

**Ricardo Faustino de Lima**  
Lancaster Environment Centre  
Lancaster University, United Kingdom

mcmadureira@oninet.pt

## **Alterações do uso do solo e biodiversidade em São Tomé**

São Tomé é uma prioridade para a conservação da biodiversidade em termos mundiais, sobretudo por possuir um número excepcional de endemismos (variedades biológicas exclusivas). Diversas actividades humanas ameaçam este património natural único, nomeadamente através da alteração do uso do solo. No presente trabalho, identifiquei uma redução do número de espécies endémicas de aves e árvores com o aumento da intensidade do uso do solo. Uma tendência verificada em ambos os grupos analisados, embora as aves fossem mais resilientes. A subsistência das espécies endémicas de São Tomé está claramente dependente da persistência de zonas florestais bem preservadas. Como tal é urgente adoptar práticas de gestão territorial e de desenvolvimento agroflorestal que se coadunem com a sua conservação.

Palavras-chave: agricultura, análise de comunidades, endemismo, floresta

São Tomé is a worldwide priority for biodiversity conservation, mostly due to its exceptionally high number of endemics (exclusive biological varieties). Several human activities threaten this unique natural patrimony, namely through land-use change. In this work, I identified a reduction in the number of endemic species of birds and trees with increasing land-use intensity. A trend common to both groups analysed, although birds were more resilient. The subsistence of São Tomé's endemic species is clearly dependent on the persistence of well-preserved forest areas. Therefore it is urgent to adopt practices of land management and agroforestry development that commensurate with their conservation.

O machado começou, porém, a despir a terra. Por muitos mezes, da Soledade à Java, dos Angolares ao Bindá, ouviu-se permanentemente a canção animada dos negros a derrubar e o estalar forte das arvores que se abatiam de cambolhada. Foi um grande trabalho. Quatro annos depois o machado já abatia mais para o centro da Ilha, já se encostava ao Cão Grande em Novo Brazil e trepava a caminho do Cambombey em Riba Quija. Os gigantes vegetaes cahiram por terra entregues á podridão para alimentarem os cacoeiros. D'entre os troncos mortos da floresta surdiram como por encanto as plantações eguaes e continuas – tão continuas e tão grandes que enfadam – onde os fructos pullulam do chão até aos extremos dos ramos

Ezequiel de Campos. A Ilha de São Thomé.

Conferencia na Sociedade de Geographia de Lisboa em 5 de Março de 1908.

## Introdução

### O valor ímpar da biodiversidade de São Tomé

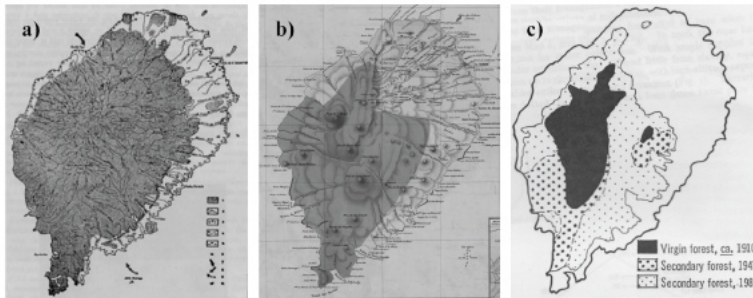
A ilha de São Tomé tem sido sistematicamente apontada como uma prioridade para a conservação da biodiversidade a nível mundial. Nomeadamente, está incluída no hotspot de biodiversidade das florestas da Guiné Ocidental (Myers et al., 2000) e foi recentemente identificada como a terceira região do mundo mais importante para a conservação de aves (Buchanan et al., 2011). Grande parte deste interesse prende-se com a existência de um número elevado de endemismos, variedades biológicas que apenas ocorrem neste local, em diferentes grupos taxonómicos. De facto, as ilhas do Golfo da Guiné foram desde há muito identificadas por possuírem o maior número de endemismos por unidade de área em termos globais (Mayr, 1965). Esta riqueza torna-se óbvia por comparação com o arquipélago das Galápagos, mundialmente conhecido pelas espécies únicas que alberga: Constituído por 13 ilhas e ocupando 7880 km<sup>2</sup> as Galápagos possuem 22 espécies de aves endémicas, enquanto que a ilha de São Tomé sozinha possui 20 espécies em 859 km<sup>2</sup> (Stattersfield et al., 1998).

