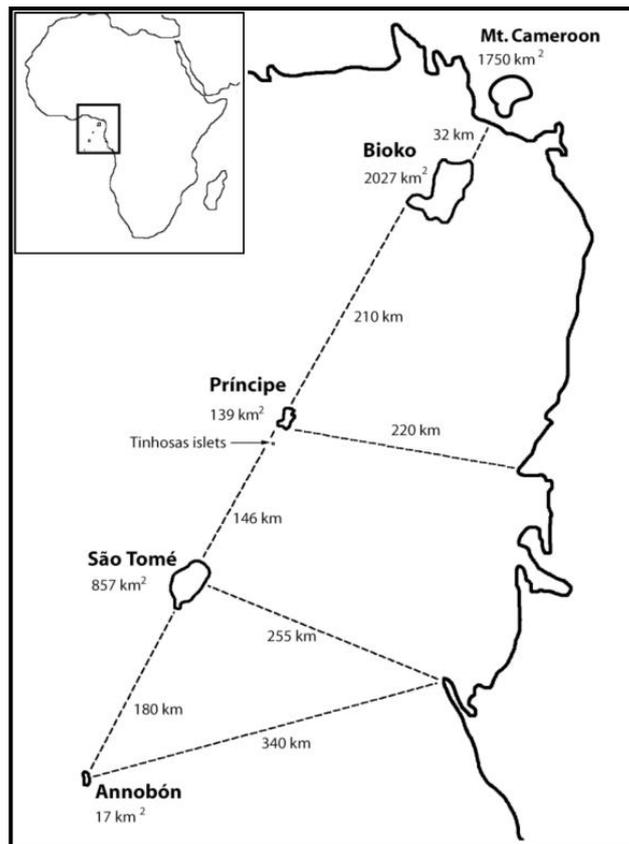
Assiste-se atualmente a um grande desenvolvimento económico em São Tomé e Príncipe, pequeno país situado no Golfo da Guiné (África central). Contudo, como acontece em muitos outros países em desenvolvimento, existe pouco planeamento e fraca execução em matérias ambientais, com graves consequências para a biodiversidade local. As autoridades locais, cientes das suas responsabilidades para com a proteção da biodiversidade e em particular das espécies mais ameaçadas, têm vindo a criar legislação. Todavia a implementação da legislação é muito deficiente e é necessária a realização de mais trabalhos de investigação sobre a ecologia dos ecossistemas e das espécies locais de modo a sustentar uma maior adequação das políticas ambientais.

No caso concreto de São Tomé foi criado um Plano de Ação Internacional para a conservação das espécies de aves Criticamente em Perigo. Este plano foi elaborado com a cooperação de diversas instituições internacionais como a BirdLife International, a Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) e a Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA), em parceria com instituições locais como a Direção Geral do Ambiente (DG Amb), o Parque Natural d'Obô de S. Tomé (PNO) e a associação de Biólogos São Tomenses (ABS). O plano de ação tem uma duração de cinco anos (2014-2018) e tem como objetivo melhorar o estado de conservação e o conhecimento sobre a ecologia e distribuição de três espécies de aves em Perigo Crítico de extinção, a galinhola *Bostrychia bocagei*, o anjolô *Neospiza concolor* e o picanço de São Tomé *Lanius newtoni*. Para tal foi identificado e priorizado um conjunto de ações que visam contribuir para quatro temas essenciais: (i) reduzir a degradação do habitat e a perturbação humana nas áreas de ocorrência das espécies, (ii) aumentar a compreensão da ecologia, do tamanho populacional e da distribuição das respetivas populações, (iii) findar a caça à galinhola e (iv) preservar as áreas prioritárias de habitat florestal. A presente dissertação insere-se no âmbito do tema (ii), pretendendo contribuir para o aumento da compreensão da ecologia da galinhola, nomeadamente no que toca à sua seleção de habitat, uma ação identificada pelo plano como de prioridade elevada.

## Introdução geral

### A ilha de São Tomé

No Golfo da Guiné, em pleno oceano Atlântico junto à costa africana, situa-se a ilha de São Tomé, com 857 km<sup>2</sup> (**Figura I**). Juntamente com a ilha do Príncipe, que tem 139 km<sup>2</sup> e alguns ilhéus adjacentes constitui a República Democrática de São Tomé e Príncipe (Christy, 2001).



**Figura I-** Mapa das ilhas do Golfo da Guiné mostrando a área de cada ilha e as distâncias entre elas e o Continente africano. Adaptado de Jones & Tye (2006).

A ilha de São Tomé localiza-se numa zona tropical, muito perto da linha do Equador. Apesar disso são evidentes duas estações, a época seca ou "gravana" (nos meses de junho a agosto) e a época das chuvas (entre setembro e maio). Entre dezembro e janeiro pode ainda ocorrer uma época mais seca de menor importância chamada de "gravanita" e que dura apenas algumas semanas. A precipitação anual na ilha varia desde menos de 1000 mm na zona Nordeste da ilha até mais de 7000 mm na vertente Sudoeste (Jones & Tye, 2006). Já a temperatura média anual é muito mais constante: na costa varia entre um mínimos de 18-21°C durante a época seca, até máximos de 30-33°C. Em altitude a amplitude térmica é mais elevada, porque as temperaturas mínimas são mais baixas. A maior parte da ilha mantém valores elevados de humidade e nebulosidade durante todo o ano (Silva, 1958).

São Tomé é ainda caracterizada pelo seu relevo acidentado, com diversas montanhas íngremes, sendo a de maior altitude o Pico de São Tomé com 2024 m (Tenreiro, 1961).

Antes da colonização pelo Homem, a ilha de São Tomé encontrava-se quase totalmente coberta por floresta tropical, com exceção de pequenas áreas de dunas junto das zonas costeiras. Pelo ano de 1470 navegadores portugueses descobriram as ilhas. Segundo as

suas descrições a ilha encontrava-se coberta por floresta tropical densa. Contudo tudo mudou quando se começaram a abrir áreas de cultivo. Parte da floresta nativa (chamada localmente de Obô), sobretudo a mais próxima da costa e no nordeste, foi rapidamente destruída para a plantação de cana-de-açúcar. Séculos mais tarde ocorreu nova vaga de desflorestação, desta vez para a plantação de café e cacau, e de forma muito mais disseminada por toda a ilha. Entre 1908 e 1918 São Tomé tornou-se o maior produtor de cacau de todo o mundo, período que coincidiu com o apogeu da desflorestação. Com a incapacidade de São Tomé para competir com mercados concorrentes que entretanto surgiram verificou-se um abandono significativo das áreas de plantação, acentuado após a sua independência em 1975 e que resultou no crescimento de uma área considerável de floresta secundária (Peet & Atkinson, 1994).

## **Ecosistemas florestais e biodiversidade em São Tomé**

As florestas tropicais são os ecossistemas terrestres mais biodiversos (Primack & Corlett, 2005), e as florestas de São Tomé refletem bem essa biodiversidade. Predominam na ilha três tipos principais de floresta autóctone: floresta de baixa altitude, do nível do mar até aos 800 m de altitude, floresta de montanha, entre os 800 m e os 1400 m de altitude, e floresta de nevoeiro, acima dos 1400 m. Estas distinguem-se entre si não só por variáveis climáticas como a temperatura e a humidade, mas também pelas características da vegetação, nomeadamente a composição e a altura da copa (Exell, 1944).

Englobada nas florestas de África ocidental, um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000), esta ilha tem nas suas florestas um enorme valor. Cerca de um terço da ilha foi declarada área protegida em 2006 e corresponde agora ao Parque Natural d'Obô de São Tomé (Direção Geral do Ambiente, 2006), perfazendo uma área de 244km<sup>2</sup> (Albuquerque & Cesarini, 2009), onde se encontra 85% da floresta madura da ilha (Dallimer *et al.*, 2009). A floresta do sudoeste da ilha foi declarada a segunda mais importante de África para a conservação de aves (Collar & Stuart, 1988). Em 2001 as florestas de baixa altitude foram classificadas como IBA (Important Bird Area) uma vez que albergam um grande número de espécies ameaçadas, muitas delas endémicas (BirLife International, 2015a). Mais recentemente a ecorregião de São Tomé e Príncipe foi considerada a terceira mais importante para a conservação de aves florestais a nível mundial (Buchanan *et al.*, 2011).

Hoje em dia, no que toca aos ecossistemas florestais da ilha podemos encontrar florestas primárias, praticamente inalteradas pelo Homem, florestas secundárias, que resultam de regeneração após alterações feitas pelo Homem, e florestas de sombra, que correspondem a um sistema agroflorestal em que culturas como o café e o cacau são desenvolvidas sob a copa de árvores de grandes dimensões (Peet & Atkinson, 1994).

Além destes ecossistemas florestais, que continuam a representar mais de 80% da cobertura da ilha, é também possível encontrar áreas não florestais criadas por actividades humanas, tais como savanas artificiais, monoculturas de coqueiro *Cocos nucifera* e de palmeira *Elaeis guineensis*, e áreas hortícolas (Diniz *et al.*, 2002).

Todos estes ecossistemas albergam uma enorme biodiversidade de flora e de fauna. Entre a flora de São Tomé encontra-se um género endémico da ilha (*Heteradelphina* da família *Acanthaceae*) e 81 espécies vegetais endémicas apenas dessa ilha, o que corresponde a cerca de 13% da sua flora autóctone de 601 espécies (Figueiredo, 1994). Entre a fauna podemos encontrar também diversas espécies endémicas da ilha como a cobra-verde, localmente conhecida por suá-suá *Philothamnus thomensis*, o musaranho de São Tomé *Crocidura thomensis* e a cobra-bobô, um anfíbio fossador do grupo das cecílias *Schistometopum thomense*. As ilhas acolhem cerca de 28 espécies de aves endémicas, um número bastante elevado e que provavelmente representa o maior número de espécie de aves endémicas por área (Stattersfield *et al.*, 1998). Entre as aves encontram-se diversas espécies com estatutos de conservação como o pombo-do-mato *Columba thomensis*, em perigo de extinção (BirdLife International, 2012a), a cécia *Treron sanctithomae*, vulnerável (BirdLife International, 2012b), o anjolô *Neospiza concolor*, o picanço de São Tomé *Lanius newtoni* e a galinhola *Bostrychia bocagei*, todos em perigo crítico (BirdLife International, 2014).

## A galinhola

*Bostrychia bocagei*, comumente conhecida como galinhola, é uma ave da família *Threskiornithidae* descoberta em 1880 por Francisco Newton e descrita pela primeira vez por Bocage em 1889 (Jones & Tye, 2006). No entanto, apenas em 1923 foi separada da sua parente continental *Bostrychia olivacea* e classificada como uma espécie distinta, endémica da ilha de São Tomé. Esta separação baseou-se essencialmente na dimensão muito menor da galinhola de São Tomé e na coloração do bico e dorso (Chapin, 1923).

É a íbis mais pequena e mais ameaçada do seu género (del Hoyo *et al.*, 1992), sendo atualmente considerada pela IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) como em perigo crítico, devido à sua população extremamente reduzida e em declínio, sobretudo devido à caça e à perda de habitat (BirdLife International, 2013). A sua ecologia é mal conhecida. Sabe-se que é sedentária (Hancock *et al.*, 1992) e que a sua época de reprodução ocorre entre setembro e fevereiro. Constrói os seus ninhos em árvores, sendo que alguns deles foram encontrados em ramos pendentes sobre rios (BirdLife International, 2014; BirdLife International, 2015b), onde deposita 1 a 2 ovos. A sua taxa de sucesso reprodutor aparenta ser baixa (Maia *et al.*, 2014) o que, aliado às ameaças acima descritas, põe em causa a sobrevivência da espécie. Sabe-se ainda que esta espécie se alimenta de pequenos invertebrados, caracóis e lesmas (Christy &

Clarke, 1998), e que apenas raramente emite vocalizações, geralmente no período crepuscular (BirdLife International, 2014; BirdLife International, 2015b).

