

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

LOURI KLEMMANN JÚNIOR

ECOLOGIA DE PAISAGEM DO ESTADO DO ESPÍRITO
SANTO (SUDESTE DO BRASIL): TESTES COM A
DISTRIBUIÇÃO DO CHAUÁ (*AMAZONA RHODOCORYTHA*)

CURITIBA

2012

LOURI KLEMANN JÚNIOR

**ECOLOGIA DE PAISAGEM DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (SUDESTE DO
BRASIL): TESTES COM A DISTRIBUIÇÃO DO CHAUÁ (*AMAZONA
RHODOCORYTHA*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Fernando de Camargo Passos

CURITIBA

2012



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO




PARECER


Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Lourivaldo Klemann Júnior** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão do candidato.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 14 de fevereiro de 2012.


BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Fernando de Camargo Passos
Orientador e Presidente


Prof. Dr. Arthur Angelo Bispo de Oliveira
Membro


Prof.ª Dra. Daniela Biondi Batista
Membro

Visto:


Prof.ª Dra. Lucélia Donati
Coordenadora do PPG-ECO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Mapa do estado do Espírito Santo com indicação de sua localização no Brasil e representação dos tipos de uso do solo classificados pela GEOBASES/Fibria e dos pontos de ocorrência do chauá obtidos entre os anos de 2004 e 2007 pelo projeto “Em busca do chauá – ocorrência e abundância de *Amazona rhodocorytha*”.....16

FIGURA 2. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto e E. Altitude para o grid de 25 km².....23

FIGURA 3. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto, E Agricultura, F. Rios e G. Altitude para o grid de 100 km².....24

FIGURA 4. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação

Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto, E Agricultura, F. Rios, G. Plantio de Eucalipto em Crescimento e H. Altitude para o grid de 225 km²25

FIGURA 5. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto, E Agricultura, F. Rios, G. Plantio de Eucalipto em Crescimento, H. Áreas Urbanas e I. Altitude para o grid de 400 km²26

FIGURA 6. Intensidade e erro padrão dos modelos com melhor ajuste, encontrados através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear das covariáveis. A. Células com 25 km²; B. Células com 100 km²; C. Células com 225 km²; e D. Células com 400 km²31

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Especificação dos tipos de uso do solo com o percentual de células com valor zero e o número total de células para cada escala. * Covariáveis dicotomizadas (presença ou ausência) em relação à ocorrência do chauá no estado do Espírito Santo.....21
- TABELA 2. Modelos com melhor ajuste, encontrados através do método *Backward Stepwise Regression* para cada escala testada, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear das covariáveis.....22
- TABELA 3. Estatísticas (graus de liberdade – df; estimativa; erro padrão – S.E.; e significância estatística obtida com o teste z) obtidas para as covariáveis incluídas nos modelos com melhor ajuste, encontrados através do método *Backward Stepwise Regression* para cada escala testada, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear das covariáveis para cada escala testada.....29

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MÉTODOS.....	14
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO.....	32
CONCLUSÕES.....	38
AGRADECIMENTOS.....	40
REFERÊNCIAS.....	40

Esta dissertação foi redigida em forma de artigo, seguindo as orientações aos autores da revista Landscape Ecology.

Ecologia de paisagem do estado do Espírito Santo (sudeste do Brasil): testes com a distribuição do chauá (*Amazona rhodocorytha*) / Landscape ecology of the Espírito Santo State (southeastern of Brazil): tests with the distribution of Red-browed Amazon (*Amazona rhodocorytha*)

Louri Klemann Júnior • Silvia Shimakura • Paulo Justiano Ribeiro Júnior • Pedro Scherer Neto
• Fernando de Camargo Passos

Louri Klemann Júnior (Autor correspondente)

Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação

Departamento de Zoologia – Setor de Ciências Biológicas

Universidade Federal do Paraná

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil CEP

81531-970

Email: klemannjr@yahoo.com.br

Fone: 55 41 8837-6526

Silvia Shimakura • Paulo Justiano Ribeiro Júnior

Laboratório de Estatística e Geoinformação

Departamento de Estatística - Setor de Ciências Exatas

Universidade Federal do Paraná

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil CEP

81531-970

Pedro Scherer Neto

Museu de História Natural Capão da Imbuia

Departamento de Zoológico

Prefeitura Municipal de Curitiba

Rua Benedito Conceição, 407, Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná, Brasil CEP 82810-080

Fernando de Camargo Passos

Departamento de Zoologia – Setor de Ciências Biológicas

Universidade Federal do Paraná

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 210, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil CEP
81531-970

Data da produção do manuscrito: 01/13/2012

Contagem de palavras do manuscrito: 9213

RESUMO

Mosaicos compostos por ambientes alterados e naturais contribuem com distintos graus de importância para diferentes organismos. A importância dos ambientes alterados (matriz) vem sendo negligenciada, devido, em parte, a sempre terem sido considerados homogêneos e inhóspitos pelas teorias de biogeografia de ilhas e de metapopulação. Apenas recentemente a matriz passou a ser estudada e a demonstrar sua importância na distribuição e abundância das espécies. A fim de verificar quais e como os diferentes tipos de uso do solo (13 covariáveis) estão relacionados com a ocorrência do chauá (*Amazona rhodocorytha*) no estado do Espírito Santo e como a escala em que foi conduzida a análise influencia os resultados foram produzidos modelos do processo Poisson não homogêneo, com intensidade do padrão pontual de ocorrência da espécie sendo uma função log-linear das covariáveis significantes, em quatro escalas de análise (unidades amostrais com 25, 100, 225 e 400 km²). Os modelos com melhor ajuste foram obtidos através do método *Backward Stepwise Regression*, utilizando o critério AIC. Cinco tipos de uso do solo permaneceram significantes em todas as escalas de análise: Afloramento/Solo Exposto, Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Pastagem, Rios e Vegetação Natural Secundária. Outros quatro tipos de uso do solo foram significantes em apenas algumas das escalas: Áreas Urbanas, Agricultura, Plantio de Eucalipto em Crescimento e Manguezais. Ficou demonstrado que a matriz possui relação com a distribuição do chauá e que a escala de análise influi no efeito e significância estatística das covariáveis. Tipos de uso do solo diferentes apresentaram resultados mais próximos ao esperado em escalas distintas, reforçando a importância de abordagens em múltiplas escalas ao analisar variáveis espaciais. Dois parâmetros foram usados para identificar a escala ideal de análise: distribuição mais uniforme do valor da variável dentro de sua variabilidade e maior amplitude total de seus valores.

Palavras chave: Importância da matriz; tipos de uso do solo; processo Poisson não homogêneo; escala.

ABSTRACT

Mosaics composed of natural and altered environments contribute with different degrees of importance for different organisms. The importance of altered environments (matrix) has been neglected due to, in part, it always been considered homogeneous and inhospitable by the theories of island biogeography and metapopulation. Only recently the matrix has been studied and demonstrates its importance for the distribution and abundance of species. In order to determine which and how different types of land use (13 covariates) are related to the occurrence of Red-browed Amazon (*Amazona rhodocorytha*) in the Espírito Santo State and how the scale at which the analysis was conducted influences the results were produced models of the inhomogeneous Poisson process, with the intensity of the point pattern of occurrence of the species being a log-linear function of the significant covariates in four scales of analysis (sampling units with 25, 100, 225 and 400 km²). The models with best fit were obtained through Backward Stepwise Regression method, using AIC criterion. Five types of land use remained significant on all scales of analysis: Outcrop/Bare Soil, Primary or Secondary Advanced or Medium Natural Forest, Pasture, Rivers and Secondary Natural Vegetation. Four other types of land use were significant in only some of the scales: Urban Areas, Agriculture, Growing Eucalyptus and Mangroves. It was demonstrated that the matrix has relation with the distribution of Red-browed Amazon and the scale of analysis influences the effect and statistical significance of the covariates. Different types of land use showed results closer to the expected in different scales, reinforcing the importance of multi-scale approaches to analyze spatial variables. Two parameters were used to identify the best scale of analysis: more uniform distribution of the variable values within its full range and greater variability of variable values.

Keywords: Importance of the matrix; types of land use; inhomogeneous Poisson process; scale.

INTRODUÇÃO

Porções da paisagem não designadas primariamente para a conservação de ecossistemas naturais, processos ecológicos e biodiversidade, independente da sua condição atual, são nominadas de matriz (Lindemayer e Franklin 2002). Apenas recentemente, na ecologia de paisagem, tem sido considerada a importância deste ambiente alterado para a ocorrência dos organismos (Pickett e Cadenasso 1995; Umetsu *et al.* 2008). Isso se deve, principalmente, a estes ambientes terem sempre sido vistos como homogêneos, inóspitos e ecologicamente irrelevantes pelas teorias de biogeografia de ilhas e de metapopulação, bases das pesquisas de fragmentação de habitat (McIntyre e Hobbs 1999; Vandermeer e Carvajal 2001; Haila 2002; Jules e Shahani 2003; Rodewald 2003; Manning *et al.* 2004; Murphy e Lovett-Doust 2004; Kupfer *et al.* 2006; Umetsu *et al.* 2008).

Atualmente a estrutura da matriz é tida como um aspecto importante da paisagem, especialmente em ambientes antropizados (Ricketts 2001; Vandermeer e Carvajal 2001; Cook *et al.* 2002; Haila 2002; Brotons *et al.* 2003; Kupfer *et al.* 2006; Laurance 2008; Prugh *et al.* 2008; Prevedello e Vieira 2010), e é aceito que a matriz afeta processos em paisagens heterogêneas (Stouffer e Bierregaard 1995; Tworek 2004; Bender e Fahrig 2005; Fischer *et al.* 2005; Haynes *et al.* 2007; Prevedello e Vieira 2010).

A mistura de ambientes alterados e naturais, originada pelas alterações antrópicas, funciona como um mosaico de unidades com distintos graus de importância para diferentes organismos (Perfecto e Vandermeer 2002; Daily *et al.* 2003; Pardini 2004; Antongiovanni e Metzger 2005; Wijesinghe e Brooke 2005; Umetsu e Pardini 2007; Umetsu *et al.* 2008; Prevedello e Vieira 2010), afetando diretamente a presença ou ausência e a abundância de indivíduos de uma espécie em determinada região. Da mesma forma, a matriz também apresenta diferentes graus de relevância para as espécies, estando sua qualidade e importância relacionadas à biologia dos organismos ou grupos de organismos (Umetsu *et al.* 2008).

A relevância da matriz para as espécies está relacionada ao seu uso como ambiente secundário (e.g. Sieving *et al.* 1996; Bender e Fahrig 2005; Umetsu e Pardini 2006; Hodgson *et al.* 2007). Assim, a conversão de ambientes naturais em áreas alteradas pode provocar mudanças nas composições da fauna e flora relacionadas, principalmente, às ampliações ou reduções das áreas de distribuição e às introduções de espécies exóticas. De forma resumida, a interação entre as modificações no ambiente e a tolerância das espécies a estas modificações determina quais serão extintas e quais serão introduzidas ou terão suas áreas de distribuição ampliadas (Morris e Heidinga 1997; Baskin 1998; McKinney e Lockwood 1999).