Actualmente esta biodiversidade única encontra-se ameaçada por uma população humana em crescimento acelerado, que coloca diversas pressões sobre os recursos naturais da ilha e notoriamente sobre as suas florestas (Salgueiro & Carvalho, 2001). São Tomé atingiu os 70 000 habitantes pouco antes da independência em 1975, passou recentemente os 160 000 e estima-se que ultrapasse os 200 000 até 2020 (Eyzaguirre, 1986, I.N.E., 2009). Associados a este crescimento populacional surgem diversos factores de ameaça, como a proliferação de espécies introduzidas e a exploração descontrolada de recursos, mas a alteração do uso do solo tem sido apontada como a principal (Jones et al., 1991).

### Usos do solo em São Tomé: passado e presente

Desde 1471, quando a ilha foi descoberta pelos portugueses, os habitats naturais de São Tomé têm vindo a ser progressivamente humanizados (Fig. 1). Aquando da sua descoberta a ilha não tinha ocupação humana permanente e encontrava-se completamente coberta por floresta. Durante os sécs. XVI-XVII, o ciclo da cana do açúcar fizeram com que grande parte das áreas costeiras e em especial a zona Nordeste

da ilha fossem desflorestadas. Nos sécs. XIX-XX verificou-se um novo ciclo de desflorestação associado à instalação das plantações de café e cacau, com o qual se perdeu a quase totalidade da floresta de baixa altitude e boa parte da de montanha (Campos, 1956; Eyzaguirre, 1986; Jones et al., 1991). As necessidades da população actual da ilha, nomeadamente de terra agrícola e de madeira para construção, tornam eminente um novo ciclo de desflorestação.



**Figura 1** - Evolução histórica da área florestada em São Tomé. a) No final do séc. XVI – floresta a cinzento (Tenreiro, 1961). b) No final do séc. XIX – floresta a cinzento (Comissão de Cartografia, 1891). c) Ao longo do séc. XX – ver legenda na figura (Eyzaguirre, 1986).

A complexidade histórica da ocupação do uso do solo em São Tomé está reflectida na actual diversidade da paisagem da ilha, mas também nas incertezas associadas à extensão de determinados tipos de uso do solo no passado. Segundo os dados recolhidos pelo primeiro inventário florestal, cerca de 30% da ilha está coberta por floresta primária, 30% por floresta secundária, 30% por plantação de sombra e apenas 10% por áreas não florestadas (INTERFOREST, 1990).

### Objectivos

O presente trabalho tem como objectivo principal quantificar alterações da biodiversidade ao longo do gradiente de intensificação do uso do solo existente em São Tomé, especificamente atendendo às modificações nas comunidades ornitológicas e arbóreas, e à resposta das espécies endémicas.