Esta espécie era considerada uma especialista em floresta primária e pensava-se que apenas ocorria neste tipo de habitat (Hancock *et al.*, 1992; Peet & Atkinson, 1994). Contudo observações recentes confirmam a sua ocorrência em floresta secundária madura (Olmos & Turshak, 2010). Parece ter preferência por áreas planas, de baixa altitude, com solo nu, ou com troncos em decomposição, e com árvores maduras de grandes dimensões e espaçadas entre si (Jones & Tye, 2006; Olmos & Turshak, 2010). Ocorre entre os 100 e os 450 m de altitude (Peet & Atkinson, 1994; Jones & Tye, 2006; BirdLife International, 2014), embora observações recentes acima dos 750 m de altitude tenham sido registadas (Ricardo de Lima, com. pess.).

A dimensão populacional da espécie de acordo com BirdLife International (2013) era de 50 a 249 indivíduos adultos. Contudo, estimativas recentes mostram que os valores reais poderão ser bastante superiores (Azevedo, 2015). A espécie ocorre numa área muito restrita, provavelmente inferior a 100 Km<sup>2</sup> (Ricardo de Lima, com. pess.), bastante inferior à referida por BirdLife International (2013). Apesar da espécie estar praticamente restrita ao Parque Natural d'Obô, fatores como a caça e a degradação de habitat têm vindo a contribuir para a diminuição desta área (BirdLife International, 2014). Além da pressão direta da caça, a galinhola é afetada por diversas pressões indiretas, nomeadamente pela perda de habitat e pela introdução de espécies exóticas. A perda de habitat faz-se sentir tanto através da desflorestação, para conversão de áreas florestais em terrenos agrícolas, como pela degradação florestal, resultante do abate ilegal de árvores, da exploração silvícola, notoriamente para extração de vinho de palma e da expansão de espécies de plantas exóticas. Apesar da conversão de áreas florestais em áreas agrícolas ser praticada pelos são-tomenses, a principal ameaça para esta espécie está relacionada com o surgimento de grandes investimentos na produção de óleo de palma e de cacau e na construção de barragens para produção de energia elétrica. As empresas associadas a estes investimentos têm a concessão de grande parte de São Tomé, nomeadamente em sobreposição com a área de ocorrência da galinhola, pondo em risco a sobrevivência não só desta espécie, mas de todo um conjunto de ecossistemas florestais e de todas as espécies que deles dependem. O impacto destes projetos faz-se sentir não apenas de forma direta, mas também indiretamente, pela construção de estradas, que facilita o acesso, e pelo desaparecimento dos recursos florestais existentes fora do Parque Natural, que tem conduzido a um aumento da extração de recursos no interior do Parque (de Lima *et al.*, 2013; BirdLife International, 2014).

## **Seleção de habitat**

A seleção de habitat é determinada por diversos fatores como a capacidade de obter alimento, abrigo ou oportunidades de reprodução. As aves, com muita frequência, também selecionam o seu habitat pela estrutura da paisagem, uma vez que a maioria das aves é sensível a características como a topografia ou a densidade da vegetação (Cody, 1985).

Vários estudos demonstram que em áreas florestais a ocorrência de determinadas espécies vegetais é um fator a ter em consideração uma vez que as aves parecem ter preferência por determinadas espécies, provavelmente devido à existência de recursos alimentares específicos (Balda, 1969; James, 1976). Assim, quando são realizados estudos de seleção de habitat, é necessário ter em conta características estruturais da paisagem como o declive, a altura das árvores e a cobertura da copa, mas também a composição de espécies vegetais do local. O escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) é uma técnica de ordenação muito usada para analisar a composição de comunidades. Esta técnica permite representar um conjunto de dados ao longo de um determinado número de eixos, enquanto preserva as relações de ordenação entre eles (Borcard *et al.*, 2011). É também um procedimento robusto no que toca à análise de dados ecológicos ao nível local (Minchin, 1987). De forma complementar a esta ordenação podem ser efetuados testes não paramétrico de análise de semelhanças (ANOSIM - Clarke, 1993) e testes de análise de variâncias (PERMANOVA - Anderson, 2001), de modo a perceber se existem diferenças na composição entre diferentes grupos em estudo.

Os modelos lineares generalizados (GLM) podem ser utilizados para analisar a relação entre uma variável resposta e diversas variáveis explicativas (Zuur *et al.*, 2009). Como tal, os GLM podem ser aplicados em estudos de seleção de habitat de modo a perceber como é que variáveis ambientais como o declive ou a altitude, estão relacionadas com a presença de uma espécie.

## **Objetivo do estudo**

Sendo a galinhola uma espécie endémica e ameaçada de extinção, o principal objetivo deste trabalho é contribuir para o conhecimento da sua ecologia, para fundamentar medidas que visem a sua conservação. Mais precisamente pretende-se analisar a seleção de habitat que esta espécie faz durante a época de reprodução a uma escala local. Para tal pretendemos identificar quais as variáveis que melhor explicam a presença da galinhola num raio de 50 m centrado nos pontos de deteção de indivíduos e perceber de que forma é que essas variáveis influenciam a sua presença.



## Artigo Científico

# Seleção de habitat pela galinhola *Bostrychia bocagei*, ave criticamente ameaçada e endémica da ilha de São Tomé

Neide Margarido<sup>1\*</sup>, Francisco P. Azevedo<sup>1</sup>, Ricardo da Fonseca<sup>2</sup>, Graeme Buchanan<sup>3</sup>, João E. Rabaça<sup>1,4</sup> e Ricardo F. de Lima<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Mestrado em Biologia da Conservação, Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal; <sup>2</sup>Associação Monte Pico, Monte Café, Mé Zóchi, República Democrática de São Tomé e Príncipe; <sup>3</sup>The Royal Society for the Protection of Birds, Edinburgh, United Kingdom; <sup>4</sup>LabOr - Laboratório de Ornitologia ICAAM, Universidade de Évora, 7002-554, Évora, Portugal; <sup>5</sup>Ce3C - Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Lisbon University, Lisbon, Portugal.

\*Autor correspondente: Neide Margarido, Departamento de Biologia, Universidade de Évora, 7002-554 Évora, Portugal. E-mail: neidemargarido@gmail.com

## 1. Palavras-chave

Conservação; escalonamento multidimensional não métrico (NMDS); espécie bandeira; floresta secundária; modelos lineares generalizados (GLM); Parque Natural d'Obô; São Tomé e Príncipe.

## 2. Resumo

Para conservar uma espécie é fundamental ter uma boa compreensão da sua ecologia. A galinhola *Bostrychia bocagei* é uma ave endémica de São Tomé e criticamente em perigo, sobre a qual o conhecimento da sua ecologia é muito limitado. O nosso objetivo é avaliar a seleção de habitat pela galinhola a uma escala local durante a época de reprodução, identificando as variáveis que melhor explicam a sua presença, e de que forma o fazem. Como tal, foram avaliadas 12 variáveis em 50 pontos no sul da ilha de São Tomé, metade dos quais com presença confirmada da espécie. Identificámos as espécies vegetais associadas à presença de galinhola com ordenação por escalonamento multidimensional não métrico e as variáveis que melhor explicavam a presença da

espécie com modelos lineares generalizados. Os resultados sugerem que a galinhola prefere áreas mais planas a elevada altitude, com elevada densidade arbórea e de cobertura de copa, e com a presença de mamão-d'Obô *Drypetes glabra*, nêspira-d'Obô *Sterculia tragacantha* e cata-d'Obô *Tabernaemontana pachysiphon*. As florestas planas a baixa altitude preferidas pela galinhola são também as mais vulneráveis à ação humana. Como tal esta espécie pode vir a ser utilizada como uma "espécie bandeira" para incentivar a preservação destas florestas ricas em endemismos e altamente ameaçadas. A ecologia de outras íbis florestais, para além da galinhola também é pouco conhecida, pelo que este estudo pode servir de referência para trabalhos futuros com espécies semelhantes.

### 3. Introdução

Perceber porque é que os animais escolhem determinados habitats em detrimento de outros é fundamental para definir medidas de conservação. Contudo é também necessário conhecer detalhadamente a espécie alvo, a sua ecologia, o seu ciclo de vida e as ameaças que enfrenta. Estas são informações cruciais no planeamento de ações de conservação (Sutherland *et al.*, 2004).

A galinhola *Bostrychia bocagei* é uma ave endémica da ilha de São Tomé que se encontra em perigo crítico de extinção por possuir um efetivo populacional reduzido e em declínio (BirdLife International, 2013). Tal como acontece com outros representantes da família Threskiornithidae (Hancock *et al.*, 1992), esta espécie enfrenta ameaças como a caça, a predação por espécies exóticas e a destruição e degradação de habitat (Atkinson, 1985; BirdLife International, 2013; BirdLife International, 2014). A destruição do habitat da galinhola tem-se acentuado em anos recentes devido à desflorestação realizada por empresas de produção de óleo de palma e de cacau, e à degradação florestal associada à subsequente melhoria dos acessos à floresta e à deslocalização da exploração de recursos florestais. Num futuro próximo, é previsível a manutenção desta tendência de degradação ambiental, com a intensificação do uso do solo, associada ao crescimento populacional e económico da ilha, e com a construção de infraestruturas, tais como estradas e barragens, como a que está prevista para o rio Lô Grande, em plena área de ocorrência da galinhola (BirdLife International, 2014).

O conhecimento sobre a ecologia da galinhola é muito limitado. Alguns autores sugerem que a espécie ocorre em zonas de floresta primária entre os 100-450 m de altitude (Peet & Atkinson, 1994; Jones & Tye, 2006; BirdLife International, 2014). A maioria destas florestas encontra-se no Parque Natural d'Obo mas a implementação desta área protegida (Direção Geral do Ambiente, 2006) não tem sido muito efetiva e não tem conseguido garantir a conservação das espécies e ecossistemas que alberga (Dallimer *et*

*al.*, 2009). Mais recentemente, a galinhola foi detetada em floresta secundária madura (Olmos & Turshak, 2010) e até aos 800 metros de altitude (Ricardo de Lima, com. pess.). De qualquer forma, a maioria das observações desta espécie foram realizadas em áreas planas e de baixa altitude, com solo nu ou com troncos em decomposição nos quais a ave procura invertebrados para se alimentar (Christy & Clarke, 1998). A galinhola também parece preferir áreas com árvores de grandes dimensões e bem espaçadas entre si (Jones & Tye, 2006; Olmos & Turshak, 2010). No entanto as suas preferências de habitat nunca foram avaliadas de forma sistemática e estas informações baseiam-se essencialmente em observações realizadas de forma esporádica. Como tal, o Plano de Ação Internacional para a conservação das espécies de aves criticamente em perigo de extinção de São Tomé, estabeleceu como prioridade elevada o conhecimento sobre a seleção de habitat pela galinhola (BirdLife International, 2014).