Estudos realizados a partir de 1985 reforçam que o tipo da matriz tem efeito sobre a biodiversidade, porém também demonstram que o tamanho e isolamento dos remanescentes florestais são os principais determinantes da paisagem nos parâmetros de biodiversidade (Prevedello e Vieira 2010). Ainda, apesar da relação espécie-específica com a matriz, pode ser observado um padrão geral, onde quanto maior a similaridade estrutural entre a matriz e os remanescentes florestais maior será sua qualidade do ponto de vista da conectividade (Prevedello e Vieira 2010).

Uma vez que os padrões e processos em sistemas ecológicos são altamente dependentes da escala (Willis e Whittaker 2002; Pearson e Dawson; 2003; Eiserhardt *et al.* 2011) os fatores relacionados a ocorrência das espécies podem se alterar dependendo da escala espacial utilizada nas análises. Assim, dois atributos são especialmente importantes, a resolução e a extensão da área de estudo (Qian e Kissling 2010; Eiserhardt *et al.* 2011).

Apesar da forte influência da escala em análises envolvendo ecologia de paisagem, poucos estudos empíricos examinaram as mudanças na distribuição, alterações de composição e riqueza de espécies entre diferentes escalas espaciais (Lenoir *et al.* 2010; Eiserhardt *et al.* 2011). Ainda, pode ser encontrado um número muito maior de estudos ecológicos realizados em pequenas escalas (pequenas áreas) do que em grandes escalas (grandes áreas) (Gaston e

Blackburn 2000), sendo típico da ecologia em geral dar ênfase a escalas espaciais pequenas (Kareiva e Andersen 1988; May 1994; Baskin 1997; Lawton 1999).

A Floresta Atlântica, que originalmente cobria a maior parte do estado do Espírito Santo (sudeste do Brasil), foi drasticamente suprimida durante o processo de colonização do Brasil, colocando este estado entre os mais devastados do país. Dos 46148 km² de floresta original restam, aproximadamente, 5108 km² remanescentes (Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2011), representando quase 89% de mata destruída. O mosaico de ambientes formado por esta ocupação e exploração desordenadas torna o estado Espírito Santo uma excelente área de estudo para serem testadas as relações entre a distribuição e abundância de espécies e a composição da paisagem.

O chauá (*Amazona rhodocorytha*), objeto do presente estudo, é um representante típico das florestas do Brasil oriental, habitante da mata alta, tanto na Serra do Mar e regiões altas do interior (leste do estado de Minas Gerais), como nas baixadas litorâneas, ocorrendo originalmente do estado de Alagoas ao litoral norte de São Paulo. Atualmente, está restrito a poucas áreas nos estados de Minas Gerais (leste), norte de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Alagoas, onde está praticamente extinta (Machado *et al.* 2008). Esta espécie é considerada Ameaçada (IUCN 2011; Machado *et al.* 2008) pela perda de habitat e captura para o comércio ilegal (IUCN 2011; Machado *et al.* 2008).

Ocorre, principalmente, nas planícies litorâneas e, eventualmente, em zonas de altitudes mais elevadas associadas a regiões de clima quente das baixadas, bem como ao longo dos vales de grandes rios (Klemann Júnior *et al.* 2008a). Possui ligação com os ambientes florestais e suas maiores populações são encontradas no estado do Espírito Santo em regiões com grandes remanescentes florestais, podendo também ocupar, embora em menor número, áreas alteradas e fragmentos de pequeno porte e em diferentes estágios sucessionais (Klemann Júnior *et al.* 2008a). Podem ser observados indivíduos alimentando-se em árvores esparsas em campo aberto, em pequenos pomares situados em residências e em grandes plantações de mamão e

cacau (Klemann Júnior 2006; Klemann Júnior *et al.* 2008b). Há indicações de diversas espécies frutíferas utilizadas para alimentação (caju, cajá, abacate, carambola, acerola, jambo, jaca etc.) e até de plantações de café, durante a época de colheita. A espécie pode utilizar esses recursos como fonte alimentar complementar durante determinados períodos do ano, especialmente em regiões desflorestadas (Klemann Júnior *et al.* 2008a).

O bom grau de conhecimento sobre a biologia deste papagaio (Klemann Júnior 2006; Klemann Júnior *et al.* 2008a; Klemann Júnior *et al.* 2008b) e de outras espécies do gênero *Amazona*, especialmente sobre a utilização de diferentes tipos de uso do solo em áreas alteradas (e.g. plantações de espécies frutíferas como fonte de alimento, plantações de florestas exóticas como dormitórios, etc.), e a disponibilidade de informações atuais sobre a ocorrência do chauá no estado do Espírito Santo, fazem desta espécie um excelente objeto de estudo.

Desta forma, este estudo tem como objetivo responder as seguintes perguntas: quais e como as condições de habitat, expressadas pela quantidade dos diferentes tipos de uso do solo, estão relacionadas com a distribuição e abundância do chauá no estado do Espírito Santo? Como a escala em que foi conduzida a análise influi na relação entre os tipos de uso do solo e a ocorrência do chauá? E qual escala oferece resultados mais confiáveis ao serem analisados os efeitos dos tipos de uso do solo sobre a distribuição do chauá?

MÉTODOS

As informações sobre a ocorrência do chauá consistem em 1200 pontos onde a espécie foi registrada ou onde foi relatada sua ocorrência, por moradores da área de estudo, durante expedições realizadas pelo projeto “Em busca do chauá – ocorrência, abundância e condições de habitat de *Amazona rhodocorytha*”, desenvolvido entre os anos de 2004 e 2007. Cada ponto corresponde a um local onde indivíduos da espécie foram avistados ou onde foi relatada sua ocorrência, podendo o número de indivíduos por ponto variar de um a 100. Durante o levantamento destes dados de ocorrência todo o estado do Espírito Santo foi amostrado com a

mesma intensidade, totalizando 23000 km rodados e 1430 h de esforço amostral, gerando informações confiáveis de onde a espécie está ou não presente na área de estudo (ver Klemann Júnior *et al.* 2008b para maiores detalhes da metodologia).

As informações sobre a condição do habitat na área de estudo foram obtidas do mapeamento do uso do solo realizado e disponibilizado pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES) em parceria com a empresa Fibria (Aracruz Celulose). Este mapeamento foi feito através da interpretação de imagens de satélite Landsat5 do ano de 2003, com resolução de 30 m, e vetorização de 13 tipos de uso do solo classificados em: Áreas Alagadas, Áreas Urbanas, Afloramento/Solo Exposto, Agricultura, Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Floresta Plantada em Crescimento, Floresta Plantada Recém Cortada, Manguezais, Pastagem, Restinga Arbustiva e Arbórea, Restinga Herbácea e Praia, Rios e Vegetação Natural Secundária. Por serem auto-explicativos e detalhados, tornando desnecessária a descrição dos ambientes aos quais se referem, os nomes originais foram mantidos e repetidos em todo o texto exceto para Floresta Plantada em Crescimento e Floresta Plantada Recém Cortada, aqui renomeadas como Plantio de Eucalipto em Crescimento e Plantio de Eucalipto Recém Cortado, respectivamente (Figura 1).

O mapeamento do uso do solo foi validado visualmente através de sua sobreposição a imagens de satélite Landsat5 obtidas no ano de 2007, com resolução espacial de 15 m. Esta validação comprovou que não houve grandes alterações nos tipos de uso de solo entre os anos de 2003, data do mapeamento do uso do solo, e 2007, data final da coleta dos dados de ocorrência do chauá. Esta estabilidade na composição da paisagem é reforçada pela taxa de desflorestamento de 0,19% no estado do Espírito Santo entre os anos de 2005 e 2008 (Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2009).

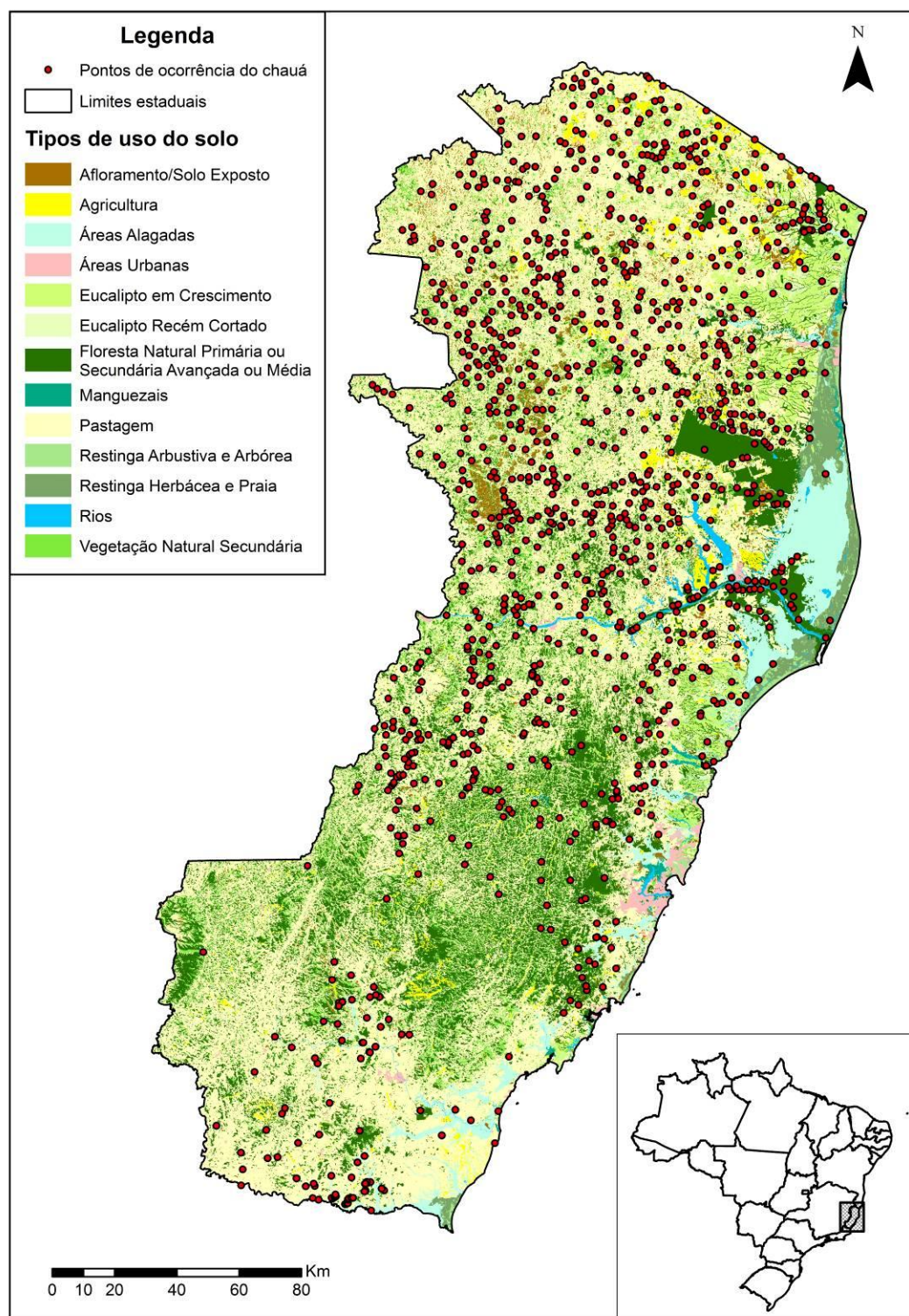


Figura 1. Mapa do estado do Espírito Santo com indicação de sua localização no Brasil e representação dos tipos de uso do solo classificados pela GEOBASES/Fibria e dos pontos de ocorrência do chauá obtidos entre os anos de 2004 e 2007 pelo projeto “Em busca do chauá – ocorrência e abundância de *Amazona rhodocorytha*”.

