

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
CONSERVAÇÃO

LUDMILA PEREIRA CONRADO

**RELAÇÃO DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DO MOSAICO CARAJÁS, PA
COM A OCORRÊNCIA DE *Anodorhynchus hyacinthinus* (ARARA-AZUL-
GRANDE)**

Sorocaba

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
CONSERVAÇÃO

LUDMILA PEREIRA CONRADO

**RELAÇÃO DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DO MOSAICO CARAJÁS, PA
COM A OCORRÊNCIA DE *Anodorhynchus hyacinthinus* (ARARA-AZUL-
GRANDE)**

Trabalho Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade
Biológica e Conservação da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba.

Orientação: Profa. Dra. Roberta de Oliveira Aversa Valente

Co-orientação: Thiago Philipe de Camargo e Timo

Sorocaba

2015

Pereira Conrado, Ludmila

RELAÇÃO DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DO MOSAICO
CARAJÁS, PA COM A OCORRÊNCIA DE *Anodorhynchus hyacinthinus*
(ARARA-AZULGRANDE) / Ludmila Pereira Conrado. -- 2015.
50 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Roberta de Oliveira Avena Valente

Banca examinadora: Roberta de Oliveira Avena Valente, Renata Cristina
Batista Fonseca, Flávia Torres Presti

Bibliografia

1. Avifauna. 2. Ecologia de paisagem. 3. Fragmentação florestal. I.
Orientador. II. Sorocaba-Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

LUDMILA PEREIRA CONRADO

**RELAÇÃO DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DO MOSAICO
CARAJÁS, PA COM A OCORRÊNCIA DE *Anodorhynchus
hyacinthinus* (ARARA-AZUL-GRANDE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação para obtenção do título de
mestre em Diversidade Biológica e Conservação.
Universidade Federal de São Carlos.
Sorocaba, 04 de agosto de 2015.

Orientadora:



Prof. Dra. Roberta de Oliveira Aversa Valente
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar *Campus Sorocaba*

Examinadores:



Dra. Renata Cristina Batista Fonseca
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP



Dra. Flávia Torres Presti
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP

Agradecimentos

Ao meu lindo e paciente filho, e ao meu mais que querido, companheiro de vida.

À minha família por ter me ajudado nos momentos difíceis para a conclusão desta etapa.

À família do amado companheiro, que também ajudou imensamente para que eu encontrasse um tempinho pra estudar.

À Prof. orientadora Roberta, por tudo e mais um pouco!!!... E mais um pouquinho ainda!

À Flávia, coordenadora do projeto, pela confiança, amizade, paciência e tudo mais...

Ao coorientador, Thiago Philipe, por toda ajuda do mundo e pelas discussões.

À Prof. Renata por ter me indicado ao trabalho e ceder seu ouvido nos momentos que precisei.

À equipe do projeto pela intensa experiência da Floresta Amazônica.

À VALE pelo financiamento.

Ao ICMBIO pelo apoio nas coletas e também pelo incentivo ao trabalho.

Às araras-azuis-grandes, e belas, que encheram meu coração de alegria ao vê-las tão pertinho.

À vida...

Às oportunidades...

E ao ciclo... que sempre, e sempre recomeça!

À infância,

Futuro da biodiversidade!

ABSTRACT

CONRADO, Ludmila Pereira. *Relação da estrutura da paisagem do mosaico Carajás, PA com a ocorrência de *Anodorhynchus hyacinthinus* (arara-azul-grande)*. 2015. Trabalho de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação da Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

In Brazil, there are about 6,500 individuals of *Anodorhynchus hyacinthinus* (Hyacinth macaw) in wild, located in three physiognomically distinct regions. The specie is demanding as to breeding habitat, and can be regarded as feeding specialist. Currently, the species is endangered because the reduction of their originally habitat, as consequence of the disorderly process of land occupation. This process, broadly, causes negative effects on landscape, in particular the remaining native forest vegetation. In this context, the study aimed to evaluate the occurrence of Hyacinth macaw in mosaic Carajás landscape, considering the intrinsic characteristics of the landscape structure and biology of this species. We considered three regions of the Carajás mosaic: R1- Itacaiúnas river, R2-FLONA Itacaiúnas and, R3 - Canaã dos Carajás. The sampling of Hyacinth macaw was done through direct observation and calculated the frequency records for R1 (1.26 region/hour), R2 (0.38 reg./hour) and R3 (0.44 reg. /hour), and after, was estimated area of life for each region (R1 = 22187.87 ha; R2= 66397.0ha, R3 = 41841.2ha). We made the land-use/land-cover map to support evaluation of the landscape, through unsupervised classification of satellite images. The final map was reclassified two classes: forest and non-forest. The follow landscape metrics were calculated: distance between fragments (R2 = 499 m; R3 = 364m), midsize (R2 = 148,5ha; R3 = 10,6ha), the size of the largest fragment (R2 = 39.360,8ha; R3 = 888,1ha), and number of fragments (R2 = 337, R3 = 863). From the results, we can said that forested areas with riparian vegetation presence appear to be more propitious to Hyacinth macaw occurrence in the mosaic Carajás, Pará, Brazil, but the preference for open areas is not ruled out. Furthermore, the species occupy different degraded patterns landscape, because there is a large displacement capacity and proximity to the mosaic. Atropism and interaction with other species, such as red macaws may be other factors that affect the distribution of species in the Carajás region.

RESUMO

CONRADO, Ludmila Pereira. *Relação da estrutura da paisagem do mosaico Carajás, PA com a ocorrência de *Anodorhynchus hyacinthinus* (arara-azul-grande)*. 2015. Trabalho de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação da Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

No Brasil, estima-se um total de 6.500 indivíduos de *Anodorhynchus hyacinthinus* (arara-azul-grande) em vida livre, distribuídos em três regiões fisionomicamente distintas. A espécie é exigente quanto ao seu hábitat reprodutivo, e pode ser considerada especialista quanto à alimentação. Encontra-se, atualmente, ameaçada de extinção em função da redução de seu habitat natural, por consequência do processo desordenado de uso e ocupação do solo. Este processo, por sua vez, acarreta efeitos negativos na paisagem como um todo e, em especial nos remanescentes de vegetação florestal nativa. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência da arara-azul-grande, na paisagem do mosaico Carajás, considerando as características intrínsecas da estrutura da paisagem e a biologia da espécie. Considerou-se para o estudo, três regiões do mosaico Carajás: R1- rio Itacaiúnas, R2- FLONA Itacaiúnas, R3- Canaã dos Carajás. Para a amostragem da arara-azul-grande foi feita observação direta e calculou-se a frequência de avistamentos para R1 (1,26 reg./hora), R2 (0,38reg./hora) e R3 (0,44 reg./hora), posteriormente foi estimada a área de vida da espécie em cada região (R1= 22.187,87 ha; R2= 66.397,0ha; R3= 41.841,2ha). Para subsidiar a avaliação da paisagem foi feito o mapa de uso e cobertura do solo, através da classificação não supervisionada de imagens orbitais, sendo que as classes resultantes foram reclassificadas em floresta e não floresta. As métricas da paisagem calculadas foram: distância entre fragmentos (R2= 499 m; R3=364m), tamanho médio (R2=148,5ha; R3= 10,6ha), tamanho do maior fragmento (R2= 39.360,8ha; R3=888,1ha) e número de fragmentos (R2= 337; R3=863). A partir dos resultados obtidos pode-se dizer que as áreas florestadas, com presença de mata ciliar, parecem ser um ambiente mais propício à ocorrência da arara-azul-grande no mosaico Carajás/PA, porém a preferência por áreas abertas não é descartada. Além disso, os indivíduos da espécie ocupam diferentes padrões de paisagem degradada, devido sua ampla capacidade de deslocamento e proximidade com o mosaico. Entre outros fatores que podem afetar sua ocorrência na região de Carajás, pode-se citar a antropização e interação com outras espécies, como a arara-vermelha.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem, Fragmentação Florestal, avifauna

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do mosaico Carajás e entorno, no estado do Pará, Brasil e em relação a Amazônia Legal, destacando suas áreas protegidas.	18
Figura 2. Municípios do sudoeste paraense (Brasil) abrangidos pelo mosaico Carajás e entorno.	19
Figura 3. Espacialização da pressão antrópica no estado do Pará (Brasil) e na área do mosaico Carajás (Fonte: Conservação Internacional do Brasil. Dados INPE, 2007, extraído do Plano de Manejo da Reserva Biológica de Tapirapé).	21
Figura 4. Vegetação do mosaico Carajás e entorno, PA, Brasil (MMA, 2003).	23
Figura 5. Pluviometria média da região do Carajás, PA (Brasil) para o período de 1985 a 2011. Fonte: VALE, extraído de Gomes (2012).	24
Figura 6. Relevo da área de estudo (Fonte: Ministério da Agricultura e Abastecimento).	25
Figura 7. Indicação das regiões em que foram feitos os registros das araras-azuis-grandes na região do mosaico Carajás/PA.	29
Figura 8. R1- Mata Ciliar do rio Itacaiúnas, localizada na região do mosaico Carajás/PA.	30
Figura 9. R1- Mata Aluvial do rio Itacaiúnas e ao fundo serra de Floresta Ombrófila Densa, localizada na região do mosaico Carajás/PA.	30
Figura 10. R2- Pastagem, localizado na região do mosaico Carajás/PA.	31
Figura 11. R2- Árvore queimada em decorrência da limpeza de área com fogo, na região do mosaico Carajás/PA.	31
Figura 12. R3 - Pastagem com palmeiras dispersas no entorno do mosaico de Carajás/PA.	32
Figura 13. R3 - Exemplar de <i>Sterculia</i> sp. (axixá), espécie predominantemente utilizada para nidificação das araras-azuis-grandes no Pará, também encontrados indivíduos dispersos nas pastagens do entorno do mosaico Carajás –PA.	32
Figura 14. Uso e cobertura do solo para o mosaico Carajás e entorno, para o ano de 2015.	36

Figura 15. Quantidade de registros de arara-azul-grande, esforço amostral e frequência para os registros obtidos em cada área do estudo (R1, R2 e R3) na região do mosaico Carajás, PA.....	35
Figura 16. Quantidade de registros de arara-azul-grande, esforço amostral e frequência para os registros obtidos em cada área do estudo (R1, R2 e R3) na região do mosaico Carajás, PA.....	37
Figura 17. Polígonos que representam as áreas de vida estimadas para região estudada (R1, R2 e R3) e registros de arara-azul-grande em vermelho.....	38
Figura 18. Resultados da avaliação da estrutura florestal das regiões amostradas (R2 e R3). ENN= distância media entre fragmentos florestais, AREA_AM= tamanho médio de fragmentos, NP= número médio de fragmentos, AREA = tamanho do maior fragmento.	38
Figura 19. Área coberta pelos usos do solo floresta e não floresta, nas três áreas do estudo na região do mosaico Carajás/PA.....	39
Figura 20. A- Número de fragmentos acima de 0,5 ha separados por classe (0,5-10ha;10-30ha;30-100ha;100-200ha;200-500ha;500-1.000ha;>1000ha) B- Área (%)que cada classe de fragmento ocupa na paisagem do mosaico Carajás/PA	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das Unidades de Conservação que compõem o mosaico Carajás-PA.	17
Tabela 2. Características dos municípios abrangidos pelo mosaico Carajás e entorno, PA, Brasil.	20
Tabela 3. Característica das três regiões empregadas na amostragem dos registros de araras- azuis- grandes no mosaico Carajás-PA, de acordo com o padrão da paisagem de cada uma delas.	28
Tabela 4. Características das campanhas realizadas durante execução do projeto no Mosaico Carajás/PA para obtenção de registros de arara-azul-grande.....	29
Tabela 5. Relação das métricas calculadas para as regiões amostradas.....	34

SUMÁRIO

1. Introdução	12
2. Material e Métodos	16
2.1. Área de estudo	16
2.2 Sistema Computacional	24
2.3 Mapa de uso e cobertura do solo	25
2.4 Amostragem das araras-azuis-grandes	27
3 Resultados.....	35
3.2 Mapeamento de uso e cobertura do solo	35
3.2 Amostragem da arara-azul-grande.....	35
6 Discussão	39
7 Conclusão	44
8 Considerações finais	44
9 Bibliografia.....	45

1. Introdução

As araras-azuis-grandes (*Anodorhynchus hyacinthinus*) são residentes, não fazem migração e, por isso, podem ser encontradas o ano todo no local da ocorrência, além disso, são aves sociais que vivem em família, bandos ou grupos e, são monogâmicas (Guedes, 1993). Comumente voam em pares ou em grupo (bandos pequenos ou grandes) e no final da tarde, no Pantanal, costumam reunir-se em locais chamados “dormitórios”, evidenciando sua socialização (Guedes e Harper, 1995).