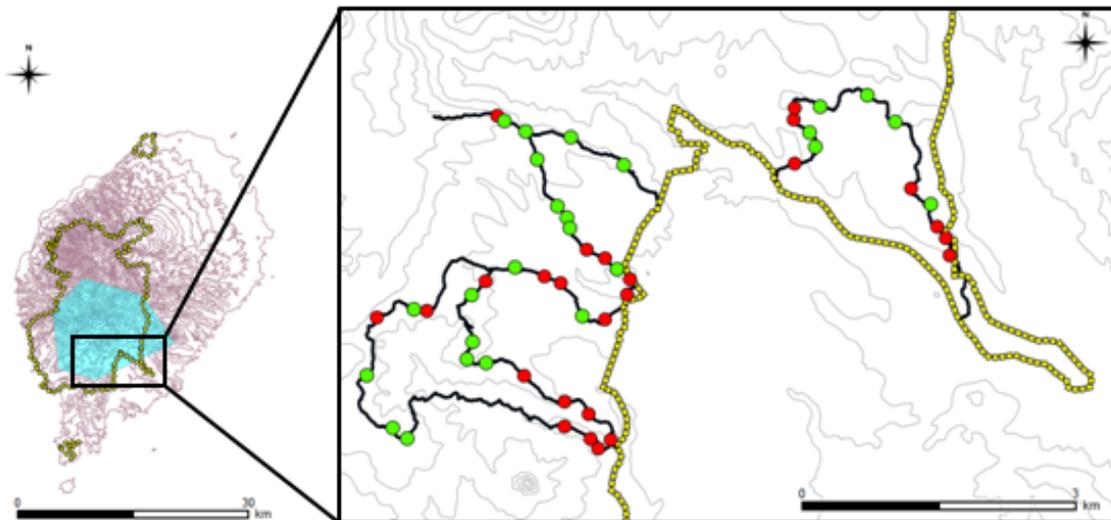
O objetivo deste estudo é o de contribuir para um melhor conhecimento da ecologia da galinhola, fazendo uma avaliação da seleção de habitat por esta espécie. O objetivo específico é identificar quais as variáveis que melhor explicam a presença da galinhola e perceber de que forma é que estas variáveis influenciam a sua presença. O estudo teve lugar durante a época de reprodução, tendo em conta a importância desta fase do ciclo biológico no recrutamento populacional da espécie.

## **4. Métodos**

### **4.1 Área de estudo**

A área de estudo localizou-se nas florestas da zona de Monte Carmo, Ribeira Peixe (**Fig. 1**), situada no centro sul da ilha de São Tomé em pleno Parque Natural d'Obô. Esta zona corresponde ao limite sul da área de distribuição da galinhola, que se estima ter cerca de 100 km<sup>2</sup> (Ricardo de Lima, com. pess.).

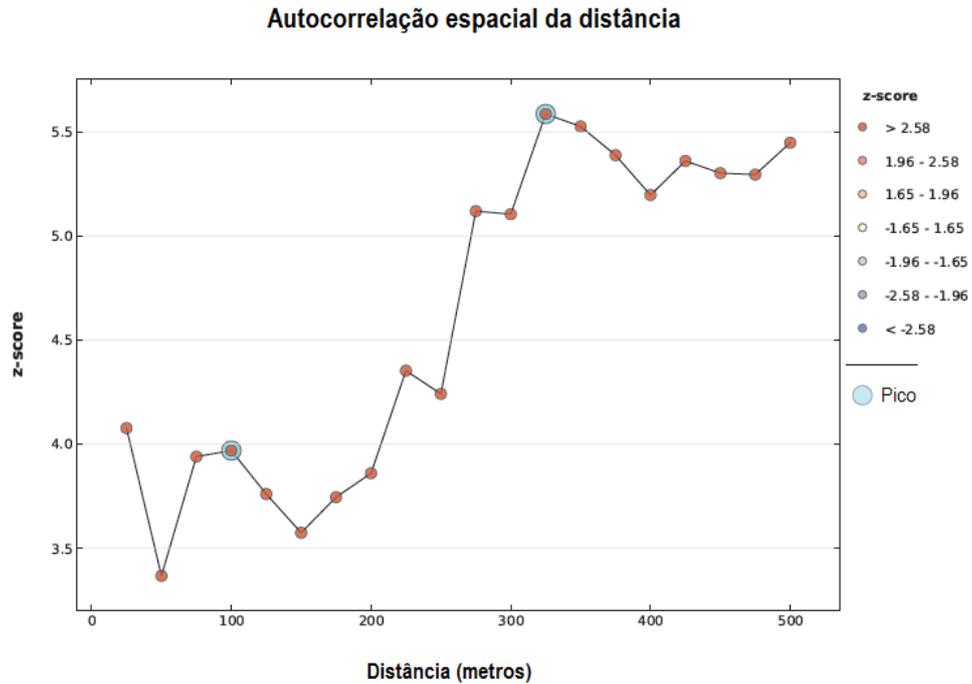
Nesta área é possível encontrar algumas das manchas melhor preservadas de florestas nativas de baixa altitude de São Tomé. Estas manchas surgem intercaladas por florestas secundárias, resultantes da regeneração após intervenção do Homem, nomeadamente para uso agrícola e exploração madeireira. As florestas secundárias caracterizam-se por uma elevada proporção de plantas exóticas e de crescimento rápido, em comparação com as florestas nativas (Peet & Atkinson, 1994).



**Figura 1-** Localização da área de estudo na ilha de São Tomé. Na imagem à esquerda a área de distribuição da galinhola está assinalada a azul, os limites do Parque Natural d'Obô a amarelo e as linhas de altitude representadas a roxo. Na imagem à direita estão representados os transectos (preto) e os pontos de presença (verde) e ausência (vermelho) de galinhola.

#### 4.2. Metodologia de campo

Foram definidos cinco transectos, usando cartas militares e a opinião de um assistente de campo com bom conhecimento prévio da área de estudo. Os transectos tinham comprimento variável, perfazendo um total de 28 km. Durante os meses de setembro, outubro e novembro os transectos foram amostrados três vezes para detetar a presença de galinhola. Esta amostragem foi feita por um observador experiente, que percorreu os transectos a passo lento e constante na tentativa de registar a presença de galinhola. De modo a garantir independência entre os pontos de amostragem realizou-se uma análise de autocorrelação espacial com o índice de Moran no ArcGis (Moran, 1948; Esri, 2013). Esta análise permite perceber a que escala espacial existe associação entre pontos (Getis, 2005). Neste caso permitiu determinar que deveria existir uma distância mínima de 100 metros entre pontos com presença confirmada de galinhola (**Fig. 2**) o que resultou num total de 25 pontos independentes de presença.



**Figura 2-** Autocorrelação espacial entre os pontos com presença de galinhola. O primeiro pico é atingido nos 100 m de distância e o máximo nos 325 m.

A seleção de habitat baseia-se na comparação entre as características do habitat utilizado e o disponível, pelo que gerámos 25 pontos aleatórios em zonas onde a espécie não tinha sido detetada, respeitando a distância mínima de 100 m entre cada ponto.

Em cada um dos 50 pontos resultantes foram avaliadas as variáveis apresentadas na **Tabela 1**. A recolha destes dados foi realizada no mês de novembro, sempre acompanhada por um assistente de campo.

**Tabela 1-** Variáveis ambientais avaliadas em cada ponto de amostragem e respetiva descrição.

Variável	Descrição da variável
<b>Composição da vegetação</b>	Verificação da presença, num raio de 25 m, de uma lista de espécies vegetais ( <b>Anexo A</b> ) definida <i>a priori</i> , e que inclui espécies características e de fácil identificação.
<b>Altura máxima da vegetação</b>	Estimativa da altura da árvore mais alta situada num raio de 25 m.
<b>Nº de árvores grandes</b>	Contagem do número de árvores com um diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 40 cm, num raio de 50 m.
<b>Nº total de árvores</b>	Contagem do número de árvores com um DAP superior a 10 cm, num raio de 50 m.
<b>Densidade de lianas</b>	Estimativa da densidade de lianas num raio de 25 m expressa numa escala de 0 a 5, onde 0 corresponde à inexistência de lianas na área e 5 corresponde à área totalmente coberta de lianas (Dallimer <i>et al.</i> , 2009).
<b>Densidade de troncos caídos</b>	Estimativa da densidade de troncos caídos num raio de 25 m expressa numa escala de 0 a 5, onde 0 corresponde à inexistência de troncos caídos na área e 5 corresponde à área totalmente coberta de troncos caídos (Dallimer <i>et al.</i> , 2009).
<b>% de cobertura da copa</b>	Média de quatro medições da percentagem de cobertura da copa, feitas com um densiómetro convexo e na direção dos principais pontos cardiais a partir do ponto de amostragem.
<b>% solo nu</b>	Estimativa da percentagem de solo nu, num raio de 1 m a partir do ponto de amostragem.
<b>% de matéria vegetal no solo</b>	Estimativa da percentagem de matéria vegetal no solo (troncos, folhas, raízes, etc.), num raio de 1 m a partir do ponto de amostragem.
<b>% de rocha no solo</b>	Estimativa da percentagem de rocha no solo, num raio de 1 m a partir do ponto de amostragem.
<b>Declive</b>	Declive no ponto de amostragem medido com um clinómetro eletrónico.
<b>Altitude</b>	Altitude no ponto de amostragem, fornecida por GPS.

### 4.3. Análise de dados

Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R v. 3.1.2 com o auxílio do RStudio v. 0.98.507 (R Development Core Team, 2014) e o *script* utilizado pode ser visto no **Anexo B**. Começámos por analisar os dados referentes à composição da vegetação usando escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), uma técnica de

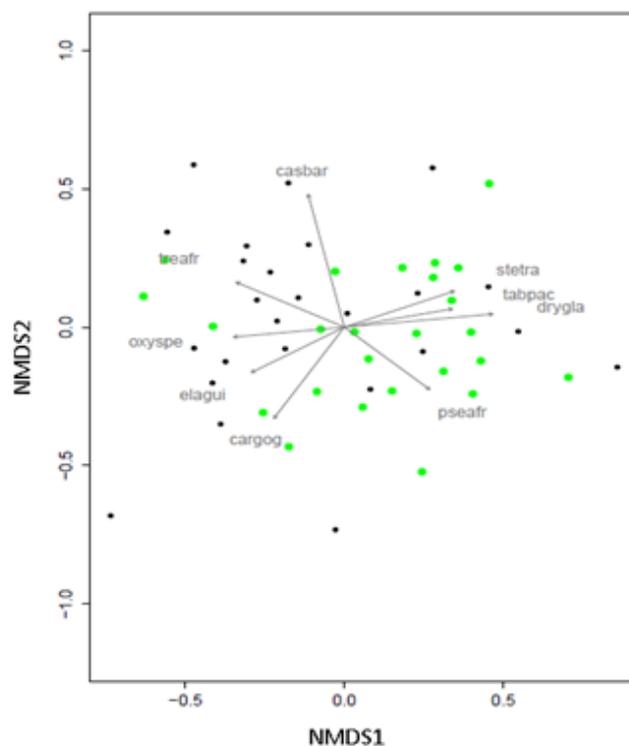
ordenação baseada nas dissemelhanças de Bray-Curtis entre variáveis ambientais padronizadas. Este procedimento é considerado robusto para análise de dados ecológicos a um nível local, sendo que é capaz de melhorar as dimensões ligadas à composição dos pontos e que por sua vez estão associadas a gradientes ambientais subjacentes (Minchin, 1987). As espécies correlacionadas com os eixos da ordenação foram identificadas com recurso à função *envfit* (Borcard *et al.*, 2011). Para verificar se a composição da vegetação difere entre os pontos com presença de galinhola e os pontos aleatórios, foi realizado um teste não paramétrico de análise de semelhanças (ANOSIM - Clarke, 1993) e um teste de análise de variâncias (PERMANOVA - Anderson, 2001).

