



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**INFLUÊNCIA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO DE  
IMPACTO REDUZIDO SOBRE A ASSEMBLEIA DE MORCEGOS  
EM UMA FLORESTA TROPICAL CHUVOSA NO BAIXO RIO  
AMAZONAS**

**ARLISON BEZERRA CASTRO**

Santarém, Pará  
Maio, 2016

ARLISON BEZERRA CASTRO

INFLUÊNCIA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO DE  
IMPACTO REDUZIDO SOBRE A ASSEMBLEIA DE MORCEGOS  
EM UMA FLORESTA TROPICAL CHUVOSA NO BAIXO RIO  
AMAZONAS

Orientador: DR. RODRIGO FERREIRA FADINI

Coorientador: DR. LUIS REGINALDO RIBEIRO RODRIGUES

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Estudos e Manejos da Biodiversidade Amazônica

Santarém, Pará  
Maio, 2016

# DEDICATÓRIA

*Ao meu porto seguro, meus pais José Ribamar Souza Castro e Euzimar Bezerra Castro!  
Meus irmãos Anderson e Elida!  
E minha esposa, Sônia Jacobson Castro pelas trilhas de nossa vida!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente! Pela saúde e perseverança no cumprimento dessa jornada;

Muitas pessoas, de diferentes maneiras e distintos lugares que me ajudaram a concluir este trabalho, pois muitos foram os obstáculos, entretanto, igualmente numerosos foram os incentivos.

Eu agradeço!

Ao professor Dr. Rodrigo Ferreira Fadini pela orientação, dedicação, conselhos, puxadas de orelha e pela oportunidade de me orientar trabalhando com morcegos e pela imensa amizade;

A minha Família que mesmo de longe se faziam tão presentes nos momentos mais difíceis;

Agradeço, à Cooperativa Mista da Flona do Tapajós (COOMFLONA) pela oportunidade da parceria, e todo apoio logístico com transporte e alimentação;

Agradeço, também, aos Cooperados Sérgio Pimentel, ex. presidente da Cooperativa; ao Jean, presidente da Cooperativa; ao Pedro Pantoja chefe de operações; ao Engenheiro Ambiental e aos Técnicos Florestais Junior e Fininho;

Agradeço a equipe de abertura de trilhas, Marquizanon, Victor, Abílio e ao Molequinho pelas fortes emoções durante a abertura dos módulos e por sempre se mostrarem dispostos a ajudar;

Aos grandes parceiros e amigos, Elizandra Figueira, Fabrício Santos e Thaiz Lins, pela imensa ajuda em campo, foram me ajudar, resistiram e cumpriram perfeitamente a missão!

Aos ajudantes de campo Burú e Peo, pela ajuda em campo e dedicação durante as coletas;

À EMBRAPA, por ceder o alojamento “Dendrogene”, onde morei por cerca de 10 meses;

Agradeço ao Professor Edson Varga pelo empréstimo de rede de neblina, ensinamentos e amizade;

Agradeço ao Professor Luis Reginaldo pelo empréstimo de seu equipamento e amizade;

Agradeço ao professor Everton pelo empréstimo de seu densímetro esférico;

Agradeço aos bolsistas do Lab. de Genética Elenilce “Naza”, Kharen e Jonas “Negão” pela amizade;

Agradeço ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), pelas autorizações concedidas para entrada na FLONA-Tapajós. E por gentilmente cederem a casa “Dendrogene”;

Meus agradecimentos aos motoristas de ônibus da BR-163, pelas conversas rumo à base da COOMFLONA. Sou mais grato ainda, aos que paravam e me traziam de volta;

Agradeço, fortemente, a minha esposa Sônia Jacobson Castro pelo carinho e companheirismo até mesmo no campo, firme e forte ao meu lado, nos momentos mais difíceis;

Agradeço aos amigos Dilailson e João pela amizade e momentos de descontração;

Agradeço a Bruna, Brenna e Everton pelos momentos ao longo de disciplinas e a amizade;

Meus agradecimentos à minha família, em especial meus pais, por todo o incentivo e apoio na busca por meus objetivos;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de minha bolsa de mestrado;

E a todos que ao longo desses, mais de dois anos, direta ou indiretamente contribuíram para que essa jornada fosse eficientemente cumprida;

O meu muito obrigado!

## EPÍGRAFE

*“Adoro caminhar em silêncio pelas sombras. Sou um bicho da noite, do crepúsculo, um caçador noturno. O barulho me fere a alma; busco a quietude, o contato comigo mesmo e com a natureza”.*  
*(Lea Waider)*

Castro, Arlison B. **Influência do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido sobre a assembleia de morcegos em uma floresta tropical chuvosa no baixo Rio Amazonas.** 2016. 52 páginas. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos- Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, Santarém, 2016.

## RESUMO

As florestas tropicais, que concentram a maior riqueza em espécies dos ecossistemas terrestres, estão desaparecendo rapidamente conforme as mudanças no uso da terra e a exploração da madeira é uma das principais causas. Técnicas de Manejo Florestal de Impacto Reduzido (MFIR) têm sido consideradas para mitigar os impactos da exploração sobre a biodiversidade. Nós usamos o desenho experimental Antes – Depois – Impacto – Controle (ADIC), para avaliar os efeitos da MFIR, sobre morcegos, em duas áreas amostrais localizadas em uma área de exploração madeireira no Oeste da Pará. Além disso, medimos a estrutura da vegetação em cada parcela, para se relacionar com as mudanças na assembleia de morcegos. Após 64 noites de esforço amostral, nós capturamos 719 indivíduos de 36 espécies, 24 gêneros e quatro famílias (Phyllostomidae, Molossidae, Mormoopidae e Thyropteridae), nos dois módulos. As espécies mais abundantes no estudo foram *Carollia spp.*, *Artibeus lituratus*, *Lophostoma silvicolum*, *Artibeus obscurus*, *Tonatia saurophila*, *Phyllostomus elongatus*, *Lonchophylla thomasi* e *Artibeus planirostris*. Para a riqueza, abundância ou composição das espécies de morcegos, em curto prazo, a área impactada não sofreu maiores alterações que a área controle. No entanto, para composição, houve mudança entre os anos ( $P = 0,002$ ). No entanto, a relação entre a abundância e variáveis de estrutura da vegetação (abertura do dossel e obstrução da vegetação) mudou dentro das áreas, entre os anos de amostragem, o que sugere que mudanças na composição de espécies entre anos podem ser responsáveis por essas mudanças. Este é um dos primeiros estudos usando um desenho experimental (ADIC), para avaliar os efeitos da exploração madeireira sobre morcegos. Nossos resultados sugerem que exploração de impacto reduzido não tem um efeito significativo sobre a abundância e composição de morcegos de sub-bosque em curto prazo. O monitoramento é necessário para avaliar o efeito de longo prazo de RIL nessas assembleias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Floresta tropical, Amazônia, MFIR, estrutura da vegetação, morcegos.

Castro, Arlison B. **Influence of reduced impact logging on an assemblage of bats in a tropical rain forest in the lower Amazon River**. 2016. 52 páginas. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, Santarém, 2016.