Dados altimétricos da área de estudo, produzidos por Farr *et al.* (2007), foram obtidos em formato *raster* com resolução espacial de 1 km. A altitude média foi utilizada, em todas as análises realizadas, devido a sua reconhecida relação com a ocorrência da espécie (maior ocorrência em altitudes menores) (Klemann Júnior *et al.* 2008b) e com a distribuição e quantidades das formações vegetais e outros tipos de uso do solo no estado do Espírito Santo (e.g. florestas plantadas e restingas próximas do nível do mar, maior quantidade de remanescentes florestais em regiões com maiores altitudes devido ao relevo acidentado, etc.).

A delimitação da área de estudo e as informações de ocorrência, classificações de uso do solo e altitude foram representadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Com o objetivo de examinar a influência da escala nas análises realizadas o estado do Espírito Santo foi dividido em unidades amostrais de diferentes tamanhos, através da sobreposição de grids com células de 25, 100, 225 e 400 km². Foram calculadas as áreas de cada tipo de uso do solo e a altitude média para cada célula em todos os tamanhos de grids utilizados. As informações sobre a ocorrência do chauá foram sobrepostas às células e foi contado o número de pontos de ocorrência por unidade amostral (*quadrat counting*), permitindo analisá-los em relação às áreas dos diferentes tipos de uso do solo e à altitude média.

Foi utilizada a área total de cada tipo de uso solo, como métrica de paisagem, devido à maior importância desta em relação a outras métricas (e.g. conectividade) (Trazinski *et al.* 1999; Fahrig 2001). A grande capacidade de deslocamento da espécie estudada também justifica ser dada menor importância à conectividade do que à área total dos tipos de uso solo durante as análises.

Com o objetivo de identificar os tipos de uso do solo que apresentam distribuição restrita e/ou concentrada em regiões específicas da área de estudo (e.g. restingas), o que gera grande número de células sem a presença de determinada covariável e não permite uma análise efetiva do efeito da variação de sua área sobre a ocorrência da espécie, foi calculada a porcentagem de células com ocorrência de cada covariável nos diferentes tamanhos de grids. Quando o valor

percentual foi inferior a 50% as covariáveis foram consideradas de forma dicotômica, presença ou ausência, quando o valor percentual foi superior a 50% as covariáveis foram consideradas contínuas, representada como porcentagem de área ocupada em cada célula.

Foi utilizado o pacote *spatstat* (Baddeley e Turner 2005), dirigido a análise de dados espaciais, do software de distribuição livre R para investigar o padrão pontual dos registros de chauá na área de estudo. Foram examinadas sua intensidade, definida como o número de pontos esperado por unidade de área (Baddeley 2010), e dependência com os tipos de uso do solo e altitude.

Assumindo que, usualmente, processos pontuais não apresentam distribuição homogênea no espaço, são esperados que diversos fatores afetem sua distribuição espacial (Bivand *et al.* 2008). Assim, os pontos devem aparecer mais concentrados em algumas regiões do que em outras, conferindo uma distribuição agrupada ou não homogênea e, como resultado, a intensidade será uma função genérica que varia espacialmente.

Considerando que a intensidade do padrão pontual dos registros de chauá na área de estudo não é homogênea, foi estimada a medida de intensidade, parametricamente, pela técnica de suavização de *quadrat counting*, assumindo que a intensidade do processo pontual é uma função de uma covariável (Z). Assim, em qualquer localidade μ , sendo $\lambda(\mu)$ a intensidade do processo pontual e $Z(\mu)$ o valor da covariável, assumimos que

$$\lambda(\mu) = \rho(Z(\mu))$$

onde ρ é a função a ser investigada, que mostra como a intensidade dos pontos depende do valor da covariável (ver Baddeley 2010 para maiores detalhes da metodologia).

Foi ajustado um modelo do processo Poisson não homogêneo para o padrão pontual com tendência espacial da ocorrência da espécie com intensidade da função dependente das covariáveis, sendo

$$\lambda(\mu) = \exp(\beta_0 + \beta_1 Z(\mu))$$

onde $\lambda(\mu)$ é a intensidade do processo pontual como uma função log linear da curva, β_0 e β_1 são parâmetros e $Z(\mu)$ é o valor da covariável ou uma função do valor da covariável na localidade μ (ver Baddeley 2010 para maiores detalhes da metodologia). Foi utilizada interpolação *Spline*, com *Spline* cúbico, para interpolar, da forma mais suave possível, a função das covariáveis.

O modelo Poisson assume que a variável resposta tem uma distribuição Poisson e que o logaritmo de seu valor esperado pode ser modelado pela combinação linear de parâmetros desconhecidos. A distribuição Poisson é uma probabilidade de distribuição discreta que expressa a probabilidade de um dado número de eventos ocorrer em um intervalo fixo de tempo e/ou espaço se os eventos ocorrem em uma taxa média conhecida e independentemente de quando e/ou onde o último evento ocorreu.

Ao ajustar o modelo do processo Poisson não homogêneo, com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear da altitude e cada tipo de uso de solo (modelos bivariados), foram identificadas as covariáveis que apresentaram relação significativa com a ocorrência da espécie. As covariáveis de uso do solo nestes modelos bivariados foram testadas com o teste z e aquelas que apresentaram valores com significância estatística ao nível de 5% foram identificadas como possuindo relação com a ocorrência da espécie.

As covariáveis significantes nos modelos bivariados foram incluídas em um modelo multivariado. Utilizando-se o teste z foram identificadas e então excluídas aquelas que perderam significância estatística após inclusão no modelo multivariado. Para identificar o modelo com melhor ajuste foi utilizado o método *Stepwise Regression* (Draper e Smith 1971; Hocking 1976; SAS Institute 1989) com abordagem *Backward*, que inicia com o modelo contendo todas as covariáveis candidatas, significantes nos modelos bivariados, e compara o valor de AIC (Akaike 1974) ao excluir as covariáveis uma a uma.

A ordem de exclusão foi definida com base na razão entre estimativa e erro padrão, sendo excluídas, primeiramente, as covariáveis com maior valor desta razão. Tipos de uso do solo cuja exclusão ocasionou redução no valor AIC maior ou igual a dois foram eliminados do modelo. Modelos com diferença de $AIC < 2$ foram considerados como tendo mesmo ajuste (Burnham e Anderson 2002), sendo optado, neste caso, pelo modelo mais simples (com menor número de covariáveis). O mesmo critério AIC foi utilizado para identificar o número de graus de liberdade da função de cada covariável que produz o modelo multivariado com melhor ajuste.

Os tipos de uso do solo que estão relacionados com a ocorrência da espécie foram identificados e os modelos foram ajustados para cada um dos tamanhos de grid utilizados. As relações entre as covariáveis e a ocorrência do chauá nos modelos multivariados gerados para os diferentes tamanhos de unidades amostrais foram analisadas do ponto de vista da biologia da espécie, sendo discutida a influência da escala sobre as covariáveis que se relacionam com a sua ocorrência. Nas situações em que a complexidade do efeito das covariáveis impedia discussões detalhadas foi discutido o seu efeito geral sobre a ocorrência da espécie, como positivo ou negativo, com base no valor da estimativa de cada covariável no modelo multivariado final. A importância da matriz foi discutida considerando as covariáveis significantes em relação à ocorrência da espécie e seus efeitos nos modelos multivariados. Foram analisados padrões de aumento ou diminuição da complexidade dos efeitos das covariáveis entre os diferentes tamanhos de grid para selecionar as escalas que apresentaram resultados com melhor ajuste do ponto de vista biológico.

RESULTADOS

Considerando os 13 tipos de uso do solo foram dicotomizados oito no grid de 25 km², sete no grid de 100 e cinco nos grids de 225 e de 400 km² (Tabela 1).

Tabela 1. Especificação dos tipos de uso do solo com o percentual de células com valor zero e o número total de células para cada escala. * Covariáveis dicotomizadas (presença ou ausência) em relação à ocorrência do chauá no estado do Espírito Santo.

Tipos de Uso do solo	Escala							
	25 km ²		100 km ²		225 km ²		400 km ²	
	% de células com valores 0	Total de células	% de células com valores 0	Total de células	% de células com valores 0	Total de células	% de células com valores 0	Total de células
Áreas Alagadas	78.73*	2003	69.74*	542	60.55*	256	52.60*	154
Áreas Urbanas	85.37*	2003	64.58*	542	42.58	256	31.82	154
Afloramento/Solo Exposto	24.41	2003	11.62	542	7.42	256	7.79	154
Agricultura	47.73	2003	26.38	542	21.48	256	16.88	154
Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média	6.24	2003	5.35	542	5.08	256	4.55	154
Plantio de Eucalipto em Crescimento	74.29*	2003	58.86*	542	48.83	256	42.21	154
Plantio de Eucalipto Recém Cortado	96.16*	2003	93.54*	542	91.41*	256	90.26*	154
Manguezais	97.35*	2003	95.02*	542	89.84*	256	89.61*	154
Pastagem	4.64	2003	3.87	542	3.52	256	3.90	154
Restinga Arbustiva e Arbórea	93.51*	2003	88.93*	542	83.98*	256	77.92*	154
Restinga Herbácea e Praia	93.41*	2003	90.04*	542	84.77*	256	81.82*	154
Rios	63.21*	2003	44.46	542	34.77	256	27.27	154
Vegetação Natural Secundária	8.09	2003	5.72	542	5.47	256	4.55	154

Os modelos com melhor ajuste tiveram entre oito e nove tipos de uso do solo incluídos, dependendo da escala testada (Tabela 2).