No Brasil, estima-se um total de 6.500 indivíduos em vida livre, distribuídos a leste da Amazônia (ao longo do rios Tocantins, Xingu e Tapajós e, possivelmente, persiste no Amapá), região centro-nordeste do país (Maranhão, Piauí, Bahia, Tocantins, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais), e região Pantaneira (Pantanal de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, além de ocorrer na Bolívia oriental e Paraguai (Birdlife International, 2014). Essas regiões são fisionomicamente distintas e acredita-se que as populações sejam alopátricas, sugerindo que a espécie tenha hábitos e comportamentos diferenciados nesses locais em termos de dieta e preferência do local de nidificação (Presti, 2010).

A arara-azul-grande é exigente quanto ao seu hábitat reprodutivo, e também em termos alimentares (Guedes, 1993). Alimentam-se, no Pará, preferencialmente de frutos de palmeiras, como a inajá (*Maximiliana regia*), o babaçu (*Orbignya phalerata*), o tucum (*Astocarym* sp.), a gueroba (*Syagrus oleracea*), o acuri ou bacuri (*Scheelea phalerata*) e a macaúba ou bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) (Munn et al., 1989; Guedes, 1993; Presti et al., 2009). Porém, nos outros locais de ocorrência há predileção por bocaiúva (*Acrocomia totai*) e acuri (*Scheelea phalerata*) na região pantaneira, e por piaçava (*Atalea funifera*) e catolé (*Syagrus cearensis*) na região nordeste e centro do país (Collar et al. 1997).

Segundo Guedes (2009), as araras-azuis-grandes são escavadoras secundárias, ou seja, aumentam um buraco pré-existente para fazerem seus ninhos. No Pará, elas nidificam comumente em *Sterculia prunensis* (Presti et al., 2009), enquanto que no Pantanal a espécie que utiliza, preferencialmente, é o manduvi (*Sterculia apetala*) (Guedes, 1993; Pinho e Nogueira, 2003), e na região nordeste os ninhos são feitos principalmente em paredões rochosos (Collar, 1997).

Com a fragmentação florestal, como um dos resultados do processo desordenado de uso e cobertura do solo, que se observa nessas regiões, muitas espécies têm sua

conservação afetada. A arara-azul-grande é classificada como vulnerável quanto às ameaças de extinção (Birdlife International, 2014), e suas principais ameaças estão relacionadas à destruição do seu habitat e a caça ilegal (Snyder et al., 1992; Stoleson e Beissinger, 1997; Kuniy, 2006).

Diversas iniciativas têm sido realizadas a fim de estudar a fragmentação do habitat e sua relação com a biodiversidade, porém, poucas com foco na arara-azul-grande. Pode-se citar o trabalho de Guedes et al. (2006), que estudou a arara-azul-grande na região pantaneira, considerando as categorias: área aberta (pasto), borda de mata e floresta (interior de mata, capão ou cordilheira) e, comparou a distribuição dos ninhos de arara-azul-grande e arara-vermelha. Os autores constataram que não há diferença quanto ao tipo de ambiente e preferência por nidificação, quando considerado o Pantanal como uma unidade. Já a comparação por regiões de ocorrência indicou diferenças entre os ambientes, sendo preferência por reprodução em floresta (capões) em duas regiões, por pasto em três regiões e em apenas uma por borda da mata.

A fragmentação, que acarreta a destruição do habitat de espécies, tem como consequência os efeitos internos dos fragmentos relacionados à formação de borda (Gascon et al., 2001) e efeitos externos relacionados à paisagem (matriz, forma dos componentes, conectividade, tamanho etc) (Fahrig e Merriam, 1994; Périgo et al., 2005).

Os efeitos internos estão relacionados, principalmente, à alteração de microclima do fragmento o que contribui para a mudança de composição de espécies do local, resultando em um ambiente diferente do original, o que pode levar algumas espécies que não suportam este novo ambiente à extinção. Entre as consequências relacionadas à paisagem (efeitos externos) pode-se citar a redução de ambientes naturais disponíveis, confinamento de espécies ou grupos provocando deriva genética, diminuição do fluxo gênico entre áreas isoladas e por fim, aumento do risco de extinção (Mattos, 2003).

A Ecologia da Paisagem é uma das ciências que estuda estrutura das paisagens em termos de sua composição e configuração. Segundo Risser (1987) esta ciência tem sua aplicação no desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem.

As geotecnologias são uma ferramenta essencial no processo de modelagem de uma paisagem, considerando que permitem a manipulação de modelos e dados reais e a transferência de informações implícitas para análises explícitas (Farina, 1998), como é o

caso da caracterização quantitativa da estrutura de uma paisagem a partir do seu mapa de uso e cobertura do solo.

Para a caracterização da estrutura da paisagem, diversos programas computacionais de estatística espacial vêm sendo desenvolvidos, sendo que muitos executam suas análises no ambiente do próprio Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esses programas caracterizam a fragmentação de uma paisagem, fornecendo valores quantitativos de extensão de área e de distribuição espacial dos diferentes tipos de fragmentos que compõem uma paisagem (Hessbrug et al., 2000). Para isso, o principal é a produção do mapa de uso e cobertura do solo.

Hessel et al. (2009) determinaram as áreas de potencial ocorrência de araras-azuis-grandes (*Anodorhynchus hyacinthinus*) em Goiás, utilizando não apenas o mapa de uso e cobertura do solo, mas também o tipo de solo, demonstrando a relação entre a dinâmica da fragmentação da paisagem e da restrição de habitat para a espécie, considerando a vulnerabilidade do ambiente.

Para Baskent e Jordan (1995), a mensuração de uma paisagem é um processo hierárquico, envolvendo várias medidas estruturais de florestas em várias escalas. A estrutura da paisagem interfere na dinâmica de populações, pois pode tanto facilitar como dificultar ou cessar o deslocamento de uma espécie, população ou grupo. As relações entre estrutura da paisagem e a diversidade das comunidades tiveram uma grande contribuição com a Teoria da Biogeografia de ilhas proposta por MacArthur e Wilson em 1969 e com a Teoria de metapopulações, por Levins, também em 1969.

Um fato que deve ser considerado, segundo Metzger (2001), é a espécie em estudo. Isto porque, segundo o autor, cada espécie, em função de sua capacidade de deslocamento na paisagem, de suas exigências de habitats específicos e de suas interações com outras espécies, tende a perceber a paisagem numa determinada escala, ou seja, espécies com pequena capacidade de dispersão ou deslocamento não perceber a paisagem num contexto mais local, ao contrário de espécies com maior capacidade de deslocamento, que tenderão a perceber a paisagem num contexto mais amplo; ou ainda espécies com habitats muito especializados, como a arara-azul-grande, que tenderão a ver a paisagem com um grau maior de detalhamento em relação à espécies generalistas.

Martensen et al. (2008) estudaram os efeitos relativos do tamanho do fragmento e grau de conectividade na comunidade de aves na Mata Atlântica no interior do Estado de São Paulo, inclusive os efeitos para grupo funcional de espécies, e obtiveram como resultado que a conectividade é fator chave para espécie de sub-bosque, porém para insetívoros de solo, frugívoros de subosque e onívoros o tamanho do fragmento é importante.

Em outro estudo, Uezu et al. (2005) analisaram os efeitos da conectividade estrutural e funcional, além do tamanho da mancha em relação a abundância de sete espécies de aves da Mata Atlântica, encontrando como resultado que a conectividade estrutural é uma propriedade chave para entender a conectividade funcional, além disso enfatizaram que a alteração do habitat tem uma resposta espécie - específico, portanto alguns táxons foram mais afetados pelo tamanho enquanto outros por conectividade.

Gascon et al. (2009) ao avaliarem a riqueza de diferentes grupos de fauna, incluindo a avifauna, na matriz de uma paisagem localizada próximo à Manus/AM, concluíram que a matriz atua como um filtro seletivo, e que a matriz de habitats modificados teve efeito sobre a comunidade de vertebrados na floresta, já que muitas espécies novas não presentes originalmente na floresta contínua começaram a aparecer na matriz, apesar de algumas espécies conseguirem utilizar a mesma para deslocamento e reprodução.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência de *Anodorhynchus hyacinthinus* (Latham, 1790) (arara-azul-grande) na paisagem do mosaico de Carajás, considerando as características intrínsecas da estrutura da paisagem e a biologia da espécie.

Os estudos sobre a espécie são realizados em sua maioria na região pantaneira, onde reside o maior número de indivíduos, porém, ainda há poucas pesquisas em outros locais de ocorrência, principalmente abordando o ambiente em que está inserido, como trabalhos que avaliem a estrutura da paisagem que habita a arara-azul-grande, sendo este um trabalho pioneiro para espécie.

O entendimento da estrutura da paisagem é fundamental para enriquecer o conhecimento do comportamento da arara-azul-grande, principalmente, porque estudos indicam que as populações são alopátricas e as áreas de ocorrência são fisionomicamente distintas, pois situam-se em biomas diferentes (Amazônia, Caatinga e Pantanal), com clima, relevo, vegetação típicos de cada região e ainda com histórico de perturbação também diferentes, resultando em diferentes padrões de estrutura da paisagem.

Além disso, associar esse conhecimento à biologia da arara-azul-grande permite pensar em ações que subsidiem o fluxo gênico dessa espécie, assim como o incremento da biodiversidade, ou seja, da estabilidade da estrutura de toda a paisagem. Assim, ações podem ser pensadas de maneira que as áreas mais sensíveis, e também importantes à reestruturação dessa paisagem, sejam beneficiadas, neste caso, tendo em vista a arara-azul-grande.

Visto essa ameaça existem alguns grupos de pesquisa estudando a espécie, e esta dissertação é parte integrante de um projeto denominado “Conservação das araras-azuis-grandes (*Anodorhynchus hyacinthinus*) na região do mosaico Carajás”, desenvolvido por uma ampla equipe, com objetivo promover a conservação da espécie a médio e longo prazo, além de difundir a importância da conservação da biodiversidade do Pará.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo (Figura 1) localiza-se no Pará, sendo composta pelo mosaico Carajás, que possui aproximadamente 1.229.734,25 ha, e uma faixa de 40 km a partir do limite do mosaico, que ocupa 2.225.297,55 ha e tem predomínio de pastagens. O limite de 40 km foi definido posteriormente ao trabalho de campo, a fim de abranger todos os registros obtidos. Assim, a área total de estudo é 3.455.031,8 ha em relação ao uso e cobertura do solo, porém a amostragem da arara-azul-grande foi em 215.000 ha aproximadamente.

