

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA – PPGDB

O efeito da idade da floresta na disponibilidade de cavidades para aves não escavadoras nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Amazônia Central

Carine Dantas Oliveira

UFAM

Manaus/ Amazonas

Maio/2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA – PPGDB

O efeito da idade da floresta na disponibilidade de cavidades para aves não escavadoras nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Amazônia Central

Aluna: Carine Dantas Oliveira

Orientador (a) Prof. Dr^a Cintia Cornelius Frische

Co-Orientador (a): Dr^a Kristina Cockle

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica.

Manaus/ Amazonas

Maior/2015

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dantas Oliveira, Carine

D192e O efeito da idade da floresta na disponibilidade de cavidades para aves não escavadoras nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Amazônia Central / Carine Dantas Oliveira. 2015
39 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Cintia Cornelius Frischer

Coorientadora: Kristina Cockle

Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Idade da floresta. 2. disponibilidades de cavidades. 3. aves não escavadoras. 4. uso da terra. I. Frische, Cintia Cornelius II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DEDICATÓRIA

Ao meu amado pai, Luiz Carlos Costa de Oliveira (*in memoriam*), que sempre me incentivou ao estudo, principalmente, a trabalhar com aquilo que realmente ama. “Faça o que ama que fará bem feito, e que se dane, se isso não oferecer dinheiro” dizia arregalando seus belos olhos cor de mel, que ele insistia em dizer que eram verdes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Luiz Carlos, sempre!! Por ter sido um ótimo pai. Com sua alma livre e infantil, sempre muito irreverente e amável, com um ótimo humor. Para entendê-lo era preciso saber o verdadeiro significado da palavra “liberdade”, era o típico “sincero exagerado”. Mas, quem ganhava a sua simpatia, ganhava também uma pessoa alto-astral e positiva. Colocou-me em contato com a natureza desde que eu era criança, no interior da várzea Amazônica, de onde nasceu. Tinha a floresta da várzea Amazônica como sua casa. Dizia que a natureza era sábia, por que não produzia nada de supérfluo ou inútil. E isso explicaria porque ele nasceu nesse ambiente. Era tão convencido!! Incentivou-me a prestar a prova de mestrado, ser dedicada e responsável. Achava lindo eu ser bióloga.

À minha tia Maria de Lourdes, que é minha mãe de coração, por ser quem ela é bondosa, doce e carinhosa. Sempre vendo o lado bom das coisas. Li diversas vezes minha dissertação para ela, tadinha!

Agradeço ao meu companheiro e melhor amigo, Carlos Eduardo Faresin, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos. A amparar-me de forma sempre calma e paciente, nos meus momentos de crises. Bom! Esse merece um troféu, porque na fase final do meu mestrado, eu estava com o humor ácido! Somente quem já passou por isso, entende.

Às minhas irmãs, Carla Oliveira e Caroline Oliveira, que mesmo de longe, sempre dão um jeito de estarem presentes na minha vida.

Aos meus amigos de mestrado Urânia Cavalcante e Rodrigo Melo, que sempre me ajudaram muito! E em especial, a Beatriz Souza, por ficar comigo horas a fio, discutindo os resultados das minhas análises e tirando minhas dúvidas em relação às aves. É sem dúvida uma pessoa muito boa e prestativa, que ajuda pelo simples prazer de ajudar. É quase um vício!

À minha orientadora Cíntia Cornelius que me aceitou prontamente como sua aluna. Em especial à minha co-orientadora Kristina Cockle, sempre muito atenciosa e preocupada. Ensinou-me a escalar nas árvores da Argentina a procura de ocos. Mostrou-me que para trabalhar com pesquisa, temos que ter calma, atenção e, sobretudo, paciência.

Ao Programa de Pós Graduação em Diversidade Biológica, em especial à coordenação na pessoa da professora Gracimar Pacheco, sempre muito presente.

Aos financiamentos de Cleveland Zoo, Columbus Zoo, CREOI, e US National Science Foundation (LTREB 0545491 a Philip C Stouffer e a toda sua equipe de anilhamento do PDBFF)

Aos meus assistentes de campo, Osmildo Ferreira, Cicero e Jairo que me ajudaram muito neste trabalho!!!

RESUMO

Atualmente muitas populações animais persistem em paisagens modificadas pela atividade humana, e sua persistência, em longo prazo, não pode ser assegurada por depender exclusivamente de áreas protegidas. Florestas secundárias, resultado da regeneração florestal em áreas abandonadas, estão se tornando abundantes em países tropicais. São estruturalmente diferentes das florestas primárias, porque são compostas de árvores jovens e geralmente não têm a complexidade do habitat encontrado em florestas primárias, influenciando a disponibilidade de recursos essenciais para muitas espécies. Cavidades de árvores é um recurso crítico para as espécies que as utilizam para a nidificação, no entanto, podem ser raras ou inexistentes em florestas secundárias. O objetivo do presente estudo foi determinar a influência da idade da floresta e o histórico do uso da terra sobre a abundância de cavidades para as aves não escavadoras. Este estudo foi realizado nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, próximo de Manaus/Amazonas. Realizamos censo de cavidades e aves em 39 sítios. A densidade de cavidade foi medida ao longo de um transecto de 200 m em cada local, contando todas as cavidades 20 m de cada lado do transecto, cobrindo 0,8 ha. Capturamos as aves utilizando 16 redes de neblina, do qual, monitoramos das 06:00h da manhã até as 14:00h. Utilizamos seleção de modelos (GLMs) para determinar a relação entre a idade da floresta e o número de cavidade e o número de indivíduos de aves não escavadoras. Avaliamos as características das cavidades por meio de análise multivariada. Registramos 248 cavidades e 10 espécies de aves que utilizam cavidades. Observamos um aumento na disponibilidade de cavidades com a idade da floresta, mas a floresta secundária mais antiga (~ 30 anos) ainda não apresenta um número de cavidades semelhante às florestas primárias. As características das cavidades (altura, profundidade e diâmetro) foram menos variáveis em florestas secundárias do que em floresta primária. Nas florestas secundárias faltavam cavidades alta, profunda e com grandes entradas. O número de cavidades teve um efeito positivo sobre a abundância de aves não escavadora em florestas secundárias, mas não em florestas primárias. Histórico do uso da terra não teve efeito sobre a abundância de cavidades. Assim, demonstramos que a idade da floresta é um fator determinante para a presença de cavidades nestas áreas. Concluímos que as florestas secundárias compensam apenas parcialmente a perda de espécies. No entanto, mostramos que a abundância de cavidades é mais importante do que a idade da floresta na determinação da abundância de aves não escavadora. Assim, assegurando a presença de cavidades em florestas secundárias também deve ser possível assegurar uma comunidade mais diversificada de aves que utilizam ocos.

Palavras chaves: Idade da floresta, disponibilidades de cavidades, aves não escavadoras.

