UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

DANIELE GOMES RAMOS

Distribuição e abundância de primatas em florestas de várzea amazônicas:

Efeito de fitofisionomias e do ciclo hidrológico

Belém

2020

DANIELE GOMES RAMOS

Distribuição e abundância de primatas em florestas de várzea amazônicas:

Efeito de fitofisionomias e do ciclo hidrológico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do convênio da Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.
Área de concentração: Ecologia.
Linha de Pesquisa: Ecologia de Comunidades e Ecossistemas

Orientadora: Profa. Maria Aparecida Lopes, Ph.D.

Belém

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R175d Ramos, Daniele Gomes

Distribuição e abundância de primatas em florestas de várzea amazônicas : Efeito de fitofisionomias e do ciclo hidrológico / Daniele Gomes Ramos. — 2020.

38 f. : il. color.

Orientador(a): Profª. Dra. Maria Apareciada Lopes

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

1. Amazônia. 2. Florestas inundáveis. 3. Sazonalidade. 4. Assembleia de primatas. 5. Platirrinos. I. Título.

CDD 574.522209811

DANIELE GOMES RAMOS

Distribuição e abundância de primatas em florestas de várzea amazônicas:

Efeito de fitofisionomias e do ciclo hidrológico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do convênio da Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Profa. Maria Aparecida Lopes, Ph.D.
Universidade Federal do Pará (Presidente)

Prof. Dr. Raphael Ligeiro Barroso Santos
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Dra. Fernanda Pozzan Paim
Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM)

Prof. Dr. Torbjorn Haugaasen
Norwegian University of Life Sciences (NMBU)

Prof. Dr. Wilson Roberto Spironello
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Agradeço aos meus pais, Moisés e Edenildes, por terem me dado todo o suporte para que eu pudesse me dedicar exclusivamente aos estudos e me apoiado em todas as decisões. Agradeço ao meu pai por todo apoio financeiro, para que eu pudesse estudar o primeiro ano do mestrado sem bolsa, e a minha mãe por todo amor e apoio emocional em morar sozinha numa cidade nova. Amo vocês.

Agradeço à minha orientadora, Cida Lopes, pela oportunidade de trabalhar com ecologia de primatas, e ainda com dados da reserva Mamirauá, que sonhava em conhecer desde o início da graduação. Sou grata por todo conhecimento compartilhado nestes dois anos, não só científicos, mas também sobre empatia, humildade, honestidade, amor ao próximo e jardinagem. Minha eterna admiração.

Agradeço ao meu namorado, Lucas Maia, por todo companheirismo, amor e apoio durante os momentos difíceis. Por ser meu parceiro também de mestrado e de orientadora, e me acompanhar todos os dias nas idas e vindas da UFPA. Por ter me dado suporte durante os dias puxados do fim da dissertação, fazendo meu café, almoço e janta, e cuidado da casa sozinho. Te amo, vida.

Agradeço ao Helder Queiroz, pelo projeto que desenvolvo em Mamirauá e por ter me concedido a oportunidade de conhecer a reserva, foi uma experiência incrível e a realização de um sonho. Guardo no coração cada lembrança e sensação. Agradeço também à Carol e à Karine por terem me abrigado e acompanhado nesses dias em Tefé e ao Jefferson pelos diversos mapas e medições das fitofisionomias da reserva. Foi fantástico e espero poder voltar e contribuir mais para a ciência da região, assim como para a comunidade local.

Agradeço também aos professores e coordenadores do PPGECO, por terem sempre se preocupado em nos oferecer boas disciplinas e professores qualificados, e nos ouvirem durante todas as vezes que tínhamos alguma reclamação. Obrigada por lutarem pela ciência nestes momentos difíceis.

Aos amigos Leo e Caio pela ajuda nas análises estatísticas. Aos amigos que fiz no programa de pós, Lídia, Alexandre, Giovanni, Santiago, Rodrigo, Amauri, que estiveram comigo durante as disciplinas e nas filas do RU. E a todos os amigos que fiz no curso de campo em Caxiuanã, a experiência na Flona foi fantástica, mas foi melhor ainda por ter sido ao lado de vocês.

À minha cidade Bragança e a todos os amigos que tenho lá, por serem meu refúgio e meu lugar de paz. Por renovar minhas energias e encher meu coração de carinho e cultura.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida.

Meu mais sincero obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO 8

ABSTRACT 9

INTRODUÇÃO 10

MÉTODOS 12

Área de estudo 12

Descrição das fitofisionomias 14

Coleta de dados 15

Análise dos dados 17

RESULTADOS 18

DISCUSSÃO 24

AGRADECIMENTOS 30

REFERÊNCIAS 31

Distribuição e abundância de primatas em florestas de várzea amazônicas: Efeito de fitofisionomias e do ciclo hidrológico

Esta dissertação foi elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *American Journal of Primatology*, exceto pela língua e posição das figuras e tabelas, disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/10982345/homepage/forauthors.html

Distribuição e abundância de primatas em florestas de várzea amazônicas: Efeito de fitofisionomias e do ciclo hidrológico

Daniele Gomes [134] | Helder L. de Queiroz [2] | Maria A. Lopes [1]

[1] Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.
[2] Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Grupo de Pesquisa em Biologia e Conservação de Primatas, Tefé, Amazonas, Brasil.
[3] daniele_gomes13@hotmail.com
[4] +55(91)982391784

RESUMO

Nas florestas inundáveis de várzea da Amazônia Central, o tempo de inundação, associado a variações no relevo, são fatores limitantes para diversas espécies de árvores, resultando em formações florestais distintas, as fitofisionomias chavascal, várzea baixa e várzea alta. O regime de inundação também pode causar variações espaciais (entre fitofisionomias) e temporais (entre períodos hidrológicos) na riqueza e abundância de primatas nestas florestas. Este estudo visou compreender como a assembleia de primatas responde às variações espaciais e temporais em florestas de várzea da Amazônia Central. Inventariamos os primatas ao longo de nove trilhas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, entre 2008 e 2013 pelo método de transecção linear. Percorremos 414,12 km de trilhas e registramos cinco espécies: guariba-vermelho (*Alouatta juara*), uacari-branco (*Cacajao calvus calvus*), sagui-pigmeu (*Cebuella pygmaea*), macaco-prego (*Sapajus macrocephalus*) e macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta (*Saimiri vanzolinii*). As maiores densidade e biomassa totais ocorreram na várzea alta, enquanto a menor densidade ocorreu na várzea baixa e a menor biomassa no chavascal. O macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta foi a espécie mais abundante na área de estudo e junto com o macaco-prego apresentaram as densidades mais homogêneas entre as fitofisionomias. Guariba-vermelho e uacari-branco foram menos abundantes no chavascal, possivelmente por serem animais com dieta mais especializada, e o chavascal possuir menor diversidade florística. Houve também variação de densidade entre os períodos de inundação, indicando migração de indivíduos de áreas mais baixas e afetadas pela inundação para áreas mais altas e menos afetadas. Todavia, nenhuma espécie apresentou variações significativas de abundância entre os períodos hidrológicos.

Palavras chaves: Amazônia; florestas inundáveis; sazonalidade; assembleia de primatas; platirrinos.

Distribution and abundance of primates in Amazonian varzea forests:
Effect of forest types and hydrological cycle

ABSTRACT

In the floodplain (varzea) forests of the Central Amazon, the duration of flooding and variations in the relief are limiting factors for several species of plants, resulting in different forest formations or forest types, called *chavascal*, low and high varzea forest. The flooding rivers regime along the year can cause spatial (among forest types) and temporal (among hydrological periods) variations in primate richness and abundance of primates in these forests. This study aimed to understand how the primate assembly responds to spatial and temporal variations in the Amazonian varzea forests. We surveyed primates along nine trails in the Mamirauá Sustainable Development Reserve between 2008 and 2013, using the line-transect method. We censused 414.12 km of trails and recorded five primate species: juruá red howler monkey (*Alouatta juara*), white uacari monkey (*Cacajao calvus calvus*), pygmy marmoset (*Cebuella pygmaea*), large-headed capuchin (*Sapajus macrocephalus*) and black-headed squirrel monkey (*Saimiri vanzolinii*). The highest density and biomass of primates we recorded in the high varzea, while the lowest density in the low varzea and lowest biomass in the chavascal forests. Black-headed squirrel monkey was the most abundant species in the study area and along with the large-headed capuchin showed the most homogeneous densities among forest types. Juruá red howler and white uacari monkeys were less abundant in the chavascal, possibly because they are more specialized diet primates, and the chavascal has less floristic diversity. There was also variation in total density and biomass between periods of flooding in the high varzea, indicating migration of individuals from lower and more affected by flooding areas to higher and less affected areas. However, no species of primate showed significant variations in abundance between hydrological periods.