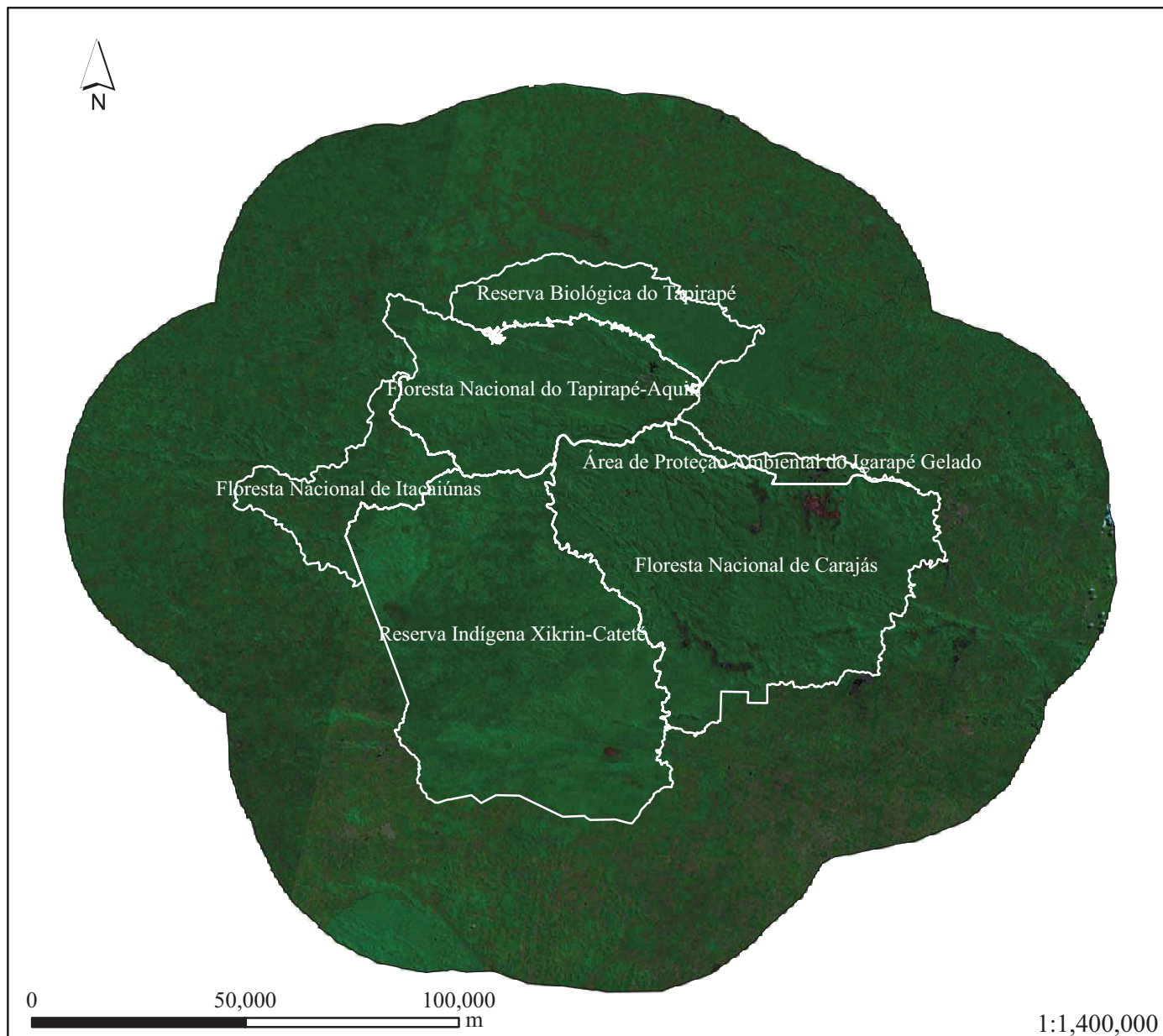
O mosaico Carajás é composto por cinco Unidades de Conservação e uma Reserva Indígena denominada Xicrin, sendo que apenas uma delas é de Proteção Integral, a Reserva Biológica (REBIO) de Tapirapé. As Unidades de Conservação restantes são de Uso Sustentável: Floresta Nacional (FLONA) de Tapirapé Aquiri, FLONA Carajás, Área de Proteção Ambiental (APA) do Igarapé Gelado e FLONA Itacaiúnas (Figura 1 e Tabela 1).

Tabela 1. Características das Unidades de Conservação que compõem o mosaico Carajás-PA.

Unidade de conservação	Área (ha)	Ano criação	Vegetação	Intervenções antrópicas
Reserva Biológica de Tapirapé	99.271,75	1989	Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Mata aluvial.	Caça, pesca e extração ilegal de castanha
Floresta Nacional de Tapirapé-Aquiri	196.503,94	2006	Floresta Ombrófila Aberta, com variações locais, associadas a mudanças no relevo. "floresta com cipó" nas áreas escarpadas e Florestas Ombrófilas Densas nos topos dos platôs .	Extração ilegal de madeira, garimpagem, caça e pesca.
Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado *	23.284,78	1987	-	-
Floresta Nacional de Itacaiúnas*	136.698,91	1998	-	Pastagem e prática de queimada
Floresta Nacional de Carajás	392.725,14	1998	Floresta Ombrófila Densa e Aberta, Mata aluvial e de bambu, canga e vegetação secundária.	Atividades mineratórias

*Unidades de Conservação que não possuem Plano de manejo.

Fonte: Planos de manejo das unidades de conservação, disponíveis em www.icmbio.gov.br (acesso em maio de 2015).



Localização da área de estudo no Brasil.
Estado do Pará



Localização da área de estudo
no bioma amazônico

Figura 1. Localização do mosaico Carajás e entorno, no estado do PA, Brasil e em relação ao bioma amazônico, destacando suas áreas protegidas.

São nove municípios do sudeste paraense abrangidos pela área de estudo (Figura 2): Marabá, Parauapebas, São Félix do Xingu, Canaã dos Carajás, Água Azul do Norte, Curionópolis e em menor proporção Ituporanga do Norte, Ourilândia do Norte e Tucumã. Os municípios e suas respectivas áreas, população e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, se encontram na Tabela 2.

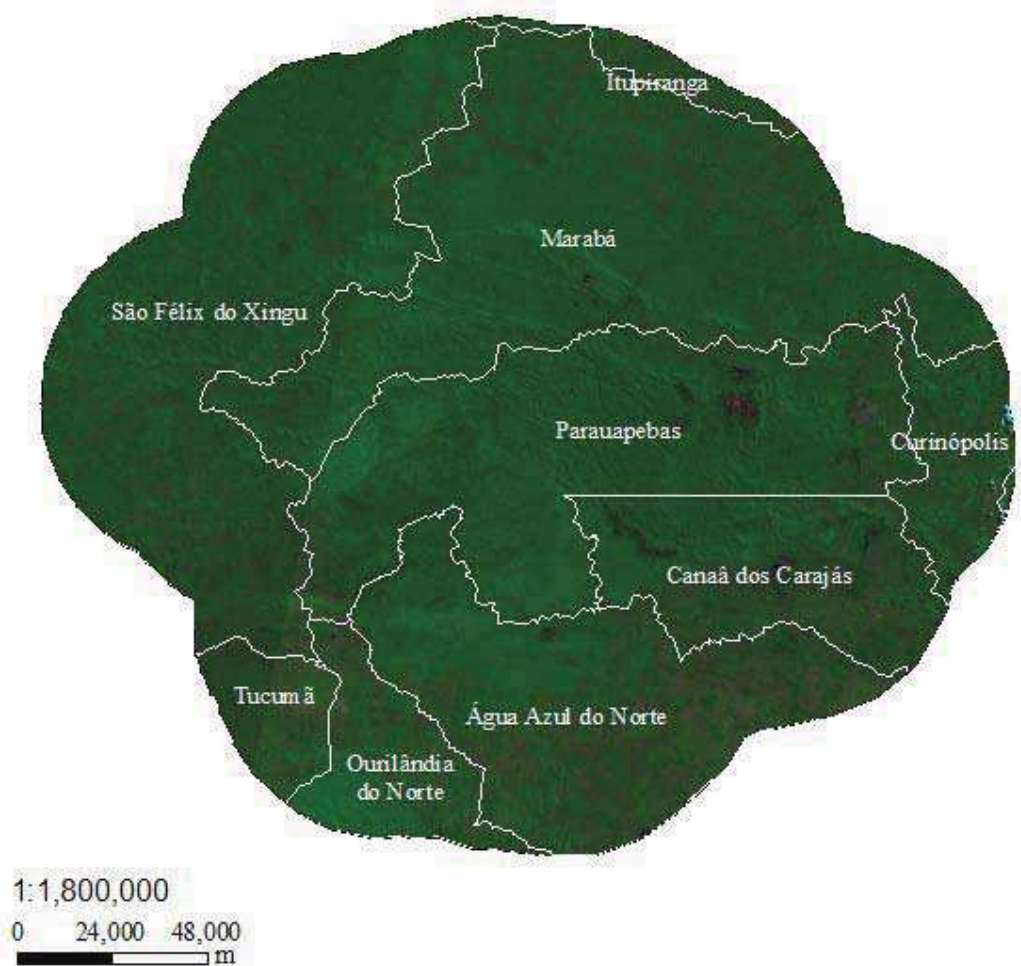


Figura 2. Municípios do sudoeste paraense (Brasil) abrangidos pelo mosaico Carajás e entorno.

Tabela 2. Características dos municípios abrangidos pelo mosaico Carajás e entorno, PA, Brasil.

Município	Unidade territorial (km²)	População (hab.)	IDHM (2014)
Marabá	15.128,061	233.669	0,668
Água Azul do Norte	7.113,961	1.036	0,564
São Félix do Xingu	84.213,000	111.633	0,594
Canaã dos Carajás	3.146,407	32.366	0,673
Curionópolis	2.369,098	17.844	0,636
Parauapebas	6.886,208	183.352	0,715
Itupiranga do Norte	7.880,107	51.743	0,528
Ourilândia do Norte	14.410,567	30.171	0,624
Tucumã	2.512,594	36.674	0,659

*IDHM- Considera grau de escolaridade, renda per capita e nível de saúde, baseado na expectativa de vida da população- o índice pode chegar até um (IBGE,2014).

Fonte: IBGE (www.ibge.gov.br, acesso em maio de 2015).

A área de estudo foi uma região com desenvolvimento e ocupação humana limitados pela baixa fertilidade dos solos, pela distância até os maiores centros urbanos e por doenças como a malária e a febre amarela. Nas últimas décadas, teve esse padrão alterado, uma vez que o desmatamento na Amazônia foi maior que durante os primeiros 450 anos desde a colonização europeia (Lovejoy, 1999; Laurance e Vasconcelos, 2009), quando a região passou a ser disputada por indígenas, castanheiros, fazendeiros, grileiros, garimpeiros, posseiros, empresas mineradoras, dentre outros, o que tornou a região em uma das áreas mais conflituosas do Brasil, devido à alta concentração de terras na região (Lobato e Emmi, 2014).

O desmatamento ocorrido acarretou a degradação do solo do entorno das áreas protegidas, alterando drasticamente a paisagem e, conseqüentemente o habitat das espécies silvestres. Na Figura 3 é possível observar os locais de maior pressão antrópica no estado do Pará, além de verificar que as áreas protegidas do mosaico Carajás

contribuíram para a manutenção de florestas, e ainda, barraram a ocupação desordenada nestes locais. A maior pressão antrópica localiza-se na parte leste do estado. Nesta porção estão os limites das áreas protegidas APA do Igarapé Gelado, FLONA Carajás, FLONA Itacaiúnas e Reserva Biológica Xicrin, sofrendo menor impacto da pressão antrópica a FLONA Tapirapé Aquiri e REBIO Tapirapé.

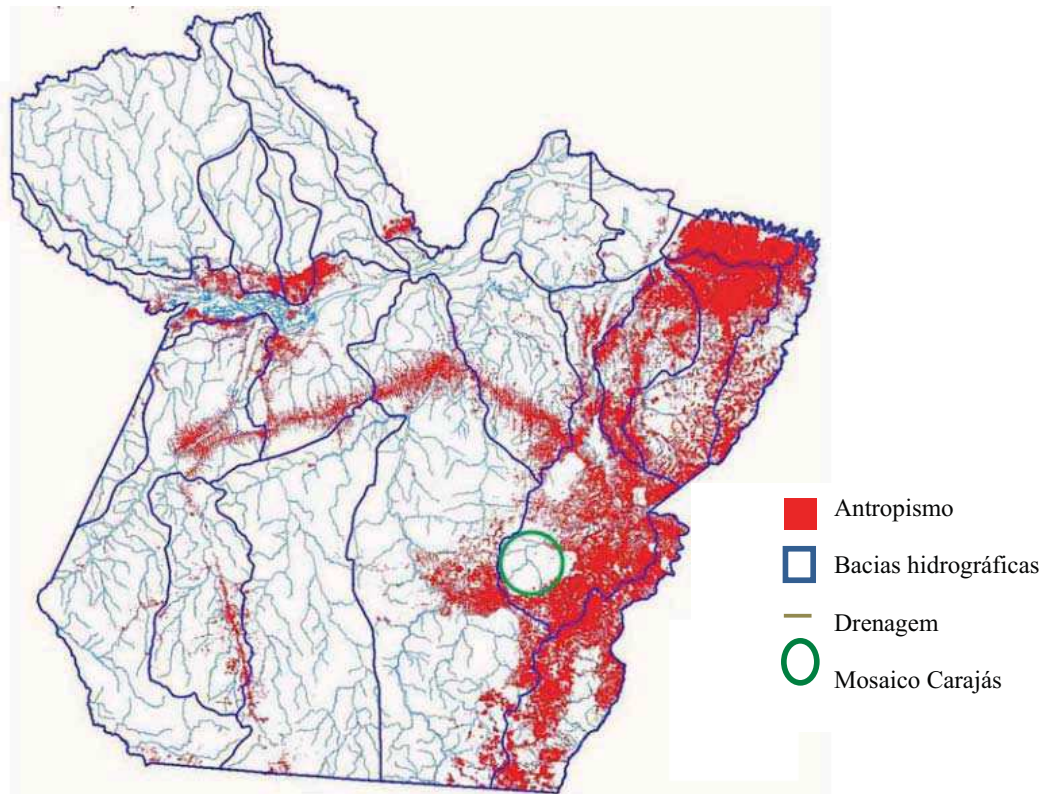


Figura 3. Espacialização da pressão antrópica no estado do Pará (Brasil) e na área do mosaico Carajás (Fonte: Conservação Internacional do Brasil. Dados INPE, 2007, extraído do Plano de Manejo da Reserva Biológica de Tapirapé).