Tabela 2. Modelos com melhor ajuste, encontrados através do método *Backward Stepwise Regression* para cada escala testada, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear das covariáveis.

Escala	Modelo
25 km ²	~bs(Altitude, df = 3) + bs(Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, df = 6) + bs(Vegetação Natural Secundária, df = 4) + polynom(Pastagem, df = 2) + bs(Afloramento/Solo Exposto, df = 4) + Manguezais + Rios + Áreas Urbanas
100 km ²	~bs(Altitude, df = 4) + bs(Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, df = 3) + bs(Vegetação Natural Secundária, df = 4) + bs(Pastagem, df = 9) + bs(Afloramento/Solo Exposto, df = 6) + bs(Agricultura, df = 7) + bs(rios, df = 4) + Plantio de Eucalipto em Crescimento + Manguezais
225 km ²	~bs(Altitude, df = 3) + bs(Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, df = 3) + bs(Vegetação Natural Secundária, df = 3) + bs(Pastagem, df = 3) + bs(Afloramento/Solo Exposto, df = 7) + Agricultura + bs(Plantio de Eucalipto em Crescimento, df = 3) + Rios
400 km ²	~bs(Altitude, df = 3) + Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média + bs(Vegetação Natural Secundária, df = 3) + bs(Afloramento/Solo Exposto, df = 5) + bs(Pastagem, df = 6) + Áreas Urbanas + bs(Agricultura, df = 3) + bs(Plantio de Eucalipto em Crescimento, df = 4) + Rios

Os efeitos das covariáveis contínuas sobre a ocorrência da espécie nos modelos multivariados com melhor ajuste apresentaram grande variação nas e entre as escalas testadas. Estes efeitos variaram de positivos a negativos e de linear a curvas com nove graus de liberdade (Figuras 2 a 5).

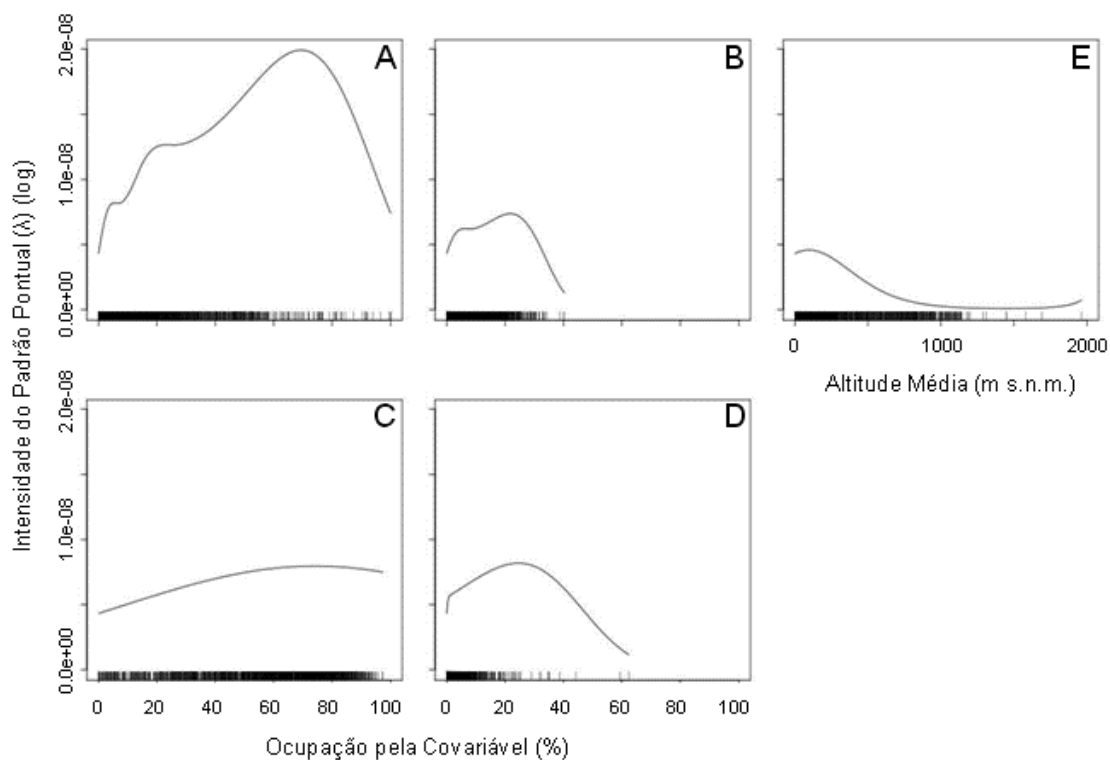


Figura 2. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto e E. Altitude para o grid de 25 km².

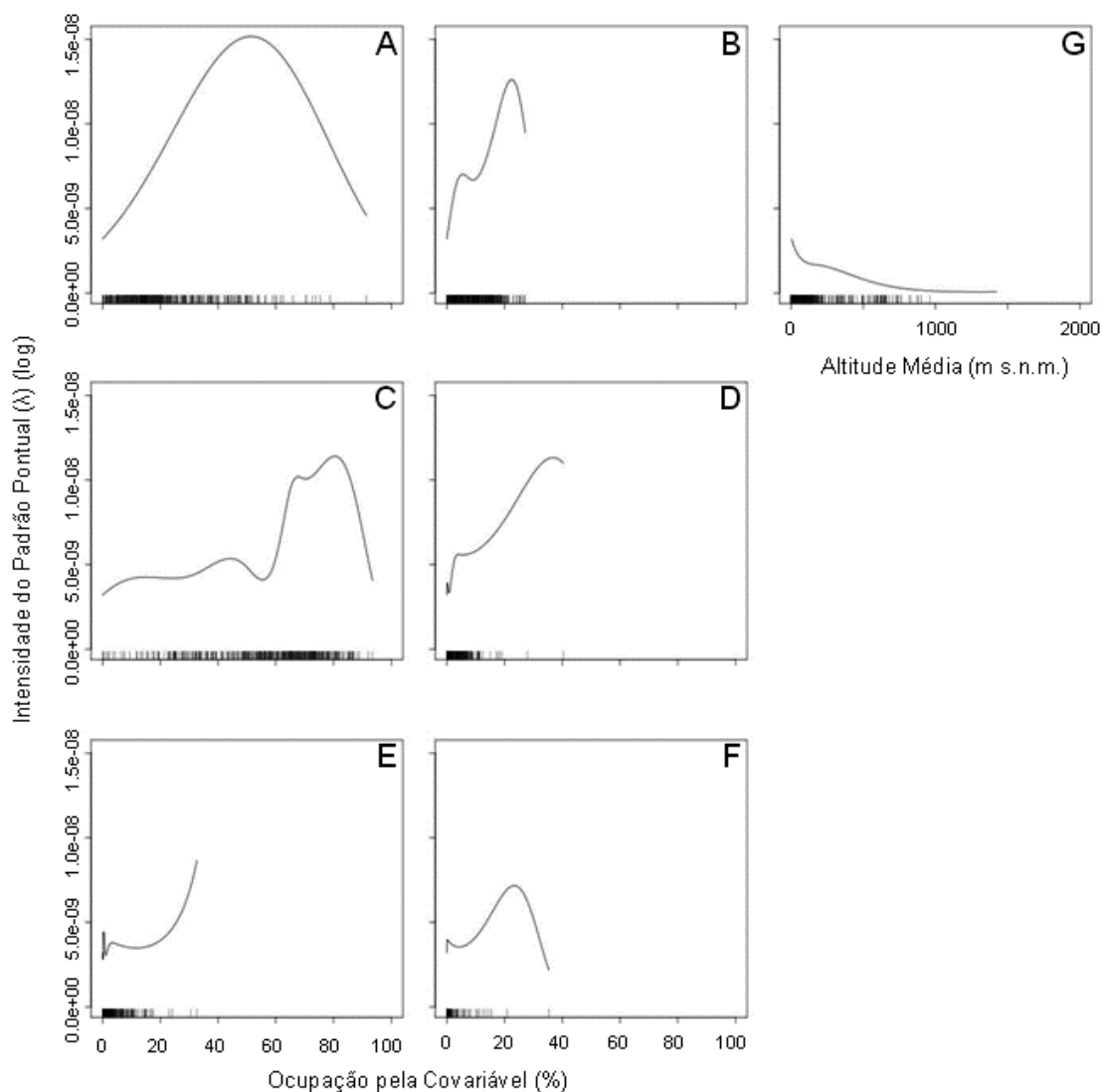


Figura 3. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto, E Agricultura, F. Rios e G. Altitude para o grid de 100 km².