## ABSTRACT

Tropical forests, which concentrate the largest number of species of terrestrial ecosystems, are rapidly disappearing because of land-use changes. Logging is one of the main threats. Reduced Impact Logging - RIL techniques have been considered for mitigating the impacts of logging on wildlife. We used a Before-After-Control-Impact (BACI) design to evaluate the effects of RIL on bats, in two study sites located in a logging area in the west of Amazonia. Furthermore, we measured vegetation structure in each plot to relate with changes in bat assemblage. After 64 nights of sampling effort, we captured 719 individuals of 36 species, 24 genera and four families (Phyllostomidae, Molossidae, Mormoopidae and Thyropteridae). The main species caught were *Carollia spp.*, *Artibeus lituratus*, *Lophostoma silvicolium*, *A. obscurus*, *Tonatia saurophila*, *Phyllostomus elongatus*, *Lonchophylla thomasi* and *A. planirostris*. For the richness, abundance or composition of bat species in the short term, the impact area did not suffer major changes than the control area. However, bat composition changed between years ( $P = 0,002$ ). Nevertheless, the relationship between abundance and vegetation structure variables (canopy opening and vegetation clutter) changed within the areas, between the years of sampling, suggesting that changes in species composition between years can be responsible for these changes. This is the first study using a BACI design for evaluating the effects of logging on bats. Our results suggest that Reduced Impact Logging did not have a significant effect on the abundance and composition of understory bats in the short term. Monitoring is needed to evaluate the long-term effect of RIL on those assemblages

**KEYWORDS:** Tropical forest, Amazon, RIL, vegetation structure, bats.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
LISTA DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	7
1.2.1. Objetivo geral .....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
2. REFERÊNCIAS .....	8
CAPITULO 1 .....	13
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. Área de estudo .....	5
2.2. Captura de morcegos .....	7
2.3. Efeito do MFIR na estrutura da vegetação .....	7
2.4. Análises estatísticas .....	8
3. RESULTADOS .....	9
3.1. Efeito do MFIR na abundância, riqueza e composição de espécies; .....	9
3.2. Efeito do MFIR na estrutura da vegetação; .....	13
3.3. Mudanças na estrutura da floresta e relação com a abundância e composição da comunidade de morcegos; .....	14
4. DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÕES .....	22
6. REFERÊNCIAS .....	23
ANEXO .....	28
ANEXO A - Guia para autores, com as normas para a submissão de artigos, na Revista Forest Ecology and Management. ....	28

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Imagem aérea de uma área de exploração convencional (A); Imagem aérea de uma área de MFIR (B). Fonte: Instituto Floresta Tropical-IFT. Acessado em 10/05/2015.....3
- Figura. 01.** Mapa da área de estudo, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-PA, Brasil. ...6
- Figura. 03.** Relação entre a composição de espécies entre as áreas. Gráfico NMDS, com os dois eixos do NMDS, para dados de abundância, cada autoforma presente no gráfico representa uma parcela, para área controle e manejada, antes e depois do MFIR, na FLONA do Tapajós, Pará, Brasil. (Stress= 0,16). ..... 13
- Figura. 05.** Efeito da obstrução da vegetação e do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido sobre a abundância total de morcegos, utilizando um desenho do tipo ADIC. As autoformas representam os dados brutos de cada parcela, na FLONA do Tapajós, Santarém, PA, Brasil. .... 15
- Figura. 06.** Efeito da abertura de dossel e do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido, sobre a abundância total de morcegos utilizando um desenho do tipo ADIC. As autoformas representam os dados brutos de cada parcela, na FLONA do Tapajós, Santarém, PA, Brasil. .... 15
- Figura. 07.** Efeito do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido sob a abertura de dossel (A) e obstrução da vegetação (B), e sua influência sobre a composição de espécies de morcegos (utilizando um desenho experimental do tipo ADIC, na FLONA do Tapajós, Santarém, PA, Brasil. .... 16

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Grande parte das florestas tropicais vem sendo explorada ou serão em um futuro próximo. Principalmente, devido à crescente demanda por produtos madeireiros que tem impulsionado a expansão e a intensidade da indústria madeireira em regiões de florestas tropicais (FAO, 2010).

No Brasil, uma das regiões mais impactadas por atividades antrópicas é a Amazônica, principalmente pelo corte seletivo da madeira (LAURANCE et al., 2011; NEPSTAD et al., 2009). Que como consequências têm sua biodiversidade alterada (PERES et al., 2010). E de uma perspectiva de uso da floresta, há inúmeras razões para protegê-la. Por exemplo, cerca de 90% das espécies de plantas em florestas tropicais são dependentes de animais para a sua polinização e ou dispersão de sementes – incluindo importantes espécies madeireiras (FIMBEL et al., 2001a). Assim, uma das principais medidas que tem sido cogitada para conservação da biodiversidade é a aplicação do Manejo Florestal de Impacto Reduzido (MFIR) em áreas protegidas de uso sustentável (MASON e PUTZ, 2001), tal como as florestas nacionais (VERÍSSIMO et al., 2002). Embora a atividade ofereça modificações para o ecossistema, muitas espécies podem ser conservadas dentro de áreas cuidadosamente manejadas (VERÍSSIMO et al., 2002).

Recentemente têm aumentado os esforços para entender o efeito do MFIR sobre a biodiversidade (DIAS et al., 2010; LANGE et al., 2014; WUNDERLE et al., 2006). Para morcegos, que desempenham um importante papel na polinização e dispersão de várias espécies de plantas (ALTRINGHAM et al., 1996), estudos têm se concentrado na Região Amazônica (CASTRO-ARELLANO et al., 2007; PETERS et al., 2006; PRESLEY et al., 2008), mas a maioria desses estudos tem limitações e contradições associadas ao projeto e ou resultados, que limitam sua capacidade de identificar impactos do manejo na vida selvagem, por exemplo, poucos estudos realizam amostragens antes e após a atividade de manejo (BICKNELL et al., 2015; HENRIQUES et al., 2008).

Para preencher esta lacuna, utilizamos o desenho amostral antes – depois – impacto – controle (ADIC) (DOWNES et al., 2002), aliado a medidas da estrutura da vegetação para avaliar se mudanças na estrutura da floresta, proporcionadas pelo MFIR, poderiam influenciar as comunidades de morcegos.

## 1.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As Florestas Tropicais são as mais ricas em espécies dos ecossistemas terrestres, entretanto essas florestas estão desaparecendo conforme a terra é desmatada para retirada da madeira e outros usos (MEIJAARD et al., 2005).

No Brasil, o qual detém a segunda maior área florestal do mundo (atrás apenas da Rússia), somando cerca de cinco milhões de quilômetros quadrados, ou aproximadamente 60% do seu território (SABOGAL et al., 2006), essa realidade não é diferente. Sendo um dos cinco países mais ricos em florestas do mundo e tendo uma grande necessidade de crescer economicamente, o Brasil torna-se um excelente exemplo de dicotomia “conservação versus desenvolvimento” (VERÍSSIMO et al., 2002).

Boa parte da floresta tropical brasileira com maior diversidade do planeta se concentra na Amazônia Legal (IBGE, 2004). E é formada pelos estados do Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia, Acre, Amapá, Tocantins, Mato Grosso e grande parte do Maranhão. Representando cerca de 50% do território brasileiro, totalizando uma área com cerca de cinco milhões de quilômetros quadrado (LENTINI et al., 2005). Hoje aproximadamente 43% da Amazônia Legal são ocupadas por áreas protegidas (Unidades de Conservação -UC e Terras Indígenas -TI), fundamentais para a conservação da biodiversidade (CARNEIRO FILHO e SOUZA, 2009). Não obstante, uma das regiões que mais tem sido fortemente impactada por atividades antrópicas é a região Amazônica (FEARNSIDE, 2005), que alteram as características da floresta e conseqüentemente a biodiversidade (PERES et al., 2010). Apesar da redução nas taxas de desmatamento, elas ainda são alarmantes, com a floresta desaparecendo gradativamente a uma média de 2500 km<sup>2</sup> por ano (FONSECA et al., 2016).