As quatro principais atividades econômicas desenvolvidas, atualmente, na região são pecuária, cultura da soja, madeira e mineração (Lobato e Emmi, 2104). A produção de gado na região sul-sudeste paraense pode ser considerada como um expoente no Estado segundo Borges (2001), já a produção de soja, com a busca de novas áreas para o plantio e novas vias de escoamento de sua produção e conforme aumenta a tecnologias para superar as limitações climáticas da plantio da soja, a cultura ganha espaço na região (Becker, 2004). A atividade madeireira coloca a região em uma posição de destaque mundial na atividade, e sua rentabilidade permite que as serrarias mudem de local

conforme o avanço da frente madeireira (Loureiro, 2009), o que colabora ainda mais com o desmatamento. Por fim, a atividade mineratória talvez seja a de maior destaque na região quanto a rentabilidade (Miranda, 2014), com exploração realizada regulamentada desde 1979 (ICMBIO, 2003), mas ainda com diversas iniciativas ilegais.

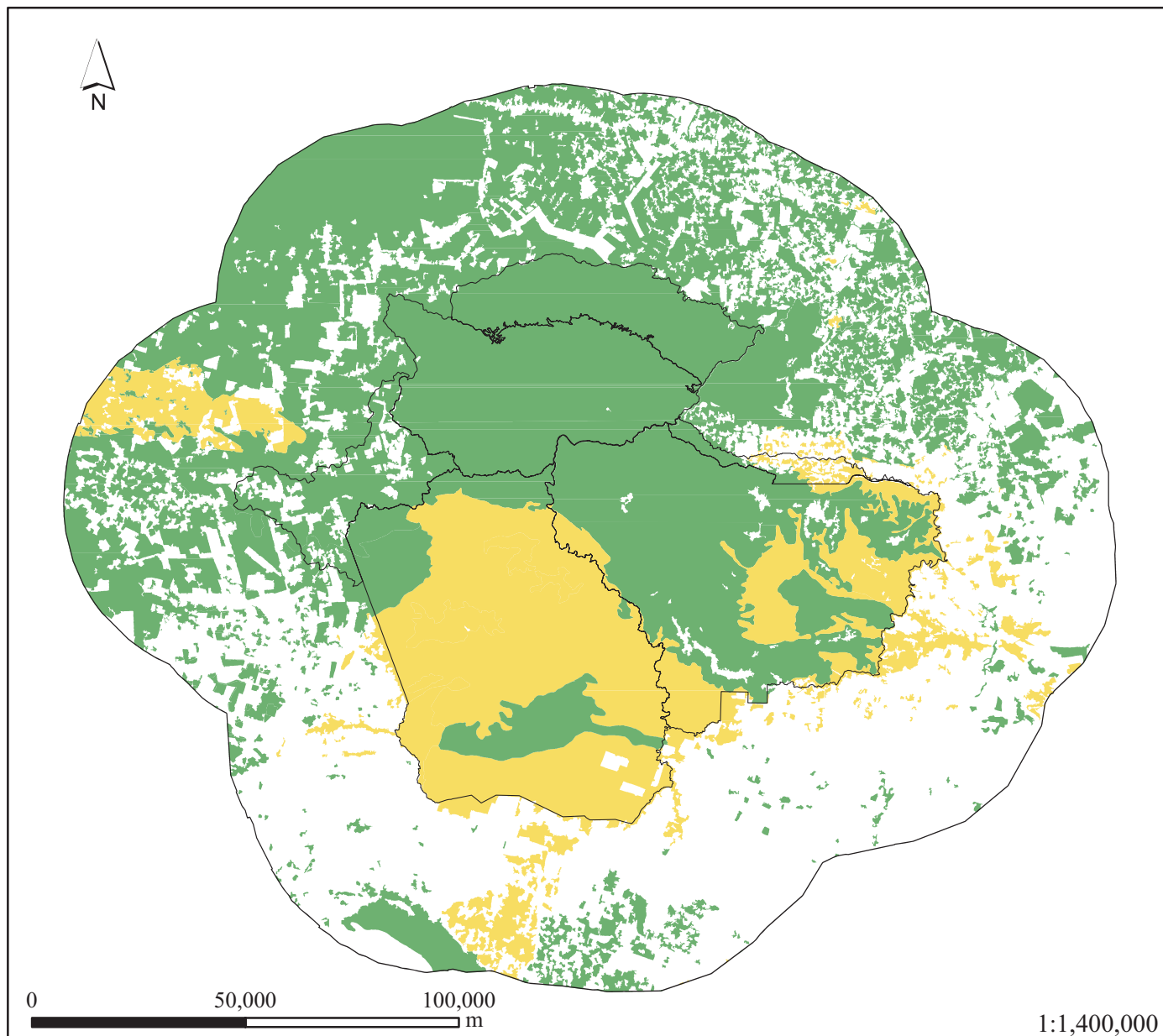
Em relação, ainda, às atividades econômicas, Presti et al. (2009) ao estudar Canaã dos Carajás, uma região que reside um grupo de arara-azul-grande, observou que o município iniciou-se com um assentamento agrícola de economia baseada na cultura do milho, arroz, feijão e pecuária, hoje, praticamente todo município se encontra desmatado para dar lugar a plantações agrícolas e pastagens (Vale, 2012).

No que diz respeito a cobertura florestal da região, está subdividida em dois subtipos, segundo Pandolfo (1978): matas de planície de inundação (mata aluvial) e matas de terra firme, além de outras formações como o campo rupestre denominada também de canga. Considerando as matas de terra firme, ocorrem duas classificações na área do estudo, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta (Figura 4).

A Floresta Ombrófila Densa normalmente está associada a latossolo distrófico, de baixa fertilidade (Veloso et al., 1991). A Floresta Ombrófila Densa e Aberta são similares, inclusive porque ambas ocorrem em diversos tipos de relevo (montanhas, submontanhas ou de terras baixas), porém a floresta aberta apresenta menor densidade de grandes árvores sendo que muitas são semidecíduais. Também possui número elevado de lianas e a ocorrência de muitas palmeiras (Silva e Rosa, 1989; Paradella et al., 1994; Rolim e Nascimento, 1997).

A terra firme, representada pela floresta ombrófila densa e aberta, é o ecossistema de maior expressividade e de grande complexidade na composição, distribuição e densidade das espécies. Caracteriza-se pela heterogeneidade florística com predominância de espécies agregadas em algumas formações e aleatórias em outras (Araújo et al., 1986).

A mata aluvial, cuja vegetação ocorre ao longo dos rios e das planícies inundáveis, normalmente apresenta menor diversidade do que a terra firme e abriga animais e plantas adaptados a condições hidrológicas sazonais (Kalliola et al., 1993 citado por Gama, 2005). A menor diversidade ocorre porque poucas espécies dispõem de mecanismos morfofisiológicos que tolerem o ritmo sazonal de inundação (Silva et al., 1992 citado por Gama, 2005).



Localização da área de estudo no Brasil.
Estado do Pará



Localização da área de estudo
no bioma amazônico

Legenda

- Floresta Ombrófila Aberta
- Floresta Ombrófila Densa
- Áreas protegidas

Figura 4. Vegetação do mosaico Carajás e entorno, PA, Brasil. (MMA, 2003)

Pela classificação de Köppen a região apresenta clima tropical úmido, tipo "A". A área de estudo está inserida na subclassificação Am – clima tropical úmido de monção com curta, porém forte estação seca. A região apresenta o período de estiagem com cinco meses consecutivos, de junho a outubro com média mensal de precipitação 30 mm, sendo o período chuvoso de dezembro a abril com precipitação média mensal de 240 mm, e dois períodos de transição: seco-chuvoso em novembro e chuvoso-seco em maio (ICMBIO, 2003). Na Figura 5, encontram-se os dados de pluviometria média na região de Carajás. A umidade relativa do ar é em torno de 80% (Rolim et al., 2006).

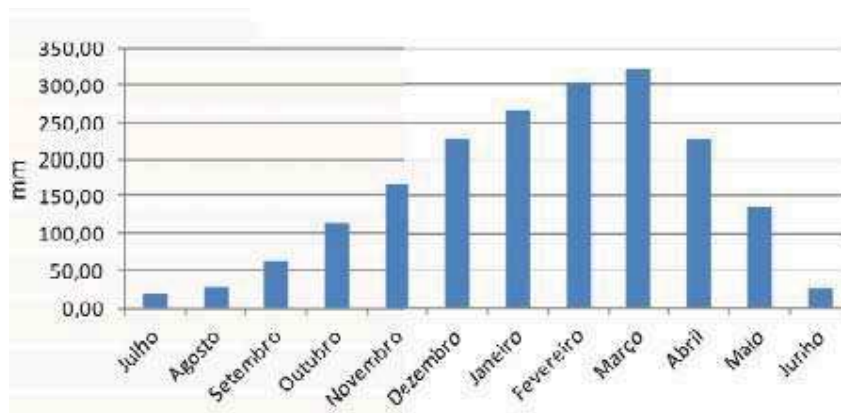


Figura 5. Pluviometria média da região do Carajás, PA (Brasil) para o período de 1985 a 2011. Fonte: VALE, extraído de Gomes (2012).

A temperatura média anual é de 23° a 26° C. O período mais quente do ano ocorre entre os meses de julho e setembro, já o mês mais frio é o de fevereiro, com temperatura superior a 18°C (Rolim et al., 2006). O relevo caracteriza-se por uma série de serras descontínuas e morros afastados por extensos vales (Tolbert et al.,1971) (Figura 6). Os solos da área de estudo são representados principalmente por latossolo, argissolo e neossolo litólico (MMA, 2003).

2.2 Sistema Computacional

O estudo foi realizado utilizando-se os sistemas operacionais IDRISI Selva, para as atividades que envolveram processamento digital da imagem de Sensoriamento Remoto, e ArcGIS para as etapas que envolveram a análise espacial.

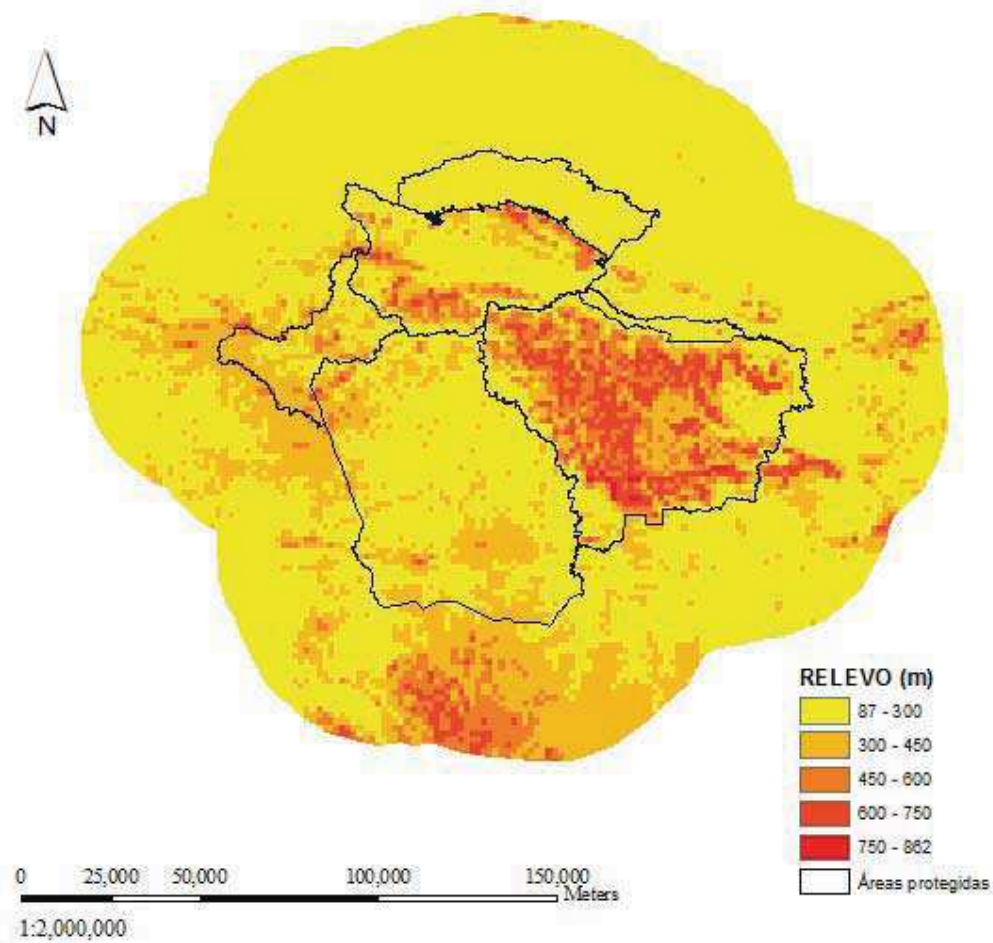


Figura 6. Relevo da área de estudo. (Fonte: Ministério da Agricultura e Abastecimento).