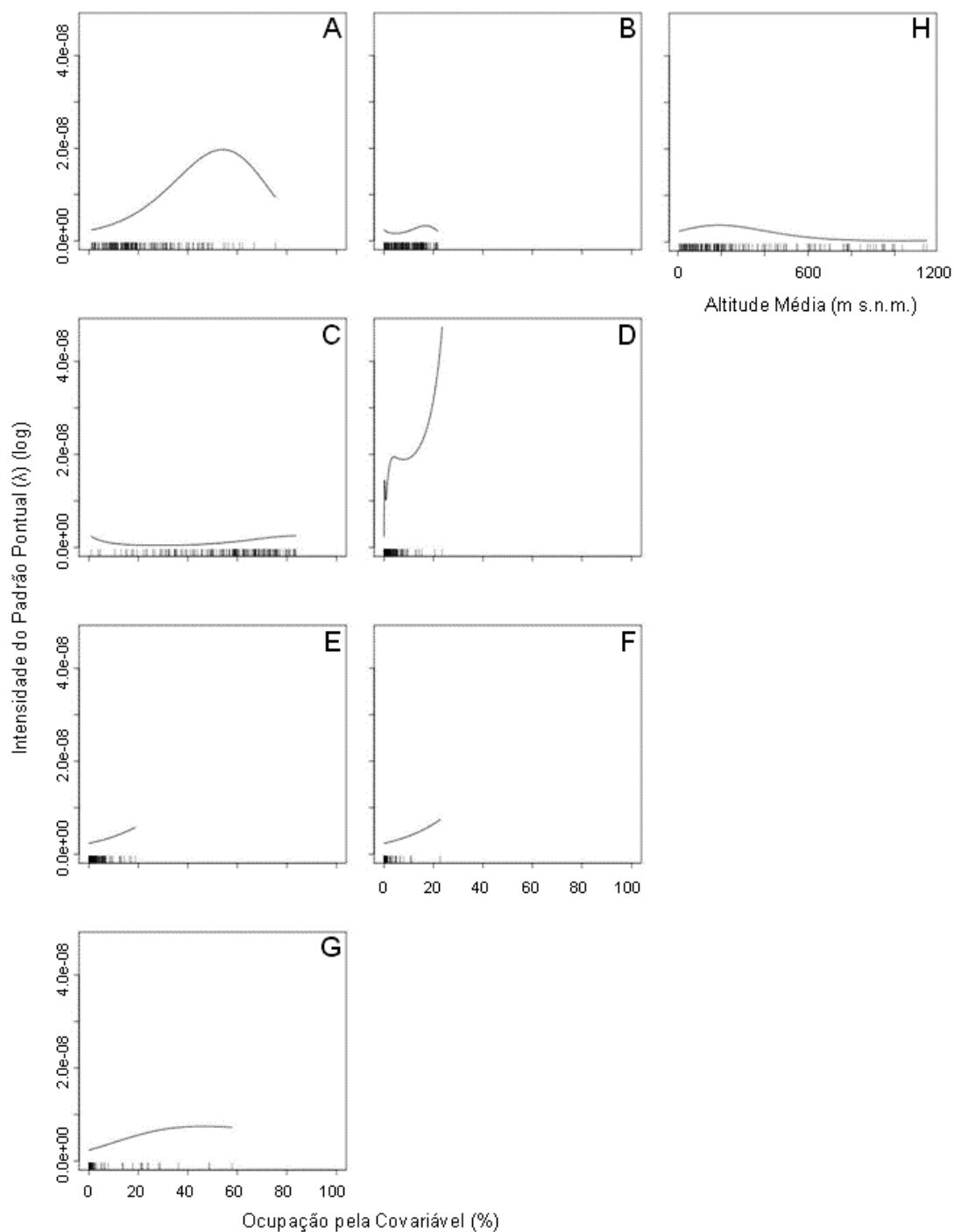


Figura 4. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto, E Agricultura, F. Rios, G. Plantação de Eucalipto em Crescimento e H. Altitude para o grid de 225 km².

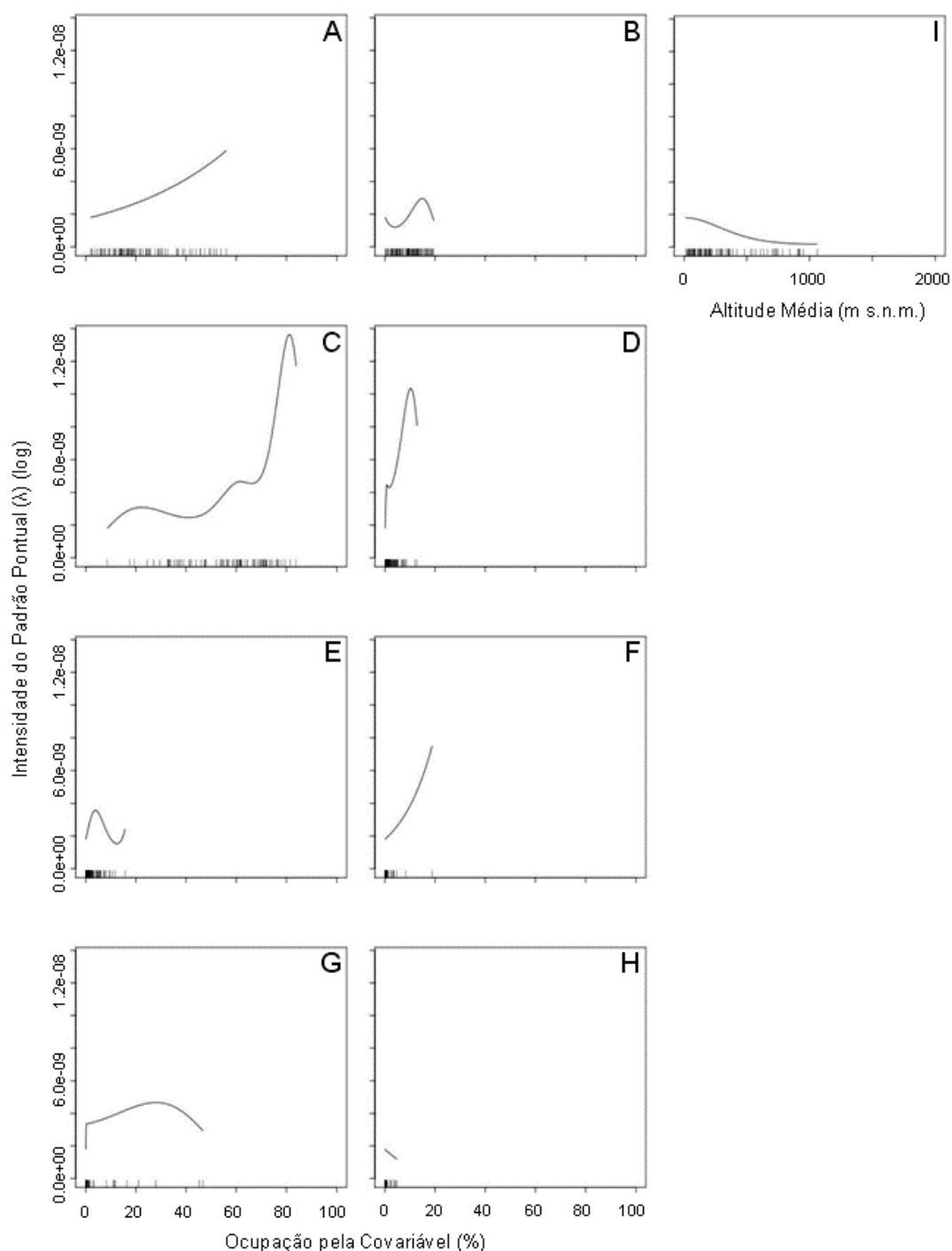


Figura 5. Efeito das covariáveis sobre a ocorrência do chauá no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual (λ) sendo uma função log-linear das covariáveis A. Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, B. Vegetação Natural Secundária, C. Pastagem, D. Afloramento/Solo Exposto, E Agricultura, F. Rios, G. Plantio de Eucalipto em Crescimento, H. Áreas Urbanas e I. Altitude para o grid de 400 km².

A relação entre a ocorrência da espécie e a altitude variou pouco entre as diferentes escalas testadas, sendo mantido um padrão onde a intensidade de ocorrência é maior em regiões com altitudes menores, atingindo seu pico entre 0 e 300 m s.n.m. (dependendo da escala) e então reduzindo conforme a altitude aumenta (Figuras 2E, 3G, 4H e 5I). Além da altitude outras cinco covariáveis mantiveram-se significantes nos modelos multivariados em todos os tamanhos de grid: Afloramento/Solo Exposto, Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Pastagem, Rios e Vegetação Natural Secundária (Tabela 3).

Os efeitos da quantidade de Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média e Vegetação Natural Secundária sobre a intensidade de ocorrência da espécie mostraram grande variação nas e entre as escalas testadas (Figuras 2A e B, 3A e B, 4A e B e 5A e B). No entanto, é observado um efeito geral positivo, ocorrendo aumento no número de registros com o aumento da porcentagem de Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média e Vegetação Natural Secundária (Tabela 3).

As porcentagens de Afloramento/Solo Exposto e Rios variam em seus efeitos sobre a intensidade de ocorrência da espécie nas e entre as diferentes escalas (Figuras 2D, 3D e F, 4D e F e 5D e F). Considerando apenas a tendência geral são observados efeitos positivos (Tabela 3), aumentando o número de registros com o aumento na quantidade de área destas covariáveis.

Áreas de Pastagem apresentam efeitos variados sobre a intensidade de ocorrência do chauá nos e entre os diferentes tamanhos de grids (Figuras 2C, 3C, 4C e 5C). É observado efeito positivo nas escalas de 25, 100 e 400 km² e negativo na escala de 225 km² (Tabela 3).

As covariáveis Áreas Urbanas, Agricultura, Plantio de Eucalipto em Crescimento e Manguezais mostraram-se significantes apenas para algumas escalas (Tabela 3). Áreas Urbanas apresentaram efeitos contrários em duas escalas, sendo positivo no grid com células de 25 km² e negativo no grid com células de 400 km². Agricultura e Plantio de Eucalipto em Crescimento foram significantes nas escalas de 100, 225 e 400 km² e apresentaram efeito positivo sobre a

ocorrência da espécie, enquanto Manguezais apresentou efeito negativo e foi significativa nas escalas de 25 e 100 km².

As covariáveis Áreas Alagadas, Plantio de Eucalipto Recém Cortado, Restinga Arbustiva e Arbórea e Restinga Herbácea e Praia não apresentaram relação significativa com a ocorrência do chauá em qualquer das escalas testadas (Tabela 3).

Tabela 3. Estatísticas (graus de liberdade – df; estimativa; erro padrão – S.E.; e significância estatística obtida com o teste z) obtidas para as covariáveis incluídas no modelo com melhor ajuste, encontrado através do método *Backward Stepwise Regression* para cada escala testada, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear das covariáveis.

		Altitude	Áreas Alagadas	Áreas Urbanas	Afloramento/ Solo Exposto	Agricultura	Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média	Plantio de Eucalipto em Crescimento	Plantio de Eucalipto Recém Cortado	Manguezais	Pastagem	Restinga Arbustiva e Arbórea	Restinga Herbácea e Praia	Rios	Vegetação Natural Secundária	
Escala (Km ²)	25	df	3	-	-	4	-	6	-	-	-	2	-	-	-	4
		Estimativa	-7.41	-	0.18	0.26	-	1.12	-	-	-1.00	0.02	-	-	0.17	0.42
		S.E.	1.12e+00	-	8.05e-02	1.01e-01	-	2.38e-01	-	-	3.87e-01	7.81e-03	-	-	6.97e-02	1.91e-01
		Ztest	***	-	*	*	-	***	-	-	**	*	-	-	*	*
Escala (Km ²)	100	df	4	-	-	6	7	3	-	-	-	9	-	-	4	4
		Estimativa	-4.41	-	-	0.58	0.63	1.70	0.17	-	-0.93	1.24	-	-	0.22	1.04
		S.E.	0.83	-	-	0.18	0.18	0.54	0.08	-	0.35	0.43	-	-	0.10	0.31
		Ztest	***	-	-	**	***	**	*	-	*	**	-	-	*	***

		Altitude	Áreas Alagadas	Áreas Urbanas	Afloramento/ Solo Exposto	Agricultura	Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média	Plantio de Eucalipto em Crescimento	Plantio de Eucalipto Recém Cortado	Manguezais	Pastagem	Restinga Arbustiva e Arbórea	Restinga Herbácea e Praia	Rios	Vegetação Natural Secundária	
Escala (Km ²)	225	df	3	-	-	7	1	3	3	-	-	3	-	-	1	3
		Estimativa	-3.21	-	-	2.14	0.05	3.24	1.13	-	-	-3.80	-	-	0.05	1.31
		S.E.	0.57	-	-	0.45	0.01	0.58	0.54	-	-	0.97	-	-	0.02	0.31
		Ztest	***	-	-	***	***	***	*	-	-	***	-	-	**	***
Escala (Km ²)	400	df	3	-	1	5	3	1	4	-	-	6	-	-	1	3
		Estimativa	-2.44	-	-8.35e-02	1.50e+00	2.05e+00	2.19e-02	6.19e-01	-	-	2.41e+00	-	-	7.59e-02	1.77e+00
		S.E.	0.49	-	0.05	0.35	0.48	0.01	0.13	-	-	0.60	-	-	0.03	0.34
		Ztest	***	-	-	***	***	*	***	-	-	***	-	-	*	***

df. Graus de liberdade; S.E. Erro padrão; z test. Significância estatística obtida com o teste z: * $z < 0,05$; ** $z < 0,01$; *** $z < 0,001$. - valores não calculados por não entrarem no modelo multivariado final.