Keywords: Amazonia; floodplain forest; seasonality; primate assembly; platyrrhini.

INTRODUÇÃO

As várzeas correspondem às planícies periodicamente inundadas por rios ricos em sedimentos e materiais em suspensão, formando uma paisagem altamente dinâmica e produtiva, caracterizada pela formação de depressões, bancos de areia e lagos (Hoorn & Wesselingh, 2010; Junk, Bayley, & Sparks, 1989; Junk et al., 2011; Prance, 1979). Na Amazônia Central, as várzeas apresentam um pulso de inundação monomodal, resultando em um período anual de águas altas e águas baixas (Junk et al., 1989). A interação entre topografia e a dinâmica hidrológica nas várzeas resulta em variações espaciais tanto no aporte de sedimentos como na altura da coluna d'água durante a fase aquática, originando comunidades vegetais adaptadas às diferenças no regime de inundação (Junk, Piedade, Schöngart, & Wittmann, 2012; Wittmann, Anhuf, & Funk, 2002). Três fitofisionomias de importância para a fauna terrestre são reconhecidas: (1) chavascal, ocorrentes nas áreas mais baixas da várzea; (2) floresta de várzea baixa, encontrada nas áreas de altura intermediária; e (3) floresta de várzea alta, ocorrendo nas áreas mais altas (Ayres, 1993; Junk, Piedade, Schöngart, & Wittmann, 2012; Wittmann, Anhuf, & Funk, 2002).

As variações na estrutura da vegetação e ciclos de inundação podem influenciar diretamente a distribuição e abundância da fauna local. Os primatas, por serem arborícolas, podem permanecer nas florestas de várzea ao longo de todo o ciclo hidrológico e de fato constituem um dos grupos de mamíferos mais frequentes nestas florestas (Peres, 1997). Alguns primatas, como os macacos-de-cheiro (*Saimiri* spp.) e macacos-prego (*Sapajus* spp.), são abundantes, possivelmente devido à sua grande plasticidade comportamental e à dieta diversificada que inclui uma grande variedade de itens alimentares, como invertebrados e frutos (Haugaasen & Peres, 2005; Peres, 1997; Paim et al 2017). Todavia, outras espécies tendem a migrar para florestas de terra firme,

quando adjacentes, durante o período da cheia, particularmente aquelas que forrageiam preferencialmente no sub-bosque, como o sagui-pigmeu (*Cebuella pygmaea*) (Peres, 1997).

A diversidade e uso do hábitat dos primatas neotropicais nas florestas de várzea vêm sendo bastante investigados ao longo dos anos (Haugaasen & Peres, 2005, 2009; Peres, 1997), principalmente no médio Solimões (Alves et al., 2010; Ayres, 1986; Paim et al., 2013; Queiroz, 1995; Ross, 2010; Rylands & Bernardes, 1989; Valsecchi, 2005). Entretanto, nenhum destes estudos levou em consideração as diversas fitofisionomias de várzea e suas influências na distribuição e abundância das assembleias de primatas. Tais informações são importantes para o delineamento de estratégias de conservação do grupo, uma vez que projeções sobre o clima futuro da Amazônia indicam um aumento na precipitação e no nível de inundação na porção ocidental do bioma (Marengo & Espinoza, 2016; Sorribas et al., 2016), sugerindo a ocorrência de alteração na proporção das fitofisionomias das florestas de várzea, o que afetaria particularmente as espécies que fazem uso diferenciado destes ambientes.

Neste estudo visamos compreender como primatas respondem às variações espaciais e temporais do regime de inundação nas florestas de várzea, buscando responder às seguintes perguntas: (1) há diferenças na composição e abundância de primatas entre as fitofisionomias? Esperamos que a riqueza e abundância de primatas sejam menores no chavascal, que apresenta uma floresta de menor diversidade florística e mais baixa, com menor número de árvores por unidade de área e quantidade elevada de arbustos e lianas (Ayres, 1993; Junk et al., 2012; Wittmann, Schöngart, & Junk, 2010); e (2) o ciclo hidrológico influencia a abundância dos primatas de maneira diferente em cada uma das três fitofisionomias? Esperamos que durante a cheia, a abundância dos primatas seja

maior na várzea alta, devido à migração dos animais das áreas mais baixas. Com o aumento da inundação, o espaço de hábitat disponível para espécies arborícolas diminui e alguns primatas, particularmente aqueles que forrageiam preferencialmente no sub-bosque, deixariam as áreas mais baixas para evitar um aumento da competição. Além disso, algumas árvores do chavascal ficam submersas, tornando o dossel descontínuo e dificultando a locomoção dos primatas.

Essas informações são importantes para aumentar o entendimento sobre a estruturação de assembleia de primatas em ambientes amazônicos altamente heterogêneos e dinâmicos. Além disso, poderão servir de base para modelagens do futuro das assembleias de primatas nas florestas de várzea da Amazônia, no cenário de alterações no nível de inundação provocadas pelas mudanças climáticas.

MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), localizada no centro-oeste do estado do Amazonas, na região do médio Rio Solimões (03°08'- 02°36'S, 64°45'- 67°13'W; Figura 1), compreendendo de 11,240 km² florestas alagáveis por rios de água branca. A variação no nível das águas dos rios provoca uma inundação sazonal, cuja amplitude média é de 10,6 m (± 1,84 m) (Ramalho et al., 2009). O período de águas altas (cheia) se inicia em meados de maio e se estende até julho, com pico ocorrendo em junho. A vazante ocorre entre julho e setembro. O período de águas baixas (seca) ocorre de meados de setembro até novembro, com pico em outubro. E a enchente ocorre de meados de novembro até maio (Ramalho et al., 2009).

O gradiente de inundação e a ocorrência das fases aquática e terrestre resultam em um mosaico de fitofisionomias complexo na RDSM (Figura 1), incluindo 832 km^2 (18%) de chavascal, 1.753 km^2 (37,7%) de floresta de várzea baixa, 873 km^2 (18,7%) de floresta de várzea alta, 711 km^2 (15,3%) de corpos de água e 480 km^2 (10,3%) de vegetação herbácea / solo nu (Ferreira-Ferreira et al., 2014). As três primeiras fitofisionomias são importantes para a fauna arborícola da RDSM, onde ocorrem 11 espécies de primatas: guariba-vermelho (*Alouatta juara* Elliot 1910), macaco-da-noite (*Aotus cf. vociferans* Spix 1823), macaco-aranha (*Ateles chamek* Humboldt 1812), uacari-branco (*Cacajao calvus calvus* I. Geoffroy 1847), uacari-vermelho (*Cacajao calvus rubicundus* I. Geoffroy & Deville, 1848), sagui-pigmeu (*Cebuella pygmaea* Spix 1823), macacos-de-cheiro (*Saimiri cassiquiarensis* Lesson 1840) e (*Saimiri macrodon* Elliot 1907), macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta (*Saimiri vanzolinii* Ayres 1985), macaco-prego (*Sapajus macrocephalus* Spix 1823) e parauacu (*Pithecia cazuzai* Marsh, 2014) (Alves et al., 2010; Ayres, 1986, 1993; Marsh, 2014; Paim et al., 2013; Rabelo et al., 2014; Valsecchi, 2005; Vieira, Oliveira, & Queiroz, 2008). Seguimos a classificação taxonômica de primatas proposta por (Rylands, 2012).

As espécies não ocorrem de maneira homogênea em toda a reserva, e na área do estudo são registradas apenas quatro delas: guariba-vermelho, uacari-branco, macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta e macaco-prego (Paim, El Bizri, Paglia, & Queiroz, 2019; Ross, 2010), uma delas, o macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta, categorizada como vulnerável pela IUCN (Boubli & Rylands, 2008) e livro vermelho da fauna ameaçada (ICMBio/MMA, 2018).