2.3 Mapa de uso e cobertura do solo

Na elaboração do mapa de uso e cobertura do solo utilizou-se imagens obtidas pelo sensor TM, a bordo do satélite LANDSAT-5 do ano de 2011. As imagens foram obtidas junto ao banco do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o qual disponibiliza gratuitamente imagens orbitais (<http://www.dgi.inpe.br>, acesso em novembro 2014). Utilizou-se as bandas espectrais 1, 2 e 3 referentes aos comprimentos de onda do vermelho, verde e azul. O mapeamento, como o banco de dados cartográficos do estudo, foi padronizado para a resolução espacial de 30 m e georreferenciado para o datum SAD 69 e sistema de coordenada UTM (22S).

O método de classificação digital empregado para se obter o mapeamento, a partir da imagem LANDSAT, foi a classificação não supervisionada com algoritmo de CLUSTER. A classificação não-supervisionada combina as bandas das imagens, examina de acordo com os comprimentos de onda de cada pixel e os divide em agrupamentos espectrais (Eastman, 2012).

A classificação não-supervisionada baseia-se no princípio de que o algoritmo de classificação é capaz de identificar as classes dentro de um conjunto de dados, ou seja, é capaz de reconhecer diferentes comportamentos espectrais, tendo por base a análise conjunta das bandas espectrais.

Dessa forma, esta classificação não resulta em classes de informação e sim em categorias espectrais, que devem ser reclassificadas de acordo com o conhecimento de campo do pesquisador, neste caso as categorias resultantes da aplicação do método foram reclassificadas de forma a se ter apenas duas classes, Floresta e Não Floresta.

Reynaldo et al. (2009) ao avaliar diversos classificadores para o mapeamento da vegetação nativa de cerrado concluiu que uma classificação não-supervisionada, com um número reduzido de categorias, como neste trabalho, que são utilizadas apenas duas categorias (floresta e não-floresta), diminui o erro, portanto eleva o índice de exatidão do mapa gerado.

A categoria floresta, envolve as áreas ocupadas por vegetação florestal, independente de sua fisionomia. Já a classe não-floresta, os demais usos do solo da área de estudo: povoados, área urbana, pastagens, plantações e mineração.

No mapa final de uso e cobertura do solo incluiu-se, também, as categorias rede hidrográfica e malha viária. A rede hidrográfica foi obtida junto ao Ministério dos Transportes e a malha viária foi digitalizada, apenas as principais estradas, utilizando com base uma imagem SPOT de 2010, com resolução espacial 10 metros fornecida pela Vale.

Segundo Novo (1992) o produto da classificação digital, neste caso, o mapa de uso e cobertura deve ter sua exatidão avaliada. Para avaliar a exatidão do mapa de uso e cobertura foi gerado uma grade de pontos ao acaso (130 pontos) e posteriormente comparado o uso real com a classe obtida para cada ponto. A verificação da exatidão da classificação foi feita tendo como base as informações de campo, o conhecimento da área

da equipe do projeto assim como a própria imagem de satélite SPOT com resolução 10 de metros fornecida pela Vale.

Para obter o número de pontos (amostras) necessários para verificar a exatidão do mapa (A= 130 pontos) foi utilizada a fórmula proposta por Eastman (2011):

$$N = \frac{Z^2 (p)(q)}{E^2} \quad \text{e} \quad A = \frac{N}{a}$$

Onde,

N = Número de amostras

p = Percentual de exatidão esperado

q = 100-p

E = Erro permissível

Z = 2 (desvio padrão normal para 95% de intervalo de confiança)

A = Número de amostras pela área

a = Área de estudo (proporção)

Foram considerados os valores de 85% para o percentual de exatidão esperado e 5% para o erro admissível (Anderson, 1979). Valente e Vetorazzi (2002), utilizam o mesmo método para avaliar o mapa de uso e cobertura do solo gerado para analisar a estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí.

2.4 Amostragem das araras-azuis-grandes

Até o momento, sabe-se que existem populações residentes de arara-azul-grande em três regiões distintas da paisagem, denominadas de rio Itacaiúnas (R1), FLONA Itacaiúnas (R2) e Canaã dos Carajás (R3) (Tabela 3 e Figura 7). Além do conhecimento dessas áreas, para definição dos locais de amostragem foi feita avaliação conjunta do mapa de uso e cobertura do solo, das observações de campo, de entrevistas realizadas na área de estudo com moradores e funcionários da Vale e ICMBIO, e revisão bibliográfica (Presti et al.,2009).

Tabela 3. Característica das três regiões empregadas na amostragem dos registros de araras-azuis- grandes no mosaico Carajás-PA, de acordo com o padrão da paisagem de cada uma delas.

REGIÃO	PADRÃO DA PAISAGEM
R1 - Rio Itacaiúnas	Matriz florestada. Presença de Mata Aluvial. Região com pouca ou nenhuma intervenção antrópica (Figuras 8 e 9).
R2 - FLONA Itacaiúnas	Matriz degradada, principalmente pela ocupação do solo por pastagem. É comum a utilização de fogo para limpeza de área, por isso os pastos não possuem árvores dispersas. A região encontra-se entre dois grandes maciços de floresta, o mosaico Carajás e outro maciço à oeste da região. Por esse motivo, nesta região têm-se a presença de grandes fragmentos de floresta nativa, da formação Ombrófila Densa (MMA, 2003) (Figuras 10 e 11).
R3- Canaã dos Carajás	Matriz degradada, principalmente pela ocupação do solo por pastagem, apesar disso a pastagem possui diversos indivíduos de palmeiras e axixá (<i>Sterculia</i> sp.) dispersos. Apresenta fragmentos pequenos, com vegetação predominante de Floresta Ombrófila Aberta e vegetação secundária (MMA, 2003) (Figuras 12 e 13).

Empregou-se o método de observação direta para a amostragem da arara-azul-grande, em quatro campanhas de campo entre os anos de 2013 e 2014. As datas das campanhas foram definidas de modo a contemplar os períodos reprodutivos e não-reprodutivos da espécie (Tabela 4) e, por conseguinte as estações seca e chuvosa do ano. O esforço amostral foi de 185 horas, sendo 90 horas em R1, 48 horas em R2 e 47 h em R3. No total foram 90 horas de amostragem em área de floresta e 95 h em área de não floresta.

Tabela 4. Características das campanhas realizadas durante execução do projeto no Mosaico Carajás/PA para obtenção de registros de arara-azul-grande.

CAMPANHA	MESES/ANO	PERÍODO	ESTAÇÃO
1	março-abril de 2013	Não reprodutivo	chuvosa
2	setembro-outubro de 2013	Reprodutivo	seca
3	março de 2014	Não reprodutivo	chuvosa
4	setembro-outubro de 2014	Reprodutivo	Seca

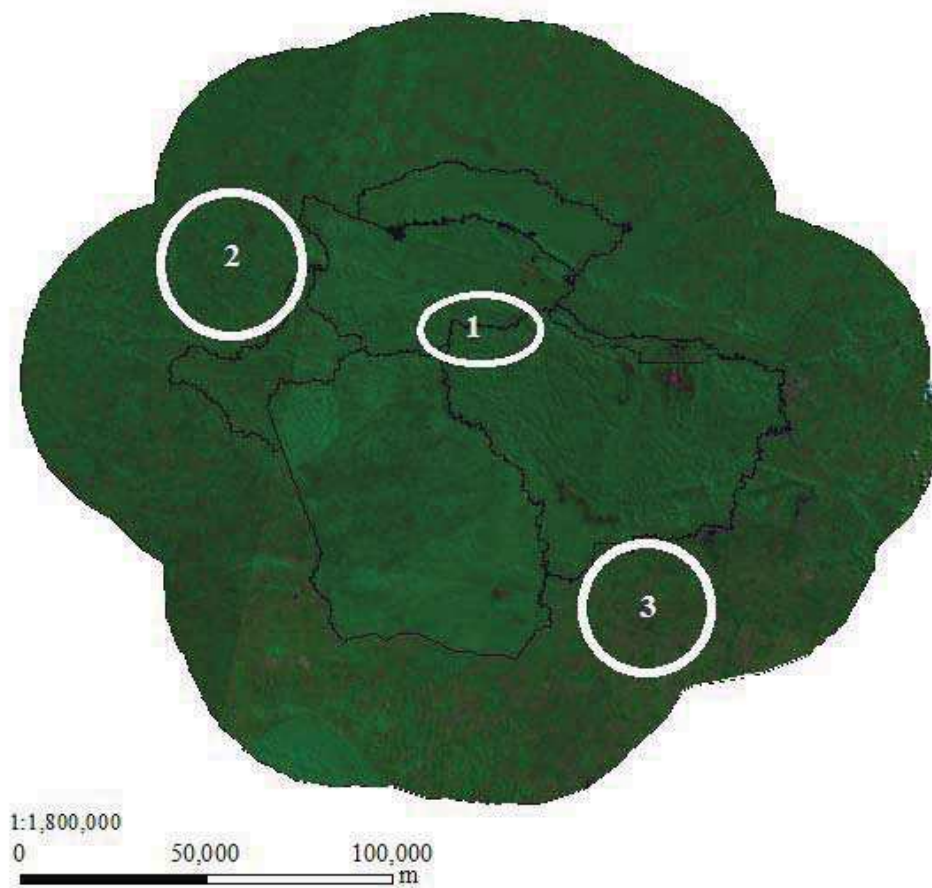


Figura 7. Regiões de registros das araras-azuis-grandes, no mosaico Carajás/PA e entorno.



Figura 8. R1- Mata Ciliar do rio Itacaiúnas, localizada na região do mosaico Carajás/PA.



Figura 9. R1- Mata Aluvial do rio Itacaiúnas e ao fundo serra de Floresta Ombrófila Densa, localizada na região do mosaico Carajás/PA.



Figura 10. R2- Pastagem, localizado na região do mosaico Carajás/PA.



Figura 11. R2- Árvore queimada em decorrência da limpeza de área com fogo, na região do mosaico Carajás/PA.



Figura 12. R3 - Pastagem com palmeiras dispersas no entorno do mosaico de Carajás/PA.



Figura 13. R3 - Exemplar de *Sterculia* sp. (axixá), espécie predominantemente utilizada para nidificação das araras-azuis-grandes no Pará, também encontrados indivíduos dispersos nas pastagens do entorno do mosaico Carajás – PA.

O método de observação direta consiste em percorrer trilhas e estradas existentes na área de estudo, com auxílio de binóculos em busca de indivíduos, vestígios e/ou indícios da presença e reprodução da espécie. Não houve definição de transectos devido ao grau de dificuldade de acesso a área, principalmente nos períodos chuvosos e locais onde existe conflito de terra.

Em regiões caracterizadas por áreas consideradas extensas e de difícil acesso, esse método é comumente utilizado, principalmente quando a espécie objeto de estudo possui grande capacidade de locomoção. Presti et al. (2009), utilizaram o mesmo método de amostragem ao trabalhar com arara-azul-grande e araras-vermelhas na mesma região deste trabalho, além disso Guedes e Seixas (2002) também realizaram o mesmo método para amostragem da arara-azul-grande na região Pantaneira.

A amostragem foi georreferenciada com receptor GPS de navegação (exatidão nominal de 10 metros). Dessa forma, registraram-se as coordenadas (sistema UTM, Datum SAD 69) dos indivíduos avistados durante o percurso de amostragem. As coordenadas foram registradas no momento em que os indivíduos pousavam, garantindo dessa forma que os locais de registro não são utilizados pela espécie apenas como passagem. Para o estudo foram consideradas apenas pontos de presença, ou seja, locais que os indivíduos foram avistados, garantindo que ela realmente habita essa região.

Para avaliar os registros nas quatro campanhas, para cada região (R1, R2 e R3) calculou-se a frequência de ocorrência dos indivíduos, por meio da fórmula:

$$F = \frac{N}{T}$$

Sendo,

N= número total de registros

T= tempo (horas)

Posteriormente, foi avaliada a predileção das araras-azuis-grandes por áreas florestadas e não florestadas (área degradada), e para isso juntou-se os registros das duas regiões com matriz degradada, ou seja, R2 e R3, e calculou-se a frequência para área não florestada. Para a frequência em área florestada foi utilizada o valor de R1. Para comparar a frequência entre áreas foi aplicado um teste qui-quadrado.