Considerando os efeitos que a exploração da madeira tem sobre as florestas tropicais, torna-se necessária à implementação de estratégias que sejam menos prejudiciais ao ecossistema. Assim, tem sido cogitada a aplicação em larga escala do uso do Manejo Florestal de Impacto Reduzido (MFIR) em áreas protegidas de uso sustentável (Figura 1B), tal como as florestas nacionais (MASON e PUTZ, 2001; VERÍSSIMO et al., 2002), em substituição ao método de exploração convencional (Figura 1A) (PUTZ et al., 2008).

O Manejo Florestal de Impacto Reduzido (MFIR) é assim denominado por comparação com as explorações de alto impacto e de baixo impacto. Onde, por alto impacto entende-se a exploração convencional, “destrutivo” e por baixo impacto a exploração de

madeira que desenvolve atividades com planejamento prévio, a fim de assegurar a manutenção da floresta para outro ciclo de corte, de modo a retirar um baixo volume de madeira, a fim de mitigar os danos causados a floresta. Entretanto, ainda predomina na Amazônia um tipo de exploração madeireira denominada como exploração predatória (exploração convencional). Nesse tipo de exploração, não há planejamento e muito menos cuidado com o estado futuro da floresta após a exploração (ESPADA et al., 2014). Assim, a exploração pode por vezes, extrapolar a capacidade da floresta em se recuperar (sua resiliência). Estabelecendo uma grande diferença entre áreas de exploração de madeira planejada e não planejada, no que diz respeito ao impacto provocado a floresta. Podendo a área total de clareira deixada em operações não planejadas, alcançar mais que duas vezes o tamanho deixado em áreas de operações planejadas (1739 m<sup>2</sup> x 845 m<sup>2</sup>) (JOHNS et al., 1996). De outra forma, em geral o MFIR está fundamentado em tecnologia adequada, planejamento, treinamento e desenvolvimento de mão de obra especializada, para uma colheita sustentável de espécies de árvores madeireiras (FAO, 2002), de tal modo que permita a floresta se regenerar naturalmente antes da próxima colheita, geralmente após 30 anos.

Assim, as diretrizes do MFIR são subdivididas nos seguintes conjuntos de atividades: (1) pré-exploratórias; (2) exploração florestal, e (3) pós-exploratórias (SABOGAL, et al., 2000). Onde na pré-exploração é realizada a delimitação da área; inventário 100% e corte de cipós. Já na fase de exploração florestal é feito o corte direcionado das árvores; arraste das toras e transporte das toras para os pátios de estocagem. E por fim, as atividades pós-exploratórias: manutenção das trilhas de arraste e pátios de estocagem; avaliação das atividades de exploração e medidas de proteção à floresta.



Figura 1: Imagem aérea de uma área de exploração convencional (A); Imagem aérea de uma área de MFIR (B). Fonte: Instituto Floresta Tropical – IFT. Acessado em 10/05/2015.

No estado do Pará, a Floresta Nacional do Tapajós – FLONA Tapajós, criada por meio do Decreto Nº. 73.684 de 19/02/74, hoje com seus 42 anos de existência, é um exemplo de boas práticas do MFIR a ser seguido, para o uso sustentável da floresta (BRASIL, 1974). Estando essa Unidade de Conservação regulamentada com regime legal para a extração de madeira de florestas amazônicas (Decreto 5.975/2006, Instruções Normativas MMA 04 e 05/2006 e Resolução CONAMA 406/2009). Assim, essa unidade de conservação distingue-se das demais áreas protegidas, por ser uma unidade de uso múltiplo, com um plano de gestão que inclui o desenvolvimento de atividades MFIR por comunidades "tradicionais" que residem no local.

Embora o MFIR possa causar menos impacto à fauna do que o a exploração convencional (BAWA e SEIDLER, 1998). O manejo madeireiro pode alterar as características do ambiente de forma direta, modificando a estrutura da comunidade, microclima e microhabitats (FIMBEL et al., 2001a). Pois, em geral a riqueza de espécies sensíveis a perturbações no ambiente podem diminuir fortemente em florestas manejadas, assim como algumas espécies aumentam em abundância, enquanto outras diminuem. Somado a isso, tais alterações podem modificar também o microclima no sub-bosque da floresta, via retirada de árvores (SAUNDERS et al., 1991), e microhabitats, tal como redução e ou eliminação poleiros arbóreos que são importantes para alimentação e nidificação (VITT e CALDWELL, 2001). Assim, podendo resultar no afugentamento de animais, por exemplo, muitas espécies de animais são sensíveis ao MFIR, pois precisam de um ambiente com condições similares ao dossel fechado, escuro, úmido e com vegetação rasteira, condições não presentes com dossel aberto (MASON e THIOLLAY, 2001; VITT e CALDWELL, 2001). Entretanto, de acordo com Mason e Thiollay, (2001), o aparente aumento na abundância de algumas espécies após exploração pode ser por causa de eles tornan-se mais visíveis, assim como a diminuição deva ser em função da pressão da caça.

De outra forma, atividades de manejo podem ainda afetar o ambiente de forma indireta. Pois, os efeitos indiretos do manejo florestal podem ser causados principalmente por ação antrópica seguindo as estradas de exploração dentro da floresta, antes previamente inacessíveis, fator que lidera os índices de caça (MASON e THIOLLAY, 2001). Por exemplo, após manejo os caçadores têm mais acesso a locais previamente não acessíveis, seguindo as estradas estabelecidas para a atividade de manejo, sendo capazes de eliminar rapidamente espécies mais sensíveis. E estudos têm relatado que a defaunação por subsistência, embora deixando as árvores intactas, pode ter em longo prazo um forte impacto na viabilidade do ecossistema em floresta tropical, como faz o desmatamento, até mesmo quando a densidade

populacional é baixa (WILKIE et al., 2001). Visto que boa parte dos animais que mais são afetados pela caça, são populações de animais dispersores de sementes (GUTIÉRREZ-GRANADOS e DIRZO, 2010).

Não obstante, estudos de vários locais têm alcançado resultados gerais para determinados grupos de animais que tendem a ser adversamente ou favoravelmente afetados por atividades de exploração madeireira.

Para os invertebrados, os quais dominam o componente animal da floresta tropical em diversidade, abundância e biomassa (GHAZOL e HILL, 2001). Alguns autores têm considerado que a atividade de manejo madeireiro exerce um efeito direto sobre a comunidade de alguns invertebrados, geralmente por aumentar ou diminuir a disponibilidade de recurso no ambiente (GHAZOL e HILL, 2001). Por exemplo, afetando a qualidade do recurso e ou afetando populações de competidor e predador. Podendo conseqüentemente aumentar ou diminuir, a abundância e riqueza de algumas espécies desse grupo. Não obstante, alguns autores têm relatado que após a atividade de exploração, alguns invertebrados, tal como aracnídeos, formigas e besouros tem-se apresentado favoravelmente afetados por essa atividade (AZEVEDO-RAMOS et al., 2006; LANGE et al., 2014).