De seguida usámos modelos lineares generalizados (GLM) para identificar as variáveis associadas à presença de galinhola. Começámos por fazer uma análise de covariância, para excluir as variáveis explicativas fortemente correlacionadas entre si, mas pouco correlacionadas com a presença da galinhola (variável resposta). Foi criado um GLM binomial para perceber como é que as restantes variáveis explicativas afetam a presença da espécie (Bolker *et al.*, 2009; Zuur *et al.*, 2009). Usando a função *dredge* do pacote "MuMIn", foram criados modelos de forma a incluir todas as combinações possíveis de variáveis explicativas, para encontrar os modelos que melhor se ajustavam ao conjunto de dados em estudo (Burnham & Anderson, 2002; Burnham *et al.*, 2011). Estes modelos foram ordenados com base no critério informativo de Akaike corrigido para amostras pequenas (AICc - Burnham & Anderson, 2002 ; Barlow *et al.*, 2010). De seguida as variáveis que melhor explicam a presença da galinhola foram identificadas com base em "*model averaging*", um método que se baseia nos resultados do *dredge* para identificar as variáveis presentes nos modelos com menor AICc (Burnham & Anderson, 2002).

## 5. Resultados

A composição do coberto vegetal dos pontos de presença de galinhola e dos pontos aleatórios foi analisada no NMDS (**Fig. 3**). Da observação dos dois eixos principais resultantes destas análises podemos ver que os pontos onde a presença de galinhola foi confirmada parecem ter uma composição vegetal distinta da dos pontos aleatórios e que a presença de galinhola se encontra positivamente associada ( $p= 0,334$  com  $\alpha=0,01$ ) com o primeiro eixo da ordenação (NMDS1).

### NMDS - composição vegetal dos pontos amostrados



**Figura 3-** Escalonamento multidimensional não métrico dos dados referentes à composição vegetal dos pontos amostrados, representados em duas dimensões (NMDS1 e NMDS2). A verde estão representados os pontos de presença da galinhola e a preto os pontos de ausência. A cinzento podemos ver espécies vegetais representadas por setas: *Casearia barteri* (casbar), *Sterculia tragacantha* (tetra), *Tabernaemontana pachysiphon* (tabpac), *Drypetes glabra* (drygla), *Pseudagrostistachys africana* (pseifr), *Carapa gogo* (cargog), *Elaeis guineensis* (elagui), *Oxyanthus speciosus* (oxyspe) e *Treculia africana* (treafr). Estas estão correlacionadas com os eixos de ordenação tanto na direção da seta como no seu comprimento. Valor de stress= 0,21.

As espécies vegetais correlacionadas positivamente com o primeiro eixo da ordenação foram *Drypetes glabra*, *Sterculia tragacantha* e *Tabernaemontana pachysiphon*. Por outro lado as espécies *Oxyanthus speciosus*, *Treculia africana* e *Elaeis guineensis* apresentam uma correlação negativa com o mesmo eixo de ordenação (**Fig. 3**).

A ANOSIM e a PERMANOVA revelaram não existir diferenças na composição vegetal entre os pontos com presença confirmada de galinhola e os pontos aleatórios (R do ANOSIM=0,014 com  $\alpha=0,24$ ; F da PERMANOVA=-22,073 com  $\alpha=0,691$ ).

Como o primeiro eixo de ordenação parece estar associado à presença da galinhola, considerámos mais uma variável denominada "NMDS1" para a análise seguinte.

A análise de covariância conduziu à exclusão das variáveis “altura máxima”, “nº de árvores grandes”, “densidade de lianas”, “% de rocha no solo” e “NMDS1” por apresentarem uma forte correlação com outras variáveis explicativas e uma correlação fraca com a variável resposta.

Com a criação do GLM percebe-se que as variáveis "nº total de árvores" e "% de cobertura da copa" são as únicas que apresentam uma associação positiva com a presença da galinhola (**Tabela 2**).

**Tabela 2-** Tabela resumo dos valores obtidos no GLM que relaciona a presença da galinhola com as restantes variáveis ainda em estudo. AICc= 63,157.

	Erro padrão	Valor de Z	Pr(> Z )
<b>Nº total de árvores</b>	0,0325	1,664	0,0960 .
<b>% de cobertura da copa</b>	0,1105	1,741	0,0817 .
<b>% solo nu</b>	0,0256	-0,380	0,7042
<b>% de material vegetal no solo</b>	0,0179	-0,359	0,7192
<b>Declive</b>	0,0925	-1,452	0,1466
<b>Altitude</b>	0,0056	0,972	0,3310
<b>Densidade de troncos caídos</b>	0,4660	1,527	0,1268

Códigos de significância: 0 '\*\*\*\*' 0,001 '\*\*\*' 0,01 '\*\*' 0,05 '.' 0,1 '.' 1

Após a seleção de modelos baseada no seu AICc, as variáveis que aparecem nos 5 primeiros modelos são a "altitude", a "% cobertura da copa", o "declive", o "nº total de árvores" e a "densidade de troncos caídos". A variável que mais aparece nestes modelos é "nº total de árvores" num total de 4 modelos. Quando olhamos para os 10 primeiros modelos esta variável está presente em 8 destes. As variáveis "% de material vegetal" e "% de solo nu" não foram incluídas em nenhum dos 10 primeiros modelos. O primeiro modelo ( $\omega=0,072$ ) inclui as variáveis "% de cobertura da copa", "declive", "número total de árvores" e "densidade de troncos caídos" sendo que todas elas apresentam um efeito positivo na presença da galinhola à exceção do "declive" que apresentam um efeito negativo. Este modelo parece ser o que melhor explica a presença da galinhola quando comparado com todos os outros obtidos e tendo em conta as variáveis usadas bem como o tamanho da amostra usada (**Anexo C**).

Aplicando o *model averaging* a todos os modelos resultantes do *dredge* verificamos que o "número total de árvores", a "% de cobertura da copa", a "altitude" e o "declive" são as variáveis mais importantes para modelar a presença da íbis apresentando uma importância relativa de 0,67, 0,66, 0,62 e 0,60 respetivamente. Esta espécie parece

preferir zonas com elevado número de árvores, elevada densidade de copa e elevada altitude mas com pouco declive (**Tabela 3**).

**Tabela 3-** Tabela resumo de algumas características das variáveis explicativas aplicadas na seleção de modelos, obtidas através do *model averaging*.

Variável	Importância relativa	Coefficiente do <i>model averaged</i>	Erro padrão ajustado
Nº total de árvores	0,67	0,05	0,03
% de cobertura da copa	0,66	0,18	0,11
Altitude	0,62	0,00	0,00
Declive	0,60	-0,14	0,09
Densidade de troncos caídos	0,48	0,65	0,46
% material vegetal no solo	0,24	0,00	0,01
% de solo nu	0,24	0,00	0,02

## 6. Discussão

Neste estudo identificámos pela primeira vez de uma forma sistemática as variáveis ambientais que influenciam a presença da galinhola a uma escala local de 50 m. Verificámos que a espécie se encontrava associada a zonas mais planas de maior altitude, com maiores densidades arbóreas e de copa, e a determinadas espécies vegetais.

### 6.1. Variáveis ambientais associadas à presença de galinhola

A composição vegetal parece afetar a presença da galinhola. A sua presença aparece associada a espécies como o mamão-d'Obô *Drypetes glabra*, a nêspera-d'Obô *Sterculia tragacantha* e a cata-d'Obô *Tabernaemontana pachysiphon*. O mamão-d'Obô, classificada como vulnerável (World Conservation Monitoring Centre, 1998), demonstrou a relação mais forte com o primeiro eixo da ordenação e é uma planta endémica das florestas de baixa altitude da ilha de São Tomé (Exell, 1944). A nêspera-d'Obô é

encontrada em vários países africanos e está associada a florestas secundárias ou de transição (Conservatoire et Jardin botaniques, 2015a). Já a cata-d'Obô é típica do sub-bosque de florestas abertas (Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, 2015). O café-d'Obô *Oxyanthus speciosus*, o isaquiteiro *Treculia africana* e a palmeira-dendém *Elaeis guineensis*, por outro lado, estavam associadas à ausência de galinhola, parecendo apresentar um impacto negativo na espécie. O café-d'Obô é típico de floresta secundária (PROTA4U, 2009). O isaquiteiro é apreciado pelos seus frutos mas ultimamente têm sido alvo de maior interesse devido às suas sementes ricas em proteínas e óleo (Conservatoire et Jardin botaniques, 2015b). A palmeira-dendém demonstrou mais forte associação com a ausência de galinhola. Esta espécie tem sido explorada na ilha para a produção de óleo de palma (BirdLife International, 2014), prefere zonas com alguma sombra mas adapta-se facilmente a outras condições incluindo zonas de floresta secundária (Conservatoire et Jardin botaniques, 2015c). Estes resultados corroboram o que foi sugerido por outros autores de que a ocorrência de muitas espécies depende não só de características estruturais da vegetação mas também da sua composição (Robinson & Holmes, 1984; Rotenberry, 1985; Gabbe *et al.*, 2001; Lee & Rotenberry, 2005; Fleishman & MacNally, 2006; Jayapal *et al.*, 2009).

A galinhola parece estar associada a espécies vegetais típicas de floresta melhor preservada. A composição específica destes locais proporciona à galinhola oportunidades para a deteção de alimento como pequenos invertebrados incluindo caracóis e lesmas que ocorrem no solo da floresta (Christy & Clarke, 1998), áreas de abrigo e áreas de nidificação. Podem ainda apresentar tipos de solo e condições climáticas mais adequadas à sua presença. Por outro lado áreas com espécies como a palmeira-dendém estão atualmente associadas à presença humana e a uma certa degradação florestal o que poderá explicar o fato desta espécie evitar estes locais. Por consequência, para preservar a galinhola é necessário preservar todo o ecossistema envolvente de modo a garantir a continuidades das relações complexas de que esta espécie depende.

A ocorrência de galinhola estava ainda associada a maior densidade de árvores, maior percentagem de cobertura da copa, maiores altitudes e menores declives. Estes resultados estão de acordo com outros autores, que indicam que a espécie ocorre em zonas planas com floresta madura de baixa altitude (Jones & Tye, 2006; Olmos & Turshak, 2010; BirdLife International, 2014; Christy & Clarke 1998). Existem indicações que a galinhola também está associada à existência de árvores de grandes dimensões (Olmos & Turshak, 2010). Neste trabalho esta variável foi excluída durante a análise de covariância (ver comando [#Correlação entre variáveis](#) do **Anexo B**) mas é possível que este fator seja importante se se tivesse utilizado outra escala de análise, nomeadamente porque todas as florestas na área de estudo tendem a ter uma abundância elevada de árvores de grandes dimensões. A nossa análise foi feita a uma escala espacial reduzida e apenas numa parte da área de distribuição da espécie. A outras escalas espaciais e

temporais, ou em comparação é provável que existam outros fatores a determinar a ocorrência da espécie.

## **6.2. Implicações para a conservação da galinhola**

Este estudo permitiu identificar algumas das características de habitat selecionadas pela galinhola, uma das ações prioritárias para a espécie identificadas no Plano de Ação Internacional. Esta informação pode ser usada não só para um melhor planeamento das ações de conservação desta, mas também de modo a melhorar a gestão das áreas florestais em São Tomé, principalmente no Parque Natural d'Obô, uma vez que grande parte da área de ocorrência da espécie é dentro do Parque. A sobrevivência da galinhola depende da preservação das melhores manchas florestais ainda existentes a baixa altitude. Como tal, esta espécie pode ser usada como uma "espécie bandeira" para a conservação de floresta das terras baixas da ilha. Contudo será necessário realizar investigação adicional de modo a perceber se as características desta espécie se enquadram na definição de "espécie bandeira" uma vez que uma das principais características é cativar o público alvo, nomeadamente as populações locais (Verissimo *et al.*, 2011).