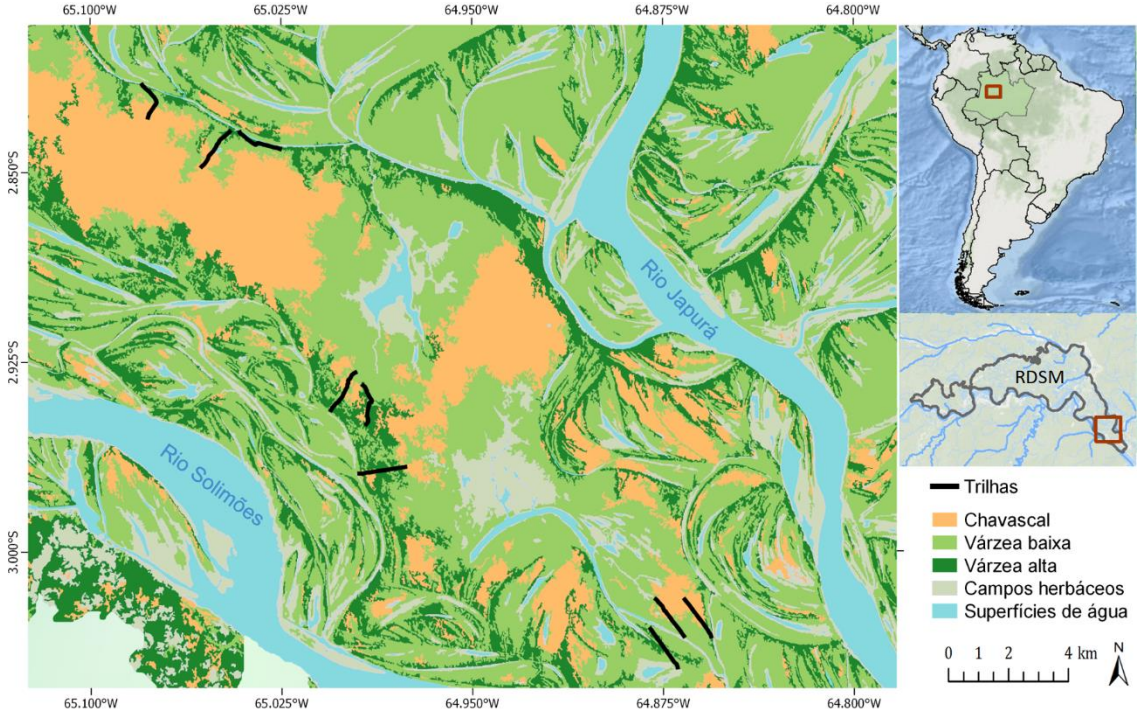

Figura 1 Cobertura do solo e posição das trilhas na área do estudo na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM).

Descrição das fitofisionomias

Consideramos as três principais fitofisionomias de várzea disponíveis para os primatas: chavascal, floresta de várzea baixa e floresta de várzea alta. A classificação segue Junk et al. (2012), Wittmann et al. (2002) e Wittmann et al. (2010).

1. Chavascal (Ch): floresta esparsa, de menor porte e maior espaçamento entre as árvores, com ocorrência de muitos cipós, espinheiros e arbustos, que se desenvolvem em áreas baixas, sobre um solo mal drenado e pantanoso. Permanecem inundadas durante 180-240 dias por ano, com nível máximo de inundação variando entre cinco e sete metros. Apresenta menor diversidade de árvores que as outras duas fitofisionomias, uma vez que poucas espécies são capazes de resistir a longos períodos parcialmente submersas.

2. Floresta de várzea baixa (Vb): vegetação adaptada a alagamentos prolongados, apresenta diversas espécies endêmicas e apenas 10% de espécies arbóreas similares à terra firme. O sub-bosque é frequentemente mais limpo que o do chavascal, com boa visibilidade. Encontrada nas áreas de altitude intermediária, e é inundada por mais de 90 dias/ano, com nível máximo de coluna d'água acima de três metros.
3. Floresta de várzea alta (Va): vegetação similar à da terra firme, compartilhando em torno de 30% das espécies. A dinâmica da comunidade e a arquitetura da copa são mais complexas, com maiores valores de biomassa, riqueza e diversidade de espécies. Ocorre nas partes mais altas da várzea, com geomorfologia de relativa estabilidade, e é inundada por menos de 90 dias/ano, com nível máximo de inundação abaixo de três metros. A altura do dossel varia de 30 a 35 m, com árvores emergentes atingindo até 45 m.

Coleta de dados

Estabelecemos nove trilhas de dois quilômetros de extensão na região sudeste da RDSM (Figura 1), cobrindo as três fitofisionomias da floresta. As amostragens de primatas foram realizados através do método de transecção linear, no qual o observador se desloca ao longo de transecções (trilhas) previamente estabelecidas, registrando as espécies de interesse (Buckland et al., 2001). As trilhas foram percorridas a pé (na seca) ou em canoas (na cheia), entre 7:00 e 12:00, a uma velocidade de aproximadamente 1,0 km/h. As coletas foram realizadas entre 2008 e 2013, seguindo o método proposto por Paim et al (2019). Para cada detecção de um primata foram registrados: espécie, número de indivíduos, distância perpendicular entre o animal e a trilha, fitofisionomia (chavascal, floresta de várzea baixa e floresta de várzea alta) e a data. Para evitar possíveis efeitos da

presença dos observadores e o registro do mesmo indivíduo ou grupo mais de uma vez, as trilhas foram percorridas em apenas uma direção e novamente amostradas após intervalos de, no mínimo, dois dias.

A área amostrada de cada fitofisionomia diferiu entre as trilhas, refletindo o padrão de distribuição natural em mosaico das fitofisionomias na área do estudo (Figura 1). Para evitar vieses na comparação entre trilhas, padronizamos as medidas de abundância dos primatas em termos de densidade e biomassa. A largura da área amostrada ao longo das trilhas foi definida em 100 metros, 50 m de cada lado das trilhas. O valor de 50 m foi escolhido a partir das curvas de detecção (distribuição das distâncias perpendiculares dos avistamentos de primatas durante as amostragens); mais de 90% dos avistamentos ocorreram dentro desta distância.

A definição da composição de fitofisionomias da área de amostragem foi realizada com base na sobreposição das trilhas ao mapa da vegetação da RDSM (Ferreira-Ferreira et al. 2014). Neste processo, algumas fitofisionomias não foram computadas ou foram estimadas como menos de 1% da área de amostragem. Um ajuste na composição de fitofisionomias se fez necessário em cinco trilhas, uma vez que houve um número significativo de registros de primatas durante os censos nestas fitofisionomias não computadas ou estimadas em baixa proporção. O ajuste consistiu na definição de uma área mínima para cada fitofisionomia nestes casos, usando como base o possível erro de 7% indicado pelos autores da classificação da vegetação em Ferreira-Ferreira et al. (2014).

Para medir a abundância, utilizamos a densidade e a biomassa dos primatas por km^2 amostrado. Estimamos a biomassa utilizando a massa corporal de cada espécie obtida a partir da média entre macho e fêmea adultos disponibilizadas na revisão de Smith and

Jungers (1997). A unidade amostral corresponde a abundância registrada em cada fitofisionomia (N = 3) de cada trilha (N = 9), somando 27 unidades amostrais. Para comparar a assembleia de primatas nas três fitofisionomias, usamos todos os registros realizados durante o estudo, mas para avaliar se as assembleias variam ao longo do ciclo hidrológico, utilizamos os registros de abril (enchente), maio a julho (cheia) para representar o período de cheia, e os registros de setembro (vazante) e de outubro a dezembro (seca) para representar o período de seca. Optamos por não calcular a densidade por grupo, uma vez que as estruturas sociais das espécies registradas apresentam a estratégia de fissão-fusão, não nos permitindo determinar se as unidades sociais registradas eram grupos ou subgrupos.

Análise dos dados

Buscando identificar variações na abundância das assembleias de primatas, calculamos a densidade e biomassa da assembleia de primatas por fitofisionomia, somando os valores de cada espécie em cada trilha e calculando a média entre as trilhas. O mesmo foi feito para o cálculo da densidade e biomassa da assembleia durante os dois períodos hidrológicos (seca e cheia). As diferenças estatísticas foram testadas através da análise de variância (ANOVA). A espécie registrada apenas uma vez (sagui-pigmeu) durante as amostragens foi retirada das análises estatísticas.