Para o grupo dos vertebrados algumas populações, tal como aves e morcegos, em geral não têm sido adversamente afetadas pela atividade de manejo, porém quando analisados em nível de guilda alimentar (insetívoros e animalívoros, respectivamente) tem apresentado resultados negativamente favoráveis à atividade de manejo (HENRIQUES et al., 2008; CASTRO e MICHALSKI, 2014). Em contrapartida estudos tem relatado que populações de primatas sendo afetados após atividade de manejo por danos secundários (FELTON et al., 2010; HARDUS et al., 2012).

Assim, partindo de uma perspectiva do bom uso da floresta, podemos dizer que há também inúmeras razões para proteger a vida silvestre, uma vez que a mesma oferece variados serviços fundamentais para a manutenção da saúde da floresta. Muitas espécies de animais influenciam diretamente nos processos de regeneração da floresta e desempenham serviços ecossistêmicos importantes, tais como a polinização e a dispersão de sementes de várias espécies de plantas (LOBOVA et al., 2009; FLEMING e HEITHAUS, 1981). Em particular, a dispersão de sementes por morcegos pode contribuir para a regeneração de áreas de florestas antropizadas. Não obstante, morcegos, por exemplo, polinizam algumas espécies de plantas durante a noite, entre elas o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), uma das principais espécies de interesse econômico para atividades de manejo florestal, (ABC, obs. pessoal). No

entanto, apesar de sua importância, pouco tem sido feito para a conservação desses animais e consequente manutenção desses processos ecológicos.

Morcegos estão entre os grupos taxonômicos mais diversos e amplos já existentes, sendo os mamíferos mais abundantes em termos de número de indivíduos e o segundo mais rico em espécies (ALTRINGHAM et al., 1996). E desempenha um papel fundamental na dinâmica florestal devido seu importante papel em complexas interações entre animais e plantas através de polinização, frugivoria e dispersão de sementes (LOBOVA et al., 2009; ALTRINGHAM et al., 1996). Portanto alterações na distribuição de morcegos podem comprometer a manutenção, regeneração e sustentabilidade da floresta em longo prazo.

Vários estudos têm buscado mostrar o efeito da exploração madeireira seletiva sobre vários grupos da fauna e flora (DALE e SLEMBE, 2005; DIAS et al., 2010; JOHNS, 1988, 1985; RIBEIRO e FREITAS, 2012). No entanto, apenas recentemente os morcegos vêm sendo investigados e os estudos têm chegado a resultados contraditórios. Por exemplo, a assembleia de morcegos pode declinar em abundância e riqueza após o manejo (PETERS et al., 2006); algumas espécies (em especial as frutívoras) podem se beneficiar do estágio sucessional da floresta (WILLIG et al., 2007), ou a comunidade permanece sem alterações (CLARKE et al., 2005b). Além disso, poucos estudos têm sido realizados na Amazônia (CASTRO-ARELLANO et al., 2007; PRESLEY et al., 2009, 2008) e, por fim, a maioria dos estudos tem limitações associadas ao seu desenho experimental, que limitam sua capacidade de identificar impactos do manejo sobre a biodiversidade (ex: poucos estudos realizaram amostragens antes do manejo), (FIMBEL et al., 2001a, 2001b).

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo geral

Avaliar, em curto prazo, como as alterações na estrutura da floresta — nível de obstrução da vegetação e abertura de dossel — mediadas por atividade de manejo florestal, podem afetar a assembleia de morcegos, em uma floresta tropical chuvosa submetida ao MFIR.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a riqueza, abundância e composição de espécies de morcegos em área controle e área manejada, antes e depois das atividades de MFIR;
- Caracterizar mudanças na estrutura da floresta – nível de obstrução da vegetação e de abertura do dossel – em área controle e área manejada, antes e depois das atividades de MFIR;
- Avaliar se mudanças no nível de obstrução da vegetação e de abertura do dossel, causadas pelo MFIR, podem mediar alterações na assembleia de morcegos;

## 2. REFERÊNCIAS

ALTRINGHAM, J.D., HAMMOND, L., MCOWAT, T. **Bats: biology and behaviour**. Oxford university press, 1996.

AZEVEDO-RAMOS, C., de CARVALHO, O., do AMARAL, B.D. Short-term effects of reduced-impact logging on eastern Amazon fauna. **For. Ecol. Manage.** 232, 26–35. doi:10.1016/j.foreco.2006.05.025, 2006.

BAWA, K.S., SEIDLER, R. Natural Forest Management and Conservation of. **Conserv. Biol.** 12, 46–55, 1998.

BICKNELL, J.E., STRUEBIG, M.J., DAVIES, Z.G. Reconciling timber extraction with biodiversity conservation in tropical forests using reduced-impact logging. **Journal of Applied Ecology**. 52, 379–388 . doi: 10.1111/1365-2664.12391, 2015.

BRASIL. Decreto N° 73.684, de 19 de fevereiro De 1974. Cria a Floresta Nacional do Tapajós, e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 20/2/1974, Página 1987. **Coleção de Leis do Brasil** - 1974, Página 245 Vol. 2, 1974.

CARNEIRO FILHO, A.; SOUZA, O. B. Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira. São Paulo: **Instituto Sócioambiental (ISA)**, 2009.

CASTRO, I.J., MICHALSKI, F. Effects of logging on bats in tropical forests. **Nat. e Conserv.** 12, 99–105. doi:10.1016/j.ncon.2014.09.001, 2014.

CASTRO-ARELLANO, I., PRESLEY, S.J., SALDANHA, L.N., WILLIG, M.R., WUNDERLE Jr, J.M. Effects of reduced impact logging on bat biodiversity in terra firme forest of lowland Amazonia. **Biol. Conserv.** 138, 269–285. doi:10.1016/j.biocon.2007.04.025, 2007.

CLARKE, F.M., PIO, D.V., RACEY, P.A. A Comparison of Logging Systems and Bat Diversity in the Neotropics. **Conserv. Biol.** 19, 1194–1204. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00170.x, 2005a.

CLARKE, F. M., ROSTANT, L. V., RACEY, P.A. Life after logging: post-logging recovery of a neotropical bat community. **J. Appl. Ecol.** 42, 409–420. doi:10.1111/j.1365-2664.2005.01024.x, 2005b.

DALE, S., SLEMBE, B. Effects of selective logging (50 years ago) on habitat use and ranging behaviour of a forest understorey bird (red-tailed bristlebill, *Bleda syndactyla*) in Uganda. **Afr. J. Ecol.** 43, 114–122. doi:10.1111/j.1365-2028.2005.00554.x, 2005.

DOWNES, B.J. **BACI Monitoring Ecological Impacts: Concepts and Practice in Flowing Waters**. Cambridge University Press, New York, New York, USA, 2002.

DIAS, M.S., MAGNUSSON, W.E., ZUANON, J. Effects of Reduced-Impact Logging on Fish Assemblages in Central Amazonia: Contributed Paper. **Conserv. Biol.** 24, 278–286. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01299.x, 2010.

ESPADA, A.L.V., PIRES, I.P., LENTINI, M.A.W., BITTENCOURT, P.R.G., Manejo Florestal e Exploração de Impacto Reduzido em Florestas Naturais de Produção da Amazônia. **Instituto Floresta Tropical (IFT)**, 2014.

FAO. Global Forest Resources Assessment 2010: main report, Food and Agriculture Organization. **Food and Agriculture Organization**, Roma, Itália, 2010.