ABSTRACT

Currently many animal populations persist in landscapes modified by human activity, and their persistence, in the long term, cannot be ensured by relying solely on protected areas. Secondary forests, a result of forest regeneration on abandoned areas, are becoming abundant in tropical countries. They are structurally different from primary forests because they are composed of young trees and generally lack the habitat complexity found in primary forests, influencing the availability of essential resources for many species. Tree cavities are a critical resource for species that use them for nesting; however, they may be rare or absent in secondary forests. The objective of the present study was to determine the influence of forest age and land use history on the abundance of cavities for non-excavator birds. This study was conducted in tropical lowland-forest reserves at the Biological Dynamics of Forest Fragment Project (BDFFP) site, near Manaus (AM). We censused cavities and birds at 39 sites. Cavity density was measured along a 200 m transect at each site, by counting all cavities 20 m on each side of the transect, covering 0,8 ha. We captured birds using 16 mist nets, which we monitored from 06:00h to 14:00h. We used model selection (GLMs) to determine the relationship between the age of forest and the number of cavities and non-excavator birds. We evaluated cavity characteristics using multivariate analysis. We recorded 248 cavities and 10 species of birds using cavities. We observed an increase in the availability of cavities with the age of the forest, but the oldest secondary forest (~ 30 years) did not yet have a number of cavities similar to undisturbed forests. The characteristics of the cavities (height, depth and diameter) were less variable in secondary forests than in primary forest. Secondary forest lacked cavities that were high, deep, and had large entrances. The number of cavities had a positive effect on the abundance of non-excavator birds in secondary forests, but not in primary forests. History of land use had no effect on abundance of cavities. Thus we demonstrate that forest age is a determining factor for the presence of cavities in these areas. We conclude that secondary forests only partially offset species loss. However, we show that the abundance of cavities is more important than the age of the forest in determining the abundance of non-excavator birds. Thus, by ensuring the presence of cavities in secondary forests it should also be possible to ensure a more diverse community of cavity-nesting birds.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Área de estudo	18
3.2 Coleta e análise dos dados	19
3.2.1 Censo das cavidades	19
3.2.2 Amostragem de aves.....	20
3.2.3 Características das cavidades	20
3.3 Análises.....	21
4. RESULTADOS	Erro! Indicador não definido.
5. DISCUSSÃO	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Modelo hipotético da mudança do número de cavidades e das cavidades utilizadas para nidificação durante a sucessão florestal natural. Na escala vertical, a letra L indica o nível abaixo, do qual as aves que nidificam em cavidades são limitadas pela escassez de locais de nidificação. E o nível acima mostra que são limitadas por outros fatores (Gráfico extraído do artigo de Newton 1998. Com adaptações).12
- Figura 2:** Localização das reservas do Projeto Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais (PDBFF) e mapa indicando as idades das florestas e os pontos de coleta em cada transecto.....16
- Figuras 3:** Número de cavidades em cada transecto (com área de 0,8 ha) na floresta secundária e primária do BDFFP. **a)** Floresta secundária: os pontos pretos indicam transectos em florestas que foram submetidas somente a corte e os vermelhos as de florestas que foram submetidas a corte e fogo. A linha preta indica os valores previstos pelo melhor GLM, predizendo o número de cavidades pela idade da floresta. **b)** Floresta primária: os pontos indicam número de cavidades nos transectos e a linha horizontal pontilhada indica a média do número de cavidades. Pode-se observar aqui que depois dos 18 anos, alguns transectos da floresta secundária alcançam a quantidade de ocos de alguns transectos das florestas primárias.23
- Figura 4:** Número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos de floresta secundária com diferentes quantidades de cavidades. A linha preta indica os valores previstos pelo melhor GLM predizendo o número de indivíduos de aves em função do número de cavidades.....27
- Figura 5:** Número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos de florestas primárias com diferentes quantidades de cavidades.28
- Figura 6:** Análise dos componentes principais (PCA) mostra as variações das características das cavidades em florestas primárias (pontos pretos), florestas secundárias < 20 anos (pontos brancos) e florestas secundárias > 20 (pontos cinza). As cavidades das florestas primárias apresentam maior variação nos valores do eixo 1 e eixo 2. PC1 está correlacionado negativamente com profundidade horizontal e profundidade vertical. PC2 está correlacionado positivamente com altura do oco e negativamente com diâmetro vertical e diâmetro horizontal. Enquanto as cavidades dos transectos das florestas secundárias ficaram agrupadas a direita do gráfico o que significa que apresentam pouca variação nas características de suas cavidades. Cada ponto apresenta cada cavidade medida. As flechas indicam a correlação entre os componentes principais e as variáveis originais.....30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de transectos utilizados para o censo de cavidades em florestas com diferentes idades de regeneração e com diferentes históricos de uso (corte e fogo ou somente corte).....	17
Tabela 2: Modelos concorrentes que predizem o número de cavidades nos transectos de florestas secundárias.....	20
Tabela 3: Modelos concorrentes que predizem o número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos em florestas secundárias.....	21
Tabela 4: Modelos concorrentes que predizem o número de aves não escavadoras nos transectos de florestas primárias.....	21
Tabela 5: Resultados da seleção dos modelos concorrentes que predizem o número de cavidades nos transectos em florestas secundárias.....	23
Tabela 6: Espécies de aves capturadas em florestas com diferentes idades. *espécies que nidificam em cavidades.....	25
Tabela 7: Espécies de aves capturadas em florestas primárias *espécies que nidificam em cavidades.....	26
Tabela 8: Resultado dos modelos concorrentes que predizem o número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos em florestas secundárias em função da densidade de cavidades e idade da floresta.....	27
Tabela 9: Resultado dos modelos concorrentes que predizem o número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos em florestas primárias.....	28
Tabela 10: Medidas (média \pm SE) das cavidades em florestas primárias e secundárias. O asterisco indica diferença significativa entre floresta primária e secundária.	29

1. INTRODUÇÃO

As florestas secundárias tem se tornado foco de estudos para avaliar seu valor como habitats para a conservação da biodiversidade (Barlow *et al.* 2007, Gardner *et al.* 2007). Segundo Silva *et al.* (2012), as florestas secundárias necessitam ser analisadas como elemento dinâmico, onde não apenas permitam a movimentação de indivíduos entre áreas de florestas primárias mas também sirvam de habitat para muitas espécies de florestas primárias. No entanto, é fortemente discutido até que ponto as florestas secundárias típicas são capazes de sustentar populações de espécies de floresta primária, e quanto tempo é necessário até que a diversidade e funcionalidade das florestas sejam recuperadas totalmente (Barlow *et al.* 2007b, Dunn 2004).

Wright e Muller-Landau (2006) sugerem que a pressão antrópica sobre as florestas tropicais irá diminuir, em decorrência do êxodo rural. E como consequência, haverá uma expansão da floresta secundária pelo abandono dos campos, atenuando o processo de perda de espécies florestais. No entanto, Barlow *et al.* (2007) ressaltam que a perda de biodiversidade, ocasionada pelo desmatamento, pode ser apenas parcialmente compensada pela expansão das florestas secundárias, pois as florestas primárias têm um valor insubstituível. Embora algumas espécies das florestas primárias possam ocorrer em florestas em regeneração, em termos de riqueza as florestas secundárias alcançam níveis similares ao das florestas primárias somente depois de 20 ou 30 anos. No entanto, a composição de espécies pode demorar muito mais tempo para igualar entre florestas secundárias e primárias (Silva *et al.* 2012, Dunn 2004).

A recuperação lenta da composição de espécies indica que algumas espécies requerem características de habitat semelhantes à floresta primária para persistir (Dunn 2004). Muitos processos e interações, que caracterizam o sistema dinâmico das florestas, podem ser limitados em florestas secundárias. Em geral, florestas secundárias são estruturalmente diferentes por serem formadas principalmente por árvores mais jovens, afetando em muitos casos a disponibilidade de recursos (Barlow *et al.* 2007). Portanto, o tempo é essencial para que uma floresta secundária alcance a complexidade necessária para oferecer todos os recursos e estruturas chaves (*sensu* Tews *et al.* 2004) importantes para a manutenção das espécies de florestas primárias. Um grupo que pode ser particularmente sensível à perda da complexidade encontrada nas florestas primárias, são as espécies que

precisam das cavidades nas árvores para nidificar. As cavidades das árvores desempenham um papel fundamental na história de vida das espécies que as utilizam (Politi *et al.* 2012), sendo uma fundamental característica estrutural das florestas. Uma grande variedade de aves, mamíferos, répteis e insetos, que utilizam cavidades, estão ecologicamente ligadas e organizadas em guildas de produtores de cavidades e dos que perfazem uso deste recurso (Martin *et al.* 2004).

Aves que utilizam cavidades para nidificação podem ser divididas em dois grupos: espécies escavadoras, que constroem suas próprias cavidades, e espécies não escavadoras, que nidificam em ocos pré-existentes (Daily *et al.* 1993, Martin e Eadie 1999), conhecidos como escavadores primários e secundários ou adaptadores, respectivamente. Para as aves não escavadoras a disponibilidade de cavidades para a nidificação pode limitar as populações, especialmente em florestas alteradas ou fragmentadas (Holt e Martin 1997, Newton 1998, Wesolowski 2007, Camprodon *et al.* 2008, Cornelius *et al.* 2008, Cockle *et al.* 2010). Por depender de cavidades criadas por processos externos ou por escavadores, as aves não escavadoras são vulneráveis a perda de habitat (Monterrubio e Escalante 2006, Politi *et al.* 2012).

Existem duas fontes de cavidades: (1) cavidades escavadas pelas aves escavadoras, que geralmente são pica-paus (Família Picidae), e (2) formadas por processos de decomposição, tais como cavidades formadas diretamente pela atuação fúngica, de insetos ou outros processos abióticos (Cockle *et al.* 2011, 2012, Jusino *et al.* 2015). A idade das árvores influencia fortemente a abundância de cavidades (Koch *et al.* 2008). Cavidades não escavadas são geralmente formadas em árvores altas e velhas (Sick 1997, Newton 1998). Portanto, a presença de espécies que constroem ninhos em cavidades depende do recrutamento contínuo de árvores de grande porte (Monterrubio e Escalante 2006).

A ocorrência das cavidades pode variar de acordo com as características do habitat, tais como, o tipo ou idade da floresta e as condições das árvores (Newton 1998, Cockle *et al.* 2010, Koch *et al.* 2008). Newton (1998) propõe que o número de cavidades utilizáveis aumentaria com a idade da floresta devido ao processo de degradação natural, que exerce influência sobre a quantidade de madeira morta (Figura 1). Na Austrália, por exemplo, as florestas temperadas mais antigas suportam um número maior de cavidades em relação às florestas mais jovens (Lindenmayer *et al.* 1991). Da mesma forma Fan *et al.* (2013) mostraram que florestas temperadas mais antigas (≥ 110 anos de idade) contêm

maior número de árvores mortas, tendo estas, duas vezes mais chance de conter cavidades comparado com florestas mais jovens. No entanto, não existem ainda estudos que avaliem o tempo necessário para a recuperação das cavidades nos primeiros anos da sucessão, em florestas temperadas ou tropicais.