Utilizamos a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para explorar a similaridade/dissimilaridade da assembleia de primatas entre as fitofisionomias incluindo todo o ciclo hidrológico e entre as fitofisionomias na cheia e seca. As densidades foram transformadas usando log (x+1) para balancear os valores, e aplicado o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Em seguida, testamos as diferenças nas assembleias de

primatas por meio de Análise Multivariada de Variância Permutacional (PERMANOVA) (Anderson, Gorley, & Clarke, 2008). Para identificar entre quais fitofisionomias havia diferença e a quais espécies as diferenças estavam associadas, realizamos testes *post-hoc* de comparações pair-wise (Anderson et al., 2008). Os testes foram executados no programa PRIMER 6, versão 6.1.13, & PERMANOVA+, versão 1.0.3 (Anderson et al. 2008).

Também investigamos as diferenças na assembleia de primatas entre as fitofisionomias através da análise de variância (ANOVA) dois fatores (fitofisionomias e espécies). Os dados de densidade das espécies foram previamente normalizados. Quando os resultados indicaram diferenças entre tratamentos, realizamos testes *post-hoc* de Tukey para identificar entre quais fitofisionomias havia diferença e a quais espécies as diferenças estavam associadas. Para os dados de uacari, como os resíduos da análise não tiveram distribuição normal, comparamos sua densidade através do teste Kruskal-Wallis, seguido de um teste *post-hoc* de Dunn para identificar quais fitofisionomias diferiam entre si. Realizamos as mesmas análises para a assembleia de primatas entre seca e cheia somente para a fitofisionomia várzea alta, que foi a única que apresentou diferenças na análise de PERMANOVA. Realizamos estes testes no ambiente R, versão 3.4.1 (R Core Team, 2017). Todos os gráficos foram também desenvolvidos no ambiente R, através do pacote ggplot2 (Wickham, 2016).

RESULTADOS

Realizamos 238 amostragens, percorrendo 414,12 km de trilhas e amostrando uma área de 43,61 km² de floresta de várzea. Destes, 12,13 km² foram em chavascal, 18,92 km² em várzea baixa e 12,55 km² em várzea alta, amostragens concordantes com as porcentagens de cada fitofisionomias na RDSM, de acordo com Ferreira-Ferreira et al.

(2014). Durante a cheia realizamos 91 amostragens, amostrando 3,8 km² de chavascal, 6,23 km² de várzea baixa e 5,08 km² de várzea alta. Na seca realizamos e 60 amostragens, cobrindo 4,19 km² de chavascal, 4,98 km² de várzea baixa e 3,72 km² de várzea alta.

Das 11 espécies que ocorrem na RDSM, registramos apenas cinco na área do estudo (Tabela 1), das quais apenas quatro já haviam sido registradas anteriormente. Estas quatro espécies já registradas ocorreram nas três fitofisionomias, enquanto a espécie recém registrada foi observada apenas na várzea alta (Tabela 1). Guariba-vermelho, uacari-branco e macaco-prego apresentaram densidades médias maiores em várzea alta e menores em chavascal, enquanto o macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta (a partir de agora: macaco-de-cheiro) apresentou densidades maiores em chavascal e semelhantes entre várzea baixa e alta (Tabela 1).

Tabela 1 Espécies observadas, número de indivíduos, densidade (número de indivíduos/km² amostrado) ± desvio padrão (DP) em cada fitofisionomia da várzea.

Família		**Nº de indivíduos**	**Densidade Média ± DP (Nº de indivíduos/km²)**		
Espécie	**Nome comum**		**Chavascal**	**Várzea baixa**	**Várzea alta**
Atelidae					
Alouatta juara	Guariba-vermelho	688	6,9 ± 10	19 ± 15,4	33,2 ± 38,6
Pitheciidae					
Cacajao calvus calvus	Uacari-branco	227	0,2 ± 0,4	5,4 ± 8,7	17,8 ± 30
Callitrichidae					
Cebuella pygmaea	Sagui-pigmeu	8	-	-	0,6 †
Cebidae					
Sapajus macrocephalus	Macaco-prego	697	18,8 ± 13,1	16,7 ± 13,9	25 ± 22,9
Saimiri vanzolinii	Macaco-de-cheiro	4.732	164,1 ± 144,1	132,3 ± 92,1	133,5 ± 84,2
Total		**6.357**	**189,9 ± 152**	**173,4 ± 124,7**	**209,5 ± 110,6**

†: Registrada em apenas uma trilha

A densidade total de primatas por fitofisionomia foi maior em várzea alta e menor em várzea baixa (Tabela 1). Apesar das densidades de três das quatro espécies serem menores em chavascal, a alta densidade de macaco-de-cheiro, especialmente no chavascal, foi preponderante para colocar esta fitofisionomia entre as outras duas, em termos de densidade total de primatas (Tabela 1). Todavia, essas diferenças não foram comprovadas estatisticamente (F = 0,154; gl = 2; *P* = 0,86).

A biomassa total de primatas também foi maior em várzea alta, mas diferentemente da densidade, a menor biomassa total de primatas foi registrada no chavascal, com diferenças mais acentuadas entre as fitofisionomias que a densidade (Tabela 1). Apesar dos macacos-de-cheiro apresentarem grupos numerosos, são primatas de pequeno porte, enquanto guariba-vermelho e uacari-branco, que foram mais abundantes na várzea baixa que no chavascal, são primatas de maiores, contribuindo para tornar a biomassa de primatas maior na várzea baixa que no chavascal. Tais diferenças também não foram significativas (F = 1,642; gl = 2; *P* = 0,21), mas sugerem que pode haver diferenças na composição e abundância dos primatas em cada fitofisionomia.

x

Tabela 2 Massa corporal (média para machos e fêmeas adultos) e biomassa (massa corporal/km² amostrado) ± desvio padrão (DP) das espécies de primatas nas três fitofisionomias de várzea da RDSM. Os dados de massa corporal foram obtidos de referência Smith & Jungers (1997).

Espécie	**Massa corporal (kg)**	**Biomassa Média ± DP (kg/km²)**		
		Chavascal	**Várzea baixa**	**Várzea alta**
Guariba-vermelho	5,95	40,8 ± 59,5	112,9 ± 91,7	197,4 ± 229,6
Uacari-branco	3,165	0,7 ± 1,2	17,2 ± 27,6	56,4 ± 94,9
Sagui-pigmeu	0,116	-	-	0,1 †
Macaco-prego	3,085	58 ± 40,5	51,7 ± 42,9	77,2 ± 70,7
Macaco-de-cheiro	0,8	131,2 ± 115,3	105,8 ± 73,7	106,8 ± 67,4
Total		**230,8 ± 156,2**	**287,6 ± 220,8**	**437,8 ± 306,9**

†: Registrada em apenas uma trilha

A ordenação dos pontos de amostragem sugere diferenças nas assembleias de primatas entre as três fitofisionomias (Pseudo-F = 3,288; gl = 2; *P* = 0,004; Figura 2), com distinção entre o chavascal e a várzea alta (Pair-wise: *P* < 0,001; Figura 2). A distinção está relacionada a diferenças na abundância dos primatas, uma vez que as quatro espécies incluídas nas análises (guariba-vermelho, uacari-branco, macaco-prego e macaco de cheiro) foram registradas nas três fitofisionomias (F = 16,38, gl = 2; *P* = 0,002). As densidades de primatas registradas no chavascal foram significativamente menores que na várzea alta (Tukey: *P* < 0,05) (Tabela 1).