A intensidade do padrão pontual, calculada através dos modelos multivariados com melhor ajuste para cada escala analisada, não apresentou grande variação entre as escalas (Figura 6). No entanto, o erro padrão dos modelos aumentou com o aumento da escala de análise (Figura 6).

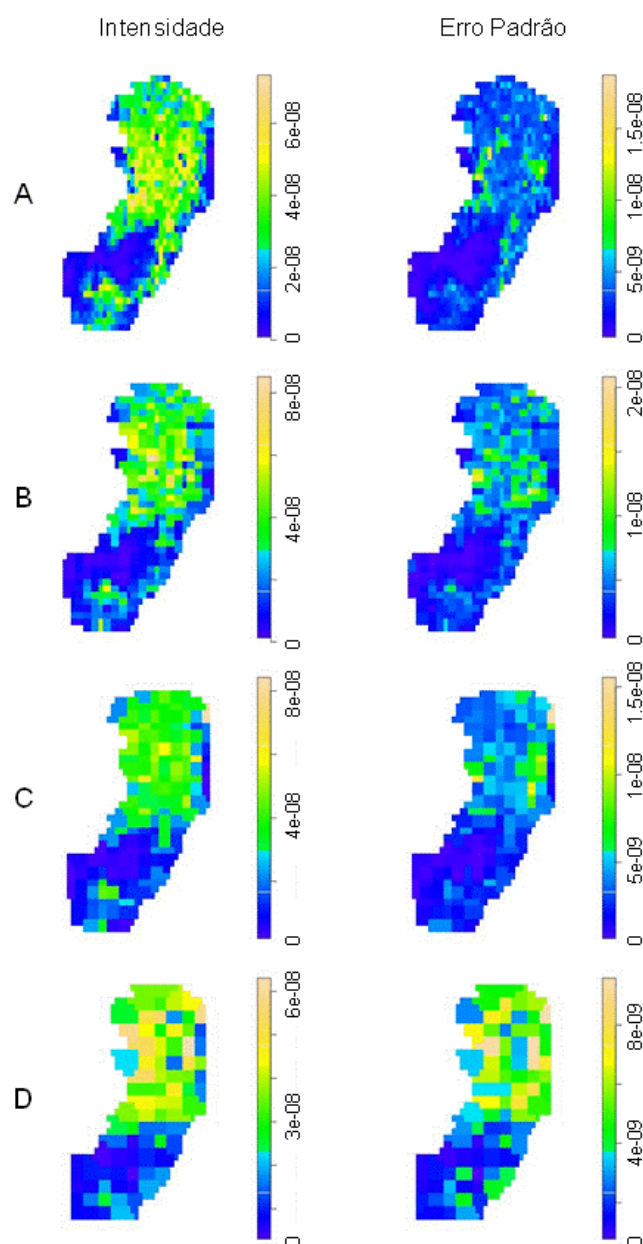


Figura 6. Intensidade e erro padrão dos modelos com melhor ajuste, encontrados através do método *Backward Stepwise Regression*, do processo Poisson não homogêneo com intensidade do padrão pontual sendo uma função log-linear das covariáveis. A. Células com 25 km²; B. Células com 100 km²; C. Células com 225 km²; e D. Células com 400 km².

DISCUSSÃO

A relação entre a ocorrência da espécie e a altitude, sugerida por Klemann Júnior *et al.* (2008a,b), foi confirmada através das análises realizadas. A importância e estabilidade no efeito desta covariável, em todas as escalas testadas, justificam sua inclusão em todos os diferentes modelos gerados.

A significância estatística de Afloramento/Solo Exposto, Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Pastagem, Rios e Vegetação Natural Secundária em todos os tamanhos de grid analisados sugerem a existência de forte relação destes tipos de uso do solo com a ocorrência da espécie em qualquer escala.

Formações de Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média e Vegetação Natural Secundária são importantes para o chauá por serem seus ambientes originais de ocorrência (Sick 1997; Sigrist 2006; Klemann Júnior *et al.* 2008a,b; Klemann Júnior e Scherer Neto 2008), sendo esperado que estas covariáveis fossem significantes em todas as escalas e gerassem um efeito de aumento próximo ao linear na intensidade de ocorrência conforme aumentam as áreas florestadas.

A significância estatística e o efeito positivo de Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média e Vegetação Natural Secundária sobre a ocorrência do chauá, em todos os modelos gerados, correspondem ao esperado. No entanto, nos grids com 25, 100 e 225 km², a relação entre a intensidade da ocorrência e a quantidade de área de Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média mostrou aumento no número de registros com o aumento da porcentagem de área florestal, chegando ao máximo com 50% a 70% de área florestada e então decrescendo (Figuras 2A, 3A e 4A). Este declínio pode ser explicado pelo alto grau de incerteza, na porção final dos gráficos, causada pela quantidade reduzida de unidades amostrais com grande porcentagem de floresta nestas escalas. Apenas no grid com células de 400 km² não há declínio na intensidade, sendo mantido um aumento linear da ocorrência com o

aumento da porcentagem de floresta (Figura 5A) que concorda com o comportamento esperado para esta covariável.

O efeito positivo da quantidade de Afloramento/Solo Exposto sobre a ocorrência do chauá não apresenta relação evidente com a biologia da espécie, podendo estar correlacionado a outras covariáveis. A presença de florestas nas bases dos morros com afloramento de rochas ígneas e metamórficas, em uma região do estado do Espírito Santo denominada de Pontões Capixabas, é um exemplo deste tipo de interação. O efeito positivo da presença de Rios sobre a ocorrência do chauá está de acordo com as informações disponíveis sobre a espécie, que indicam as planícies dos grandes rios como suas principais áreas de ocorrência (Klemann Júnior *et al.* 2008a,b; Klemann Júnior e Scherer Neto 2008).

Os efeitos, positivo ou negativo, de Áreas de Pastagem sobre a intensidade de ocorrência do chauá podem ser relacionados a aspectos da biologia da espécie e da estrutura do ambiente. A redução no número de registros com o aumento de áreas de Pastagem pode ser explicada pela grande diferença estrutural entre esta formação vegetal e o ambiente florestal, de ocorrência original da espécie.

Apesar da ocorrência de aves florestais apresentar relação negativa com áreas abertas (Gascon *et al.* 1999), em três das quatro escalas houve, até certo ponto, aumento no número de registros com o aumento das áreas de Pastagem. Esta relação pode ser explicada considerando que estas áreas podem fornecer alimento e locais de reprodução para o chauá pela existência de espécies de árvores de grande porte e de espécies frutíferas isoladas (Klemann Júnior *et al.* 2008a,b; Klemann Júnior e Scherer Neto 2008).

Seria esperado que com o aumento de Áreas Urbanas houvesse diminuição da intensidade de ocorrência da espécie, o que aconteceu em apenas uma das escalas onde esta covariável foi significativa. O efeito positivo que Áreas Urbanas tiveram sobre a ocorrência do chauá não possui explicação biológica evidente.

O efeito positivo da Agricultura sobre a ocorrência da espécie pode ser explicado pelo cultivo, na área de estudo, ser em grande parte composto por espécies frutíferas, favorecendo a presença do chauá pela disponibilidade de alimento (Klemann Júnior *et al.* 2008a,b; Klemann Júnior e Scherer Neto 2008). Plantios de Eucalipto em Crescimento podem apresentar efeito positivo sobre a ocorrência do chauá por fornecerem alimento durante o período de floração (Klemann Júnior *et al.* 2008a; Klemann Júnior e Scherer Neto 2008) e locais para pouso e dormitório durante todo o ano (Sigrist 2006).

O efeito negativo de Manguezais sobre a intensidade de ocorrência do chauá vai contra informações disponíveis sobre a biologia da espécie, que inferem sobre a utilização deste ambiente em determinados períodos do ano (Forshaw 1973). Por outro lado deve-se ressaltar que todas as informações coletadas no estado do Espírito Santo sugerem que o chauá não utiliza manguezais regularmente e seu uso pela espécie deve ser visto com cautela.

A relação não significativa entre Áreas Alagadas, Plantio de Eucalipto Recém Cortado, Restinga Arbustiva e Arbórea e Restinga Herbácea e Praia e a ocorrência do chauá, para todas as escalas testadas (Tabela 3), está de acordo com o esperado considerando as características da espécie. Estes tipos de uso do solo, caracterizados por vegetação de porte baixo, não são ambientes favoráveis a ocupação pelo chauá, sendo esperado que a presença destes tipos de uso do solo não afete a sua ocorrência.

A utilização de áreas de Afloramento/Solo Exposto, Agricultura, Áreas Urbanas, Pastagem e Plantio de Eucalipto em Crescimento podem indicar uma plasticidade comportamental do chauá na busca por áreas alternativas, em decorrência da fragmentação do habitat original. Estas formações com grande diferença estrutural em relação aos ambientes originais de ocorrência da espécie podem ser importantes para a manutenção de suas populações, fornecendo fontes de alimento e locais de reprodução adicionais de forma dispersa e isolada em meio a áreas abertas.

Isto sugere que para inferir sobre a importância da matriz para as espécies, além de observados padrões gerais de similaridade estrutural entre o ambiente alterado e o original, conforme indicado por Prevedello e Vieira (2010), devem ser considerados aspectos mais detalhados da composição da vegetação, uma vez que a matriz pode conter recursos adicionais para algumas espécies (Dunning *et al.* 1992; Brotons *et al.* 2003). Isto se torna especialmente importante ao serem realizados planejamentos, envolvendo aspectos da paisagem, para conservação das espécies (e.g. criação de unidades de conservação ou implantação de corredores ecológicos).

Recursos dispersos em meio a áreas alteradas podem agregar grande número de indivíduos em locais bastante específicos da matriz e, ao mesmo tempo, deixar grandes porções vazias. Esta distribuição localizada de áreas favoráveis a ocorrência das espécies pode trazer dificuldades às análises envolvendo o ambiente alterado, minimizando sua importância ao serem considerados tipos de uso do solo de maneira ampla e ao serem buscados padrões gerais de similaridade estrutural entre a matriz e o ambiente original como característica principal para determinar sua relevância.