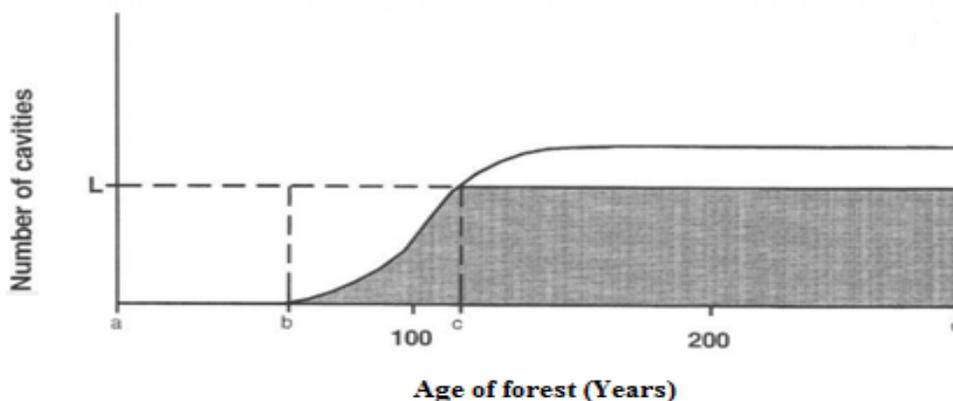


Figura 1: Modelo hipotético da mudança do número de cavidades e das cavidades utilizadas para nidificação durante a sucessão florestal natural. Na escala vertical, a letra L indica o nível abaixo, do qual as aves que nidificam em cavidades são limitadas pela escassez de locais de nidificação. E o nível acima mostra que são limitadas por outros fatores (Gráfico extraído do artigo de Newton 1998. Com adaptações).

Além da idade da floresta, o uso da terra também pode ter uma ação importante na formação de cavidades nas florestas em regeneração. Assim, a abundância de cavidades nas florestas secundárias possivelmente é influenciada pelos diferentes tipos de uso da terra antes de serem abandonadas. Por exemplo, na Amazônia, a sucessão florestal em pastagens abandonadas previamente queimadas, envolve poucas espécies de plantas, o que induz a floresta secundária a provavelmente demorar mais tempo para torna-se uma floresta madura (Mesquita *et al.* 2001). Essas florestas secundárias poderiam demorar mais tempo para disponibilizar cavidades.

Para a comunidade de aves não escavadoras, é importante não somente a abundância das cavidades, mas também as características destas. Ao escolher um local para construir seus ninhos em uma cavidade, as aves podem ser bastante seletivas, uma vez que, essas características podem afetar diretamente o sucesso reprodutivo. Por exemplo, cavidades mais profundas, e com maior altura acima do solo, ou em árvores com

determinadas características podem sofrer menos risco de predação (Nilsson 1984, Cornelius 2008, Cockle *et al.* 2015). Cada espécie teria um nicho de cavidade em particular, selecionando cavidades com certas características de medidas, altura, tamanho e profundidade (Martin *et al.* 2004). Assim, a idade da floresta poderia ser importante não só na determinação da presença e abundância de cavidades, mas também na determinação das suas características essenciais para o sucesso reprodutivo de diferentes espécies de aves não escavadoras.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da idade da floresta e uso da terra sobre as características e disponibilidade das cavidades arbóreas aptas para a nidificação de espécies de aves não escavadoras na Amazônia central.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a influência da idade da floresta e o diferente histórico de uso da terra sobre a densidade de cavidades aptas para a nidificação de aves não escavadoras.
- b) Avaliar a influência da idade da floresta e a disponibilidade de cavidades aptas sobre a abundância de aves não escavadoras.
- c) Comparar as características das cavidades aptas disponíveis para aves não escavadoras entre florestas primárias e florestas secundárias com diferentes idades.

2.3 Hipóteses

- a) A sucessão da floresta forneceria o aumento na disponibilidade de cavidades aptas, esse processo seria influenciado tanto pelo histórico de uso do fogo como pelo tempo desde o abandono do sítio.
- b) A sucessão da floresta traria um aumento na abundância de aves não escavadoras em resposta a maior disponibilidade de sítios de nidificação.
- c) Nas florestas secundárias, por serem compostas por árvores jovens, haverá cavidades com medidas distintas, na altura, diâmetro e profundidade, quando comparadas às cavidades de florestas primárias.

2.4 Previsões

a) Espera-se encontrar uma relação positiva entre a idade da floresta e o número de cavidades para nidificação de espécies de aves não escavadoras. Portanto, florestas mais antigas terão maior disponibilidade de cavidades do que as florestas mais jovens. Como as áreas com histórico de fogo tendem recuperar-se de forma mais lenta, espera-se que as áreas com histórico de fogo tenham menor número de cavidades que as áreas sem histórico de fogo em florestas da mesma idade.

b) A sucessão da floresta traria maior abundância de aves não escavadoras nos sítios em florestas mais antigas em resposta ao maior número de cavidades aptas.

c) Espera-se que as florestas secundárias, especialmente as florestas mais jovens, apresentem cavidades menores e mais baixas, quando comparadas com as florestas primárias. Portanto, as cavidades mais altas, grandes e profundas serão encontradas em florestas primárias e nas florestas secundárias antigas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Coletamos os dados nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) na Amazônia central. Em 1979, teve início o processo de isolamento das reservas no PDBFF. A partir dessa época, existem dois históricos diferentes de uso da terra: áreas que foram cortadas dando origem a florestas secundárias dominadas por *Cecropia sciadophyla*; e áreas que foram cortadas e logo após, submetidas ao fogo, dando origem a uma floresta inicialmente dominada por *Vismia* spp. (Mesquita *et al.* 2001). Assim, a área de estudo é composta por áreas de floresta primária e áreas de floresta em regeneração formando um mosaico de pastagens e florestas com diferentes idades.

Esta paisagem está localizada na BR-174 (02° 20' 52", 0" S, 060° 05' 47.9" W) (Figura 2), trecho que liga Manaus (AM) a Boa Vista (RR). Há na área de estudo 23 reservas, entre isoladas e não isoladas. Essas reservas são Unidades de Conservação legalmente instituídas pelo IBAMA e gerenciadas pelo INPA como Áreas de Relevante Interesse Ecológico.

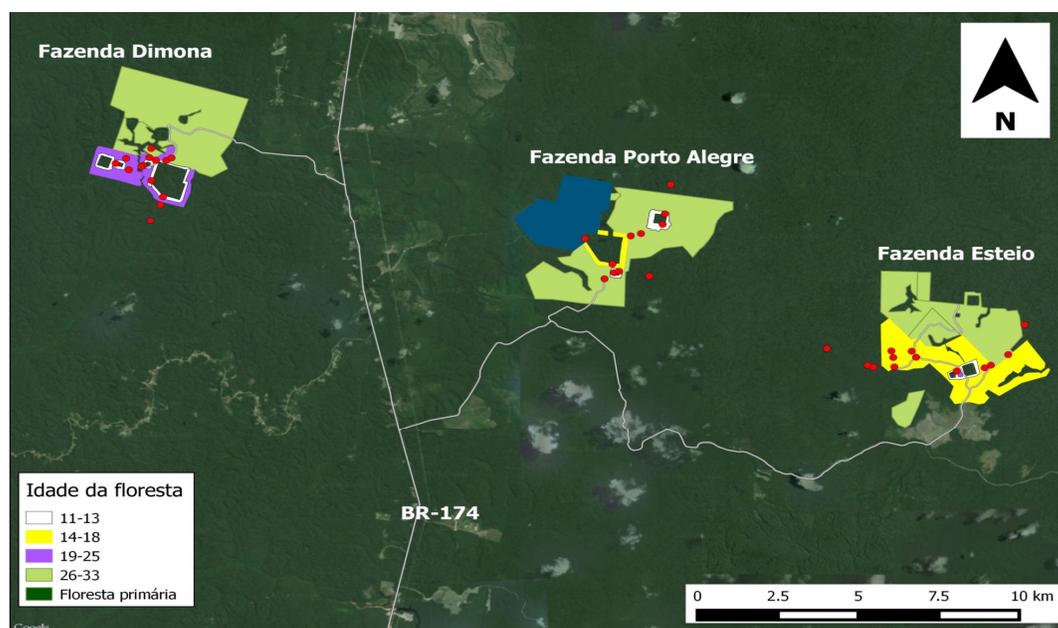


Figura 2: Localização das reservas do Projeto Dinâmicas Biológicas de Fragmentos Florestais (PDBFF) e mapa indicativo das idades das florestas e os 39 sítios amostrados (pontos vermelhos).

3.2 Coleta e análise dos dados

3.2.1 Censo das cavidades

Para o censo das cavidades, selecionamos 39 sítios nas florestas primárias e secundárias com diferentes idades (Figura 2). Os sítios foram estabelecidos nos mesmos locais dos transectos utilizados pela equipe de monitoramento de aves, liderado pelo pesquisador Philip C Stouffer. Os sítios estavam em florestas com idades entre 11 a 33 anos (florestas secundárias originárias de áreas que foram submetidas ao corte e fogo e áreas somente submetidas ao corte, em anos diferentes). Em cada um dos 39 sítios foi quantificada a densidade de cavidades ao longo de um transecto de 200 m x 40 m abrangendo uma área de 8000 m² (31 transectos em florestas secundárias com diferentes idades e 8 em florestas primárias) (Tabela 1).

Tabela1: Número de transectos utilizados para o censo de cavidades em florestas com diferentes idades de regeneração e com diferentes históricos de uso (corte e fogo ou somente corte).