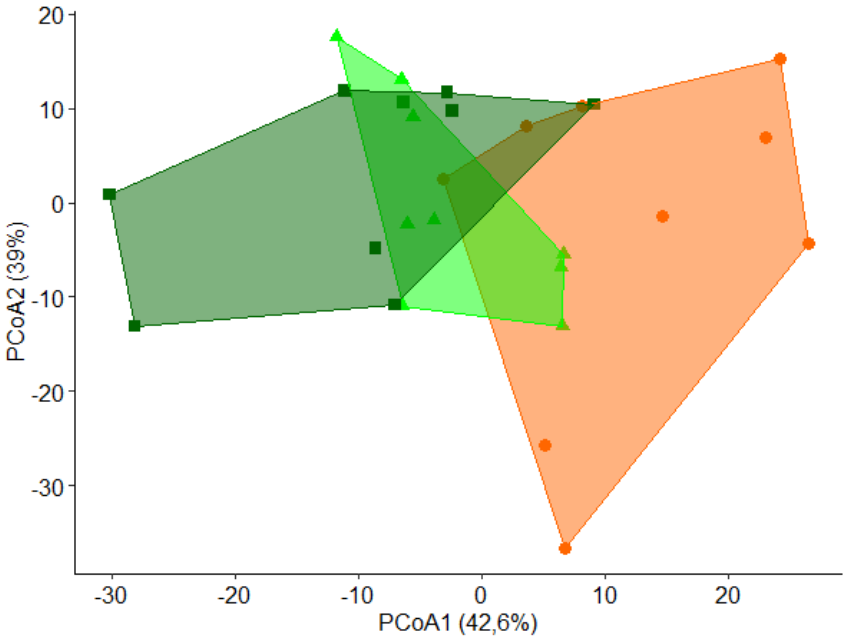

Figura 2 Análise das Coordenadas Principais (PCoA) da assembleia de primatas nas fitofisionomias de várzea. Os círculos em laranja representam os pontos de amostragem no chavascal, os triângulos em verde claro os pontos de amostragem na várzea baixa e os quadrados em verde escuro os pontos de amostragem na várzea alta.

Comparando a densidade das espécies em cada fitofisionomia, macaco-de-cheiro foi a espécie com as maiores densidades nas três fitofisionomias (Tukey: *P* < 0,05; Figura

2), sendo 8,7 e 23,9 vezes mais abundante no chavascal que macaco-prego e guariba-vermelho, a segunda e terceira espécies mais abundantes nesta fitofisionomia; 7,0 e 7,9 vezes mais abundante que guariba-vermelho e macaco-prego na várzea baixa, respectivamente; e 4,0 e 5,3 vezes mais abundante que guariba-vermelho e macaco-prego na várzea alta, respectivamente. Quanto as diferenças de densidade de cada espécies entre as três fitofisionomias, apenas uacari-branco apresentou diferença significativa na densidade (H = 11,614; gl = 2; P = 0,003), sendo menor no chavascal que nas várzeas baixa e alta (Dunn: $P < 0,05$; Figura 3b).

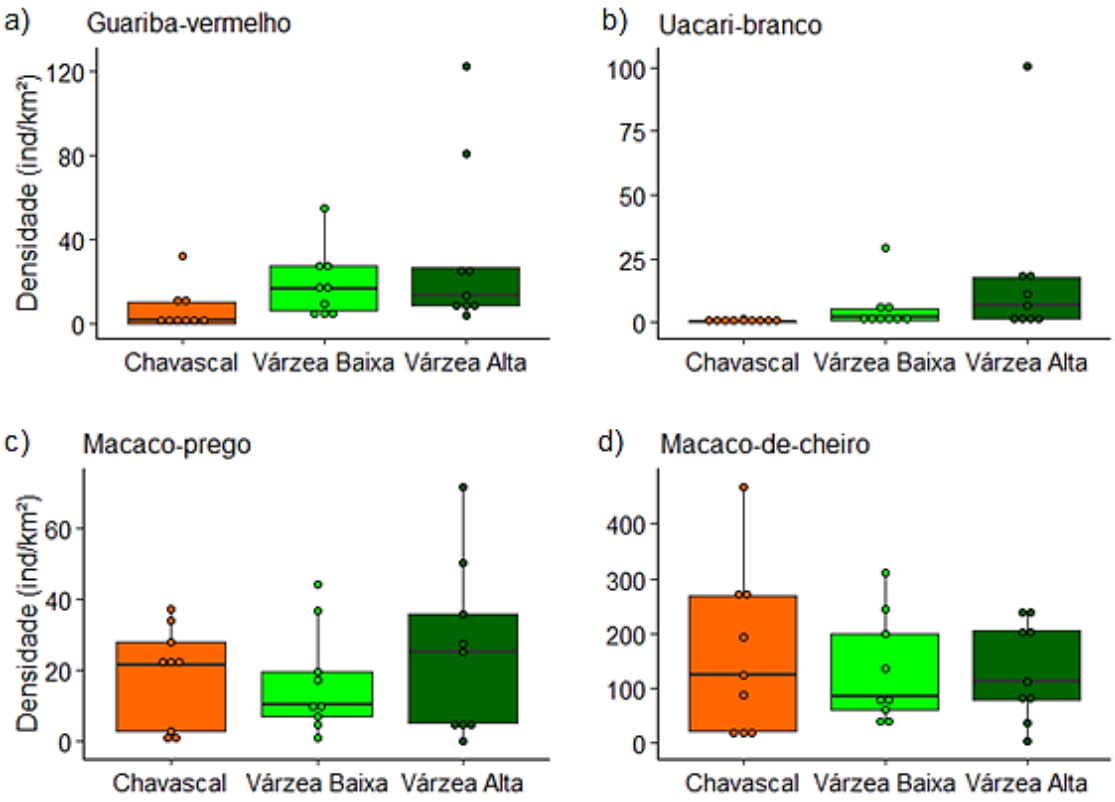

Figura 3 Densidade por fitofisionomia das quatro espécies de primatas registradas nas nove trilhas. A linha horizontal representa a mediana, os círculos representam os pontos amostrais (trilhas), os blocos representam o primeiro e terceiro quartil, as linhas representam os valores mínimos e máximos e os círculos isolados representam os outliers.

Nas análises das fitofisionomias durante os dois períodos hidrológicos, a densidade e a biomassa da assembleia de primatas diferiram apenas entre os períodos hidrológicos (H = 4,907; gl = 1; P = 0,02; H = 7,582; gl = 1; P = 0,005, respectivamente), sem distinção entre as fitofisionomias (Tabela 3). Sagui-pigmeu foi a única espécie registrada em apenas um período, na seca. As demais espécies foram registradas nos dois períodos e, em geral, apresentaram maiores densidades na cheia.

Tabela 3 Densidade (número de indivíduos/km²) ± desvio padrão (DP) por período hidrológico em cada fitofisionomia da várzea.

Espécie	**Densidade ± DP (Nº de indivíduos/km²)**					
	Chavascal		**Várzea baixa**		**Várzea alta**	
	Cheia	**Seca**	**Cheia**	**Seca**	**Cheia**	**Seca**
Guariba-vermelho	15,2 ± 20,9	0,2 ± 0,5	22,9 ± 24,9	12,7 ± 11,4	73,1 ± 106,4	8,2 ± 17,8
Uacari-branco	0,2 ± 0,5	0,4 ± 1,1	1 ± 1,6	6,1 ± 7,6	41,3 ± 107	3,4 ± 4,3
Sagui-pigmeu	-	-	-	-	-	2,1 †
Macaco-prego	27,6 ± 31,9	13,9 ± 19,1	17,2 ± 14,9	9,5 ± 8,6	36,9 ± 37,9	2,7 ± 7,5
Macaco-de-cheiro	194,6 ± 255,7	88,9 ± 126,1	189,5 ± 172,1	95,3 ± 77,1	186 ± 164,3	105,5 ± 134,8
Total	**237,6 ± 269,4**	**103,3 ± 135,7**	**230,6 ± 193,9**	**123,7 ± 95,9**	**337,4 ± 302,8**	**119,7 ± 140,3**

†: Registrada em apenas uma trilha.

A ordenação das assembleias de primatas das três fitofisionomias durante os dois períodos hidrológicos também sugere uma separação entre os períodos de cheia e seca (Pseudo-F = 4,431; gl = 1; P = 0,004). O agrupamento difere ao longo do primeiro eixo da ordenação entre os dois períodos hidrológicos apenas na várzea alta (Pair-wise: P = 0,003; Figura 4), devido a diferença na abundância de primatas (F = 46,64; gl = 1; P < 0,001). O período de cheia apresentou maiores estimativas de densidade de primatas comparado ao período de seca na mesma fitofisionomia (Tukey: P < 0,05). Todavia,

examinando as espécies individualmente, nenhuma apresentou diferença significativa de densidade entre os dois períodos hidrológicos (Tukey: $P > 0,05$).