FAO, Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management. **Food and Agriculture Organization** Kuching, Malaysia, 2002.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira : história , índices e conseqüências. **Megadiversidade**. 1, 113–123, 2005.

FELTON, A. M., FELTON, A., FOLEY, W.J., LINDENMAYER, D.B. The role of timber tree species in the nutritional ecology of spider monkeys in a certified logging concession, Bolivia. **For. Ecol. Manage.** 259, 1642–1649. doi:10.1016/j.foreco.2010.01.042, 2010.

FIMBEL, R.A., GRAJAL, A., ROBINSON, J.G. Logging-Wildlife issues in the Tropics: An Overview, in: Fimbel, R., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Columbia University Press, New York, pp. 7–10, 2001a.

FIMBEL, R.A., BENNETT, E.L., KREMEN, C. Programs to assess the impacts of timber harvesting on tropical forest wildlife and their habitat, in: Fimbel, R., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Cambridge University Press, New York, pp. 423–446, 2001b.

FLEMING, T.H., HEITHAUS, E. R. Frugivorous Bats , Seed Shadows , and the Structure of Tropical Forests Author ( s ): Published by : The Association for Tropical Biology and Conservation Stable URL : **Biotropica** 13, 45–53, 1981.

FONSECA, A., SOUZA Jr., C., VERÍSSIMO, A. Boletim do Desmatamento da Amazônia Legal. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon)**, 2005.

Ghazoul, J., Hill, J. The Impacts of Selective Logging on Tropical Forest Invertebrates, in: Fimbel, R.A., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Columbia University Press, New York, pp. 261–288, 2001.

GUTIÉRREZ-GRANADOS, G., DIRZO, R. Indirect effects of timber extraction on plant recruitment and diversity via reductions in abundance of frugivorous spider monkeys. **J. Trop. Ecol.** 26, 45. doi:10.1017/S0266467409990307, 2010.

HARDUS, M.E., LAMEIRA, A.R., MENKEN, S.B.J., WICH, S.A. Effects of logging on orangutan behavior. **Biol. Conserv.** 146, 177–187. doi:10.1016/j.biocon.2011.12.014, 2012.

HENRIQUES, L.M.P., WUNDERLE Jr., J.M., OREN, D.C., WILLIG, M.R. Efeitos da exploração madeireira de baixo impacto sobre uma comunidade de aves de sub-bosque na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. **Acta Amaz.** 38, 267–290. doi:10.1590/S0044-

59672008000200010, 2008.

IBAMA. **Floresta Nacional do Tapajós**. Plano de Manejo pp. 1-580, 2004.

JOHNS, A.D. Effects of “Selective” Timber Extraction on Rain Forest Structure and Composition and Some Consequences for Frugivores and Folivores. **Biotropica** 20, 31–37, 1988.

JOHNS, A.D. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest: Problems and recommendations. **Biol. Conserv.** 31, 355–375. doi:10.1016/0006-3207(85)90091-6, 1985.

JOHNS, J.S., BARRETO, P., UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **For. Ecol. Manage.** 89, 59–77. doi:10.1016/S0378-1127(96)03869-8, 1996.

LANGE, M., TÜRKE, M., PAŠALIC´, E., BOCH, S., HESSENMÖLLER, D., MÜLLER, J., PRATI, D., SOCHER, S.A., FISCHER, M., WEISSER, W.W., GOSSNER, M.M. Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. **For. Ecol. Manage.** 329, 166–176. doi:10.1016/j.foreco.2014.06.012, 2014.

LAURANCE, W.F., CAMARGO, J.L.C., LUIZÃO, R.C.C., LAURANCE, S.G., PIMM, S.L., BRUNA, E.M., STOUFFER, P.C., WILLIAMSON, G.B., BENÍTEZ-MALVIDO, J., VASCONCELOS, H.L., HOUTAN, K.S. VAN, ZARTMAN, C.E., BOYLE, S.A., DIDHAM, R.K., ANDRADE, A., LOVEJOY, T.E. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. **Biol. Conserv.** 144, 56–67. doi:10.1016/j.biocon.2010.09.021, 2011.

LENTINI, M., PEREIRA, D., CELENTANO, D., PEREIRA, R. Fatos Florestais da Amazônia 2005 (Amazonian Forest Facts). Belém: **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon)**, 2005.

LOBOVA, T.A., GEISELMAN, C.K., MORI, S.A. **Seed dispersal by bats in the Neotropics**. Botanical Garden, New York, 2009.

MASON, D.J., PUTZ, F.E. Reducing the impacts of tropical forestry on wildlife, in: Fimbel, R., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Columbia University Press, New York, pp. 473–509, 2001.

MASON, D.J., THIOLLAY, J.M. Tropical Forest and the Conservation of Neotropical Birds, in: Fimbel, R., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Columbia University Press, New York, pp. 167–191, 2001.

MEIJAARD, E., SHEIL, D., NASI, R., AUGERI, D., ROSENBAUM, B., ISKANDAR, D., SETYAWATI, T., LAMMERTINK, M., RACHMATIKA, I., WONG, A., WONG, A., SHEHARTONO, T., STANLEY, S., O'BRIEN, T. **Life after logging: reconciling wildlife conservation and production forestry in Indonesian Borneo**. CIFOR e UNESCO, Indonesia, 2005.

NEPSTAD, D., SOARES-FILHO, B.S., MERRY, F., LIMA, A., MOUTINHO, P., CARTER, J., BOWMAN, M., CATTANEO, A., RODRIGUES, H., SCHWARTZMAN, S.,

MCGRATH, D., STICKLER, C.M., LUBOWSKI, R., PIRIS-CABEZAS, P., RIVERO, S., ALENCAR, A., ALMEIDA, O., STELLA, O. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science** (80). 326, 1350, 2009.

PERES, C.A., GARDNER, T.A., BARLOW, J., ZUANON, J., MICHALSKI, F., LEES, A.C., VIEIRA, I.C.G., MOREIRA, F.M.S., FEELEY, K.J. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. **Biol. Conserv.** 143, 2314–2327. doi:10.1016/j.biocon.2010.01.021, 2010.

PETERS, S.L., MALCOLM, J.R., ZIMMERMAN, B.L. Effects of selective logging on bat communities in the southeastern Amazon. **Conserv. Biol.** 20, 1410–1421. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00526.x, 2006.

PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., SALDANHA, L.N., WUNDERLE, J.M., CASTRO-ARELLANO, I. Reduced-impact logging has little effect on temporal activity of frugivorous bats (Chiroptera) in lowland Amazonia. **Biotropica** 41, 369–378. doi:10.1111/j.1744-7429.2008.00485.x, 2009.

PRESLEY, S.J., WILLIG, M.R., WUNDERLE, J.M., SALDANHA, L.N. Effects of reduced-impact logging and forest physiognomy on bat populations of lowland Amazonian forest. **J. Appl. Ecol.** 45, 14–25. doi:10.1111/j.1365-2664.2007.01373.x, 2008.

RIBEIRO, D.B., FREITAS, A.V.L. The effect of reduced-impact logging on fruit-feeding butterflies in Central Amazon, Brazil. **J. Insect Conserv.** 16, 733–744. doi:10.1007/s10841-012-9458-3, 2012.