Floresta	Idade (anos)	Transectos (total)	Fogo	Sem fogo
Secundária	11–13	5	3	2
Secundária	14–18	9	5	4
Secundária	19–25	9	1	8
Secundária	26–33	8	3	5
Floresta Primária	Desconhecida	8	0	8

As buscas pelas cavidades foram realizadas por duas pessoas, examinando simultaneamente cada árvore dentro do transecto, com o auxílio de binóculos. Para inspecionar as cavidades utilizamos uma câmera de vídeo montada em uma haste de fibra de vidro telescópica de 15 m, metodologia utilizada por Politi *et al.* (2009) e Cockle *et al.* (2011) na Argentina. A localização de cada cavidade foi registrada com GPS. Todas as cavidades foram consideradas, inclusive as que se encontravam acima de 15 metros, para as quais utilizamos a técnica de escalada (com arnês e cordas) para realizar a inspeção.

3.2.2 Amostragem de aves

Para avaliar a abundância das aves (o número de indivíduos por transecto), em floresta primária e secundária, montamos uma linha de 16 redes de neblina (12 x 2 m) com malhas de 15 mm. Monitoramos cada linha de rede das 06:00h da manhã até as 14:00h da tarde, em três dias não consecutivos, no período de quatro semanas, com intervalos de quatro a cinco dias entre os locais de captura em cada transecto. As amostragens com redes foram realizadas de junho a agosto de 2013.

Os indivíduos capturados foram alocados em sacolas de algodão. Todos os indivíduos capturados foram identificados em nível de espécie e anilhados com anilhas metálicas numeradas do Sistema Nacional de Anilhamento do CEMAVE. A amostragem de aves utilizando as redes de neblina fez parte do monitoramento que ocorre anualmente nas reservas do PDBFF.

3.2.3 Características das cavidades

Durante o censo definimos as cavidades como possivelmente aptas da seguinte forma: cavidade com o diâmetro suficiente capaz de permitir a passagem de uma ave, e com um substrato interno que abrigue uma câmara de incubação capaz de fornecer proteção para os ovos (Politi *et al.* 2009). Contudo, nem todas as cavidades que apresentavam tais características foram consideradas, por exemplo, cavidades que continham água em seu interior, não foram contabilizadas, pois estes ambientes não favorecem a nidificação. Para inspecionar o interior de todas as cavidades utilizamos uma câmera de vídeo.

Medimos a altura da cavidade do chão até a extremidade mais baixa da entrada, usando a haste da câmera, graduada a cada 10 cm, como régua, ou para as cavidades acima de 15 m utilizamos a corda de escalada para aferir a altura desde o chão até a cavidade. Para determinar as extremidades da entrada da cavidade aferimos a medida vertical e horizontal da abertura com uma régua de 35 cm acoplada na parte superior da haste ou com uma fita métrica (nas cavidades em árvores escaladas). Para as medidas de profundidade horizontal (comprimento do canal de entrada horizontal da cavidade) utilizamos a régua acoplada na parte superior da haste ou uma fita métrica. Para aferir a profundidade vertical das cavidades utilizamos uma fita métrica. Nos poucos casos em que não foi possível escalar até as cavidades (por exemplo, árvores mortas), mas que pudesse ter acesso com a câmera montada na haste, estimamos as medidas da profundidade vertical utilizando a imagem da câmera. Para calibrar esta medida estimada a partir da imagem, utilizamos este mesmo procedimento em cavidades que foram medidas com fita métrica.

3.3 Análises

Utilizamos modelos lineares generalizados (GLM) para a análise dos dados, com distribuição Binomial Negativa. Esta distribuição foi escolhida porque em todos os casos houve sobredispersão (variância maior que a média). Utilizamos o pseudo- R^2 de McFadden para obter uma medida do poder explicativo de cada GLM.

Para avaliar o efeito da idade da floresta e o uso da terra (florestas secundárias originárias de áreas que foram submetidas ao corte e fogo e áreas somente sujeitas ao corte) sobre disponibilidade de cavidades em florestas secundárias, comparamos uma série de GLMs com distribuição binomial negativa, com a idade da floresta e tipo de uso do solo como variáveis preditoras e o número de cavidades por transecto como a variável resposta. Construimos e contrastamos cinco modelos (Tabela 2). Cada um destes modelos representa uma possível hipótese sobre a variação do número de cavidades nas florestas. Entre os modelos concorrentes também incluímos um modelo constante (de não efeito). Para decidir entre os modelos concorrentes, utilizamos uma abordagem de seleção (Burnham e Andersson 2002). Para cada modelo calculamos o critério de informação de Akaike (AICc) e o peso (AICw) que oferece uma medida relativa de ajuste de um modelo sobre o outro. Sendo assim, o melhor modelo foi aquele que apresentou o valor mínimo de AICc e o maior peso.

Os modelos com $\Delta AICc < 2$ foram considerados igualmente plausíveis e nesses casos o modelo mais simples foi escolhido como melhor modelo. O programa R version 3.0.3 (R Development Core Team 2013), foi utilizado para todas as análises estatísticas desse estudo.

Tabela 2: Modelos concorrentes que predizem o número de cavidades nos transectos de florestas secundárias.

Modelos	
m1	Cavidades ~ Idade*Fogo
m2	Cavidades ~ Idade + Fogo
m3	Cavidades ~ Fogo
m4	Cavidades ~ Idade
m5	Cavidades ~ 1

Utilizamos o teste de T para comparar a quantidade de ocos previstos em florestas secundárias de 30 anos pelo modelo selecionado (*i.e.* melhor modelo), com a quantidade de ocos em florestas primárias. Este teste permite avaliar se as florestas com 30 anos de idade disponibilizariam uma quantidade de ocos que não poderia ser diferenciada estatisticamente das florestas primárias. Utilizamos, para este teste, um $\alpha = 0.1$, para evitar erros tipo II, devido ao número de transectos de florestas primárias serem inferiores aos de florestas secundárias.

Para avaliar o efeito da idade da floresta e do número de cavidades sobre a abundância de aves não escavadoras, utilizamos modelos lineares generalizados (GLMs) com distribuição Binomial Negativa, com o número de indivíduos de aves não escavadoras capturadas em cada transecto de floresta secundária como a variável resposta. Como utilizado nas análises anteriores, selecionamos os modelos concorrentes, tendo com base o menor valor de AICc e o peso do modelo. Sendo que para esta análise construímos e contrastamos quatro modelos (Tabela 3).

Tabela 3: Modelos concorrentes que predizem o número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos em florestas secundárias.

Modelos	
m1	Indivíduos ~ Idade + cavidades
m2	Indivíduos ~ Idade
m3	Indivíduos ~ cavidades
m4	Indivíduos ~ 1

Para avaliar a influência do número de cavidades sobre a abundância de aves não escavadoras em florestas primárias, também utilizamos modelos lineares generalizados (GLMs) com distribuição Binomial Negativa, sendo que para esta análise construímos e contrastamos somente dois modelos (Tabela 4).

Tabela 4: Modelos concorrentes que predizem o número de aves não escavadoras nos transectos de florestas primárias.

Modelos	
m1	Indivíduos ~ 1
m2	Indivíduos ~ cavidades

Para determinar as possíveis variações das características das cavidades em florestas com idades diferentes utilizamos análises de componentes principais (PCA). Estipulamos `scale = TRUE` para o uso da matriz de correlação, assim cada variável apresenta o mesmo peso. Esta análise encontra combinações lineares das variáveis das características das cavidades que melhor explicam a variabilidade de cavidades nos transectos. As características das cavidades usadas foram: altura da cavidade até o chão, diâmetro vertical, diâmetro horizontal, profundidade vertical, e profundidade horizontal. De acordo com o critério de Kaiser Guttman (Jackson 1993) foram interpretados os componentes principais com autovalores > 1 . Os valores dos componentes principais para cada transecto foram plotados para avaliar as possíveis diferenças entre as florestas secundárias < 20 anos, florestas secundárias > 20 anos e florestas primárias. Para comparar as características das cavidades de forma individual entre as florestas primárias e secundárias utilizamos um teste de T.

4. RESULTADOS

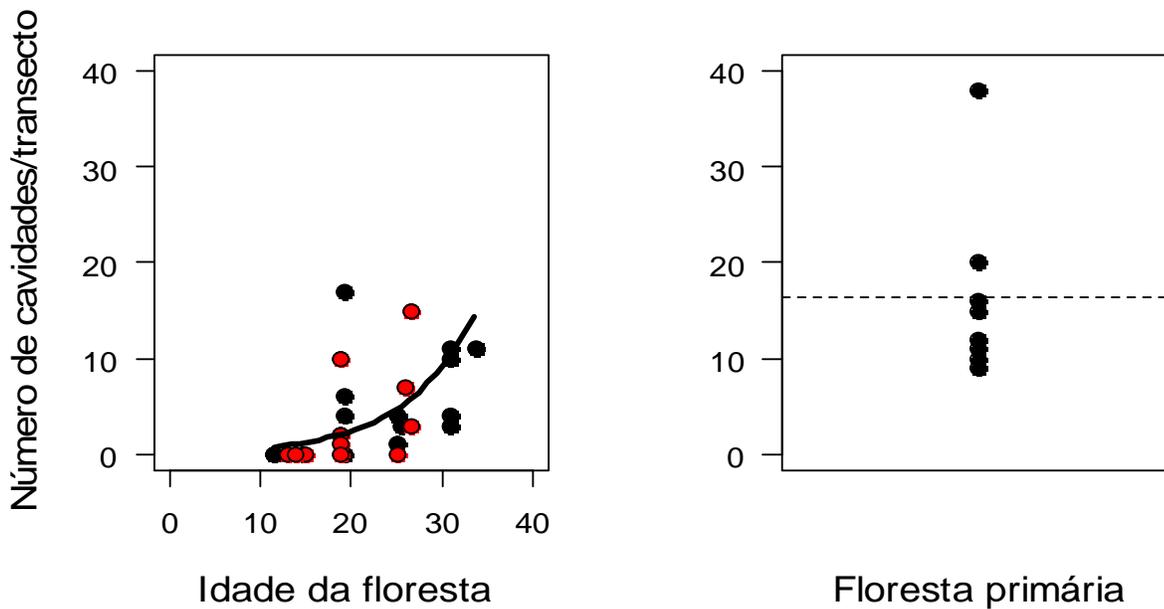
A influência da idade da floresta e o diferente histórico de uso da terra sobre a disponibilidade de cavidades para a nidificação de aves não escavadoras

Nos 39 sítios, registramos 248 cavidades disponíveis, sendo que 131 foram registradas nos 8 transectos em florestas primárias e 117 nos 31 transectos em florestas secundárias.