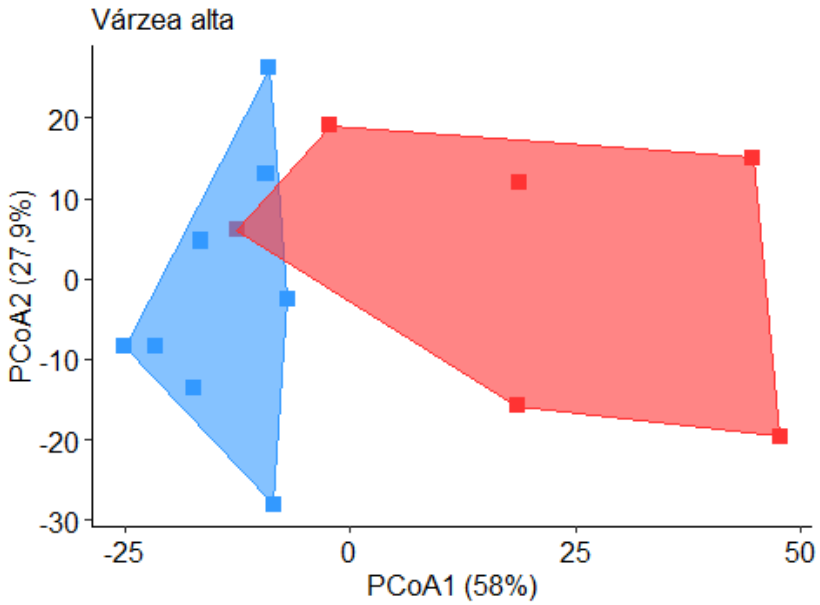

Figura 4 Análise das Coordenadas Principais (PCoA) da fitofisionomia de várzea alta entre os períodos de inundação. Os quadrados em azul representam os pontos de amostragem durante a cheia e em vermelho durante a seca.

DISCUSSÃO

As assembleias de primatas da RDSM diferem entre as três fitofisionomias, principalmente em termos de abundância de primatas, uma vez que quatro das cinco espécies estão presentes nas três fitofisionomias. Mesmo que a densidade da assembleia não tenha indicado variações expressivas entre as fitofisionomias, as variações na biomassa da assembleia evidenciam diferenças na composição de primatas, particularmente entre chavascal e várzea alta. Juntas, as diferenças nas densidades e biomassas corroboram nossa hipótese de que as variações no ambiente são percebidas pelos primatas e influenciam suas distribuições entre as três fitofisionomias da floresta de várzea.

A maior densidade em várzea alta pode ser reflexo à maior complexidade estrutural desta fitofisionomia (Wittmann et al., 2010), que apresenta maior diversidade florística e árvores de maior porte, além da maior estabilidade, uma vez que permanece menos tempo inundada ao longo do ciclo hidrológico (Ayres, 1993; Junk et al., 2012; Wittmann et al., 2002). Por outro lado, a menor abundância de primatas no chavascal reflete a baixa ocorrência de duas espécies (guariba-vermelha e uacari-branco) com a dieta mais especializada dentre as espécies da região, e os baixos registros podem ser consequência da menor variedade de itens alimentares presentes nesta fitofisionomia (Ayres, 1986, 1993; Queiroz, 1995), além da característica emaranhada da vegetação, que pode dificultar a movimentação principalmente de guariba-vermelho, espécie de maior tamanho corporal da RDSM.

Apesar da várzea alta não ser a fitofisionomia predominante (18,7% contra 37,7% das várzeas baixas na RDSM) (Ferreira-Ferreira et al., 2014), é a que abriga a maior densidade e biomassa de primatas na área do estudo, sugerindo uma influência da qualidade do hábitat na distribuição dos primatas. A densidade e biomassa de primatas registradas em várzea alta neste estudo (209,5 ± 110,6 ind./km²; 437,8 ± 306,9 ind./km², respectivamente) são superiores a densidades e biomassas registradas em florestas de terra firme (172 ± 35 ind./km²; 223 ± 100 kg/km², respectivamente), e próximas a de outras áreas de floresta de várzea na Amazônia (225 ± 94 ind./km²; 471 ± 222 kg/km²) (Peres, 1997), enquanto as regiões de chavascal e várzea baixa apresentam densidade (189,9 ± 152 ind./km²; 173,4 ± 124,7 ind./km2, respectivamente) e biomassa (230,8 ± 156,2 kg/km²; 287,6 ± 220,8 kg/km², respectivamente) semelhantes a florestas de terra firme. A elevada biomassa de primatas na floresta de várzea alta se deve principalmente

a alta densidade de guariba-vermelho (33,2 ind./km²), que é a espécie de maior tamanho corporal dentre os primatas da região (5,9 kg).

Macaco-de-cheiro foi o primata com as maiores densidades nas três fitofisionomias da área de estudo, destacando-se das demais em todas as fitofisionomias, principalmente no chavascal. As espécies do gênero *Saimiri* são generalistas e frequentemente abundantes em florestas inundáveis da Amazônia ocidental (Haugaasen & Peres, 2005; Peres, 1993), consumindo mais frutos durante o período de frutificação e invertebrados durante a escassez de frutos (Paim et al. 2017). Na RDSM, maiores abundâncias da espécie nos chavascais já foram observadas (Paim, 2008), todavia as estimativas de densidade não foram feitas separadamente para as fitofisionomias. As razões desta preferência ainda não são claramente identificadas, mas sabe-se que esta fitofisionomia oferece condições necessárias para sua sobrevivência (Paim, 2008), e sua dieta generalista possibilita que aproveite mais amplamente dos itens disponíveis na várzea em geral.

No chavascal, o macaco-prego foi a segunda espécie de primata de maior densidade, seguida de guariba-vermelho e uacari-branco, com pouquíssimos registros. Assim como o macaco-de-cheiro, o macaco-prego é generalista (Fragaszy, Visalberghi, & Fedigan, 2004), e pode aproveitar de maneira mais ampla os recursos disponíveis no chavascal, além de se favorecer da menor ocorrência de guariba-vermelho e uacari-branco, que tiveram suas menores abundâncias nesta fitofisionomia. Uacari-branco apresenta a dieta mais especializada dentre os primatas da região, consumindo principalmente sementes de frutos imaturos (Ayres, 1986). Foi registrado apenas quatro vezes no chavascal, indicando uma ocupação ocasional nesta fitofisionomia, e frequentando com mais regularidade a várzea alta, o que pode ser resultado da dieta

restrita da espécie, em que metade advém de apenas cinco espécies de plantas (Ayres, 1986), e menor diversidade florística no chavascal e maior na várzea alta.

Nas várzeas baixa e alta, guariba-vermelho foi a segunda espécie de maior densidade, seguida de macaco-prego e uacari-branco. As espécies do gênero *Alouatta* são comuns em florestas de várzea, pois são as espécies de primatas mais folívoras do Neotrópico (Bicca-Marques & Calegaro-Marques, 1995; Milton, 1980), e sua dieta é favorecida pela alta produtividade da várzea, onde as folhas são renovadas anualmente durante a seca dos rios (Queiroz, 1995). Todavia, a distribuição da espécie não se mostrou igual entre as fitofisionomias, ocorrendo em menor abundância no chavascal. Tal variação pode ser o resultado da menor diversidade de itens alimentares do chavascal e do maior tamanho corporal da espécie, dificultando a locomoção na vegetação emaranhada.

Somente na várzea alta foi observado diferença na assembleia de primatas entre os períodos hidrológicos, ocorrendo maior densidade e biomassa da assembleia no período de cheia dos rios. Tal resultado sugere a migração de indivíduos vindos de áreas mais baixas, que pode ocorrer devido à diminuição de espaço disponível com a inundação e, possivelmente, aumento da competição entre as espécies de primatas. Além disso, algumas árvores no chavascal ficam submersas durante a cheia, tornando o dossel mais descontínuo, dificultando ainda mais a locomoção dos indivíduos. Todavia, a densidade total de primatas não variou entre os períodos hidrológicos no chavascal e na várzea baixa, sugerindo que a influência da inundação é similar nas duas fitofisionomias. Entretanto, deve se considerar a possível influência das amostragens serem realizadas em canoas durante a cheia, colocando o observador mais próximo do dossel, que além de fazer menos barulho, facilita a detecção dos animais.