A capacidade das espécies em acessar recursos adicionais dispersos na matriz é outro ponto importante ao serem analisadas sua qualidade e utilização, especialmente considerando que a matriz influencia a habilidade de deslocamento dos organismos entre remanescentes e/ou recursos dispersos (Roland *et al.* 2000; Ricketts 2001; Baum *et al.* 2004). Espécies com grande capacidade de deslocamento, como o chauá, podem chegar a fontes alimentares e locais de reprodução isolados por grandes áreas impróprias à ocupação, permitindo que mesmo árvores solitárias em meio a extensas pastagens sejam utilizadas. Por outro lado, para espécies com grandes restrições ao deslocamento, recursos em meio à matriz podem ser inacessíveis pela falta de conectividade com e através de ambientes favoráveis a sua ocorrência.

Estas características espécies-específicas podem fazer com que a matriz tenha graus de importância divergentes para espécies com capacidades de deslocamento diferentes. Ainda,

dependendo da escala e grau de refinamento da análise, a mesma matriz pode parecer, para o observador, mais ou menos inóspita para determinada espécie.

Outros aspectos da história natural, como o ambiente original de ocorrência e a tolerância às alterações nestes ambientes, também devem ser levados em consideração ao examinar a qualidade da matriz. Assim, considerando que esta qualidade é um atributo espécie-específica (Beier e Noss 1998; Zollner 2000; Goheen *et al.* 2003; Taylor *et al.* 2006; Prevedello e Vieira 2010) e que organismos diferentes percebem o mesmo ambiente de formas diferentes (Gustafson e Gardner 1996; Andrén *et al.* 1997; Pither e Taylor 1998; Tischendorf *et al.* 2003), a importância da matriz deve ser analisada levando-se em consideração as características das espécies, sendo altamente recomendadas análises caso a caso ou agrupamento de táxons semelhantes quanto ao ambientes de ocorrência, a tolerância as modificações nestes ambientes e a capacidade de deslocamento.

Análises envolvendo ocorrência de espécies e características do ambiente, especialmente os parâmetros de paisagem, trazem complexidade à interpretação dos resultados. Esta complexidade é advinda de correlações entre diferentes fatores bióticos ou abióticos (Dunford e Freemark 2004), além da relação entre estes fatores e aspectos da biologia das espécies.

As mudanças observadas na significância estatística das covariáveis e em seus efeitos entre os diferentes tamanhos de grid (Tabela 3) é um exemplo das possíveis interações entre intensidade de ocorrência e covariáveis, entre as próprias covariáveis e/ou entre as covariáveis e a escala de análise. Esta variação dos resultados entre os tamanhos de grid também corrobora a afirmação de que processos ecológicos são altamente dependentes da escala (Willis e Whittaker 2002; Pearson e Dawson 2003; Eiserhardt 2011).

Dentro destas variações pode ser notado um padrão de aumento na complexidade dos efeitos dos tipos de uso do solo sobre a ocorrência da espécie com o aumento do tamanho da unidade amostral (Figuras 1 a 4). Este padrão pode estar relacionado à diminuição da

amplitude total dos valores das covariáveis com o aumento da escala, causada pelo agrupamento de regiões com pouca e com muita porcentagem do tipo de uso do solo analisado. Assim, áreas grandes tendem a incorporar mais interações potenciais entre as covariáveis (Meentemeyer 1989), podendo gerar confusões ao considerar, em uma mesma unidade amostral, locais onde a espécie ocorre em menor número com locais onde ocorre em maior número. Este efeito pode ser observado no aumento do erro padrão dos modelos finais com o aumento da escala de análise (Figura 6).

Outro padrão observado é o aumento na complexidade dos efeitos à medida que os valores das covariáveis tornam-se menos uniformemente distribuídos dentro da sua variabilidade. Os resultados obtidos a partir de poucas células com determinada porcentagem de ocupação de um uso do solo apresentam menor confiabilidade, causada pelo pequeno número de unidades amostrais utilizadas para obtenção dos resultados naquele nível de ocupação.

Considerando que a escala, na ecologia, é um fator importante (Levin 1992; Pickett e Cadenasso 1995; Schneider 2001; Eiserhardt 2011) que afeta diretamente os resultados obtidos (Willis e Whittaker 2002; Pearson e Dawson 2003; Eiserhardt 2011) e que a sua escolha é, geralmente, feita de maneira arbitrária e sem nenhum significado biológico (Meentemeyer 1989; Matessi e Bogliani 1999; Saab 1999; Rodewald e Yahner 2000), torna-se útil definir parâmetros objetivos para a escolha da escala mais apropriada ao serem analisadas covariáveis espaciais. Assim, com base na interpretação dos resultados obtidos, podem ser adotados dois parâmetros, baseados na variabilidade dos valores das covariáveis, para selecionar a melhor escala de análise: 1) utilizar a escala que resulta na distribuição mais uniforme dos valores da covariável dentro da sua variabilidade; e 2) utilizar a escala que permita maior amplitude total dos valores da covariável. Recomenda-se utilizar o segundo parâmetro proposto apenas quando não for possível definir a melhor escala de análise através da distribuição mais uniforme dos valores da covariável dentro da sua variabilidade.

Aplicando-se os parâmetros acima sugeridos foram identificados como mais confiáveis os resultados dos efeitos das covariáveis nas seguintes escalas: Pastagem e Afloramento/Solo Exposto em 25 km² (Figuras 2C e D); Agricultura, Rios, Plantio de Eucalipto em Crescimento e Altitude em 225 km² (Figuras 4E, F, G e H); e Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Vegetação Natural Secundária e Áreas Urbanas em 400 km² (Figuras 5A, B e H). Estas escalas mostraram, também, os resultados mais realistas do ponto de vista das características da espécie, confirmando a eficiência da utilização dos parâmetros e metodologia descritos.

A obtenção de resultados com melhor ajuste em diferentes escalas, dependendo da covariável analisada, demonstra que, mesmo para uma única espécie, podem existir diferentes escalas ideais para analisar o efeito de covariáveis espaciais associadas a sua ocorrência. Esta variação já havia sido discutida por Dunford e Freemark (2004), porém sem a sugestão de parâmetros claros para a seleção da escala apropriada às análises.

Os parâmetros utilizados neste estudo estão de acordo com uma das formas de seleção de escala apresentada por Meentemeyer (1989) e descrita como o grau de variabilidade dentro da unidade amostral versus o grau de variabilidade entre as unidades amostrais, sendo selecionada a escala que maximiza a variabilidade entre unidades amostrais. Neste método, no entanto, não é considerada a uniformidade na distribuição dos valores da covariável dentro da sua variabilidade e que aqui foi considerada como o mais importante parâmetro para a escolha da escala.

CONCLUSÕES

Afloramento/Solo Exposto, Agricultura, Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Plantio de Eucalipto em Crescimento, Vegetação Natural Secundária e Rios apresentaram efeito positivo sobre a ocorrência da espécie nas escalas onde foram significantes, já Manguezais apresentou efeito negativo sobre a ocorrência da espécie nas

escalas onde foi significativa. Áreas Urbanas e Pastagem apresentaram efeito positivo ou negativo sobre a ocorrência do chauá, dependendo da escala onde foram significantes. Afloramento/Solo Exposto, Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média, Pastagem, Vegetação Natural Secundária e Rios foram significantes em todas as escalas analisadas, já Áreas Alagadas, Plantio de Eucalipto Recém Cortado, Restinga Arbustiva e Arbórea e Restinga Herbácea e Praia não apresentaram relação significativa com a ocorrência do chauá em nenhuma das escalas. Áreas Urbanas, Agricultura, Manguezais e Floresta Plantada em Crescimento foram significantes em duas, três, duas e três das quatro escalas analisadas, respectivamente.

Ficou demonstrado, neste estudo de caso, que a matriz possui relação com a distribuição do chauá em todas as escalas analisadas e que a escala de análise influi no efeito de todas as covariáveis testadas. Com a metodologia utilizada foi possível observar, detalhadamente, o efeito das covariáveis sobre a ocorrência da espécie e verificar que estes efeitos dificilmente aparecem de forma linear, como usualmente considerado e tratado na ecologia. Outro ponto relevante deste estudo foi a identificação das escalas em que as covariáveis testadas apresentaram melhores ajustes em relação às características da espécie, trazendo objetividade a uma escolha geralmente arbitrária ao utilizar parâmetros claros, facilmente replicáveis e aplicáveis a quaisquer covariáveis espaciais.

Apesar do efeito positivo de áreas alteradas (e.g. Pastagem) sobre a ocorrência da espécie ter sido comprovado podemos observar, ao analisar os efeitos das covariáveis, que a ausência ou pequena quantidade de Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média e Vegetação Natural Secundária apresenta efeito negativo sobre a intensidade de ocorrência do chauá. Estas áreas de floresta são os seus ambientes originais de ocorrência, fornecendo mais locais de alimentação e reprodução se comparadas à mesma extensão de ambientes alterados. Assim, do ponto de vista da conservação da espécie devemos considerar que, apesar do efeito positivo de áreas alteradas sobre a ocorrência do chauá, o ambiente

florestal, especialmente em estágios mais avançados de desenvolvimento, é fundamental para a manutenção de suas populações e é o principal componente da paisagem para esta espécie de papagaio.