Estimou-se, ainda, o tamanho da área utilizada pela espécie em cada região. Para isso utilizou-se o método do Polígono Mínimo Convexo (MPC), que é o estimador mais antigo e conhecido (Mohr, 1947), no próprio ambiente do SIG ArcGIS, seguindo as recomendações da International Union for Conservation of Nature (IUCN). Este método consiste em gerar o menor polígono no qual nenhum ângulo interno seja maior que 180 ° e que contenha todos os pontos de ocorrência (IUCN, 2001).

2.5 Avaliação da estrutura florestal das regiões amostradas

Calculou-se as seguintes métricas da paisagem, no próprio ambiente do SIG-ARCGIS, considerando fragmentos maiores que 0,5 ha (Tabela 5).

Tabela 5. Relação das métricas calculadas para as regiões amostradas.

SIGLA (UNIDADE)	DESCRIÇÃO
ENN (m)	Distância média entre fragmentos
AREA_AM (ha)	Tamanho médio de fragmentos
AREA (ha)	Tamanho do maior fragmento
NP	Quantidade de fragmentos

A avaliação da estrutura florestal foi feita apenas para R2 e R3, as regiões degradadas, pois ao calcular a quantidade de fragmentos verificou-se que R1 possui apenas um fragmento que cobre 99% da paisagem, o que descarta a necessidade de avaliar a estrutura da paisagem quanto as relações entre fragmentos. Para o cálculo da distância média entre fragmentos utilizou-se a distância do vizinho mais próximo

Outro parâmetro calculado, foi a porcentagem ocupada por cada categoria de uso do solo (Floresta e Não floresta) na paisagem de cada região (R1, R2, e R3). Além desses parâmetros foi verificado também o número de fragmentos em cada região, assim como o tamanho do maior fragmento. Posteriormente, os fragmentos de floresta nativa foram agrupados em 7 classes: 0,5-10 ha; 10-30; 30-100; 100-200; 200-500; 500-100; >1000 e calculada a porcentagem que cada agrupamento ocupa na paisagem.

3 Resultados

3.1 Mapeamento de uso e cobertura do solo

O valor de exatidão do mapa de uso e cobertura do solo foi 86,15%. O mosaico Carajás e seu entorno possuem, de acordo com o mapa de uso e cobertura do solo (Figura 14), 57,38% de sua área ocupada por vegetação não-florestal (1.472.857,7 ha) e, assim, a área ocupada por floresta nativa representa 42,62% da área de estudo (1.982.174,1 ha).

3.2 Amostragem da arara-azul-grande

Foram feitos 154 registros de arara-azul-grande ao longo das quatro campanhas, distribuídos nas regiões pré-determinadas, R1(114 registros), R2 (21 registros) e R3 (19 registros). As frequências obtidas apontam R1 como área de maior frequência de avistamentos (1,26 reg./hora), seguido de R3 (0,44 reg./hora), e R2 como a região de menor frequência de avistamentos (0,38 reg./hora) (Figura 15). O resultado do teste qui-quadrado mostrou que $p < 0,001$, (há diferença estatística) entre R1 e as demais regiões, porém entre R2 e R3, $p > 0,001$, portanto estatisticamente iguais.

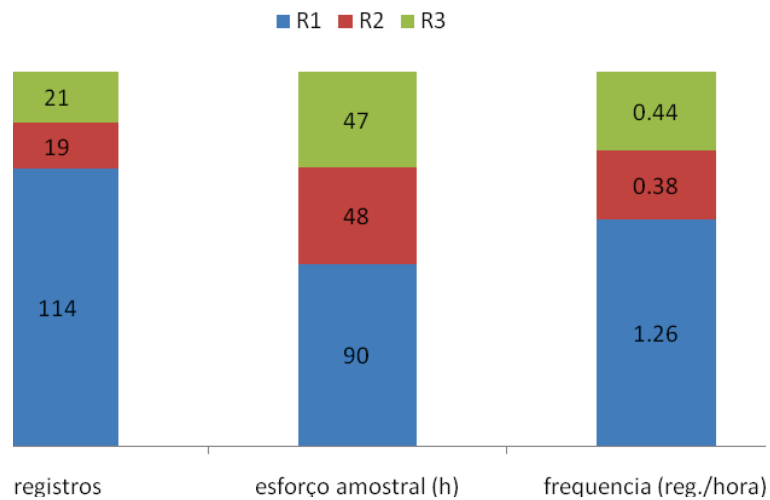


Figura 14. Quantidade de registros de arara-azul-grande, esforço amostral e frequência para os registros obtidos em cada área do estudo (R1, R2 e R3) na região do mosaico Carajás, PA.

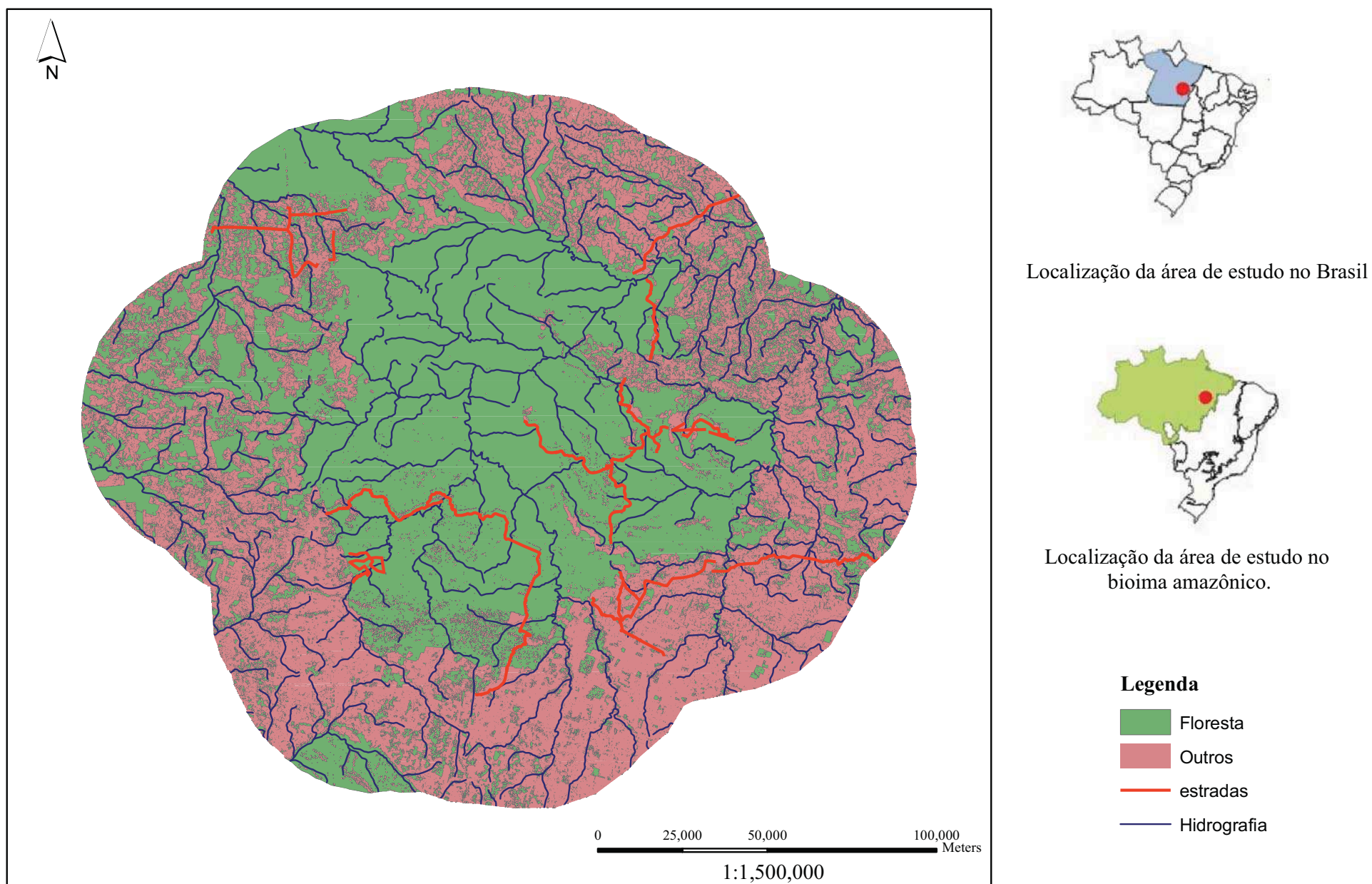


Figura 14. Uso e cobertura do solo do mosaico Carajás e entorno, para o ano de 2015.

Quando avaliada a frequência para área florestada e área degradada (não-floresta), o resultado indica que as araras-azuis-grandes têm preferência por área florestada na região de Carajás, com 1,26 reg./hora, enquanto que em áreas degradadas o valor da frequência foi de 0,42 reg./hora (Figura 16). O resultado do teste qui-quadrado mostrou que $p < 0,001$ (possui diferença estatística) entre área florestada e área não florestada.

Os resultados de área de vida estimada (Figura 17) indicaram que os indivíduos da espécie, registrados em R2 ocupam área mais extensa (66.397,09 ha), e os indivíduos que ocupam menor área, são os registrados em R1 (22.187,87 ha). Já os indivíduos de R3 utilizam uma área de 41.841,2 ha.

3.3. Avaliação da estrutura florestal das regiões amostradas

As métricas de ecologia da paisagem das regiões amostradas indicaram que as regiões utilizadas pela arara-azul-grande apresentam diferenças quanto sua estrutura florestal. Assim, os fragmentos maiores de 0,5 hectare de R2 estão, em média, distantes 499 metros uns dos outros, enquanto que os remanescentes de R3 364 m. O tamanho médio dos fragmentos de R2 (148,5 ha) é maior que R3 (10,6 ha) e o tamanho do maior remanescente de vegetação nativa também é maior em R2 (39.360,8 ha) e menor em R3 (888,1 ha). Em relação à quantidade de fragmentos de vegetação nativa, os resultados indicaram que R2 possui 337 fragmentos e R3 863 (Figura 18).

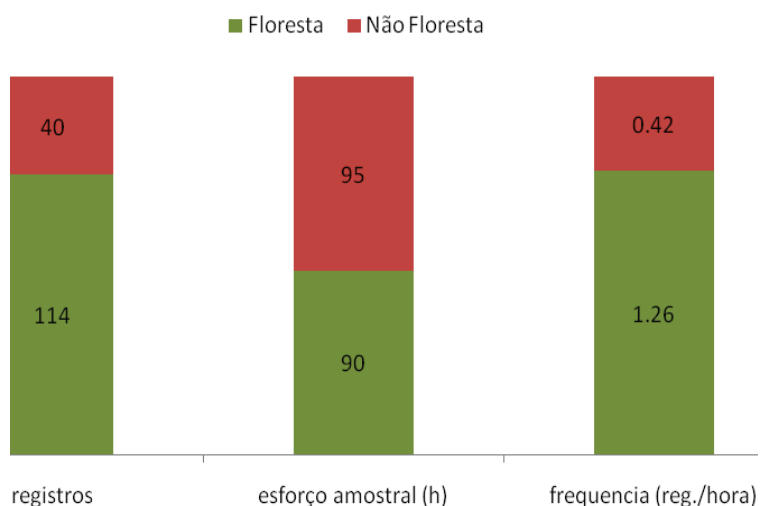


Figura 16. Registros de arara-azul-grande, esforço amostral e frequência para os registros obtidos em R1, R2 e R3.

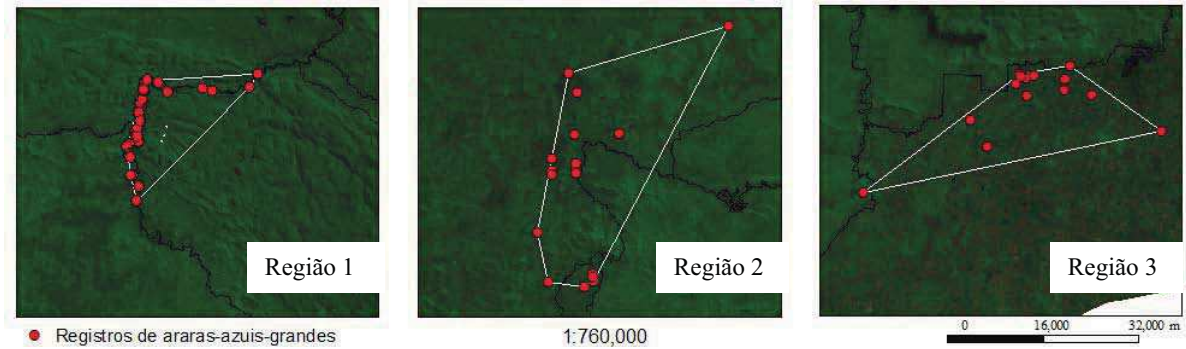


Figura 17. Polígonos que representam as áreas de vida estimadas para região estudada (R1, R2 e R3) e registros de arara-azul-grande em vermelho.