A elevada abundância de primatas na várzea alta durante a cheia se deve especialmente às altas densidades de uacari-branco nesta fitofisionomia e quase ausência nas demais fitofisionomias. Já no período da seca, não houve diferença na densidade e biomassa da assembleia entre as fitofisionomias. Além da ausência dos efeitos limitantes da inundação, este é o período de menor produção de frutos (Parolin, Wittmann, & Schöngart, 2010; Paim et al 2017), o que leva os animais a expandirem suas áreas de vida na busca de alimentos alternativos, incluindo áreas menos frequentadas durante o período de cheia.

As densidades das espécies de primatas durante os dois períodos, em geral, foram menores no chavascal e maiores na várzea alta, com exceção de macaco-prego que apresentou um padrão inverso durante a seca, conforme já observado por Ayres (1986) na mesma área de estudo, sugerindo uma tendência que ainda não pode ser confirmada pelos dados disponíveis. É possível que macaco-prego seja de fato uma exceção ao padrão geral. A alta plasticidade ecológica e comportamental (Fragaszy et al., 2004) podem estar favorecendo a espécie no uso de hábitats de menor qualidade e de recursos alimentares alternativos nos períodos de escassez de frutos.

As maiores densidades das espécies ocorreram durante a cheia nas três fitofisionomias, com exceção de uacari-branco. No chavascal, as densidades desta espécie foram muito baixas e similares entre os períodos hidrológicos; já na várzea baixa a densidade foi maior na seca, enquanto na várzea alta a densidade foi maior na cheia. Esse padrão indica que uacari-branco, além de evitar o chavascal durante todos os períodos, evita também a várzea baixa durante a cheia, frequentando principalmente a várzea alta. Sua maior densidade na várzea baixa durante a seca, maior até que na várzea alta durante

este período sugere que a inundação influencia o uso do hábitat, tornando a várzea baixa menos atrativa para a espécie durante a cheia.

A espécie de macaco-de-cheiro-da-cabeça-preta aparece como 'vulnerável' na Lista Vermelha global da IUCN (Boubli & Rylands, 2008; Veiga & Boubli, 2008) e livro vermelho da fauna ameaçada (ICMBio/MMA, 2018) e, junto com o uacari-branco, estão entre as espécies de primatas com menores áreas de distribuição geográfica do Neotrópico (Bowler et al. 2013; Paim et al. 2013). O uacari-branco ocorre somente em florestas de várzea e 87% da população conhecida está na RDSM (Bowler et al. 2013), enquanto que o macaco-de-cheiro tem toda sua distribuição na parte sudeste da RDSM, em uma área de 870 km2 (Paim et al. 2013). Isso torna a conservação da RDSM essencial para a preservação dessas duas espécies.

Informações sobre a distribuição das espécies conforme variações do ambiente poderão ser importantes para a conservação dos primatas nas florestas de várzea, no cenário das mudanças climáticas. Com o aumento previsto da precipitação e no nível da inundação na porção ocidental da Amazônia (Sorribas et al., 2016), espécies podem ser afetadas de maneira diferenciada, especialmente aquelas para as quais as partes mais baixas da várzea constituem importante parte do hábitat. Modelagens sugerem que as mudanças climáticas ocorrerão rapidamente na Amazônia ocidental (Marengo & Espinoza, 2016) e, embora os primatas em geral sejam capazes de migrar, algumas populações podem não conseguir deslocar-se com a agilidade necessária ou adaptar-se a novos ambientes (abióticos e bióticos) diante do cenário de mudanças muito rápidas (Schloss, Nuñez, & Lawler, 2012).

Vários fatores podem influenciar a distribuição e abundância das espécies em ecossistemas naturais, como a estrutura social das espécies, estrutura e composição da

vegetação, heterogeneidade ambiental e distribuição espacial e temporal de recursos (Ayres, 1986). Estes fatores podem influenciar tanto na própria abundância como na detectabilidade dos animais. Entretanto as diferenças observadas na abundância das espécies entre os pontos de amostragem na área de estudo parecem refletir uma característica fundamental das várzeas amazônicas que é o alto dinamismo do ambiente. A várzea na RDSM é relativamente jovem, de origem holocênica, e tem a paisagem constantemente modificada por processos de erosão e sedimentação (Klammer, 1984), resultantes de sua alta dinâmica hidrogeomorfológica, como a migração de canais e formação de lagos (Peixoto, Nelson, & Wittmann, 2009; Wittmann, Junk, & Piedade, 2004). O resultado é a formação de um mosaico de ambientes instáveis, anfíbios e aquáticos, mais ou menos recentes e com históricos de formação muito diversos. Assim, as comunidades naturais encontradas nestas várzeas dependem das condições ambientais, mas também são bastante influenciadas pelo acaso associado à trajetória de formação de cada local.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi apoiada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM – OS/MCTI) e por bolsa de mestrado concedida pelo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradecemos aos pesquisadores do IDSM que realizaram a coleta e gerenciamento de dados e que cederam o uso dos mesmos. Aos assistentes de campo da Reserva Mamirauá por seu apoio durante todas as etapas do campo. Ao Dr. Leonardo Magalhães e ao MSc Caio Soares pelo auxílio nas análises estatísticas. Agradecemos também aos avaliadores da dissertação, Dr. Raphael Ligeiro, Dra. Fernanda Paim, Dr. Torbjorn Haugaasen e Dr. Wilson Spironello.

REFERÊNCIAS

Alves, A. R. P., Amaral, E., Arantes, C., Camargo, M., Camilo, Z. C., Damasceno, J. M., … Valsecchi, J. (2010). Volume 1- Diagnóstico. In *Plano de Gestão. Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá RDSM* (p. 116). Tefé, AM.

Anderson, M. J., Gorley, R. N., & Clarke, K. R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER. *Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK*.

Ayres, J. M. (1986). *Uacaris and Amazonian Flooded Forest*. Cambridge University (unpublished doctoral dissertation).

Ayres, J. M. (1993). *As matas de várzea do Mamirauá: médio Rio Solimões*. *Sociedade Civil Mamirauá* (3. ed.). Belém: Sociedade Civil de Mamirauá.

Bicca-Marques, J. C., & Calegaro-Marques, C. (1995). Ecologia alimentar do gênero Alouatta LACÉPEDE, 1799 (PRIMATES, CEBIDAE). *Cadernos UFAC, v. 3*, 23–49.

Boubli, J. P., & Rylands, A. B. (2008). Saimiri vanzolinii. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T19839A9023022. Retrieved 25 January 2020, from https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19839A9023022.en.

Bowler, M., Valsecchi, J., Queiroz, H. L., Bodmer, R., & Puertas, P. (2013). Communities and uacaris: conservation initiatives in Brazil and Peru. *Evolutionary Biology and Conservation of Titis, Sakis and Uacaris*, 359–367. https://doi.org/10.1017/cbo9781139034210.043

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., & Thomas, L. (2001). *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press*. Oxford. https://doi.org/10.2307/2532812

Ferreira-Ferreira, J., Silva, T. S. F., Streher, A. S., Affonso, A. G., De Almeida Furtado,

543 L. F., Forsberg, B. R., … De Moraes Novo, E. M. L. (2014). Combining
544 ALOS/PALSAR derived vegetation structure and inundation patterns to
545 characterize major vegetation types in the Mamirauá Sustainable Development
546 Reserve, Central Amazon floodplain, Brazil. *Wetlands Ecology and Management*,
547 *23*(1), 41–59. https://doi.org/10.1007/s11273-014-9359-1
548 Fragaszy, D. M., Visalberghi, E., & Fedigan, L. M. (2004). *The Complete Capuchin:*
549 *The Biology of the Genus Cebus.* Cambridge University Press.
550 Haugaasen, T., & Peres, C. A. (2005). Primate assemblage structure in Amazonian
551 flooded and unflooded forests. *American Journal of Primatology*, *67*(2), 243–258.
552 https://doi.org/10.1002/ajp.20180
553 Haugaasen, T., & Peres, C. A. (2009). Interspecific primate associations in Amazonian
554 flooded and unflooded forests. *Primates*, *50*(3), 239–251.
555 https://doi.org/10.1007/s10329-009-0135-4
556 Hoorn, C., & Wesselingh, F. P. (2010). *Amazonia: Landscape and Species Evolution: A*
557 *Look into the Past*. John Wiley & Sons.
558 ICMBio/MMA. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção:*
559 *Volume I* (1. ed.). Brasília, DF.
560 Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The Flood Pulse Concept in River-
561 Floodplain Systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *106*,
562 110–127.
563 Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Cohn-Haft, M., Adeney, J. M., &
564 Wittmann, F. (2011). A Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian
565 Lowland Wetlands. *Wetlands*, *31*(4), 623–640. https://doi.org/10.1007/s13157-
566 011-0190-7

Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., & Wittmann, F. (2012). A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, *20*(6), 461–475. https://doi.org/10.1007/s11273-012-9268-0

Klammer, G. (1984). The relief of the extra-Andean Amazon basin. In H. Sioli (Ed.), *The Amazon* (pp. 47–83). Dordrecht: Springer.