AGRADECIMENTOS

À Strunden Papageien Stiftung/Zoologische Gesellschaft für Arten – und Populationsschutz e.V. (SPS/ZGAP), ao Programa de Espécies Ameaçadas – Fundação Biodiversitas – Capanema – CEPF (PEA) e ao Instituto de Pesquisa e Conservação da Natureza – Idéia Ambiental por apoiarem o projeto “Em busca do chauá – ocorrência, abundância e condições de habitat de *Amazona rhodocorytha*” que originou os dados de ocorrência do objeto de estudo deste trabalho. Aos professores Maurício Osvaldo Moura, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, e Luis Fernando Fávaro, do Departamento de Biologia Celular da Universidade Federal do Paraná, pelas importantes sugestões feitas ao manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Akaike H (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19:716–723
- Andrén H, Delin A, Seiler A (1997) Population response to landscape changes depends on specialization to different landscape elements. *Oikos* 80:193–196
- Antongiovanni M, Metzger JP (2005) Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. *Biol. Conserv.* 122:441-451
- Baddeley A (2010) Analysing spatial point patterns in R. Workshop notes. Version 4.1. CSIRO online technical publication. Disponível em: <http://www.csiro.au/resources/pf16h.html> (Acessado em dezembro 2011)

- Baddeley A, Turner R (2005) Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* 12:1–42. Disponível em: <http://www.jstatsoft.org> (Acessado em dezembro 2011)
- Baskin Y (1997) Center seeks synthesis to make ecology more useful. *Science* 275:310–311
- Baskin Y (1998) Winners and losers in a changing world. *BioScience* 48:788–792
- Baum KA, Haynes KJ, Dilleuth FP, Cronin JT (2004) The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. *Ecology* 85:2671–2676
- Beier P, Noss RF (1998) Do habitat corridors provide connectivity? *Conserv Biol* 12:1241–1252
- Bender DJ, Fahrig L (2005) Matrix structure obscures the relationship between interpatch movement and patch size and isolation. *Ecology* 86:1023–1033
- Bivand RS, Pebesma EJ, Gómez-Rubio V (2008) *Applied Spatial Data Analysis with R*. Springer, New York
- Brotons L, Mönkkönen M, Martin JL (2003) Are fragments islands? Landscape context and density–area relationships in boreal forest birds. *Am Nat* 162:343–357
- Burnham KP, Anderson DR (2002) *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer Verlag, New York
- Cook WM, Lane KT, Foster BL, Holt RD (2002) Island theory, matrix effects and species richness patterns in habitat fragments. *Ecol Lett* 5:619–623
- Daily GC, Ceballos G, Pacheco J, Suzán G, Sánchez-Azofeifa A (2003) Countryside biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conserv. Biol.* 17:1814–1826.
- Draper N, Smith H (1981) *Applied Regression Analysis*. John Wiley & Sons Inc., New York
- Dunford W, Freemark K (2004) Matrix matters: effects of surrounding land uses on forest birds near Ottawa, Canada. *Landscape Ecol.* 20:497–511

- Dunning JB, Danielson BJ, Pulliam HR (1992) Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65:169–175
- Eiserhardt WL, Svenning JC, Kissling WD, Balslev H (2011) Geographical ecology of the palms (Arecaceae): determinants of diversity and distributions across spatial scales. *Annals of Botany Review: Part of A Special Issue on Palm Biology*:1-26
- Fahrig L (2001) How much habitat is enough? *Biol Conserv* 100:65–74
- Farr TG, Rosen PA, Caro E, Crippen R, Duren R, Hensley S, Kobrick M, Paller M, Rodriguez E, Roth L, Seal D, Shaffer S, Shimada J, Umland J, Werner M, Oskin M, Burbank D, Alsdorf D (2007) The Shuttle Radar Topography Mission, *Rev Geophys*, 45, RG2004. Disponível em: <http://www.worldclim.org> (Acessado em dezembro 2011)
- Fischer J, Fazey I, Briese R, Lindenmayer DB (2005) Making the matrix matter: challenges in Australian grazing landscapes. *Biodivers Conserv* 14:561–578
- Forshaw JM, Cooper WT (1973) *Parrots of the world*. Melbourne: Lansdowne Press. 584p.
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2009) Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2005-2008. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br> (Acessado em dezembro 2011)
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2011) Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2008-2010. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br> (Acessado em dezembro 2011)
- Gascon C, Lovejoy TE, Bierregaard Junior RO, Malcolm JR, Stouffer PC, Vasconcelos HL, Laurance WF, Zimmerman B, Tocher M, Borges S (1999) Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biol Conserv* 91:223–229
- Gaston KJ, Blackburn TM (2000) *Pattern and process in macroecology*. Blackwell Science, Oxford.

- Goheen JR, Swihart RK, Gehring TM, Miller MS (2003) Forces structuring tree squirrel communities in landscapes fragmented by agriculture: species differences in perceptions of forest connectivity and carrying capacity. *Oikos* 102:95–103
- Gustafson EJ, Gardner RH (1996) The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonization. *Ecology* 77:94–107
- Haila Y (2002) A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecol Appl* 12:321–334
- Haynes KJ, Dilleuth FP, Anderson BJ, Hakes AS, Jackson HB, Jackson SE, Cronin JT (2007) Landscape context outweighs local habitat quality in its effects on herbivore dispersal and distribution. *Oecologia* 151:431–441
- Hocking RR (1976) *The Analysis and Selection of Variables in Linear Regression*. Biometrics 32
- Hodgson P, French K, Major RE (2007) Avian movement across abrupt ecological edges: differential responses to housing density in an urban matrix. *Landsc Urban Plan* 79:266–272
- IUCN (2011) *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.1. Disponível em <http://www.iucnredlist.org> (Acessado em dezembro de 2011)
- Jules E, Shahani P (2003) A broader ecological context to habitat fragmentation: why matrix habitat is more important than we thought. *J Veg Sci* 14:459–464
- Kareiva P, Andersen M (1988) Spatial aspects of species interactions: the wedding of models and experiments. In: Hastings A (eds) *Community Ecology*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 35–50
- Klemann Júnior, L. 2006. Papagaio chauá. (*Amazona rhodocorytha*). In: Magalhães R (Coord) *Iniciativa para a preservação de Psitacídeos*. Eco Associação Para Estudos do Ambiente, São Paulo

- Klemann Júnior L, Monteiro TV, Straube FC (2008a) *Amazona rhodocorytha*. In: Silveira LF, Straube FC (eds) Livro Vermelho dos Animais Ameaçados de Extinção no Brasil. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte
- Klemann Júnior L, Scherer Neto P, Monteiro TV, Ramos FM, Almeida R (2008b) Mapeamento da distribuição e conservação do chauá (*Amazona rhodocorytha*) no estado do Espírito Santo, Brasil. *Ornitologia Neotropical* 19:183-196
- Kupfer JÁ, Malanson GP, Franklin SB (2006) Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *Global Ecol Biogeogr* 15:8-20.
- Laurance WF (2008) Theory meets reality: how habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biol Conserv* 141:1731–1744
- Lawton JH (1999) Are there general laws in ecology? *Oikos* 84:177–192
- Lenoir J, Gegout JC, Guisan A, Vittoz P, Wohlgemuth T, Zimmermann NE, Dullinger S, Pauli H, Willner W, Grytnes J-A, Virtanen R, Svenning J-C (2010) Cross-scale analysis of the region effect on vascular plant species diversity in southern and northern European mountain ranges. *Plos One* 5:e15734. doi:10.1371/ journal.pone.0015734
- Levin SA (1992) The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73:1943–1967
- Lindenmayer DB, Franklin J (2002) *Conserving forest biodiversity: a comprehensive, multiscaled approach*. Island Press, Washington
- Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (2008) *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte
- Manning AD, Lindenmayer DB, Nix HA (2004) Continua and Umwelt: novel perspectives on viewing landscapes. *Oikos* 104:621–628
- Matessi G, Bogliani G (1999) Effects of nest features and surrounding landscape on predation rates of artificial nests. *Bird Study* 46:184–194

- May RM (1994) The effects of spatial scale on ecological questions and answers. In: Edwards PJ, May RM, Webb NR (eds) *Large-Scale Ecology and Conservation Biology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 1–17
- McIntyre S, Hobbs RJ (1999) A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conserv Biol* 13:1282–1292
- McKinney ML, Lockwood JL (1999) Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution* 14:450–453
- Meentemeyer V (1989) Geographical perspectives of space, time, and scale. *Landscape Ecology* 3:163-173
- Mingoti AS (2005) *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG, Belo Horizonte
- Morris DW, Heidinga L (1997) Balancing the books on biodiversity, *Conserv. Biol.* 11:287–290
- Murphy HT, Lovett-Doust J (2004) Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: does the matrix matter? *Oikos* 105:3–14
- Pardini R (2004) Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic forest landscape. *Biodiv Conserv* 13:2567-2586
- Pearson RG, Dawson TP (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12: 361–371
- Perfecto I, Vandermeer J (2002) Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conserv Biol* 16:174-182
- Pickett STA, Cadenasso ML (1995) Landscape Ecology: Spatial Heterogeneity in Ecological Systems. *Science* 269:331-334.
- Pither J, Taylor PD (1998) An experimental assessment of landscape connectivity. *Oikos* 83:166–174

- Prevedello JÁ, Vieira MV (2010) Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. *Biodivers Conserv* 19:1205–1223
- Prugh LR, Hodges KE, Sinclair ARE, Brashares JS (2008) Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proc Natl Acad Sci USA* 105:20770–20775
- Qian H, Kissling WD (2010) Spatial scale and cross-taxon congruence of terrestrial vertebrate and vascular plant species richness in China. *Ecology* 91:1172–1183
- Ricketts TH (2001) The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *Am Nat* 158:87–99
- Rodewald AD, Yahner RH (2000) Influence of landscape and habitat characteristics on ovenbird pairing success. *Wilson Bull* 112:238–242
- Roland J, Keyghobadi N, Fownes S (2000) Alpine Parnassius butterfly dispersal: effects of landscape and population size. *Ecology* 81:1642–1653
- Saab V (1999) Importance of spatial scale to habitat use by breeding birds in riparian forests: a hierarchical analysis. *Ecol Appl* 9:135–151
- SAS Institute Inc. (1989) SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Schneider DC (2001) The rise of concept of scale in ecology. *Bioscience* 51:545–553
- Sick H (1997) *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro
- Sieving KE, Willson M, de Santo TL (1996) Habitat barriers to movement of understory birds in fragmented south-temperate rainforest. *Auk* 113:944–949
- Sigrist T (2006) *Aves do Brasil – uma visão artística*. Editora Avisbrasilis, São Paulo
- Stouffer PC, Bierregaard RA Jr (1995) U of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology* 76:2429–2445
- Taylor PD, Fahrig L, With KA (2006) Landscape connectivity: a return to the basics. In: Crooks KR, Sanjayan M (eds) *Connectivity conservation*. Cambridge University Press, New York, pp 29–43

- Tischendorf L, Bender DJ, Fahrig L (2003) Evaluation of patch isolation metrics in mosaic landscapes for specialist vs. generalist species. *Landscape Ecol* 18:41–50
- Trazinski MK, Fahrig L, Merriam G (1999) Independent effects of forest cover and fragmentation on the distribution of forest breeding birds. *Ecol Appl* 9:586–593
- Tworek S (2004) Factors affecting temporal dynamics of avian assemblages in a heterogeneous landscape. *Acta Ornithol* 39:155–163
- Umetsu F, Pardini R (2007) Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats - evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landscape Ecol* 22:517-530
- Umetsu F, Naxara L, Pardini R (2006) Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the Neotropics. *J Mammal* 87:757-765
- Umetsu F, Metzger JP, Pardini R (2008) Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. *Ecography* 31:359–370
- Wijesinghe MR, Brooke MD (2005) Impact of habitat disturbance on the distribution of endemic species of small mammals and birds in a tropical rain forest in Sri Lanka. *J Trop Ecol* 21:661-668
- Willis KJ, Whittaker RJ (2002) Species diversity – scale matters. *Science* 295:1245–1248
- Vandermeer J, Carvajal C (2001) Metapopulation dynamics and the quality of the matrix. *Am Nat* 158:211-220
- Zollner PA (2000) Comparing the landscape level perceptual abilities of forest sciurids in fragmented agricultural landscapes. *Landsc Ecol* 15:523–533