SABOGAL, C., LENTINI, M., POKORNY, B., SILVA, J.N.M., ZWEED, J., VERÍSSIMO, A., BOSCOLO, M. Manejo Florestal Empresarial na Amazônia Brasileira. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Pp. 1 – 32, Belém, 2006.

SABOGAL, C., SILVA, J.N.M., ZWEED, J., Jr. PEREIRA, R., BARRETO, P., GUERREIRO, C.A. Diretrizes e Técnicas para a Exploração de Impacto Reduzido em Operações Florestais de Terra Firme na Amazônia Brasileira. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Pp. 1 – 24, Belém, Brasil, 2000.

SAUNDERS, D.A., HOBBS, R.J., MARGULES, C.R. Biological Consequences of ecosystem Fragmentation: A Review. **Biol. Conserv.** 5, 18–32. doi:10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x, 1991.

SORIANO, P.J., OCHOA, J. The consequences of Timber Exploitation for bat communities in tropical America, in: Fimbel, R.A., Grajal, A., Robinson, J. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Columbia University Press, New York, pp. 153–166, 2001.

VERÍSSIMO, A., COCHRANE, M. A., SOUZA Jr., C. National Forest in the Amazon. **Science**. 80, 297, 2002.

Vitt, L.J., Caldwell, J.P. The Effects of Logging on Reptiles and Amphibians of Tropical Forests, in: Fimbel, R.A., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests**. Cambridge University Press, New York, pp. 239–259, 2001.

WILKIE, D.S., SIDLE, J.G., BOUNDZANGA, G.C., AUZEL, P., BLAKE, S. Defaunation, not deforestation: commercial logging and market hunting in Northern Congo, in: Fimbel, R.A., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), **The cutting edge: conserving wildlife in logged tropical Forests**. Columbia University Press, New York, pp. 375–399, 2001.

WUNDERLE, J.M., HENRIQUES, L.M.P., WILLIG, M.R. Short-term responses of birds to forest gaps and understory: An assessment of reduced-impact logging in a lowland Amazon forest. **Biotropica**. 38, 235–255. doi:10.1111/j.1744-7429.2006.00138.x, 2006.

## **CAPITULO 1**

**UMA ANÁLISE DO TIPO “ANTES – DEPOIS – IMPACTO –  
CONTROLE” (ADIC) DO EFEITO DO MANEJO FLORESTAL  
MADEIREIRO DE IMPACTO REDUZIDO SOBRE UMA  
ASSEMBLEIA DE MORCEGOS NO BAIXO RIO AMAZONAS<sup>1</sup>**

**Arlison Bezerra Castro**

**Paulo Estefano Dinele Bobrowiec**

**Luis Reginaldo Ribeiro Rodrigues**

**Rodrigo Ferreira Fadini**

<sup>1</sup>Artigo preparado nas normas do periódico Forest Ecology and Management, ISSN: 0378 112

1 **Uma análise do tipo “Antes – Depois – Impacto – Controle” (ADIC) do**  
2 **efeito do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido sobre uma**  
3 **assembleia de morcegos no baixo Rio Amazonas**

4  
5  
6 Arlison Bezerra Castro <sup>1</sup>; Paulo Estefano Dinele Bobrowiec <sup>2</sup>, Luis Reginaldo Ribeiro  
7 Rodrigues <sup>1</sup>; Rodrigo Ferreira Fadini <sup>1,3,4</sup>

8  
9  
10 1. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do  
11 Oeste do Pará, Rua Vera Paz, s/n, 68100-000, Santarém, Pará, Brasil.

12  
13 2. Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Av.  
14 André Araújo 2936, CP 2223, Manaus, Amazonas 69080-971, Brasil.

15  
16 3. Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Rua Vera Paz,  
17 s/n, 68100-000, Santarém, Pará, Brasil.

18  
19 4. Autor para correspondência: rfadini@gmail.com  
20  
21  
22  
23  
24

25 **Uma análise do tipo “Antes – Depois – Impacto – Controle” (ADIC) do**  
26 **efeito do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido sobre uma**  
27 **assembleia de morcegos no baixo Rio Amazonas**

28

29 **ABSTRACT**

30

31 Tropical forests, which concentrate the largest number of species of terrestrial ecosystems, are  
32 rapidly disappearing because of land-use changes. Logging is one of the main threats.  
33 Reduced Impact Logging - RIL techniques have been considered for mitigating the impacts of  
34 logging on wildlife. We used a Before-After-Control-Impact (BACI) design to evaluate the  
35 effects of RIL on bats, in two study sites located in a logging area in the west of Pará.  
36 Furthermore, we measured vegetation structure in each plot to relate with changes in bat  
37 assemblage. After 64 nights of sampling effort, we captured 719 individuals of 36 species, 24  
38 genera and four families (Phyllostomidae, Molossidae, Mormoopidae and Thyropteridae).  
39 The main species caught were *Carollia spp.*, *Artibeus lituratus*, *Lophostoma silvicolum*, *A.*  
40 *obscurus*, *Tonatia saurophila*, *Phyllostomus elongatus*, *Lonchophylla thomasi* and *A.*  
41 *planirostris*. For the richness, abundance or composition of bat species in the short term, the  
42 impact area did not suffer major changes than the control area. However, bat composition  
43 changed between years ( $P = 0,002$ ). Nevertheless, the relationship between abundance and  
44 vegetation structure variables (canopy opening and vegetation clutter) changed within the  
45 areas, between the years of sampling, suggesting that changes in species composition between  
46 years can be responsible for these changes. This is the first study using a BACI design for  
47 evaluating the effects of logging on bats. Our results suggest that Reduced Impact Logging  
48 did not have a significant effect on the abundance and composition of understory bats in the  
49 short term. Monitoring is needed to evaluate the long-term effect of RIL on those assemblages

50

51 **KEYWORDS:** Tropical forest, Amazon, RIL, vegetation structure, bats.

52

53

54

55

## 56 1. INTRODUÇÃO

57

58 Embora a taxa de desmatamento global tenha mostrado significativa redução nas  
59 últimas décadas, a mesma ainda é alarmantemente alta, com cerca de 13 milhões de hectares  
60 de florestas convertidos para outros usos a cada ano na última década (FAO, 2014).

61 No Brasil, o bioma que mais tem sido intensamente impactado por atividades de  
62 exploração madeireira seletiva não planejada é o Amazônico (Fearnside, 2006). Tais  
63 atividades têm feito da Floresta Amazônica um dos principais focos de discussões que  
64 envolvem desenvolvimento sustentável e uso racional dos recursos naturais. Imagens de  
65 satélite (LANDSAT), interpretadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e  
66 pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON (Fonseca et al., 2016),  
67 indicam que até o ano 2015, a área de floresta desmatada na Amazônia brasileira alcançou  
68 mais de 760.000 Km<sup>2</sup> (15% dos cerca de 5 milhões Km<sup>2</sup> de floresta original da Amazônia). Se  
69 a atual tendência continuar até 2050, cerca de 20% da cobertura original de floresta terá  
70 desaparecido.