Apesar da galinhola ser uma espécie mal conhecida, a verdade é que o conhecimento sobre a ecologia de espécies semelhantes à galinhola, nomeadamente espécies do mesmo género e outros íbis florestais é muito reduzido e, por vezes, quase inexistente. Neste contexto, o estudo que realizámos poderá servir de base para aplicação no estudo de outras íbis florestais.

A principal medida de gestão sugerida é a manutenção das florestas melhores preservadas no seu atual estado de conservação, e com o baixo nível de visitação que se verifica atualmente. No entanto também parece existir algum potencial para melhorar as características de algumas das florestas na área de estudo, no sentido de serem ocupadas pela galinhola e por outras espécies típicas do Ob , das florestas originais de São Tomé, nomeadamente através da remo o de espécies exóticas e do repovoamento com espécies nativas. Qualquer medida de gestão neste sentido deve no entanto ser devidamente acautelada por estudos mais aprofundados sobre a ecologia destes ecossistemas, por exemplo em termos de solos e de sucessão vegetal, e por interven es minimalistas, de modo a garantir que não existem perturba es secundárias com efeitos adversos, como por exemplo a facilita o do acesso e aumento da caça neste local.

A conserva o do Ob  e da galinhola está dependente das atividades humanas desenvolvidas nas comunidades em torno do Parque Natural d'Ob . A caça continua a ser uma das maiores ameaças, aliada   atual degrada o e perda de habitat. Sem esta pressão adicional o habitat ideal para a galinhola poderia albergar mais indivíduos dos que atualmente abriga. Também as espécies exóticas apresentam um impacto negativo

muito forte nesta espécie tal como os nossos dados indicam. Algumas espécies vegetais introduzidas estão associadas ao desaparecimento da galinhola possivelmente não de uma forma direta mas através da degradação florestal ao longo do tempo.

Tendo tudo isto em conta é essencial que os habitantes das comunidades em torno do Parque Natural d'Obô aprendam a valorizar as suas florestas e as espécies que aí habitam e que, ao mesmo tempo, as entidades governamentais integrem as prioridades de conservação da biodiversidade, e de proteção ambiental em geral, nas estratégias de desenvolvimento do país. Nomeadamente é essencial que haja maior responsabilidade local pelo desenvolvimento e aplicação de medidas de proteção para a galinhola e para o Obô.

## 7. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à Prentice Family, à BirdLife International Preventing Extinctions Programme, e ainda à The Waterbird Society pelo apoio financeiro prestado na realização deste trabalho. Estamos ainda gratos à Direção Geral do Ambiente de São Tomé e Príncipe e ao respetivo diretor o Eng. Arlindo de Carvalho. Por fim gostaríamos de agradecer ao Leonel Viegas pela ajuda e pelos valiosos conselhos.

## 8. Bibliografia

Anderson, M.J. (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.

Atkinson, I.A.E. (1985) "The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic islands and their effects on island avifaunas" in Moors, P.J. (ed.) *Conservation of island birds*. International Council for Bird Preservation: Cambridge.

Barlow, J., Louzada, J., Parry, L., Hernández, M.I.M., Hawes, J., Peres, C.A., Vaz-de-Mello, F.Z. & Gardner, T.A. (2010) Improving the design and management of forest strips in human-dominated tropical landscapes: a field test on Amazonian dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 47: 779-788.

BirdLife International (2013) *Bostrychia bocagei*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/22697478/0>. Acedido em maio de 2015.

BirdLife International (2014) *Plano de Ação Internacional para a conservação das espécies de aves Criticamente em Perigo de São Tomé*. BirdLife International: Cambridge.

Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens (2015) Flora Zambesiaca. *Tabernaemontana pachysiphon* Stapf. Disponível em: <http://apps.kew.org/efloras/namedetail.do?flora=fz&taxon=5634&nameid=14253>. Acedido em abril de 2015.

Bolker, B.M., Brooks, M.E., Clark, C.J., Geange, S.W., Poulsen, J.R., Stevens, M.H.H. & White, J.S.S. (2009) Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 127-35.

Borcard, D., Gillet, F. & Legendre, P. (2011) *Numerical ecology with R*. Springer: New York.

Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (2002) *Model selection and multi-model inference: a practical information-theoretic approach*. Springer: New York.

Burnham, K.P., Anderson, D.R. & Huyvaert, K.P. (2011) AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65: 23-35.

Christy, P. & Clarke, W.V. (1998) *Guide des Oiseaux de Sao Tome et Principe*. ECOFAC: São Tomé.

Clarke, K.R. (1993) Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Conservatoire et Jardin botaniques (2015a) African Plant Database. *Sterculia tragacantha* Lindt. Disponível em: <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=120551>. Acedido em abril de 2015.

Conservatoire et Jardin botaniques (2015b) African Plant Database. *Treculia africana* Decne. Disponível em: <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=177539>. Acedido em abril de 2015.

Conservatoire et Jardin botaniques (2015c). African Plant Database. *Elaeis guineensis* Jacq. Disponível em: <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=33268>. Acedido em abril de 2015.

Dallimer, M., King, T. & Atkinson, R.J. (2009) Pervasive threats within a protected area: conserving the endemic birds of São Tomé, West Africa. *Animal Conservation* 12: 209-219.

Direção Geral do Ambiente (2006) *Lei do Parque Natural do Obô (Lei n.6/2006)*. Ministério dos Recursos Naturais e Ambiente: São Tomé e Príncipe.

Esri (2013) ArcGIS Resources. How Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) works. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//005p0000000t000000>. Acedido em maio de 2015.

Exell, A.W. (1944) *Catalogue of the vascular plants of S.Tomé (with Príncipe and Annobon)*. British Museum (Natural History): London.

Fleishman, E. & MacNally, R. (2006) Patterns of spatial autocorrelation of assemblages of birds, floristics, physiognomy, and primary productivity in the central Great Basin, USA. *Diversity and Distribution* 12: 236-243.

Gabbe, A.P., Robinson, S.K. & Brawn, J.D. (2001) Tree-Species Preferences of Foraging Insectivorous Birds: Implications for Floodplain Forest Restoration. *Conservation Biology* 16 (2): 462-470.

Getis, A. (2005) "Spatial statistics" in Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. & Rhind, D.W. *New developments in Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications (Abridged edition)*. Wiley: New Jersey.

Hancock, J.A., Kushland, J.A. & Kahl, M.P. (1992) *Storks, Ibises and Spoonbills of the World*. Academic Press: London.

Jayapal, R., Qureshi, Q., & Chellam, R. (2009) Importance of forest structure versus floristics to composition of avian assemblages in tropical deciduous forests of Central Highlands, India. *Forest Ecology and Management* 257: 2287-2295.

Jones, P. & Tye, A. (2006) *The birds of São Tomé and Príncipe, with Annobón: islands of the Gulf of Guinea*. British Ornithologists' Union: Oxford.

Lee, P. & Rotenberry, J.T. (2005) Relationships between bird species and tree species assemblages in forested habitats of eastern North America. *Journal of Biogeography* 32: 1139-1150.

Minchin, P.R. (1987) An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetation* 69: 89-107.

Moran, P.A.P. (1948) The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society B* 10: 243-251.

Olmos, F. & Turshak, L.G. (2010) Bird observations from São Tomé: Monte Carmo as a priority conservation site. *African Bird Club* 17(1): 54-65.

Peet, N. B. & Atkinson, P.W. (1994) The biodiversity and conservation of the birds of São Tomé and Príncipe. *Biodiversity and Conservation* 3: 851-867.

PROTA4U (2009) Record display. *Oxyanthus speciosus* DC. Disponível em: <http://www.prota4u.info/protav8.asp?h=M26,M36,M4&t=Oxyanthus,speciosus&p=Oxyanthus+speciosus#MajorReferences>. Acedido em abril de 2015.

R Development Core Team (2014) *R: A language and environment for statistical computing*. Disponível em: [www.r-project.org/](http://www.r-project.org/). Acedido em fevereiro de 2015.

Robinson, S.K. & Holmes, R.T. (1984) Effects of plant species and foliage structure on the foraging behavior of forest birds. *Auk* 101: 672-684.

Rotenberry, J.T. (1985) The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia* 67: 213-217.

Sutherland, W.J., Newton, I. & Green, R.E. (2004) *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University Press: New York.

Verissimo, D., MacMillan, D.C. & Smith, R.J. (2011) Toward a systematic approach for identifying conservation flagships. *Conservation Letters* 4: 1-8.

World Conservation Monitoring Centre (1998) *Drypetes glabra*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/32774/0>. Acedido em maio de 2015.

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A. & Smith, G.M. (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer: New York.

## Considerações finais

A obtenção de informações sobre a seleção de habitat feita pela galinhola era uma das medidas definidas pelo Plano de Ação Internacional para a conservação de aves criticamente em perigo de extinção de São Tomé, aumentando deste modo o conhecimento sobre a espécie. As ameaças sofridas por esta espécie são muito diversas e vão desde a existência de pressão direta da caça, à perda de habitat e à degradação do mesmo fazendo com que esta medida fosse considerada de elevada prioridade.

O estudo que realizámos revela que durante a época de reprodução e nas florestas do Sul da ilha de São Tomé, a galinhola prefere áreas mais planas e de elevada altitude, com elevada densidade arbórea e de cobertura de copa. A presença da espécie parece ainda estar associada a uma composição florística específica, nomeadamente à presença de mamão-d'Obô, a nêspira-d'Obô e cata-d'Obô e à ausência de café-d'Obô, Izaquiteiro e palmeira-dendém.

Os resultados obtidos neste estudo vêm reforçar a necessidade de uma melhor gestão das florestas maduras de baixa altitude de São Tomé e do Parque Natural d'Obô uma vez que estas florestas são as mais vulneráveis à ação humana e grande parte delas encontra-se atualmente degradada ou convertida em áreas agrícolas. Outras espécies endémicas típicas destas florestas também se encontram atualmente ameaçadas como é o caso da rã *Ptychadena newtoni*, do pau-vermelho *Staudtia pterocarpa*, do anjolô *Neospiza concolor* ou do sui-sui-de-obô *Amaurocichla bocagei*. Assim a galinhola pode ser usada como uma "espécie bandeira" de modo a promover a proteção destas florestas e deste modo contribuir para a conservação de outras espécies locais. É também necessário atuar junto das populações locais e mostrar-lhes o valor da floresta e a sua riqueza em espécies animais e vegetais de modo a que estas também atuem na sua conservação. A medida de gestão mais aconselhada seria a manutenção das florestas de baixa altitude nomeadamente as manchas florestais mais preservadas, acompanhada por uma continuidade de estudos científicos com esta espécie, outras espécies e até mesmo com o próprio ecossistema.

Existe uma generalizada lacuna de conhecimento não só sobre a galinhola, mas sobre as íbis florestais em geral, e nomeadamente sobre as outras quatro espécies pertencentes ao género *Bostrychia*. Aliás, neste momento é possível que, apesar de todas as falhas, esta seja a espécie mais estudada entre as suas semelhantes. Tendo isto em conta, este trabalho pode servir como modelo para trabalhos futuros que visem aumentar o conhecimento sobre a seleção de habitat feita por espécies ecologicamente parecidas ou próximas taxonomicamente.