Dentre os modelos concorrentes que prediziam o número de cavidades na floresta secundária, o modelo que mais se ajustou aos dados foi aquele que considerou apenas um efeito da idade da floresta (Tabela 5). A variável idade apresentou um efeito positivo sobre a disponibilidade de cavidades em florestas secundárias ($R^2 = 0,25$; $p = 0,0003$; $b = 0,13$; $SE = 0,036$; $z = 3,632$; Figura 3a). No entanto, não houve uma interação significativa que confirmasse que o uso da terra (áreas com corte e queima e somente corte) influenciasse na disponibilidade de cavidades.

Tabela 5: Resultados da seleção dos modelos concorrentes que predizem o número de cavidades nos transectos em florestas secundárias.

Modelos		AICc	ΔAICc	df	AIC
m4	Cavidades~ Idade	146,2	0	3	0,677
m2	Cavidades~Idade + Fogo	148,8	2,6	4	0,182
m1	Cavidades~Idade*Fogo	149,8	3,6	5	0,109
m5	Cavidades ~ 1	152,9	6,7	2	0,024
m3	Cavidades~ Fogo	155,1	8,9	3	0,008



Figuras 3: Número de cavidades em cada transecto (com área de 0,8 ha) na floresta secundária e primária do BDFFP. **a)** Floresta secundária: os pontos pretos indicam transectos em florestas que foram submetidas somente a corte e os vermelhos as de florestas que foram submetidas a corte e fogo. A linha preta indica os valores previstos pelo melhor GLM, predizendo o número de cavidades pela idade da floresta. **b)** Floresta primária: os pontos indicam número de cavidades nos transectos e a linha horizontal pontilhada indica a média do número de cavidades. Pode-se observar aqui que depois dos 18 anos, alguns transectos da floresta secundária alcançam a quantidade de ocos de alguns transectos das florestas primárias.

O número de cavidades foi significativamente diferente entre florestas primárias e florestas secundárias de 30 anos ($df= 35$; $t = 1,7$; $p = 0,045$), sendo que, as florestas primárias apresentaram maior número de cavidades que o número esperado para as florestas secundárias de 30 anos.

A influência da idade da floresta e a disponibilidade de cavidades aptas sobre a abundância de aves não escavadoras

Durante o período de amostragem capturamos um total de 40 espécies de aves das quais 10 foram espécies que utilizam cavidades. Nas florestas secundárias foram registradas apenas quatro espécies de aves não escavadoras, enquanto que nas florestas primárias foram sete espécies (Tabela 6 e 7).

Dentre as espécies capturadas estão representantes das famílias Dendrocolaptidae, Trogonidae, Falconidae e Formicariidae.

Tabela 6: Espécies de aves capturadas em florestas com diferentes idades.

Espécies de aves capturadas nas florestas secundárias com diferentes idades			
Família/espécie			
11-13 anos	14-18 anos	19-25	26-33
Columbidae	Pipridae	Dendrocolaptidae	Dendrocolaptidae
<i>Geotrygon montana</i>	<i>Dixiphia pipra</i>	<i>Glyphorynchus spirurus*</i>	<i>Glyphorynchus spirurus*</i>
Pipridae	Tyrannidae	Furnariidae	<i>Hylexetastes perrotii*</i>
<i>Dixiphia pipra</i>	<i>Mionectes macconnelli</i>	<i>Automolus infuscatus</i>	Falconidae
<i>Lepdothrix serena</i>	Thamnophilidae	Pipridae	<i>Micrastur gilvicollis*</i>
	<i>Percnostola rufifrons</i>	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Pipridae
	<i>Pithys albifrons</i>	<i>Lepdothrix serena</i>	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>
		Trochilidae	<i>Dixiphia pipra</i>
		<i>Campylopterus largipennis</i>	<i>Lepdothrix serena</i>
		<i>Phaethornis bourcieri</i>	Emberizidae
		Thamnophilidae	<i>Arremon taciturnus</i>
		<i>Gymnopathys rufigula</i>	Trochilidae
		<i>Pithys albifrons</i>	<i>Phaethornis superciliosus</i>
		Emberizidae	Thamnophilidae
		<i>Arremon taciturnus</i>	<i>Gymnopathys rufigula</i>
		Trogonidae	<i>Myrmeciza ferruginea</i>
		<i>Trogon rufus*</i>	<i>Percnostola rufifrons</i>
		Turdidae	<i>Pithys albifrons</i>
		<i>Turdus albicollis</i>	

*Espécies que nidificam em cavidades.

Tabela 7: Espécies de aves capturadas em florestas primárias.

Espécies de aves capturadas em florestas primárias		
Família/espécie		
Columbidae	Momotidae	Vireonidae
<i>Geotrygon montana</i>	<i>Momotus momota</i>	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>
Dendrocolaptidae	Pipridae	Troglodytidae
<i>Deconychura stictolaema*</i>	<i>Dixiphia pipra</i>	<i>Cyphorhinus arada</i>
<i>Dendrocincla merula *</i>	Tyrannidae	
<i>Xiphorhynchus pardalotus*</i>	<i>Corythopis torquata</i>	
Falconidae	Pipridae	Thamnophilidae
<i>Micrastur gilvicollis*</i>		<i>Willisonrnis poecilinotus</i>
Furnariidae	<i>Piprites chloris *</i>	<i>Frederickena viridis</i>
<i>Philydor erythrocerum</i>		
Formicariidae	Tyrannidae	<i>Epinocrophylla gutturalis</i>
<i>Formicarius analis*</i>	<i>Mionectes macconnelli</i>	<i>Myrmotherula longipennis</i>
<i>Formicarius colma*</i>		<i>Pithys albifrons</i>
		<i>Thamnomanes caesius</i>
		<i>Thamnomanes ardesiacus</i>

*Espécies que nidificam em cavidades.

O melhor modelo para prever o número de indivíduos de aves que nidificam em cavidades nas florestas secundárias foi o modelo que incluía somente o número de cavidades e não a idade da floresta (Tabela 8). O número de cavidades apresentou um efeito positivo no número de indivíduos de aves que nidificam em ocos nas florestas secundárias ($R^2 = 0,37$; $b = 0,11$; $SE = 0,042$; $z = 2,6$; $p = 0,009$. Tabela 8, Fig. 4). No modelo que incluía somente idade, não houve relação significativa entre a idade da floresta e a abundância das aves não escavadoras ($R^2 = 0,05$; $b = 0,04$; $SE = 0,042$; $z = 1$; $p = 0,364$).

Tabela 8: Resultado dos modelos concorrentes que predizem o número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos em florestas secundárias em função da densidade de cavidades e idade da floresta.

Modelos		AICc	Δ AICc	df	AIC
m3	Indivíduos ~ cavidades	45,0	0	3	0,738
m4	Indivíduos ~ 1	47,8	2,8	2	0,183
m2	Indivíduos ~ Idade	50,7	5,7	3	0,044
m1	indivíduos ~ Idade+ cavidades	51,1	6,0	4	0,036

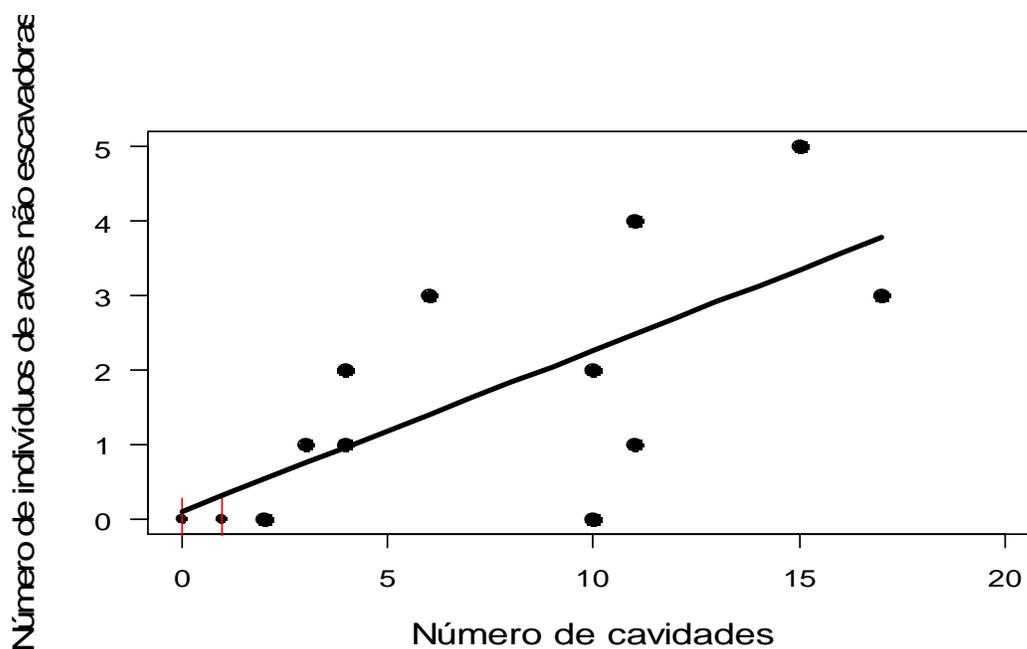


Figura 4: Número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos de floresta secundária com diferentes quantidades de cavidades. A linha preta indica os valores previstos pelo melhor GLM predizendo o número de indivíduos de aves em função do número de cavidades. A linha vermelha indica sobreposição dos pontos.