71 Uma das principais medidas propostas para a redução dos impactos antrópicos em  
72 florestas tropicais é o uso do Manejo Florestal Madeireiro de Impacto Reduzido (MFIR),  
73 (Putz et al., 2008). O MFIR consiste na colheita planejada de espécies de árvores de interesse  
74 comercial, de modo a permitir a regeneração natural da floresta até próxima colheita, que  
75 geralmente ocorre após 30 anos. No entanto, essa categoria de manejo também pode provocar  
76 alterações, tanto em populações de espécies animais, quanto vegetais (Bawa and Seidler,  
77 1998). Assim, podendo a exploração seletiva da madeira alterar o ambiente de forma direta,  
78 resultando no afugentamento de animais, ou indireta, modificando tanto a estrutura quanto a  
79 composição de espécies (Felton et al., 2010); o microclima do sub-bosque (Saunders et al.,  
80 1991); a disponibilidade de recursos alimentares (Lefevre et al., 2012) e a taxa de  
81 recrutamento de plantas, causada pela redução das populações de animais dispersores de  
82 sementes (Gutiérrez-Granados and Dirzo, 2010).

83 Embora alguns estudos já tenham buscado mostrar o efeito da exploração madeireira  
84 seletiva sobre vertebrados (Azevedo-Ramos et al., 2006; Dale and Slembe, 2005; Dias et al.,  
85 2010; Johns, 1988, 1985), os morcegos são menos estudados do que aves, primatas e  
86 mamíferos de médio e grande porte, (Laufer et al., 2013). Os morcegos desempenham um  
87 importante papel na polinização e dispersão de várias espécies de plantas, pioneiras ou  
88 lenhosas (Altringham et al., 1996; Fleming and Heithaus, 1981; Labova et al., 2009),

89 especialmente em comunidades vegetais em início de sucessão. Assim, os estudos com  
90 morcegos são importantes tanto do ponto de vista taxonômico quanto funcional. Estudos que  
91 abordam os efeitos do MFIR sobre morcegos têm sido limitados apenas à abundância e  
92 riqueza de espécies e de forma geral têm sido realizados após a realização do manejo,  
93 comparando áreas manejadas e não manejadas. Entretanto, têm chegado a conclusões  
94 frequentemente contraditórias, ora a riqueza e ou abundância sendo afetadas ou não, pelo  
95 MFIR (Castro-Arellano et al., 2007; Clarke et al., 2005a; Peters et al., 2006; Presley et al.,  
96 2009, 2008). Nesse contexto, alguns estudos mencionam a importância de fazer uma análise  
97 pré – exploração (Castro and Michalski, 2014; Smith, 2002), a fim de que, tanto mudanças  
98 naturais, quanto diferenças locais, não sejam confundidas com o impacto ambiental  
99 (Mcdonald et al., 2000; Mutsert and Cowan, 2012; Smith, 2002). Esse tipo de desenho  
100 experimental é denominado de Antes – Depois – Impacto – Controle (ADIC) (Downes et al.,  
101 2002). Com ele, é possível separar o efeito na biodiversidade que é devido ao manejo, dos  
102 efeitos relacionados às mudanças espaciais ou temporais, decorrentes de processos naturais.

103 Estudos recentes têm comprovado que espécies de morcegos respondem  
104 diferentemente a variações naturais na estrutura da floresta, como a abertura do dossel (Clarke  
105 et al., 2005b) e a obstrução da vegetação (Marciente et al., 2015; Oliveira et al., 2015). O  
106 nível de obstrução do sub-bosque por folhas, galhos e troncos de árvores e arbustos pode  
107 fornecer uma medida mais evidente, de como morcegos podem perceber o habitat ao seu  
108 redor, (Marsden et al., 2002). Não obstante, clareiras criadas através de exploração madeireira  
109 são geralmente maiores que as criadas por causas naturais, por exemplo: operações de  
110 exploração madeireira em florestas tropicais tendem a focar na exploração de apenas poucas  
111 espécies de árvores de grande porte. Tais árvores, devido ao tamanho de suas copas, quando  
112 derrubadas, formam grandes clareiras na floresta (Putz et al., 2001). Assim, modificando tanto  
113 o nível de abertura dossel, quanto às características do sub-bosque da floresta (Clarke et al.,  
114 2005a; 2005b). Apesar disso, estudos que tenham abordado alterações na estrutura da floresta  
115 mediadas por atividades de MFIR, sobre a assembleia de morcegos, têm recebido  
116 relativamente pouca atenção (Peters et al., 2006; Presley et al., 2009, 2008). E, caracterizando  
117 a complexidade do sub-bosque e abertura do dossel da floresta, frente a atividades de manejo  
118 é possível relacionar os efeitos de alterações na estrutura da floresta com as mudanças na  
119 abundância, riqueza e composição das espécies de morcegos.

120 Nesse estudo, investigamos como uma assembleia de morcegos responde às  
121 atividades de MFIR em uma Área de Manejo Florestal (AMF) do baixo Rio Amazonas,  
122 utilizando um desenho amostral do tipo ADIC para responder as seguintes questões

123 específicas: (1) A abundância, riqueza e a composição de espécies de morcegos mudam numa  
124 taxa diferente em área manejada com técnicas de MFIR, quando comparada com área  
125 controle? (2) A abertura do dossel e o nível de obstrução da vegetação influenciam na  
126 abundância e composição de morcegos de maneira diferenciada em área manejada e controle,  
127 antes e depois das atividades de MFIR? A expectativa é que a assembleia de morcegos em  
128 floresta sob o efeito de MFIR esteja sujeita a um considerado nível de perturbação, devido  
129 principalmente a alterações na estrutura da floresta e, deste modo, podendo alterar a  
130 abundância, riqueza e composição desse grupo quando comparado com uma área de floresta  
131 não exposta ao MFIR.

132

133

## 134 **2. MATERIAL E METÓDOS**

135

### 136 *2.1. Área de estudo*

137

138 Conduzimos o estudo em uma área de floresta na Floresta Nacional do Tapajós  
139 (FLONA – Tapajós), localizada no oeste do Estado do Pará, município de Belterra, delimitada  
140 à direita pela rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163) e à esquerda pelo Rio Tapajós (Fig. 1). A  
141 FLONA – Tapajós possui atualmente uma área com 527.319 ha, sendo a Floresta Ombrófila  
142 Densa o tipo de vegetação predominante. Na área do estudo, entretanto, a vegetação é  
143 dominada por Floresta Ombrófila Aberta com a presença de palmeiras da espécie *Attalea*  
144 *speciosa* Mart. ex Spreng (Babaçu) (Espírito-Santo et al., 2005). O clima, de acordo com a  
145 classificação de Köppen, é do tipo Ami, com temperatura média de 25 °C e precipitação  
146 média de 1.820 mm anuais (IBAMA, 2004).