Figura 18. Avaliação da estrutura florestal das regiões amostradas (R2 e R3). ENN= distância média entre fragmentos florestais, AREA_AM= tamanho médio de fragmentos, NP= número médio de fragmentos, AREA = tamanho do maior fragmento.

Quanto área ocupada por cada categoria do uso e cobertura do solo e sua respectiva porcentagem, considerando as três áreas de estudo (R1, R2 e R3), os resultados mostraram que R1 possui 99,9% (16.185,1 ha) de seu território coberto por floresta e apenas 0,1% (2,4 ha) com outro uso do solo, já R2 apresentou 32.663,8 ha (75,6%) de cobertura florestal e 9.178,4 ha (24,4%) de não floresta, enquanto que R3 possui a menor

cobertura florestal de todas as regiões, com 16.185,1 ha (21,9%) e a maior área coberta por outros usos, com 50.211,9 ha (78,1%) (Figura 19).

No que diz respeito à porcentagem de área da paisagem, o maior fragmento de R2, somados a mais 2 outros fragmentos com área maior de 1.000 ha representam 72,43% de toda a paisagem da região, enquanto que 308 fragmentos de 0,5 a 10 hectares (classe de maior representatividade) na mesma paisagem ocupam apenas 0,84%. R3 apresenta um padrão diferente, primeiramente porque não existe nenhum fragmento superior a 1.000 ha, além disso, a soma dos quatro maiores fragmentos (500 - 1.000ha) representam 6,75% da paisagem da região e a maior parte deles (771 fragmentos) ocupam 3,56% (Figura 20).

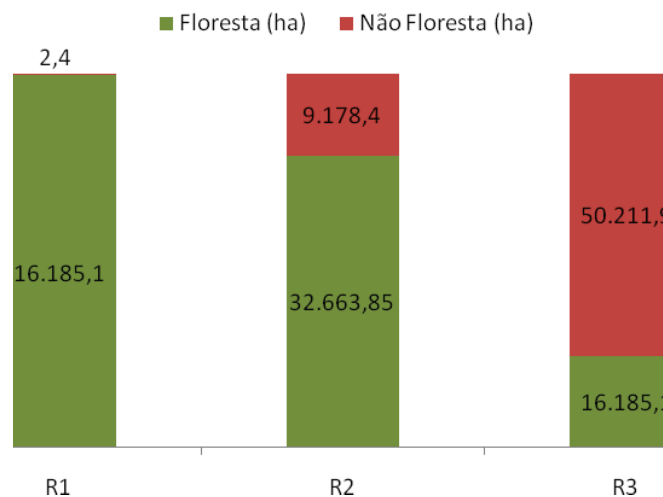


Figura 19. Área coberta por floresta e não floresta, nas três áreas do estudo na região do mosaico Carajás/PA.

4 Discussão

Os resultados obtidos para o mosaico Carajás e entorno indicam a área florestada (R1- Rio Itacaiúnas) como um ambiente mais propício à ocorrência da arara-azul-grande (freq.= 1,26 reg./hora) do que regiões degradadas (R2- FLONA Itacaiúnas e R3- Canaã dos Carajás) (freq. 0,42 reg./hora).

Isto pode estar associado à capacidade da mata aluvial (formação onde se encontra amostragem da área florestada) de ofertar recursos para a espécie. Apesar da mata aluvial ter menor diversidade de espécies florestais do que as demais formações (Kalliola et al., 1993 citado por Gama, 2005), ela possui alta densidade de espécies específicas, as quais as araras-azuis-grandes utilizam, como por exemplo as palmeiras. Segundo IBAMA (2003) a principal palmeira que ocorre nas matas aluvias é o açai (*Euterpe oleracea* Mart), não utilizada pela arara-azul-grande, porém outras palmeiras também têm representatividade na floresta: o inajá (*Maximiliana maripa* Mart.), o buruti (*Mauritia flexuosa* L.), o babaçu (*Orbignya phaleata* Mart), todas consumidas pela espécie. Além disso, o maior valor de frequência (1,26 reg./hora) está relacionado à extensão ocupada pelos indivíduos, pois a área que as araras-azuis-grandes registradas ocupam em R1, região florestada (22.187,87 ha) é menor que os registros obtidos em áreas degradadas.

A maior frequência de avistamentos em área florestada, também pode estar associada ao comportamento residente da arara-azul-grande. Por habitarem sempre o mesmo ninho e ficarem próximo a ele, podem ter predileção por locais que ofereçam recursos em abundância, como o maciço florestal do mosaico Carajás. Dessa maneira, além de gastarem menos energia em busca de alimento, também se reduz o tempo longe de seus ninhos evitando, assim, que seus ovos ou filhotes sejam predados, ou ainda, que haja disputa pelo ninho, como já relatado com diversas espécies, como a arara-vermelha (*Ara chloropterus*) (Guedes, 1993).

A maior frequência de avistamentos em área florestada, também pode estar associada ao comportamento residente da arara-azul-grande. Por habitarem sempre o mesmo ninho e ficarem próximo a ele, podem ter predileção por locais que ofereçam recursos em abundância, como o maciço florestal do mosaico Carajás. Dessa maneira, além de gastarem menos energia em busca de alimento, também se reduz o tempo longe de seus ninhos evitando, assim, que seus ovos ou filhotes sejam predados, ou ainda, que haja disputa pelo ninho, como já relatado com diversas espécies, como a arara-vermelha (*Ara chloropterus*) (Guedes, 1993).

Outro fator que pode estar associado à permanência do grupo na área florestada, é a quantidade de intervenção antrópica que existe na região, uma vez que quase 100% de seu território é coberto por floresta,. Apesar de ser uma ave curiosa, e a não se intimidar com a presença do ser humano, é possível que ela prefira locais com menor interferência

humana para nidificação. Guedes (2006) conclui, que a ocorrência de araras-azuis-grandes no Pantanal está relacionada a questões antrópicas e não apenas fatores biológicos.

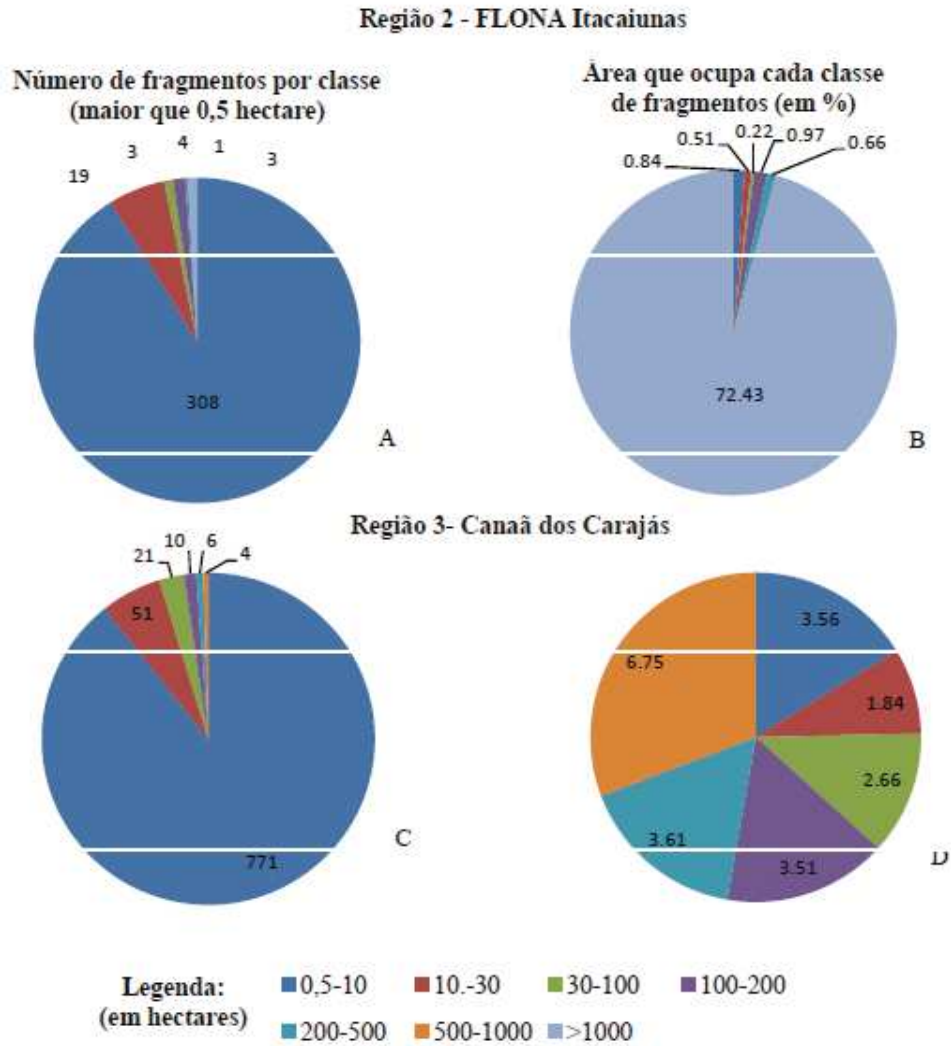


Figura 20. A- Número de fragmentos acima de 0,5 ha separados por classe (0,5-10 ha; 10-30 ha; 30-100 ha; 100-200 ha; 200-500 ha; 500-1.000 ha; >1000 ha) B - Área (%) que cada classe de fragmento ocupa na paisagem do mosaico Carajás/PA.

Neste contexto, pode ser interessante avaliar a ocorrência da espécie e a distância entre os centros urbanos e povoados para complementar os resultados obtidos na paisagem de estudo.

A preferência por áreas florestadas corrobora parcialmente com os resultados encontrados no Pantanal sul-matogrossense, onde foram encontrados ninhos em diferentes áreas, divididos em seis principais regiões: Nhecolândia, Abobral, Rio Negro, Aquidauana, Miranda e Nabileque (Guedes et al. 2006). Neste estudo observou-se que no Rio Negro e Abobral, a espécie nidifica preferencialmente no interior de capões e cordilheiras, porém em outras duas regiões em pastagem e em apenas uma área de borda.

Guedes (1993) indicou que os indivíduos de arara-azul-grande têm preferência por locais de ampla visibilidade, dessa forma, esperava-se encontrar maior frequência de registros em áreas degradadas do que em áreas florestadas, porém, não se pode descartar a hipótese de que ela prefere áreas abertas, já que as áreas florestadas estão localizadas na mata ciliar do Rio Itacaiúnas.

Já Forshaw (1989), menciona que a espécie habita mata ciliar e áreas abertas nas áreas de ocorrência da região pantaneira e centro-nordeste do país, porém, em Carajás elas também parecem ter preferência por mata ciliar.

Contribuindo com a hipótese de que há predileção por locais de visibilidade pela arara-azul-grande, Presti (2009) apresentou o resultado de um levantamento de 6 dias, em 2008, no interior da Floresta Nacional de Carajás (região florestada, sem mata ciliar). Nesse levantamento, nenhum indivíduo de arara-azul-grande foi observado, apenas indivíduos (21) e ninhos (02) de araras-vermelhas. Outro dado que colabora com essa hipótese, é o levantamento de dez dias, no interior da FLONA de Tapirapé-Aquiri (região florestada, sem mata ciliar), com nenhum registro da espécie, apenas de arara-vermelha. Além disso, no trabalho abordou-se a estreita relação entre arara-azul-grande e arara-vermelha (*Ara macao* ou *Ara chloropterus*). Conhecer, também, o comportamento da arara-vermelha pode, dessa forma, auxiliar no conhecimento no diagnóstico do conhecimento da arara-azul.

Os resultados obtidos apontam que a espécie pode ocupar diferentes padrões de paisagem degradadas, porém essas regiões apresentam maior vulnerabilidade quanto à conservação da arara-azul-grande, como mostrou os resultados obtidos nos valores de

frequência nas regiões, R2 e R3, foi de 0,38 reg./hora e 0,44 reg./hora, respectivamente. Porém, na região do mosaico Carajás, ambientes florestados parecem ser mais propícios à sua ocorrência, portanto, é possível que seus grupos fossem maiores se a região não tivesse intervenção antrópica.