Marengo, J. A., & Espinoza, J. C. (2016). Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, *36*(3), 1033–1050. https://doi.org/10.1002/joc.4420

Marsh, L. K. (2014). A Taxonomic Revision of the Saki Monkeys, Pithecia Desmarest, 1804 . *Neotropical Primates*, *21*(1), 1–165. https://doi.org/10.1896/044.021.0101

Milton, K. (1980). *The foraging strategy of Howler Monkeys a study in Primates economics*. New York: Columbia University Press.

Paim, F. P. (2008). *Estudo comparativo das espécies de Saimiri VOIGT, 1831 (Primates, Cebidae) na reserva Mamirauá, Amazonas.* Universidade Federal do Pará. https://doi.org/10.1021/acsami.7b05290

Paim, F. P., Chapman, C. A., de Queiroz, H. L., & Paglia, A. P. (2017). Does Resource Availability Affect the Diet and Behavior of the Vulnerable Squirrel Monkey, Saimiri vanzolinii? *International Journal of Primatology*, *38*(3), 572–587. https://doi.org/10.1007/s10764-017-9968-7

Paim, F. P., de Sousa e Silva Júnior, J., Valsecchi, J., Harada, M. L., & de Queiroz, H. L. (2013). Diversity, Geographic Distribution and Conservation of Squirrel Monkeys, Saimiri (Primates, Cebidae), in the Floodplain Forests of Central Amazon. *International Journal of Primatology*, *34*(5), 1055–1076.

591 https://doi.org/10.1007/s10764-013-9714-8
592 Paim, F. P., El Bizri, H. R., Paglia, A. P., & Queiroz, H. L. (2019). Long-term
593 population monitoring of the threatened and endemic black-headed squirrel
594 monkey (Saimiri vanzolinii) shows the importance of protected areas for primate
595 conservation in Amazonia. *American Journal of Primatology*, *81*(6), e22988.
596 https://doi.org/10.1002/ajp.22988
597 Parolin, P., Wittmann, F., & Schöngart, J. (2010). Tree Phenology in Amazonian
598 Floodplain. In W. J. Junk, M. T. F. Piedade, F. Wittmann, J. Schöngart, & P.
599 Parolin (Eds.), *Amazonian Floodplain Forests* (Vol. 210, pp. 105–126). Dordrecht:
600 Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8725-6
601 Peixoto, J. M. A., Nelson, B. W., & Wittmann, F. (2009). Spatial and temporal
602 dynamics of river channel migration and vegetation in central Amazonian white-
603 water floodplains by remote-sensing techniques. *Remote Sensing of Environment*,
604 *113*(10), 2258–2266. https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.06.015
605 Peres, C. A. (1993). Structure and spatial organization of an Amazonian terra firme
606 forest primate community. *Journal of Tropical Ecology*, *9*(3), 259–276.
607 https://doi.org/10.1017/S026646740000729X
608 Peres, C. A. (1997). Primate community structure at twenty western Amazonian flooded
609 and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology*, *13*(3), 381–405.
610 https://doi.org/10.1017/S0266467400010580
611 Prance, G. T. (1979). Notes on the Vegetation of Amazonia III. The Terminology of
612 Amazonian Forest Types Subject to Inundation. *Brittonia*, *31*(1), 26–38.
613 https://doi.org/10.2307/2806669
614 Queiroz, H. L. (1995). *Preguiças e guaribas: os mamíferos folívoros arborícolas do*

615 *Mamirauá*. Brasília, DF: Sociedade Civil Mamirauá e CNPq.
616 Rabelo, R. M., Silva, F. E., Vieira, T., Ferreira-Ferreira, J., Paim, F. P., Dutra, W., …
617 Valsecchi, J. (2014). Extension of the geographic range of Ateles chamek
618 (Primates, Atelidae): Evidence of river-barrier crossing by an amazonian primate.
619 *Primates*, *55*(2), 167–171. https://doi.org/10.1007/s10329-014-0409-3
620 Ramalho, E. E., Macedo, J., Vieira, T. M., Valsecchi, J., Calvimontes, J., Marmontel,
621 M., & Queiroz, H. L. (2009). Ciclo hidrológico nos ambientes de várzea na
622 Reserva de Desenvolvimento sustentável Mamirauá - Médio rio Solimões, Período
623 de 1990 a 2008. *Uakari*, *5*(1), 61–87.
624 Ross, F. L. (2010). *O Uso de Transectos Lineares para o Monitoramento da*
625 *Mastofauna Arborícola na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá -*
626 *Amazonas - Brasil*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
627 Rylands, A. B. (2012). Taxonomy of the Neotropical Primates - database. *International*
628 *Union for Conservation of Nature (IUCN), Species Survival Commission (SSC),*
629 *Primate Specialist Group, IUCN, Gland*.
630 Rylands, A. B., & Bernardes, A. T. (1989). Two Priority Regions for primate
631 Conservation in the Brazilian Amazon. *Primate Conservation*, *10*, 56-62.
632 Schloss, C. A., Nuñez, T. A., & Lawler, J. J. (2012). Dispersal will limit ability of
633 mammals to track climate change in the Western Hemisphere. *Proceedings of the*
634 *National Academy of Sciences*, *109*(22), 8606–8611.
635 https://doi.org/10.1073/pnas.1116791109
636 Smith, R. J., & Jungers, W. L. (1997). Body mass in comparative primatology. *Journal*
637 *of Human Evolution*, *32*(6), 523–559. https://doi.org/10.1006/jhev.1996.0122
638 Sorribas, M. V., Paiva, R. C. D., Melack, J. M., Bravo, J. M., Jones, C., Carvalho, L., …

639 Costa, M. H. (2016). Projections of climate change effects on discharge and
640 inundation in the Amazon basin. *Climatic Change*, *136*(3–4), 555–570.
641 https://doi.org/10.1007/s10584-016-1640-2
642 Valsecchi, J. (2005). *Diversidade de mamíferos e uso da fauna nas Reservas de*
643 *Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amaná – Amazonas – Brasil*.
644 Universidade Federal do Pará; Museu Paraense Emílio Goeldi.
645 Veiga, L. M., & Boubli, J.-P. (2008). Cacajao calvus ssp. calvus. The IUCN Red List of
646 Threatened Species 2008: e.T3419A9839833. Retrieved 25 January 2020, from
647 https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T3419A9839833.en.
648 Vieira, T., Oliveira, M., & Queiroz, H. L. (2008). Novas Informações Sobre a
649 Distribuição De Cacajao Calvus Na Reserva De Desenvolvimento Sustentável
650 Mamirauá. *Uakari*, *4*(2), 41–51.
651 Wickham, H. (2016). *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Springer.
652 Wittmann, F., Anhuf, D., & Funk, W. J. (2002). Tree species distribution and
653 community structure of central Amazonian várzea forests by remote-sensing
654 techniques. *Journal of Tropical Ecology*, *18*(06), 805–820.
655 https://doi.org/10.1017/S0266467402002523
656 Wittmann, F., Junk, W. J., & Piedade, M. T. F. (2004). The várzea forests in Amazonia:
657 Flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest
658 succession. *Forest Ecology and Management*, *196*(2–3), 199–212.
659 https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.060
660 Wittmann, F., Schöngart, J., & Junk, W. J. (2010). Phytogeography , Species Diversity ,
661 Community Structure and Dynamics of Central Amazonian Floodplain Forests. In
662 W. J. Junk, M. T. F. Piedade, F. Wittmann, J. Schongart, & P. Parolin (Eds.),

Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8725-6_4