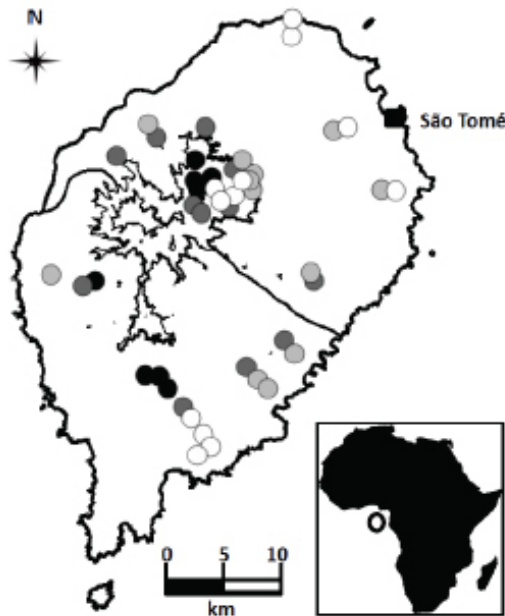
### Metodologia

#### Desenho experimental

As comunidades de aves e árvores foram amostradas de forma sistemática ao longo de um gradiente de intensificação do uso do solo. Este gradiente consiste em quatro tipos distintos de uso do solo, previamente identificados pelos inventários florestais (INTERFOREST, 1990): floresta primária, floresta secundária, plantação de sombra e áreas não florestais. Neste trabalho seguiu-se a classificação proposta por Putz & Redford (2010), e como tal optou-se pela terminologia de floresta antiga em substituição de floresta primária. Este tipo de uso do solo inclui áreas florestais com uma actividade humana actual muito reduzida, como seja a caça ou o turismo, mas que nalgum ponto no passado podem ter sofrido pressões antropogénicas mais in-

tensas. As florestas secundárias correspondem a áreas actualmente exploradas para extração de madeira ou que demonstram claros indícios de terem resultado de abandono agrícola, nomeadamente por ainda terem presentes espécies cultivadas. Foram consideradas como plantações de sombra, áreas onde o cultivo de café *Coffea* sp., cacau *Theobroma cacao* ou de outras culturas feito sob a copa de árvores ainda se encontra activo. As áreas não florestais incluem uma variedade de sistemas antropogénicos, desde horticultura e savanas artificiais até monocultura de palmeira-dendém *Elaeis guineensis*, que representam o culminar da intensificação agroflorestal e onde não a copa arborea é descontínua.

Por forma a amostrar de forma equilibrada a diversidade de situações paisagísticas existentes em São Tomé, a ilha foi dividida em três regiões de amostragem: Montanha, entre 800 e 1400 m de altitude, Norte, até 800 m de altitude e com menos de 2000 mm de precipitação anual, e Sul, até 800 m de altitude e com mais de 3000 mm de precipitação anual. O limite altitudinal divide dois tipos distintos de floresta em São Tomé (Exell, 1944), enquanto que as diferentes precipitações correspondem à distinção genérica entre florestas húmidas e florestas secas (Holdridge, 1947; Silva, 1958). Em cada região foram definidos quatro transectos em cada um dos quatro tipos principais de uso do solo previamente mencionados. Não se amostrou floresta antiga no Norte, dado que este tipo de uso do solo se encontra demasiado fragmentado para ser amostrado de forma efectiva, e como tal obteve-se um total de 44 transectos (Fig. 2). Cada transecto consistia de cinco pontos de contagem, separados por entre 200 e 250 m.



**Figura 2** - Mapa de São Tomé, dispondo a localização dos transectos. O mapa inserido no canto inferior direito mostra a localização da ilha em relação ao continente africano (círculo em aberto). As linhas de contorno identificam as três regiões de amostragem: Montanha (entre 800 e 1400 m de altitude), Norte (até 800 m de altitude e com menos de 2000 mm de precipitação anual) e Sul (até 800 m de altitude e com mais de 3000 mm de precipitação anual).

precipitação anual) e Sul (até 800 m de altitude e com mais de 3000 mm de precipitação anual). Cada círculo no mapa principal representa um transecto, cuja coloração indica o tipo de uso do solo: preto – floresta antiga; cinzento escuro – floresta secundária; cinzento claro – plantação de sombra; e branco – não florestado. A capital, São Tomé, está assinalada pelo quadrado preto.