Nas florestas primárias, a relação entre número de cavidades e o número de indivíduos de aves não escavadoras não foi significativa ($b = 0,080$; $SE = 0,076$; $z = 1,050$; $p = 0,334$;) (Tabela 9, Figura 5).

Tabela 9: Resultado dos modelos concorrentes que predizem o número de indivíduos de aves não escavadoras nos transectos em florestas primárias.

Modelos		AICc	$\Delta AICc$	df	AICw
m2	Indivíduos ~1	38,5	0	2	0,89
m1	Indivíduos ~ cavidades	42,7	4,3	3	0,11

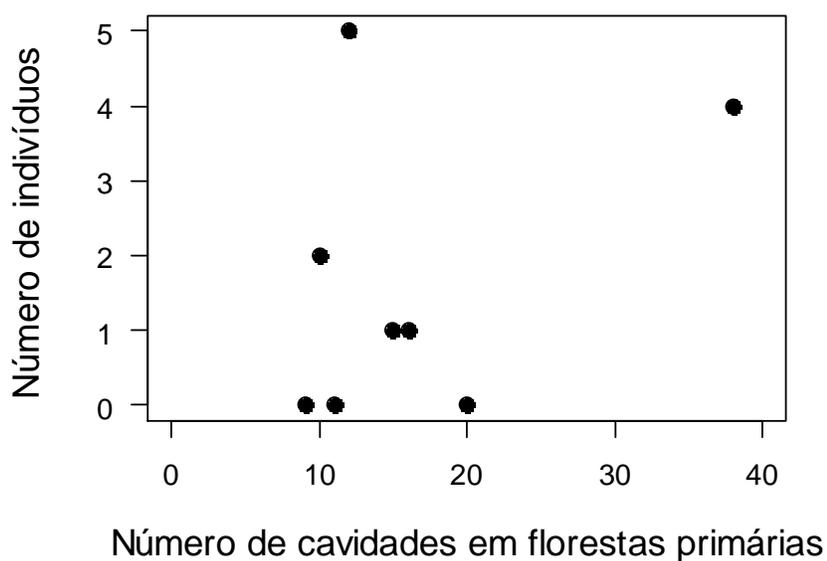


Figura 5: Número de indivíduos capturados de aves não escavadoras nos transectos de florestas primárias com diferentes quantidades de cavidades.

As características das cavidades disponíveis para aves não escavadoras em florestas com diferentes idades.

Não houve grandes diferenças nas médias \pm SE das características entre florestas primárias e secundárias (Tabela 10). Contudo, ao compararmos as médias das características das cavidades entre as florestas primárias e secundárias, encontramos que na floresta primária o diâmetro horizontal ($t = -1.7$; $df = 21$; $p = 0.074$) e a altura do oco até o chão ($t = -2.3$; $df = 18$; $p = 0.02$) foram maiores nas florestas primárias que nas secundárias. Mas a análise multivariada demonstrou diferenças na quantidade de variação nas características das cavidades. Seguindo o critério de Kaiser Guttman (Jackson 1993) foram interpretados os PC1 e PC2 das análises de componentes principais. PC1 estava correlacionado negativamente com profundidade horizontal ($r = -0,53$) e profundidade vertical ($r = -0,52$). PC2 estava correlacionado positivamente com altura do oco ($r = 0,55$) e negativamente com diâmetro vertical ($r = -0,58$) e diâmetro horizontal ($r = -0,50$) (Figura 6). As cavidades das florestas primárias apresentaram grande variação nos valores dos dois eixos, demonstrando uma grande variedade nas características das cavidades em floresta primária (cavidades pequenas e grandes, altas e baixas). Enquanto as cavidades dos transectos das florestas secundárias ficaram agrupadas a direita do gráfico (Figura 6) o que significa que apresentam menor variação em suas características (cavidades pequenas, baixas, e pouco profundas).

Tabela 10: Medidas (média \pm SE) das cavidades em florestas primárias e secundárias. O asterisco indica diferença significativa entre floresta primária e secundária.

Medidas das cavidades	Secundária	Primária
Altura do oco (m)*	4,8 \pm 0,20	5,7 \pm 0,4
Diâmetro vertical (cm)	9,8 \pm 0,5	14,8 \pm 0,8
Diâmetro horizontal (cm)*	7,2 \pm 0,4	8,2 \pm 0,4
Profundidade horizontal (cm)	14,8 \pm 0,3	18,0 \pm 0,8
Profundidade vertical (cm)	17,6 \pm 0,5	26,8 \pm 1,5

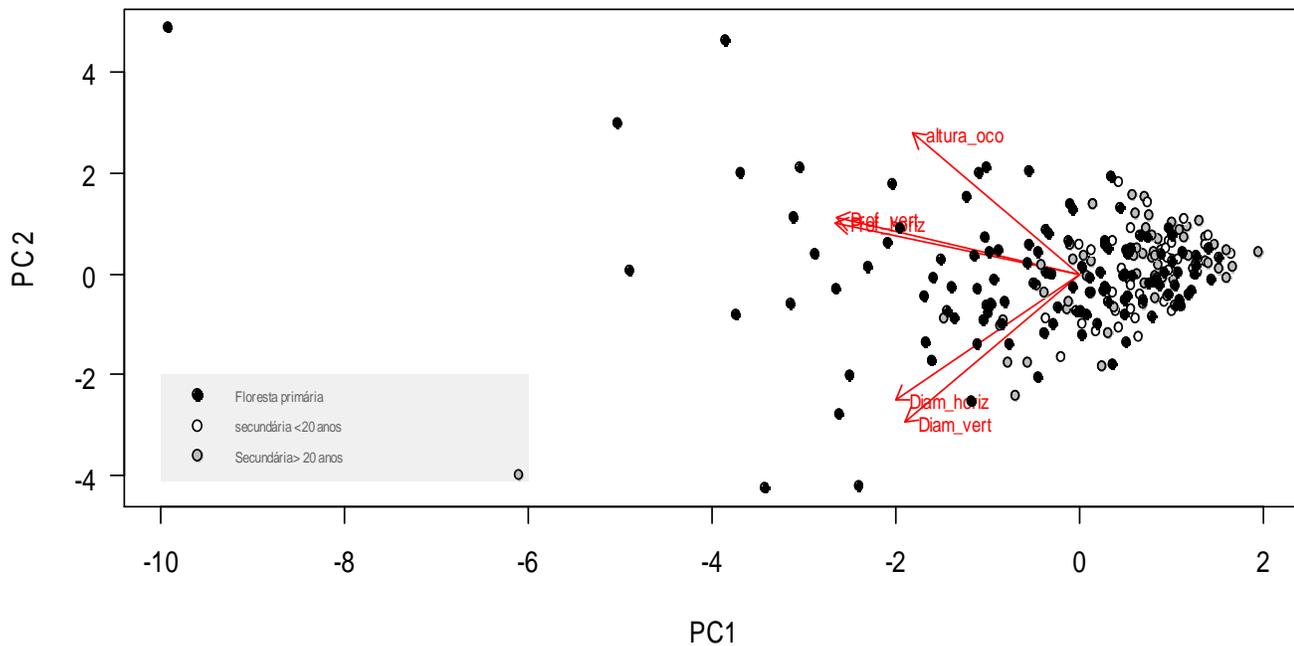


Figura 6: Análise dos componentes principais (PCA) mostra as variações das características das cavidades em florestas primárias (pontos pretos), florestas secundárias < 20 anos (pontos brancos) e florestas secundárias > 20 (pontos cinza). As cavidades das florestas primárias apresentam maior variação nos valores do eixo 1 e eixo 2. PC1 está correlacionado negativamente com profundidade horizontal e profundidade vertical. PC2 está correlacionado positivamente com altura da cavidade e negativamente com diâmetro vertical e diâmetro horizontal. Enquanto as cavidades dos transectos das florestas secundárias ficaram agrupadas a direita do gráfico o que significa que apresentam pouca variação nas características de suas cavidades. Cada ponto apresenta cada cavidade medida. As flechas indicam a correlação entre os componentes principais e as variáveis originais.