Durante o trabalho de campo foi possível participar noutras atividades. Fizemos várias observações de galinhola que foram incluídas na base de dados da Iniciativa da BirdLife em São Tomé e Príncipe (em parceria com a SPEA, a RSPB, a BirdLife Africa, a Ce3C e

entidades locais). Obtivemos ainda o registo mais a sul alguma vez feito para esta espécie.

Recolhemos geoplanídeos a pedido do Doutor Ronald Sluys (zoólogo terrestre e investigador no *Naturalis Biodiversity Center*) de modo a tentar identificar as espécies existentes na ilha. Estas espécies são predadoras de moluscos terrestres, e tendo em conta a grande riqueza de endemismos deste grupo, seria importante perceber que espécies de geoplanídeos estão presentes e se estas poderão ser uma ameaça para a conservação dos moluscos terrestres endémicos de São Tomé. Foram colocadas armadilhas fotográficas em floresta de baixa altitude dentro do Parque Natural d'Obô com o intuito de obter as primeiras filmagens da galinhola. Estas filmagens foram conseguidas, sendo que foram pela primeira vez obtidas imagens de mais do que dois indivíduos juntos e a vocalizar. A sua divulgação foi feita pela Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA) e o vídeo pode ser visto no link <https://vimeo.com/122741874>. Com estas câmaras foi ainda possível obter filmagens de duas outras espécies, o rato-preto *Rattus rattus* (<https://vimeo.com/125477691>) e a lagaia *Civettictis civetta* (<https://vimeo.com/125478685>). Estas espécies são exóticas e aumentar o conhecimento sobre elas pode ser uma peça muito importante na conservação das espécies nativas. Foi-me possível observar *Ptychadena newtoni* numa área fora da que está definida como área de distribuição da espécie o que faz com que a sua área de distribuição possa ser aumentada cerca de 12 km para sul. Este registo foi facultado ao Doutor Bob Drewes, herpetólogo investigador na *California Academy of Sciences*. Por fim participei ainda na procura de exemplares do género *Hyperolius* para serem fotografados de modo a que posteriormente a Doutora Rayna Bell, investigadora do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade de Cornell em Ithaca, Nova York, possa diferenciar a espécie *Hyperolius malleri* e os seus híbridos com *Hyperolius thomensis* e deste modo contribuir para o conhecimento e a conservação de anfíbios de África Central.

## Referências bibliográficas

Albuquerque, C. & Cesarini, D. (2009) *Plano de Manejo do Parque Nacional Obô de São Tomé*. ECOFAC: São Tomé.

Azevedo, F.P. (2015) "Quantas Galinholas *Bostrychia bocagei* existem em São Tomé? Uso do *Distance Sampling* e do *Plot Sampling* para estimar a população de uma ave endêmica criticamente ameaçada". Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação. Universidade de Évora: Évora.

Balda, R.P. (1969) Foliage use by birds of the oak-juniper woodland and ponderosa pine forest in South-eastern Arizona. *Condor* 71: 399-412.

BirdLife International (2012a) *Columba thomensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/22690138/0>. Acedido em maio de 2015.

BirdLife International (2012b) *Treron sanctithomae*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/22691227/0>. Acedido em maio de 2015.

BirdLife International (2013) *Bostrychia bocagei*. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/22697478/0>. Acedido em maio de 2015.

BirdLife International (2014) *Plano de Ação Internacional para a conservação das espécies de aves Criticamente em Perigo de São Tomé*. BirdLife International: Cambridge.

BirdLife International (2015a) Important Bird Areas factsheet: São Tomé lowland forests. Disponível em: [ww.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=6881](http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=6881). Acedido em maio de 2015.

BirdLife International (2015b) Species: Dwarf Olive Ibis *Bostrychia bocagei*. Disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=3789>. Acedido em maio de 2015.

Borcard, D., Gillet, F. & Legendre, P. (2011) *Numerical ecology with R*. Springer: New York.

Buchanan, G.M., Donald, P.F. & Butchart, S.H.M. (2011) Identifying Priority Areas for Conservation: A Global Assessment for Forest-Dependent Birds. *PLoS ONE* 6: e29080.

Chapin, J.P. (1923) The Olive Ibis of Dubus and its Representative on São Tomé. *The American Museum of Natural History* 84: 1-9.

Christy, P. & Clarke, W.V. (1998) *Guide des Oiseaux de Sao Tome et Principe*. ECOFAC: São Tomé.

Christy, P. (2001) "São Tomé and Príncipe" in Fishpool, L.D. & Evans M.I. (eds.) (2001) *Important Bird Areas in Africa and Associated Islands: Priority Sites for Conservation*. Pisces Publications e BirdLife International: Newbury and Cambridge.

Clarke, K.R. (1993) Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Cody, M.L. (1985) *Habitat Selection in Birds*. Academic Press: New York.

Collar, N.J. & Stuart, S.N. (1988) *Key forests for threatened birds in Africa*. International Council for birds Preservation: Cambridge.

Dallimer, M., King, T. & Atkinson, R.J. (2009) Pervasive threats within a protected area: conserving the endemic birds of São Tomé, West Africa. *Animal Conservation* 12: 209-219.

de Lima, R.F., Sampaio, H. & Buchanan, G. (2013) Survey of critically endangered birds South of São Tomé Obô Natural Park. Relatório não publicado.

del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (1992) *Handbook of the Birds of the World (vol. 1): Ostrich to Ducks*. Lynx Edicions: Barcelona.

Diniz, M.A., Fernandes, R., Martins, E.S., Moreira, I. & Paiva, J. (2002) Carta de zonagem agro-ecológica e da vegetação de São Tomé e Príncipe. *Garcia da Orta* 15: 1-72.

Direção Geral do Ambiente (2006) *Lei do Parque Natural do Obô (Lei n.6/2006)*. Ministério dos Recursos Naturais e Ambiente: São Tomé e Príncipe.

Exell A.W. (1944) *Catalogue of the vascular plants of S. Tomé (with Príncipe and Annobon)*. British Museum (Natural History): London.

Figueiredo E. (1994) Diversity and endemism of angiosperms in the Gulf of Guinea islands. *Biodiversity and Conservation* 3: 785-793.

Hancock, J.A., Kushland, J.A. & Kahl, M.P. (1992) *Storks, Ibises and Spoonbills of the World*. Academic Press: London.

James, R.D. (1976) Foraging behavior and habitat selection of three species of vireos in southern Ontario. *Wilson Bull* 88: 62-75.

Jones, P. & Tye, A. (2006) *The birds of São Tomé and Príncipe, with Annobón: islands of the Gulf of Guinea*. British Ornithologists' Union: Oxford.

- Maia, H., Gascoignet, A., de Deus, D. & de Lima, F. (2014) Notes on the breeding ecology and conservation of the Critically Endangered Dwarf Olive Ibis *Bostrychia bocagei*. *Bulletin of the African Bird Club* 21(2): 202-205.
- Minchin, P.R. (1987) An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetation* 69: 89-107.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Olmos, F. & Turshak, L.G. (2010) Bird observations from São Tomé: Monte Carmo as a priority conservation site. *Bulletin of the African Bird Club* 17(1): 54-65.
- Peet, N.B. & Atkinson, P.W. (1994) The biodiversity and conservation of the birds of São Tomé and Príncipe. *Biodiversity and Conservation* 3: 851-867.
- Primack, R. & Corlett, R. (2005) *Tropical rain forests: an ecological and biogeographical comparison*. Blackwell Publishing: Oxford.
- Silva, H.L.E. (1958) Esboço da carta de aptidão agrícola de São Tomé e Príncipe. *Garcia de Orta* 6: 61-86.
- Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. & Wege, D.C. (1998) *Endemic Bird Areas of the World. Priorities for biodiversity conservation*. BirdLife Conservation Series 7. BirdLife International: Cambridge.
- Tenreiro, F. (1961) *A ilha de São Tomé*. Junta de Investigações Científicas do Ultramar: Lisboa.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A. & Smith, G. M. (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer: New York.

## Anexos

**Anexo A-** Lista de espécies vegetais usada na caracterização dos 50 pontos de amostragem.

<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>
Acácia	<i>Paraserianthes falcataria</i>
Alho-de-Obô	<i>Psychotria peduncularis</i>
Bambu	<i>Bambusa vulgaris</i>
Bobo-bobo	<i>Casearia barteri</i>
Cacau-de-Obô	<i>Pseudagrostistachys africana</i>
Café-arábica	<i>Coffea arabica</i>
Café-de-Obô	<i>Oxyanthus speciosus</i>
Café-libérica	<i>Coffea liberica</i>
Cata d'Obô	<i>Tabernaemontana pachysiphon</i>
Cata-grande	<i>Voacanga africana</i>
Cata-pequena	<i>Rauvolfia vomitoria</i>
Cheflera	<i>Schefflera barteri</i>
Cola-macaco	<i>Trichilia grandifolia</i>
Coleira	<i>Cola acuminata</i>
Cubango	<i>Croton stellulifer</i>
Figo obata	<i>Ficus chlamydocarpa</i>
Figo-porco	<i>Ficus mucoso</i>
Fruteira	<i>Artocarpus altilis</i>
Gofe d'Obô	<i>Cecropia peltata</i>
Gogô	<i>Carapa gogo</i>
Quiasí	<i>Xylopi staudtii</i>
Isaquenteiro	<i>Treculia africana</i>
Jambrinho	<i>Syzygium jambos</i>
Mamão d'Obô	<i>Drypetes glabra</i>
Mangue-d'Obô	<i>Uapaca guineensis</i>
Matias-jorge	<i>Syzygium guineense</i>
Moandim	<i>Pentaclethra macrophylla</i>
Moindro	<i>Bridelia micrantha</i>
Mossandá	<i>Ficus kamerunensis</i>
Nêspira-d'Obô	<i>Sterculia tragacantha</i>
Óleo-barão	<i>Symphonia globulifera</i>
Olho-falcão	<i>Xylopi quintasi</i>
Palmeira-dendém	<i>Elaeis guineensis</i>
Pau-branco	<i>Tetrorchidium didymostemon</i>
Pau-cadela	<i>Funtumia africana</i>
Pau-caixão	<i>Pycnanthus angolensis</i>

<b>Pau-ferro</b>	<i>Margaritaria discoidea</i>
<b>Pau-formiga</b>	<i>Psydrax subcordata</i>
<b>Pau-nicolau</b>	<i>Pauridiantha floribunda</i>
<b>Pau-óleo</b>	<i>Santiria trimera</i>
<b>Pau-sabão</b>	<i>Dracaena arborea</i>
<b>Pau-vermelho</b>	<i>Staudtia pterocarpa</i>
<b>Quebra-machado</b>	<i>Homalium henriquesii</i>
<b>Safú d'Obô</b>	<i>Pseudospondias microcarpa</i>
<b>Safuzeiro</b>	<i>Dacryodes edulis</i>
<b>Viro-preto</b>	<i>Scytopetalum klaineianum</i>
<b>Zamumo</b>	<i>Chrysophyllum africanum</i>