A estrutura da paisagem pode não interferir na ocorrência da arara-azul-grande no mosaico Carajás, devido sua ampla capacidade de deslocamento, já que por ser uma ave de porte grande consegue voar extensas áreas em busca de recursos. Neste trabalho, a distância média entre fragmentos florestais encontrada foi de 499 m e 369 m para R2 e R3, respectivamente, indicando que para essas distâncias médias de fragmentos florestais a estrutura da paisagem não afeta sua ocorrência. Apesar disso, a espécie deve aceitar algum grau de antropização, e a partir de um ponto não ocorrer mais, por isso trabalhos avaliando outras paisagens e também a distribuição dos ninhos, podem contribuir com o conhecimento desse limiar de aceitação de antropização pelas araras-azuis-grandes no mosaico Carajás.

Associado à grande capacidade de deslocamento, outro fator que pode contribuir com a ocorrência da espécie em diferentes padrões de estrutura da paisagem degradada, e ainda, manter a população de arara-azul-grande na região do mosaico Carajás, pode ser o importante papel do maciço de florestal oferecer recursos em abundância, assim, como a espécie alcança longos vôos, a distância de sua ocorrência e o maciço florestal não é grande o suficiente para necessitar buscar recursos em outros locais. Neste contexto, avaliar a ocorrência da espécie em relação à estrutura da paisagem considerando a distância do mosaico Carajás pode avançar na compreensão da importância do mosaico Carajás para a população de arara-azul-grande local.

Outra função importante do mosaico Carajás, é que ele pode ter papel fundamental para manter as populações de espécies de palmeiras que ela consome e de *Sterculia pruinosa* (axixá) utilizada para nidificação, sendo área fonte em relação aos dispersores dessas espécies utilizadas (todas zoocóricas) no entorno do mosaico. Isto pode contribuir para a permanência dos grupos das áreas degradadas, R2 e R3, próximos ao maciço florestal, principalmente em R3, onde os pastos possuem inúmeras palmeiras e alguns indivíduos de *Sterculia* sp. dispersos da paisagem.

O resultado obtido quanto a capacidade da arara-azul-grande em permear por diferentes paisagens degradadas sem preferência por uma, não era esperado pois, segundo

Gascon et al. (1999), quanto maior a diferença entre matriz e ambiente original, menor o tamanho e, maior o grau de isolamento dos fragmentos, menor a chance dos indivíduos manterem-se no fragmento. Como R2 e R3, possuem essas características distintas uma da outra, esperava-se predileção por algum padrão de paisagem degradada.

5 Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- As araras-azuis-grandes na região do mosaico Carajás, têm capacidade de permear por diferentes padrões de estrutura da paisagem.
- A espécie tem preferência por ambientes preservados, desde que estes locais possibilitem a visibilidade para ela.
- A distância média entre fragmentos encontrada (até 499 metros) não interfere na ocorrência da espécie na região do mosaico Carajás.

6 Considerações finais

As áreas florestadas parecem ser um ambiente mais propício à ocorrência da arara-azul-grande no mosaico Carajás/PA, porém não é possível descartar a hipótese de que a espécie tem preferência por habitar áreas abertas, já que a área amostrada em ambiente florestado, é a mata ciliar do rio Itacaiúnas com aproximadamente 100 m de largura. Ainda, nesta região ela também parece preferir ocupar mata ciliar como nas demais áreas de ocorrência, que habitam principalmente além deste tipo de ambiente, a área aberta.

A preferência por ambientes florestados pode estar relacionada também à interação com outras espécies, como a arara-vermelha, além de fatores antrópicos, pois a espécie apesar de ocorrer em ambientes degradados é possível que aceite até um limite de intensidade de antropização.

Os indivíduos de arara-azul-grande da região do mosaico Carajás ocupam diferentes padrões de paisagem degradada, sem predileção por um deles. Isto pode ocorrer devido sua ampla capacidade de deslocamento, à proximidade dessas áreas com o mosaico Carajás e a importância do maciço florestal em ofertar recursos, além de poder ser área fonte dos dispersores das espécies vegetais utilizadas para alimentação e nidificação.

7. Bibliografia

ANDERSON, J.R. et al. **A land use and land cover classification system for use with remote sensor data**. Washington: USGS, 1979.

BASKENT, E. Z.; J.A. JORDAN. Designing forest management to control spatial structure of landscapes. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v.34, p.55-74, 1995.

BECKER, B. K. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamound, 2004.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Anodorhynchus yacanthinus*. In: **IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 maio 2015.

BORGES, F. Q. **A cadeia produtiva bovina de corte em Marabá**. 2001. 112 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2014.

COLLAR, N.J. Family Psittacidae (Parrots). In: DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.E.; SARGATAL, J. **Handbook of the Birds of the World**. 15th. ed. Barcelona: Lynx Edicions, 1997. v.4, p. 280-447.

EASTMAN, J.R. **Idrisi for windows user's guide**. Worcester: Clark University, 1995.

FAHRIG, L.; MERRIAM, G. Conservation of fragmented populations. **Conservation Biology**, Boston, v. 8, p.50-59, 1994.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. London: Chapman & Hall, 1998.

FORSYTH, J.M. **The parrots of the world**. 3rd. ed. Willoughby: Lansdowne Press, 1989.

GAMA, J.R.V. et al. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do estado do Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.607-616, 2005.

GASCON, C. et al. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, Essex, v.91, p.223-229, 1999.

GOMES, L.L. **Avaliação espacial da perda de solo por erosão pela equação universal de perda do solo (EUPS) – pilha de estéril sul – Carajás/PA**. 2012. 171 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Geotécnica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

GUEDES N. M. R.; SEIXAS G. H. F. Métodos Para Estudos de Reprodução de Psitacídeos. In: GALETTI M.; PIZO M. A. **Ecologia e Conservação de Psitacídeos no Brasil**. Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas, 2002. p. 123-139.

GUEDES, N. M. R. **Sucesso reprodutivo, mortalidade e crescimento de filhotes de araras azuis *Anodorhynchus yacynthinus* (Aves, Psittacidae), no Pantanal, Brasil**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

GUEDES, N. R; MACIEIRA; A.C.; BARBOSA, M.C.T. O uso do sistema de informação Geográfica (SIG) em trabalhos de conservação das araras azuis e vermelhas no pantanal sul matogrossense. **Ensaio e cia.**, [S.l.], v.10, n.1, p.167-179, 2006.

GUEDES, N. M. R. **Biologia reprodutiva da arara azul (*Anodorhynchus yacynthinus*) no Pantanal-MS, Brasil**. 1993. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

GUEDES, N.M.R.; HARPER, L.H. Hyacinthmacaws in the Pantanal. In: ABRAMSON, J.; SPEER, B.L.; THOMSEN, J.B. **The large macaws: their care, breeding and conservation**. California: Raintree Publications, 1995. p. 394-421.

HESSBURG, P.F. et al. Recent changes (1930s-1990s) in spatial patterns of interior northwest forest, USA. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.136, p.53-83, 2000.

HESEL, F.O.; SAITO, C.H.; OLIVEIRA, I.J. Determinação das áreas de potencial ocorrência de araras azuis (*Anodorhynchus yacynthinus*) no Município de Alto Paraíso de Goiás – GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p.3899-3906, 2009.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia. Disponível em: <www.ibge.gov.br.>. Acesso em: 15 jan. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de manejo Floresta nacional de Tapirapé- Aquiri**. 2006. Disponível em: <www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2014.

INSTITUTO CHICO MENDES. **Plano de manejo para uso múltiplo da floresta nacional de Carajás**. 2003. Disponível em: <www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2014.

INSTITUTO CHICO MENDES. **Plano de manejo Reserva Biológica do Tapirapé**. 2009. Disponível em: <www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2014.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <www.dgi.inpe.br>. Acesso em: 22 nov. 2014.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1.** [S.l.]: Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, 2001.

KUNIY, A.A.; FIGUEIREDO, I. C.S.; GUEDES, N.M.R. Handling technique to increase the Hyacinth macaw population (*Anodorhynchus hyacinthinus*) (Latham, 1720) – Report of an experience in Pantanal, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.66, n.1B, p.381-382, 2006.

LAURANCE, F. W.; VASCONCELOS, L.H. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.13, p.434-451, 2009.

LOBATO, M.M.; EMMI, M.F. Globalização e reestruturação espacial na fronteira : o impacto da implantação de grandes obras na cidade de Marabá – Pará. **Espaço e Economia**, [S.l.], v. 4, p. 2-10, 2014.

LOUREIRO, V. R. **A Amazônia no século XXI: novas formas de desenvolvimento**. São Paulo: Empório do Livro, 2009.

LOVEJOY, T.E. **Biological Conservation**, v.91, p.100, 1999.

MATTOS, J.C.F.; JUNIOR, O.A.C.; GUIMARAES, R.F. Ecologia da paisagem voltada para o manejo de avifauna. **Espaço & Geografia**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 89-114, 2003.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.

METZGER, J.P. et al. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, Essex, v.142, p.1166 -1177, 2009.

MIRANDA, R.R. Re-produção territorial dos movimentos sociais na amazônia: o caso do MST (movimentos dos trabalhadores rurais sem terra) no município de Marabá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOGRÁFOS, 7., 2014, Vitória. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403309369_ARQUIVO_ARTIGOCBG2014.pdf>. Acesso em: jun 2015.

MOHR, C.O. Table of equivalent populations of North American small mammals. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v.37, p.223-249, 1947.

MUNN, C.J.; J.A. THOMSEN; YAMASHITA, C. The Hyacinth Macaw. In: CHADLER, W.J. **Audubon Wildlife Report**. New York: Academic Press, 1989. p.404-419.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blücher, 1992.

NUNES, J.A. **Florística, estrutura e relações solo-vegetação em gradiente fitofisionômico sobre canga, na serra sul, FLONA de Carajás-Pará**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

PANDOLFO, C. **A floresta Amazônica brasileira: enfoque econômico-ecológico**. Belém: SUDAM-DRN, 1978.

PARADELLA, W.R.; SILVA, M.F.F.; ROSA, N.A. A geobotanical approach to the tropical rain forest environment of the Carajás Mineral Province (Amazon Region Brazil) based on digital

TM and DEM data. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstone, v.15, p.1633-1648, 1994.

PÉRICO, E. et al. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2005, Goiânia. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2005. p. 2339-2346.

PINHO, J.B.; NOGUEIRA, F.M.B. Hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) reproduction in the northern Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Ornitologia neotropica**, [S.l.], v.114, p. 29-38, 2003.

PRESTI, F. T. **Caracterização da diversidade genética, da estrutura populacional e do parentesco de arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) por meio da análise dos genomas nuclear e mitocondrial**. 2010. 87 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PRESTI, F.T. et al. Notas sobre alguns aspectos da biologia da arara azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) (Psitaciformes: Psitacidae) na região do Carajás, PA. **Atualidades ornitológicas**, Ivaiporã, v.151, p.4-7, 2009.

REYNALDO, E.F.; POVH, F.P.; SABOYA, L.M.F. Uso de classificadores para o mapeamento da vegetação nativa de cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-INPE, 14., 2009, Natal. **Anais...**[S.l.: s.n.], 2009. p. 4279- 4286.

ROLIM, S. G. et al. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, p.107-114, 2006.

SILVA, M.F.F.; ROSA, N.A. Análise do estrato arbóreo da vegetação sobre jazidas de cobre na Serra dos Carajás-PA. **Boletim do Museu Paraense “Emílio Goeldi”**, Belém, v.5, n.2, p.174-206, 1989.

SNYDER, N. F. R.; JAMES, F. C. E.; BEISSINGER, S. R. Toward a conservation strategy for neotropical psittacines. In: BEISSINGER, S. R.; SNYDER, N. F. R. **New world parrots in crisis: solutions from conservation biology**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1992. p. 257-276.

STOLENSEN, H. S.; BEISSINGER, S. R. Hatching asynchrony in parrots: boon or bane for sustainable use? In: CLEMMON, J. R.; BUCHHOLZ, R. **Behavioral approaches to conservation in the wild**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 157-180.

TOLBERT, G. E. et al. The recently discovered Serra dos Carajás iron deposits, northern Brazil. **Economic Geology**, Ottawa, v.66, n.7, p.985-994, 1971.

UEZU, A.; METZGER, J.P.; VIELLIARD, J.M.J. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological Conservation**, Essex, v.123, p.507-519, 2005.

VALENTE, R.O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VALENTE, R.O.A.; VETTORAZZI, C.A. Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP. **Science Forest**, [S.l.], v.62, p.114-129, 2002.

VELOSO, H. P.; FILHO, A.L.R.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE; Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.