### **Amostragem das comunidades de aves e árvores**

As aves foram amostradas em pontos de contagem de 10 minutos. Cada ponto de contagem foi amostrado por cada um de três observadores experientes e com um intervalo mínimo de duas semanas entre contagens. Durante cada contagem foi registado o número de indivíduos de cada uma das espécies detectadas visual e auditivamente. As contagens tiveram lugar na gravana (época seca, que ocorre entre o meio de Maio e o fim de Agosto) de 2009 e 2010, entre as 05h40 e as 11h00 da manhã, por forma a maximizar a detectabilidade. Aves detectadas a mais de 20 m do ponto de contagem foram excluídas de análises posteriores. Esta exclusão permite assegurar a independência entre pontos de amostragem e que os indivíduos registados estavam efectivamente a usar o tipo de uso do solo correspondente a cada ponto de amostragem (Bibby et al., 1998).

Em torno de cada ponto de contagem foi definida uma área de 0.05 ha (cerca de 12.62 m de raio, corrigidos para a inclinação do terreno - Husch et al., 2003), dentro da qual foram identificadas todas as árvores, sempre que possível até à espécie. Foram consideradas como árvores todos os espécimes lenhosos com um diâmetro à altura do peito igual ou superior a 10 cm. A identificação dos espécimes foi feita no terreno com recurso a um parataxonomista experiente (Estevão Soares) ou, em caso de dúvida, através da recolha de uma amostra para identificação no herbário nacional do Bom Sucesso, com o auxílio do botânico Faustino de Oliveira.

A taxonomia aqui utilizada, incluindo a classificação como endémico, segue Martin Melo e Peter Jones (2008) para as aves e Estrela Figueiredo et al. (2011) para as plantas, à excepção do Gogô *Carapa* sp., que apenas recentemente foi reconhecido como uma espécie endémica – *C. gogo* (Kenfack, 2011).

### **Análise dos dados**

Para comparar o número total de espécies de aves e de árvores, em cada tipo do uso do solo, foram construídas curvas de rarefacção baseadas em amostras (Gotelli & Colwell, 2001), usando o programa EstimateS v. 8.0 (Colwell, 2006). Estas análises foram posteriormente repetidas excluindo as espécies não-endémicas. Por forma a avaliar diferenças estruturais das comunidades de aves e de árvores entre os usos do solo foram construídos gráficos de ordenação da abundância.

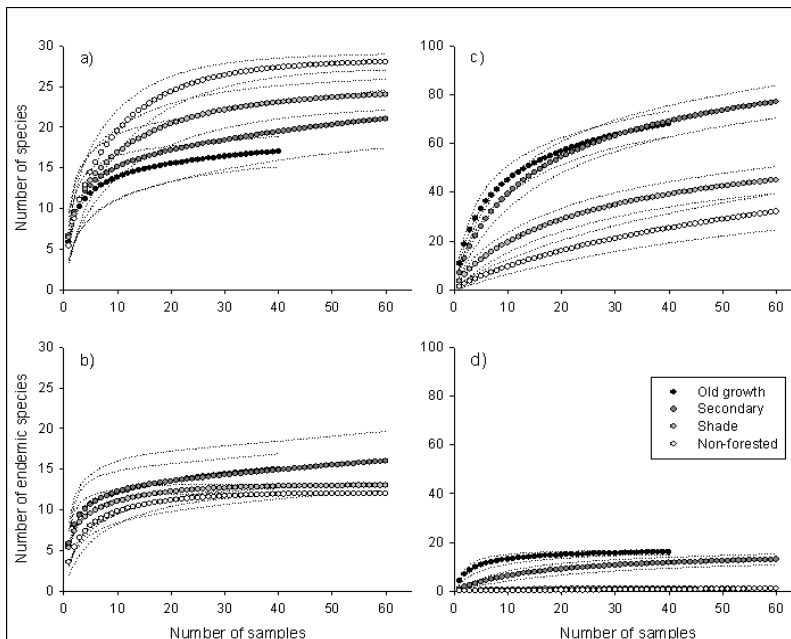
### **Resultados e discussão**

No total foram registadas 4091 aves e 3500 árvores pertencentes a 33 e 110 espécies, respectivamente. 77,2% das aves pertenciam a 16 espécies endémicas, enquanto que apenas 16,2% das árvores pertenciam a 15 espécies endémicas. Destes dados resulta imediatamente que os endemismos representam uma maior proporção do número de espécies e da abundância nas aves do que nas árvores.