**Anexo B-** Script usado no programa de dados estatístico RStudio v. 0.98.507. Apenas estão listados os passos mais importantes para uma melhor compreensão dos resultados sendo que a azul podemos ver os comentários e os comandos inseridos, a vermelho as mensagens de aviso e a preto os *outputs*.

```

> #Importar dados
> mdad<- read.delim("C:/Users/Neide/mdadvartodas (1).txt")
> names(mdad)
> str(mdad)
> library(vegan)
Loading required package: permute
Loading required package: lattice
This is vegan 2.2-0

> #NMDS
> mdad1<-mdad[,1:47]
> names(mdad1)
> mmds <- metaMDS(mdad1,trymax=99)
> mmds

Call:
metaMDS(comm = mdad1, trymax = 99)

global Multidimensional Scaling using monoMDS

Data:      mdad1
Distance: bray

Dimensions: 2
Stress:    0.218746
Stress type 1, weak ties
No convergent solutions - best solution after 99 tries
Scaling: centring, PC rotation, halfchange scaling
Species: expanded scores based on 'mdad1'

> str(mmds)
> op<-par(mfrow=c(1,1))
> plot(mmds,display="sites", type="n",xlab="NMDS1",ylab="NMDS2")
> points(mmds$points[,1],mmds$points[,2],pch=16,cex=1,col="black")
>
points(mmds$points[,1],mmds$points[,2],pch=16,cex=mdad$pres*1.5,col="green")
> efl<-envfit(mmds,mdad1, permu = 999)
> efl

***VECTORS

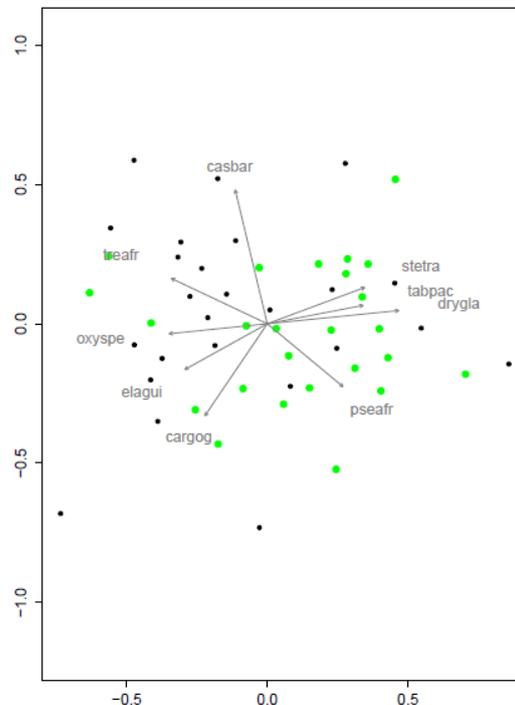
```

	NMDS1	NMDS2	r2	Pr(>r)	
parfal	-0.55999	-0.82850	0.1990	0.023	*
psyped	0.37050	0.92883	0.0251	0.552	
bamvul	0.07333	-0.99731	0.2209	0.004	**
casbar	-0.23145	0.97285	0.6176	0.001	***
pseaf	0.76654	-0.64219	0.3120	0.001	***
cofara	-0.45361	0.89120	0.1201	0.078	.
oxyspe	-0.99460	-0.10378	0.3112	0.001	***
coflib	-0.87012	0.49284	0.0715	0.190	
tabpac	0.98183	0.18978	0.3048	0.001	***
voaaf	-0.20851	0.97802	0.0719	0.192	
rauvom	0.22447	-0.97448	0.0135	0.785	
schbar	-0.12487	-0.99217	0.0540	0.273	
trigra	-0.46258	-0.88658	0.0337	0.401	
colacu	0.97249	0.23294	0.0066	0.840	
croste	0.36616	-0.93055	0.0078	0.848	
ficchl	-0.34691	0.93790	0.1884	0.010	**
ficmuc	-0.82616	0.56344	0.0640	0.245	

artalt	-0.96732	-0.25354	0.1391	0.023	*
cecpe1	-0.94118	-0.33792	0.0819	0.149	
cargog	-0.55762	-0.83010	0.4019	0.001	***
xylsta	0.24461	-0.96962	0.0049	0.872	
treaftr	-0.90308	0.42947	0.3612	0.001	***
syzjam	-0.24671	-0.96909	0.0508	0.281	
drygla	0.99489	0.10100	0.5598	0.001	***
uapgui	0.94916	-0.31479	0.2076	0.005	**
syzgui	0.37938	-0.92524	0.0167	0.709	
penmac	-0.99038	0.13836	0.1929	0.009	**
brimic	-0.44979	0.89314	0.1778	0.006	**
fickam	-0.70766	0.70656	0.1584	0.022	*
stetra	0.93575	0.35267	0.3465	0.001	***
symglo	0.99928	-0.03786	0.0151	0.693	
xylqui	-0.02333	-0.99973	0.1325	0.033	*
elagui	-0.87264	-0.48836	0.2857	0.001	***
tetdid	-0.60585	0.79558	0.1157	0.048	*
funaftr	-0.48935	0.87209	0.1923	0.004	**
pycang	-0.86254	0.50600	0.1731	0.012	*
mardis	-0.79952	-0.60065	0.0412	0.407	
psysub	0.11833	0.99297	0.0477	0.323	
pauflo	-0.99594	0.09004	0.1922	0.007	**
santri	0.48346	0.87537	0.0988	0.105	
draarb	-0.33070	0.94374	0.0502	0.296	
stapte	-0.81125	0.58470	0.0032	0.922	
homhen	0.99733	-0.07296	0.1583	0.013	*
psemic	-0.57271	-0.81976	0.0539	0.267	
draedu	-0.71484	0.69928	0.0775	0.157	
scykla	0.63259	0.77449	0.2035	0.006	**
chrafr	0.90901	0.41677	0.0768	0.170	

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
 Permutation: free  
 Number of permutations: 999

```
> plot(ef1, p.max = 0.001,col=grey(0.5))
> #text(mmds$points[,1],mmds$points[,2],pch=16,cex=0.75,col="red")
```



```

> ###Presença de galinhola em função dos eixos NMDS

> op<-par(mfrow=c(1,2))
> boxplot(mmds$points[,1]~mdad$pres)

> cor.test(mmds$points[,1],mdad$pres,method="spearman")

Spearman's rank correlation rho

data: mmds$points[, 1] and mdad$pres
S = 13869.32, p-value = 0.01776
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
0.3340062

> boxplot(mmds$points[,2]~mdad$pres)

> cor.test(mmds$points[,2],mdad$pres,method="spearman")

Spearman's rank correlation rho

data: mmds$points[, 2] and mdad$pres
S = 24259.55, p-value = 0.2524
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
-0.1649242

> #Diferenças na vegetação entre os sítios com e sem galinhola

> ##Teste de diferenças com base em análise de semelhanças (ANOSIM)
> ibis<-as.factor(mdad$pres)
> an<-anosim(mmds$points,ibis,permutation=999)
> an

Call:
anosim(dat = mmds$points, grouping = ibis, permutations = 999)
Dissimilarity: bray

ANOSIM statistic R: 0.01405
Significance: 0.24

Permutation: free
Number of permutations: 999

> ##Análise de variâncias (PERMANOVA)
> ad<-adonis(mmds$points ~ ibis, permutations=999)
> ad
Call:
adonis(formula = mmds$points ~ ibis, permutations = 999)

Permutation: free
Number of permutations: 999

Terms added sequentially (first to last)


```

	Df	SumsOfSqs	MeanSqs	F.Model	R2	Pr(>F)
ibis	1	-65401	-65401	-23.675	-0.97328	0.643
Residuals	48	132598	2762		1.97328	
Total	49	67197			1.00000	

```

> #Análise exploratória dos dados

```

```
> ##Visualização de variáveis contínuas
```

```
> op <- par(mfrow = c(1, 1), mar = c(3, 3, 3, 1))
> dotchart(mdad$altmax, main = "Altura máxima", group = NULL)
> dotchart(mdad$arvgr, main = "Nº de árvores grandes", group = NULL)
> dotchart(mdad$totarv, main = "Nºtotal de árvores", group = NULL)
> dotchart(mdad$cobc, main = "% cobertura da copa", group = NULL)
> dotchart(mdad$nu, main = "% solo nú", group = NULL)
> dotchart(mdad$matveg, main = "% matéria vegetal no solo", group =
NULL)
> dotchart(mdad$rocha, main = "% rocha no solo", group = NULL)
> dotchart(mdad$decl, main = "Declive", group = NULL)
> dotchart(mdad$alt, main = "Altitude", group = NULL)
> dotchart(mmds$points[,1], main = "NMDS1", group = NULL)
> par(op)
```