5. DISCUSSÃO

Na Amazônia central, as florestas secundárias jovens das idades estudadas (11 a 14 anos) não oferecem cavidades. Contudo, as florestas com idades a partir de 18 anos começaram a aumentar a disponibilidade destes recursos, de acordo com o aumento da idade da floresta, corroborando com o modelo de Newton (1998). Apesar disso, a densidade prevista de cavidades em florestas de 30 anos foi menor que a densidade média em florestas primárias, mesmo havendo sítios com alta densidade de cavidades nas florestas de 30 anos e sítios com baixa densidade de cavidades nas florestas primárias.

O tempo é um fator importante tanto no desenvolvimento de cavidades quanto para desenvolver uma floresta com árvores grandes e velhas o suficiente para propiciar a formação de cavidades por meio de diversos fatores como mortalidade de árvores, quebra de galhos, presença de espécies com madeira maciça o suficiente para desenvolver ocos. Mas ainda assim, 30 anos na floresta secundária não são suficientes para igualar o número de cavidades encontradas nas florestas primárias. A manutenção da estrutura da floresta é fundamental para a persistência de aves que utilizam cavidades. As florestas secundárias fornecem recursos que mantêm, especialmente, espécies de aves generalistas, que utilizam as florestas secundárias e as florestas primárias igualmente (Silva *et al.* 2012). Porém, se tratando do fornecimento de um recurso específico, as cavidades, estas florestas até os 30 anos ainda não são capazes de proporcionar um número equivalente às florestas primárias. É necessário que haja um tempo maior para que a floresta secundária desenvolva árvores maiores, mais altas e de diferentes espécies. Logo, a quantidade de cavidades seria equivalente à quantidade disponível em uma floresta primária.

O histórico de uso terra (uso ou não de fogo em pastagens) não apresenta influência sobre a disponibilidade de cavidades, considerando que as florestas estudadas são ainda jovens. As florestas submetidas ao fogo na Amazônia exibem regeneração lenta, quando comparadas às florestas que não apresentam histórico de fogo (Mesquita *et al.* 2001). Ainda assim, durante os primeiros 30 anos de regeneração a disponibilidade de cavidades foi relacionada com a idade da floresta, sendo esta o fator determinante para a presença de cavidades nessas áreas. Assim, a ação do fogo parece ser muito diferente entre zonas tropicais e temperadas com relação à formação de cavidades. Nas florestas temperadas a ação do fogo facilita o desenvolvimento das cavidades em árvores (Lindenmayer *et al.* 1993). As árvores queimadas em pé apresentam mais chance em

proporcionar galhos quebrados, facilitando o surgimento de novas cavidades (Hutto 2006). Estas árvores mortas em pé são utilizadas por aves tanto para nidificação quanto para busca de alimentos (Hutto 2006, Saab *et al.* 2004, Bagne *et al.* 2008). Nas florestas tropicais o processo de decomposição é mais acelerado em razão dos elevados níveis de temperaturas e umidade (Jordan 1986, Gibbs *et al.* 1993). Estas razões, explicariam o escasso efeito do fogo nas florestas secundárias neste estudo. Os altos índices de umidade e temperatura aceleram a decomposição de árvores mortas ainda em pé, acelerando também sua decomposição sobre o solo.

O número de cavidades apresenta um efeito positivo sobre a abundância de aves não escavadoras nas florestas secundárias, porém, o mesmo não ocorreu nas florestas primárias. Este resultado pode indicar que na floresta tropical da Amazônia Central, as cavidades são recursos escassos para aves nas florestas secundárias, mas não nas primárias. Como sugerido pelo modelo de Newton (1998), as cavidades são limitantes nas florestas de menor idade. Entretanto, em florestas primárias o número de cavidades está acima do nível limitante para suprir as necessidades das aves. Possivelmente as florestas primárias apresentam números de cavidades acima do que limita as populações de aves que utilizam esse recurso para nidificar (Wiebe 2011). Nas florestas maduras, novas cavidades são desenvolvidas constantemente, tanto por processos de decomposição, causada por fungos, ou mesmo aberturas feitas por pica-paus. Assim, aves não enfrentariam escassez de cavidades (Wesolowski 2007). Outros elementos também podem influenciar na ocorrência de aves não escavadoras nas florestas primárias. Fatores ecológicos e ambientais críticos, como a oferta de alimentos, predação e condições ambientais, podem ser tão ou mais importantes em determinar a ocorrência de grupos de aves do que a disponibilidade de cavidades para nidificar (Aitken e Martin 2007).

Não houve relação significativa entre a idade da floresta e a abundância das aves não escavadoras, isso sugere que a abundância de cavidades pode ser mais importante que a idade da floresta para determinar a abundância das aves não escavadoras. Provavelmente a falta de relação positiva entre a idade da floresta e abundância das aves não escavadoras pode ser explicada pela ampla variabilidade na quantidade de cavidades entre as florestas de uma mesma idade. Possivelmente se houvessem sido capturados mais indivíduos das aves não escavadoras, ou fossem utilizados mais pontos de amostragem, seria possível observar uma correlação positiva entre a idade da floresta e a abundância dessas aves.

Em muitos casos, o uso de redes de neblina pode ser um fator limitante nas amostragens de aves, uma vez que, somente as aves de sub-bosque são capturadas. Nas florestas primárias as árvores são mais altas e as espécies de aves que utilizam ocos de dossel não são capturadas nas redes. Portanto, o método poderia também ter influenciado na baixa captura de indivíduos de aves não escavadoras nas florestas primárias. Propondo assim, em estudos futuros a utilização de métodos mais abrangentes, permitindo assim, obter um melhor poder de análise.

As características de uma cavidade são, também, outro fator importante para as aves que nidificam em cavidades (Martin *et al.* 2004). Em um estudo, Remm *et al.* (2008) observaram que a abundância de aves estava relacionada positivamente com a diversidade de cavidades (cavidades de diferentes características). Nossos resultados mostraram que as cavidades das florestas primárias eram muito mais variáveis que as cavidades das florestas secundárias. As florestas primárias apresentam cavidades pequenas, grandes, altas e baixas; em contraste, as florestas secundárias apenas apresentavam cavidades, baixas e menores em seus diâmetros. Desta forma, a falta de variabilidade das cavidades, nas florestas secundárias, pode ser resultado da falta de tempo suficiente para desenvolver cavidades altas e grandes por processos de decomposição. A floresta primária proporciona árvores grandes e antigas como também, árvores jovens de menor tamanho. Porém as florestas secundárias são compostas somente de árvores jovens baixas, permitindo apenas cavidades pequenas e baixas. Além disso, a falta de tempo suficiente para a ação fúngica (Cockle *et al.* 2011), no cerne das árvores, pode influenciar na profundidade das cavidades nas florestas secundárias.

Apesar de apresentar menor número de cavidades e menor variabilidade nas suas características, as florestas secundárias desempenham um papel essencial na conservação das aves não escavadoras da Amazônia. Levando em consideração todas as espécies de aves que utilizam ocos, que foram capturadas na área de estudo, fica claro o crescimento gradual da presença e abundância destas aves em relação à idade da floresta (Tabela 6). A espécie mais capturada nas florestas secundárias foi o arapaçu-bico-de-cunha (*Glyphorynchus spirurus*), menor espécie dos dendrocolaptídeos da Amazônia brasileira, sendo uma das espécies mais abundantes (Sick 1984, Blake e Loiselle 2012). Para esta espécie, levando em consideração o seu tamanho, encontrar uma cavidade não seria um problema. Os dendrocolaptídeos são considerados abundantes em florestas neotropicais (Blake e Loiselle 2012), porém, seu número de espécies encontra-se reduzido em florestas

secundárias, isto se justifica, principalmente, pela ausência de cavidades (Sick 1984). Provavelmente, por este motivo, as espécies de arapaçus *Deconychura stictolaema*, *Dendrocincla merula* e *Xiphorhynchus pardalotus* foram capturadas somente em florestas primárias. Resultados similares foram encontrados por Figueira *et al.* (2015) em sua pesquisa no PDBFF, mostrando que espécies de papagaios ocorreram com mais frequência em florestas primárias do que em secundárias, especulando que, provavelmente, esse padrão estava relacionado com a disponibilidade de cavidades.

Este trabalho mostra que embora as florestas secundárias ofereçam cavidades que supram as necessidades de algumas espécies de aves, estas florestas ainda que com 30 anos de idade, ainda não chegam a mesma disponibilidade de cavidades observada nas florestas primárias. As florestas primárias oferecem, portanto, um maior número e uma maior variabilidade de tipos de cavidades sustentando assim, uma comunidade mais diversa de aves que se utilizam deste recurso.

As aves não escavadoras dependem de mata primária, e a retirada da floresta é muito prejudicial. A regeneração florestal permite uma recuperação gradativa dessa avifauna, porém, é extremamente lenta.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As florestas secundárias apresentam um menor número de cavidades, e mesmo as mais antigas ainda com (~30 anos) não tem o número de cavidades das florestas primárias.

As aves não escavadoras dependem das florestas primárias. Portanto, algumas espécies são encontradas somente nestas florestas. Logo, a regeneração das florestas secundárias permite uma recuperação gradativa de espécies que utilizam cavidades, contudo, de forma lenta.