### Influência do tipo de uso do solo na riqueza específica

A riqueza específica (número de espécies) total de aves aumentou com a intensidade do uso do solo: de 17 em floresta antiga, para 21 em floresta secundária, 24 em plantação de sombra e 28 em áreas não florestadas. O número de espécies foi significativamente diferente entre todos os tipos de uso do solo, excepto entre floresta antiga e floresta secundária, e entre floresta secundária e plantação de sombra (Fig. 3a). O número espécies de aves endémicas mostrou a tendência oposta: de 15 em floresta antiga, para 61 em floresta secundária, 13 em plantação de sombra e 12 em áreas não florestadas, com as diferenças sendo significativas entre todos os tipos de uso do solo, excepto entre floresta secundária e os restantes tipos (Fig. 3b). Daqui se conclui que o aumento na riqueza específica total das aves com o aumento da intensidade de uso do solo se deve ao incremento no número de espécies não-endémicas.

Para as árvores, a riqueza específica diminuiu com a intensidade do uso do solo, tanto no total (68 em floresta antiga, 77 em floresta secundária, 45 em plantação de sombra e 32 em áreas não florestadas), como para apenas as endémicas (15 em floresta antiga, 12 em floresta secundária, 1 em plantação de sombra e 1 em áreas não florestadas). Em ambos os casos, as diferenças foram significativas entre todos os tipos de uso do solo, excepto entre floresta antiga e floresta secundária (Fig. 3c e 3d).

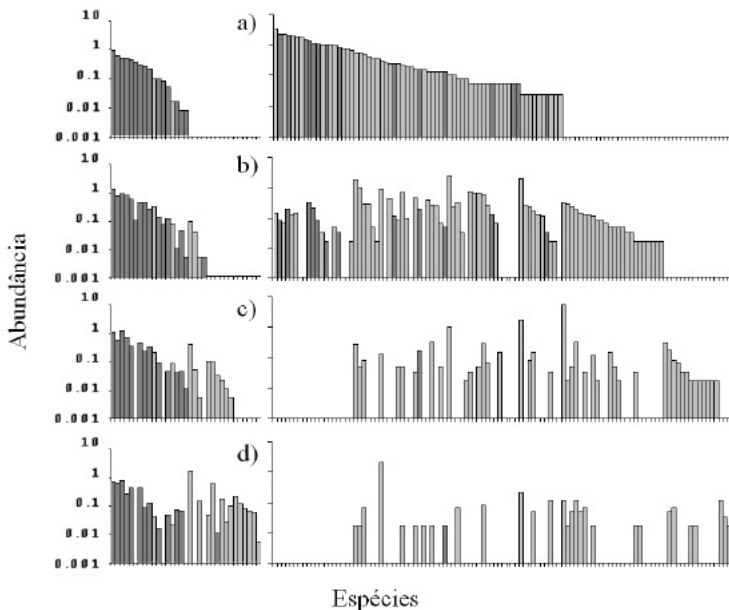


**Figura 3** - Curvas de rarefação baseadas em amostras, para aves (a,b) e árvores (c,d) nos diferentes tipos de uso do solo. Nos gráficos do topo (a,c) estão representados o número total de espécies, enquanto que nos de baixo estão representadas apenas as endémicas (b,d). O tracejado mostra os intervalos de confiança a 95%.