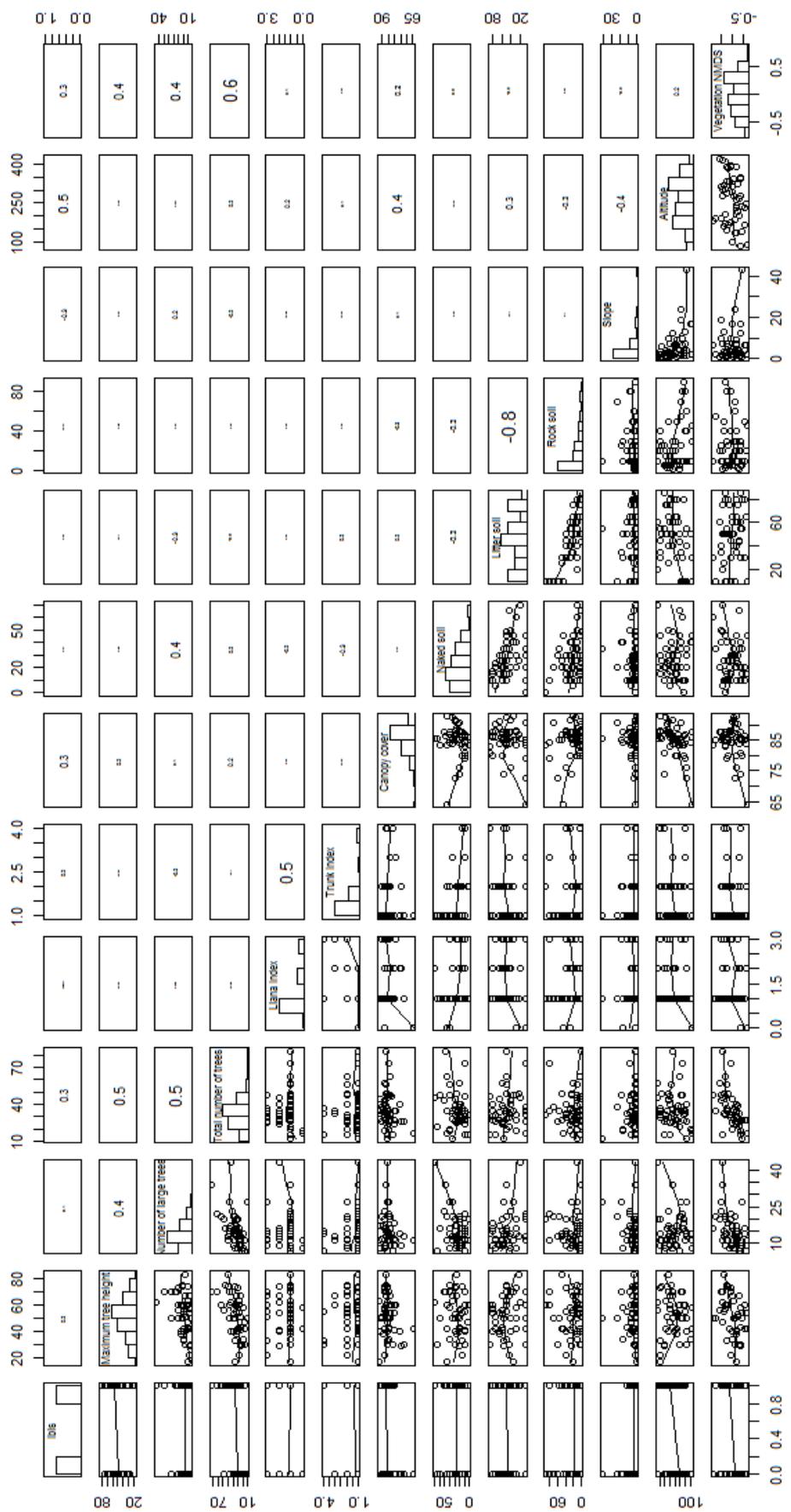
```
#Visualização de variáveis categóricas
```

```
> op <- par(mfrow = c(1, 2))
> hist(mdad$lia)
> hist(mdad$troncos)
> par(op)
```

```
> #Correlação entre variáveis
```

```
> ##Criar painéis
```

```
> z<-
cbind(mdad$pres,mdad$altmax,mdad$arvgr,mdad$totarv,mdad$lia,mdad$tronco
s,mdad$cobc,mdad$nu,mdad$matveg,mdad$rocha,mdad$decl,mdad$alt,mmds$poins
ts[,1])
> colnames(z)<-c("Ibis","Maximum tree height","Number of large
trees","Total number of trees","Liana Index","Trunk Index","Canopy
cover","Naked soil","Litter soil","Rock
soil","Slope","Altitude","Vegetation NMDS")
> panel.smooth2<-function (x, y, col = par("col"), bg = NA, pch =
par("pch"),
+ cex = 1, col.smooth = "red", span = 2/3, iter = 3, ...)
+ {
+ points(x, y, pch = pch, col = col, bg = bg, cex = cex)
+ ok <- is.finite(x) & is.finite(y)
+ if (any(ok))
+ lines(stats::lowess(x[ok], y[ok], f = span, iter = iter),
+ col = 1, ...)
+ }
> panel.cor<-function(x, y, digits=1, prefix="", cex.cor)
+ {
+ usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
+ par(usr = c(0, 1, 0, 1))
+ r1=cor(x,y,use="pairwise.complete.obs")
+ r <- abs(cor(x, y,use="pairwise.complete.obs"))
+ txt <- format(c(r1, 0.123456789), digits=digits)[1]
+ txt <- paste(prefix, txt, sep="")
+ if(missing(cex.cor)) cex <- 0.9/strwidth(txt)
+ text(0.5, 0.5, txt, cex = cex * r)
+ }
> panel.hist<-function(x, ...)
+ {
+ usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
+ par(usr = c(usr[1:2], 0, 1.5) )
+ h <- hist(x, plot = FALSE)
+ breaks <- h$breaks; nB <- length(breaks)
+ y <- h$counts; y <- y/max(y)
+ rect(breaks[-nB], 0, breaks[-1], y, col="white", ...)
+ }
>
pairs(z,lower.panel=panel.smooth2,upper.panel=panel.cor,diag.panel=pane
l.hist)
```



```

> #Modelação

> ##Criação do modelo
> names(mdad[,48:59])
[1] "pres" "altmax" "arvgr" "totarv" "lia" "troncos"
[7] "cobc" "nu" "matveg" "rocha" "decl" "alt"
> mdad$tronf<-as.numeric(mdad$troncos)
> mdad$liaf<-as.numeric(mdad$lia)
> mdad$NMDS<-as.numeric(mmds$points[,1])
> names(mdad[,48:63])
> mod<-glm(pres~totarv+cobc+nu+matveg+decl+alt+tronf,data=mdad,
family=binomial)
> summary(mod)

```

```

Call:
glm(formula = pres ~ totarv + cobc + nu + matveg + decl + alt +
tronf, family = binomial, data = mdad)

```

```

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.3404 -0.6874  0.1134  0.6894  1.8719

```

```

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -19.578252   9.105346  -2.150   0.0315 *
totarv        0.054103   0.032507   1.664   0.0960 .
cobc          0.192491   0.110552   1.741   0.0817 .
nu           -0.009753   0.025688  -0.380   0.7042
matveg       -0.006437   0.017907  -0.359   0.7192
decl         -0.134328   0.092536  -1.452   0.1466
alt           0.005511   0.005669   0.972   0.3310
tronf        0.711668   0.466048   1.527   0.1268
---

```

```

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

```

```

Null deviance: 69.315 on 49 degrees of freedom
Residual deviance: 47.157 on 42 degrees of freedom
AIC: 63.157

```

```

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

```

> ##Dredge
> library(MuMIn)
> options(na.action=na.fail)
> dd<-dredge(mod)
> dd
> summary(dd)

```

(Intercept)		alt		cobc			
Min.	:-22.3211	Min.	:0.00440	Min.	:0.09884		
1st Qu.:	:-17.3413	1st Qu.:	:0.00879	1st Qu.:	:0.14543		
Median :	:-9.0213	Median :	:0.01009	Median :	:0.18513		
Mean :	:-9.9368	Mean :	:0.00946	Mean :	:0.18074		
3rd Qu.:	:-2.7864	3rd Qu.:	:0.01107	3rd Qu.:	:0.20658		
Max. :	0.7389	Max. :	:0.01270	Max. :	:0.24745		
		NA's :	:64	NA's :	:64		
decl		matveg		nu			
Min.	:-0.19328	Min.	:-0.01483	Min.	:-0.01815		
1st Qu.:	:-0.15387	1st Qu.:	:-0.00949	1st Qu.:	:-0.00900		
Median :	:-0.13759	Median :	:-0.00181	Median :	:-0.00264		
Mean :	:-0.13038	Mean :	:-0.00159	Mean :	:-0.00258		
3rd Qu.:	:-0.10269	3rd Qu.:	0.00356	3rd Qu.:	0.00394		
Max. :	:-0.06638	Max. :	0.01424	Max. :	0.01256		
NA's :	:64	NA's :	:64	NA's :	:64		
totarv		tronf		df		logLik	
Min.	:0.04171	Min.	:0.3730	Min.	:1.0	Min.	:-34.66
1st Qu.:	:0.05327	1st Qu.:	:0.5131	1st Qu.:	:4.0	1st Qu.:	:-29.44
Median :	:0.05638	Median :	:0.5815	Median :	:4.5	Median :	:-27.49
Mean :	:0.05617	Mean :	:0.5850	Mean :	:4.5	Mean :	:-27.94

```

3rd Qu.:0.06014 3rd Qu.:0.6517 3rd Qu.:5.0 3rd Qu.: -25.93
Max. :0.06886 Max. :0.8122 Max. :8.0 Max. : -23.58
NA's :64 NA's :64
  AICC      delta      weight
Min. :59.56 Min. : 0.000 Min. :1.708e-05
1st Qu.:63.60 1st Qu.: 4.045 1st Qu.:1.003e-03
Median :65.61 Median : 6.049 Median :3.491e-03
Mean :66.09 Mean : 6.531 Mean :7.812e-03
3rd Qu.:68.10 3rd Qu.: 8.544 3rd Qu.:9.513e-03
Max. :76.25 Max. :16.689 Max. :7.187e-02

```

```

> ##Model-averaging
> avgdd<-model.avg(dd)
> summary(avgdd)

```

```

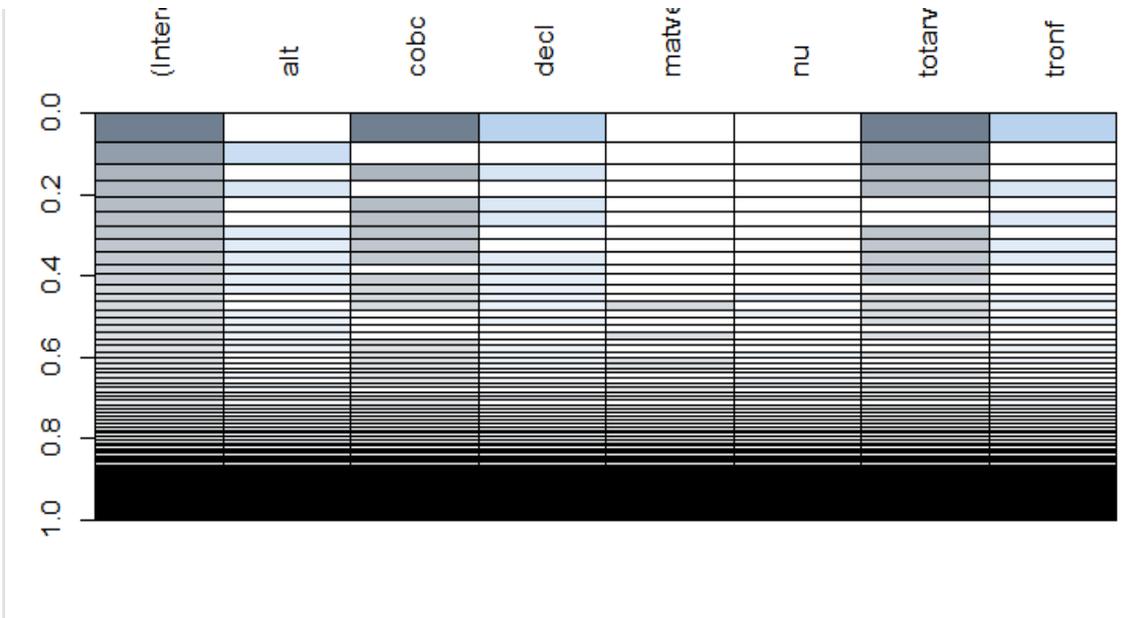
Full model-averaged coefficients (with shrinkage):
      Estimate Std. Error Adjusted SE z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.331e+01  9.735e+00  9.867e+00  1.349  0.177
cobc         1.242e-01  1.250e-01  1.264e-01  0.982  0.326
decl        -8.494e-02  9.891e-02  1.000e-01  0.849  0.396
totarv       3.585e-02  3.510e-02  3.556e-02  1.008  0.313
tronf        3.111e-01  4.534e-01  4.591e-01  0.678  0.498
alt          5.906e-03  6.213e-03  6.274e-03  0.941  0.347
nu          -1.463e-03  1.193e-02  1.222e-02  0.120  0.905
matveg      -9.756e-04  8.707e-03  8.913e-03  0.109  0.913

```

```

Relative variable importance:
      totarv cobc alt decl tronf matveg nu
Importance: 0.67 0.66 0.62 0.60 0.48 0.24 0.24
N containing models: 64 64 64 64 64 64 64
> op <- par(mfrow = c(1, 1))
> plot(dd)

```



```

> par(op)

```

**Anexo C-** Tabela resumo dos 10 primeiros modelos de um total de 128, que explicam a presença da galinhola em função das variáveis ainda em estudo, obtidos no *dredge* e ordenados pelo seu AICc. São apresentados os valores de diferenças de AICc para o melhor modelo ( $\Delta$ ) e o peso de Akaike de cada modelo ( $\omega$ ).

Altitude	% de cobertura da copa	Declive	% de material vegetal	% de solo nu	nº total de árvores	Densidade de troncos caídos	AICc	$\Delta$	$\omega$
	0,233	-0,174			0,054	0,808	59,6	0,00	0,072
0,011					0,052		60,1	0,56	0,054
	0,203	-0,161			0,041		60,7	1,13	0,041
0,011					0,059	0,534	60,8	1,24	0,039
	0,218	-0,171					60,9	1,32	0,037
	0,239	-0,179				0,597	61,0	1,46	0,035
0,010	0,098				0,048		61,2	1,60	0,032
0,009	0,132				0,056	0,665	61,2	1,64	0,032
0,004	0,187	-0,131			0,055	0,745	61,3	1,77	0,030
0,010		-0,067			0,051		61,6	2,07	0,026