Implicações para a conservação de cavidades para aves que dependem deste recurso para nidificar

As florestas secundárias são, de fato, importantes nas paisagens alteradas pelo homem, oferecendo áreas com recursos para as espécies generalistas, e aumentando a conectividade. Porém estas florestas compensam de forma parcial a perda de espécies (Barlow *et al.* 2007). Nossos resultados contribuem com informações referentes ao valor das florestas secundárias ao demonstrar o efeito da idade da floresta sobre a formação de recursos essenciais, como as cavidades, para a reprodução de aves. Portanto, também oferecem informações importantes para o manejo e conservação deste grupo de aves.

Uma possível melhoria para a qualidade das florestas secundárias na Amazônia seria estimular a permanência de árvores mais antigas em áreas de pastagens abandonadas ou não. Um exemplo seria a elaboração de campanhas de incentivo para que os proprietários de terra preservem árvores de grande porte nas áreas de pastagens, permitindo a formação e uso de cavidades, até que a floresta se reestabeleça. Dessa forma, haverá tempo suficiente para novas cavidades estejam disponíveis para aves não escavadoras. O presente estudo sugere que as árvores devam permanecer nas pastagens abandonadas, assim elas poderão contribuir como recurso até que novas cavidades sejam formadas nas demais áreas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITKEN, K.E.H. e MARTIN, K. 2007. The importance of excavators in hole-nesting communities: availability and use of natural tree holes in old mixed forests of western Can. *J Ornithol* .148 (2):425–434.

BURNHAM, K.P. E ANDERSON, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2 ed. Springer, New York.

BAGNE, K. E. ; PURCELL, K. L.; ROTENBERRY, J.T. 2008. Prescribed fire, snag population dynamics, and avian Nest site selection. *Forest Ecology and Management* . 255 . 99–105.

BARLOW, J.; GARDNER ,T. A.; ARAUJO I. S; ÁVILA-PIRES, T.C.; BONALDO, A. B.; COSTA, J. E.; ESPOSITO,M. C.; FERREIRA, L. V. . HAWES, J.; HERNANDE, M. I. M. Z.; HOOGMOED, M. S.;LEITE,R. N.; LO-MAN-HUNG, N. F.; MALCOLM ,J. R.; MARTINS M. B.; MESTRE, L. A. M.; MIRANDA-SANTOS, R.; NUNES-GUTJAHR, A. L.; OVERAL, W. L.; PARRY, L.; PETERS, S. L.; RIBEIRO-JUNIOR, M. A.; DA SILVA, M. N. F.;MOTTA, C.;PERES, C. A. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests.PNAS, 104 (47): 8555–18560.

BLAKE, J. G. e LOISELLE, B. A.2012. Temporal and Spatial Patterns in Abundance of the Wedge-Billed Woodcreeper (*Glyphorynchus spirurus*) in Lowland Ecuador. *Journal of Ornithology* . 124(3):436–445.

CAMPRODON, J.; SALVANYÀ, J.; SOLER -ZURITA J.; 2008. The Abundance and suitability of tree cavities and their impact on hole nesting bird populations in beech forests of NE Iberian Peninsula. *ACTA ornithologica* , 43 (1): 1-18.

CORNELIUS, C. 2008. Spatial variation in nest-site selection by a secondary cavity-nesting bird in a human-altered landscape. *Condor*.110 (4):615–626.

CORNELIUS, C.; COCKLE, K.; POLITI, N; BERKUNSKY, I.; SANDOVAL, L.; OJEDA, V.; RIVERA, L.;HUNTER JR.M.; MARTIN, K. 2008. Cavity-nesting birds in Neotropical forests: cavities as a potentially limiting resource. *Ornitol. Neotrop*,19 (suppl.), 253–268.

COCKLE, K.L.; MARTIN, K.; DREVER, M.C. 2010. Supply of tree-holes limits nest density of cavity-nesting birds in primary and logged subtropical Atlantic forest. *Biological Conservation*, 143: 851–2857.

COCKLE, K.; MARTIN, K; WIEBE, K. 2011. Selection of Nest Trees by Cavity-nesting Birds in the Neotropical Atlantic Forest. *Biotropica*, 43(2): 228–236.

COCKLE, K.; BODRATI, A.; LAMMERTINK, M.; MARTIN, K. 2015. Cavity characteristics, but not habitat, influence nest survival of cavity-nesting birds along a gradient of human impact in the subtropical Atlantic Forest. *Biotropica*

DAILY, G.C., EHRLICH, P.R.; HADDAD, N.M., 1993. Double keystone bird in a keystone species complex. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 592–594.

DUNN, R. R. 2004. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conservation Biology*, 18: 302-309.

FAN, Z; STEPHEN. R. S; MARTIN, A. S; FRANK. R. T., DAVID, R. L. 2003. Distribution of cavity trees in midwestern old-growth and second-growth forests. *Can. J. For. Res.* 33: 1481–1494 .

FIGUEIRA, L.; TELLA, J.L.; CAMARGO, U. M.; FERRAZ, G. 2015. Autonomous sound monitoring shows higher use of Amazon old growth than secondary forest by parrots. *Biological Conservation* (184) 27–35.

GIBBS, J.P.; HUNTER, M. L., Jr.; Melvin, S.M. 1993. Snag Availability and Communities of Cavity Nesting Birds in Tropical Versus Temperate Forests. *Biotropica*, 25(2) 236-241.

HOLT, F. R; e MARTIN.K. 1997. Landscape modification and patch selection: the demography of two secondary cavity nesters colonizing clearcuts. *The Auk* 114(3):443-455.

HUTTO, R. L. 2006. Toward meaningful Snag-Management guidelines for postfire salvage logging in North American conifer. *Conservation Biology* 20(4): 984–993.

JACKSON, D. A, 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74, 2204-2214.

JORDAN, C. F. 1986. Nutrient cycling in tropical forest ecosystems: principles and their application to management and conservation. *John Wiley and Sons*, New York. 190 pp.

JUSINO, M.A.; LINDNER, D. L.; BANIK, M. T. 2015. Heart rot hotel: fungal communities in red-cockaded woodpecker excavations. *Fungal Ecology*, (14) 33-43.

KOCH, A. J.; MUNKS, S. A.; DRISCOLL, D.; KIRKPATRICK, J.B. 2008. Does hollow occurrence vary with forest type? A case study in wet and dry *Eucalyptus obliqua* forest. *Forest Ecology and Management* (255)3938–3951.

LINDENMAYER, D.B.; CUNNINGHAM R.B., NIX, H. A.; C.F.; TANTON, M.T.; SMITH, A. P. 1991. Predicting the abundance of hollow-bearing trees in montane forests of southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology* (16) 91 - 98.

MARTIN, K e EADIE, J.M. 1999. Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management* (115) 243-257.

MESQUITA, R. C.G.; ICKES, K.; GANADE, G., WILLIAMSON, B. 2001. Alternative successional pathways in the Amazon basin. *Journal of Ecology* (89) 528–537.

MARTIN, K.; AITKEN, K.E.H.; WIEBE, K.L. 2004. Nest sites and nest webs for cavity-nesting communities in interior British Columbia, Can: nest characteristics and niche partitioning. *Condor*, 106:5–19.

MONTEERRUBIO, T.C. & ESCALANTE, P. 2006. Richness, distribution and conservation status of cavity nesting birds in Mexico. *Biological conservation*, 128: 76-78.

NEWTON, I. 1998. Population limitation in birds. Academic Press, San Diego, 597 pp.

NILSSON, S. G. 1984. Clutch size and breeding success of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* in natural tree-holes. *Ibis* 126: 407–410.

POLITI, N.; HUNTER JR., M.; RIVERA, L. 2009. Nest selection by cavity-nesting birds in subtropical montane forests of the Andes: implications for sustainable forest management. *Biotropica* 41, 354–360.

POLITI, N.; HUNTER JR.; M.; RIVERA, L. 2010. Availability of cavities for avian cavity nesters in selectively logged subtropical montane forests of the Andes. *For. Ecol. Manage.* 260, 893–906.

REMM, J.; LÖSSHMUS, A.; ROSENVALD, R. 2008. Density and diversity of hole-nesting passerines: dependence on the characteristics of cavities. *ACTA Ornithologica* .Vol. 43. N^o 1.

SICK, H.1985. Ornitologia Brasileira, Uma introdução. Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 827 pp.

SICK, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 912 pp.

SAAB, V. A.; DUDLEY, J.; THOMPSON, W.L. 2004 .Factors influencing occupancy of nest cavities in recently burned forests. *The Condor* (106):20–36.

SILVA, V.C.; CONCEIÇÃO, B.S.; ANCIÃES, M. 2012. Uso de florestas secundárias por aves de sub-bosque em uma paisagem fragmentada na Amazônia central. *Acta Amazônica*, 42(1): 73 – 80.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM,V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, M. C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F.2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79–92.

WIEBE, K. L.;T. L. SWIFT. 2001. Clutch size relative to tree cavity size in Northern Flickers. *J. Avian Biol.* 32: 167–173.

WIEBE, L.K. 2011. Nest sites as limiting resources for cavity-nesting birds in mature forest ecosystems: a review of the evidence. *J. Field Ornithol.* 82(3):239–248

WRIGHT, S.J.; MULLER-LANDAU, H.C. 2006. The future of tropical Forest species. *Biotropica*38(3): 287–301.

WESOŁOWSKI, T. 2007. Lessons from long-term hole-nester studies in a primeval temperate forest. *J Ornithol* .148 (Suppl 2):S395–S405.