## Influência do tipo de uso do solo na composição e estrutura das comunidades

A maioria das 16 espécies de aves endémicas identificadas ocorreram ao longo do gradiente analisado (Fig. 4). O papa-figos *Oriolus crassirostris*, o selelê-mangochi *Dreptes thomensis* e o kitóli *Otus hartlaubi* foram as únicas espécies restritas à floresta. A estas devem acrescentar-se mais quatro espécies endémicas que, dada a sua escassez, não foram detectadas durante os pontos de contagem: suim-suim-d'Obô *Amaurocichla bocagei*, galinhola *Bostrychia bocagei*, anjoló *Neospiza concolor* e picanço *Lanius newtoni* (Atkinson et al., 1991; Jones & Tye, 2006). Outras aves, como o tchim-tchim-tcholó *Ploceus sanctithomae* e o olho-grosso *Zosterops lugubris*, apesar de persistirem ao longo do gradiente, tornavam-se menos abundantes em usos do solo intensivos.

Ao contrário das aves, a grande maioria das 15 espécies de árvores endémicas registadas neste trabalho está virtualmente restrita às florestas (Fig. 4); as únicas excepções sendo o Gogô *Carapa gogo*, que é frequentemente cultivado para madeira em zonas de plantação de sombra, e a Cola-de-macaco *Trichilia grandifolia*, da qual foi registado um indivíduo isolado em zona não florestada. O macambrará *Craterispermum montanum*, a língua-de-boi *Pavetta monticola* e o pinheiro *Podocarpus mannii* apenas foram as únicas espécies endémicas registados em floresta antiga. No entanto, a grande maioria das espécies de árvores endémicas registaram um decréscimo acentuado das florestas antigas para as florestas secundárias.



**Figura 4** – Abundância por espécie nos diferentes tipos de uso do solo. Cada gráfico mostra o número médio de indivíduos detectado de cada espécie por ponto de contagem nos diferentes tipos de uso do solo: a) floresta antiga, b) floresta secundária, c) plantação de sombra e d) não florestada. Os gráficos da esquerda referem-se a aves e os da direita a árvores. As espécies encontram-se ordenadas pela abundância no tipo de uso do solo menos intensivo (floresta antiga, ou o tipo subsequente caso não ocorram em floresta antiga). As colunas mais escuras denotam as espécies endémicas.



## Discussão

As aves demonstraram maior resiliência à alteração do uso do solo do que as árvores, mas em ambos os grupos a subsistência das espécies endémicas está associada à persistência de zonas florestais bem preservadas. São Tomé ainda possui uma paisagem rica em habitats florestais, mas a manterem-se as actuais tendências de desflorestação, degradação florestal e intensificação das práticas agrícolas, a sobrevivência de muitos dos seus endemismos vai ficar ameaçada. Em especial se atendermos aos efeitos perversivos de muitas das ameaças que pendem sobre os endemismos (Dallimer, 2009). Para assegurar a sobrevivência do património natural ímpar de São Tomé é urgente adoptar práticas de gestão territorial e de desenvolvimento agroflorestal que se coadunem com a conservação da biodiversidade (Fig. 5).



**Figura 5** – Um dos grandes desafios em São Tomé, expresso nas insígnias da moeda de 2000 dobras: aumentar a produção, para satisfazer as necessidades de uma população em rápido crescimento, sem perder a sua singularidade, aqui representada pelos símbolos nacionais, mas que em termos de biodiversidade é perfeitamente representada pelos seus numerosos endemismos.

## Agradecimentos

Este trabalho resultou do meu trabalho de doutoramento, que foi financiado pela “Fundação para a Ciência e a Tecnologia” (SFRH /BD/36812/2007), com o apoio da “Rufford Small Grants Foundation” (50.04.09). O trabalho foi orientado pelo Dr. Jos Barlow (Lancaster University), pelo Dr. Martin Dallimer (University of Sheffield) e pelo Dr. Phil Atkinson (British Trust for Ornithology). Em São Tomé recebi o apoio da “Direcção-Geral do Ambiente”, na pessoa do Eng. Arlindo de Carvalho e a assistência inestimável da “Associação Monte Pico”, dentro da qual devo um agradecimento especial ao Luís Mário Almeida pelas discussões sobre o meu trabalho, e ao Leonel Viegas, ao Nelson Solé, ao Adilécio Soares e ao Estevão Soares pelo apoio durante o trabalho de campo.



## Referências

- Anon. (1891). *Carta da ilha de S. Thomé*. Lisboa: Comissão de Cartografia.
- Atkinson, P., N. Peet & J. Alexander (1991). The status and conservation of the endemic bird species of São Tomé and Príncipe, West Africa. *Bird Conservation International*, 1 (3), pp. 255-282.
- Bibby, C., M. Jones & S. Marsden (1998). *Bird surveys*. London: Expedition Advisory Center.
- Buchanan, G. M., P. F. Donald & S. H. M. Butchart (2011). Identifying priority areas for conservation: a global assessment for forest-dependent birds. *PLoS ONE*, 6 (12). e29080.
- Campos, E. d. (1956). Modificação do ambiente das ilhas de São Tomé e Príncipe. *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 14 (4-6), pp. 141-150.
- Colwell, R. K. (2006). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species richness from samples*. Version 8.0.0. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Dallimer, M., T. King, R. J. Atkinson (2009). Pervasive threats within a protected area: conserving the endemic birds of São Tomé, West Africa. *Animal Conservation*, 12 (3), pp. 209-219.
- Exell, A. W. (1944). *Catalogue of the vascular plants of S. Tomé (with Príncipe and Annobon)*. London: British Museum (Natural History).
- Eyzaguirre, P. B. (1986). The ecology of swidden agriculture and agrarian history in São Tomé. *Cahiers d'études africaines*, 26 (101-102), pp. 113-129.
- Figueiredo, E., J. Paiva, T. Stevart, F. Oliveira & G. F. Smith (2011). Annotated catalogue of the flowering plants of São Tomé and Príncipe. *Bothalia*, 41 (1), pp. 41-82.
- Gotelli, N. J. & R. K. Colwell (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4, pp. 379-391.
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105 (2727), pp. 367-368.
- Husch, B., T. W. Beers & J. A. Kershaw (2003). *Forest mensuration*. Hoboken: Wiley & sons.
- I.N.E. (2009).
- INTERFOREST, A. B. (1990). *Results of National Forest Inventory – Democratic Republic of São Tomé and Príncipe*.
- Jones, P. & A. Tye (2006). *The Birds of São Tomé and Príncipe, with Annobón: Islands of the Gulf of Guinea*. Oxford: British Ornithologists' Union.
- Jones, P. J., J. P. Burlison & A. Tye (1991). *Conservação dos ecossistemas florestais na República Democrática de São Tomé e Príncipe*. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources.
- Kenfack, D. (2011). Resurrection in Carapa (Meliaceae): a reassessment of morphological variation and species boundaries using multivariate methods in a phylogenetic context. *Botani-*

*cal Journal of the Linnean Society*, 165, pp. 186-221.

Mayr, E. (1965). Avifauna: turnover on islands. *Science*, 150, pp. 1587-1588.

Melo, M. & P. Jones (2008). *Bird speciation in the Gulf of Guinea island system*. Cape Town: Animal Demography Unit.

Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. d. Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, pp. 853-858.

Putz, F. E. & K. H. Redford (2010). The importance of defining 'Forest': Tropical forest degradation, deforestation, long-term phase shifts, and further transitions. *Biotropica*, 42 (1), pp. 10-20.

Salgueiro, A. & S. Carvalho (2001). *Proposta de Plano Nacional de Desenvolvimento Florestal 2003-2007*. ECOFAC, AGRECO, CIRAD Foret.

Silva, H. L. E. (1958). Esboço da carta de aptidão agrícola de São Tomé e Príncipe. *Garcia da Orta - Série de botânica*, 6, pp. 61-86.

Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long & D. C. Wege (1998). *Endemic Bird Areas of the World - Priorities for Biodiversity Conservation*. Cambridge: Birdlife International.

Tenreiro, F. (1961). *A ilha de São Tomé*. Lisboa: Junta de Investigações Científicas do Ultramar.