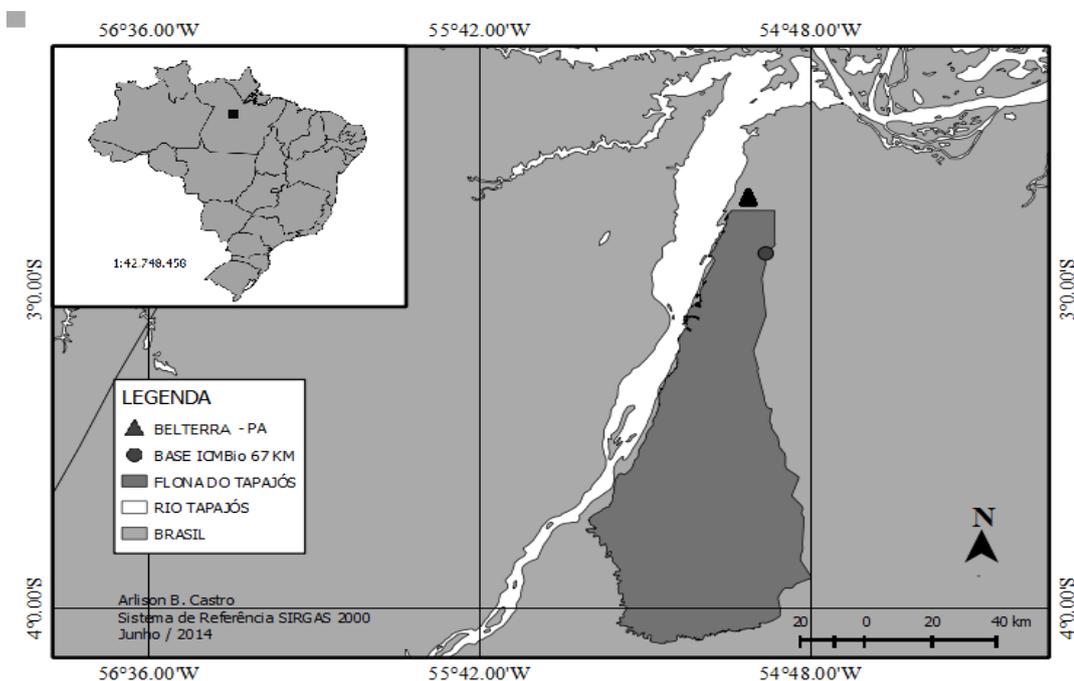
147

148 Os sítios de amostragem estão localizados próximos ao Km 67 da rodovia Santarém -  
149 Cuiabá (BR – 163), nas coordenadas (2°52'40" S; 54°55'22" O), em uma área de floresta  
150 destinada ao plano de MFIR, sob-responsabilidade de comunidades tradicionais locais,  
representadas pela Cooperativa Mista da Flona do Tapajós - COOMFLONA.

151

152 De acordo com inventário florestal, realizado pela COOMFLONA, foram  
153 identificadas 99 espécies de interesse comercial na área a ser manejada, no ano de 2014. No  
154 entanto, tendo em vista todos os parâmetros de uma exploração de impacto reduzido, visando  
155 não ultrapassar o volume de colheita de 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (cerca de 7 - 8 árvores/ha), padrão o qual,  
foi estabelecido conforme a Instrução Normativa n° 5, de 10 de Setembro de 2015 (Brasil,

156 2015), dessas espécies apenas 25 foram destinadas a colheita, sendo as dez principais as  
 157 seguintes: Angelim pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke), Breu amescla (*Trattinnickia*  
 158 *rhoifolia* Willd.), Cedro vermelho (*Cedrela odorata* L.), Cedrorana (*Cedrelinga*  
 159 *catenaeformis* Ducke), Cuiarana (*Terminalia dichotoma* G. Mey.), Cumarú (*Dipteryx odorata*  
 160 (Aubl.) Willd.), Fava amargosa (*Vatairea paraensis* Ducke), Fava rosca (*Enterolobium*  
 161 *schomburgkii* (Benth.) Benth.), Fava timborana (*Pseudopiptadenia psilostachya* (Benth.)  
 162 G.P.Lewis & L. Rico) e Fava tucupi (*Parkia mulijuga* Benth.) (COOMFLONA, confirmação  
 163 pessoal).  
 164



165

166 **Figura. 01.** Mapa da área de estudo, na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra – PA, Brasil.

167

168

169 Para coleta dos dados, foram instaladas duas áreas amostrais com dimensões de 4 km  
 170 x 1 km cada, distanciados por 1 km entre si, de forma que, uma das áreas ficou inserida dentro  
 171 da área de manejo e a outra fora (controle). As bordas dessas áreas amostrais foram  
 172 delimitadas por trilhas com 1 m de largura, marcadas permanentemente para permitir  
 173 reamostragens futuras. Dezesesseis transecções lineares (medindo 250 m cada, sendo oito em  
 174 cada módulo) foram delimitadas a cada 1 km, perpendicularmente às trilhas principais de 4  
 175 km. A extração madeireira ocorreu em apenas um dos módulos entre os meses de agosto e  
 176 dezembro de 2015.

177

## 178 2.2. *Captura de morcegos*

179

180 Amostramos a fauna de morcegos nas duas áreas amostrais durante os meses de  
181 junho e julho de 2014 (antes do manejo) e entre junho e julho de 2015 (após o manejo), nas  
182 noites mais escuras, em função da fobia lunar (Esbérard, 2007). Capturamos os indivíduos  
183 com redes de neblina ("mist nets"), sendo oito redes com 10 x 2,5 m e duas 8 x 2,5 m,  
184 distribuídas linearmente ao longo das transecções, de forma que cada conjunto de redes ficou  
185 distribuído ao longo de 180 m dentro da parcela de 250 m. As redes ficaram abertas entre  
186 18:30 h até 01:00 h a cada dia, sendo checadas em intervalos de 30 min.

187 Amostramos duas transecções simultaneamente por dois dias consecutivos para  
188 reduzir as chances de falsas-ausências (Mackenzie, 2006). Alternamos as capturas entre os  
189 módulos a cada dois dias para reduzir o efeito de confusão que poderia ser produzido pelo  
190 período de captura. Morcegos foram identificados com auxílio de guias de campo e chaves de  
191 identificação (Gregorin and Taddei, 2002; Reis et al., 2013; Vizotto and Taddei, 1973).  
192 Adicionalmente, medições e fotografias foram tomadas para auxiliar a dirimir dúvidas, quanto  
193 à identificação de alguns espécimes.

194

195

## 196 2.3. *Efeito do MFIR na estrutura da vegetação*

197

198 Estimamos a densidade da vegetação na altura do sub-bosque através do nível de  
199 obstrução da vegetação. Essa metodologia é uma adaptação do método proposto por Marsden  
200 et al. (2002), para medir mudanças nas características da vegetação com o uso de fotografias  
201 padronizadas do sub-bosque da floresta. Embora existam outros métodos para estimar  
202 alterações na estrutura da vegetação, a exemplo, diâmetro à altura do peito "DAP". De acordo  
203 com Marsden et al. (2002), o nível de obstrução da vegetação pode oferecer uma medida mais  
204 evidente de como os organismos alados (por exemplo: aves e morcegos) podem perceber o  
205 habitat ao seu redor. Dessa forma, sendo capaz quantificar a complexidade da vegetação, é  
206 possível relacionar os efeitos de alterações na floresta com as mudanças na abundância,  
207 riqueza e composição das espécies.

208 Neste estudo, caracterizamos o nível de obstrução da vegetação duas vezes em cada  
209 parcela (tanto no módulo controle, quanto no módulo manejado). Para as medidas, foi  
210 confeccionado um painel com 3m x 3m, que consiste de um pano branco preso a uma  
211 armação de tubo de PVC, contendo em sua extremidade faixas pretas com 10 x 1 cm de

212 comprimento, as quais foram utilizadas como escala para análise das imagens (Marciente et  
213 al., 2015; Oliveira et al., 2015). Tiramos as fotografias com uma câmera digital (Nikon 5100,  
214 16.0 MP) pouco antes da captura dos morcegos, em junho de 2014 e de 2015, sendo um ponto  
215 a cada 20 m, totalizando 13 pontos por transecção. Alternamos a direção das fotos entre  
216 esquerda e direita ao longo da transecção, com o observador posicionado perpendicularmente  
217 ao painel, a uma distância de 8 m da linha central.

218         Convertemos as imagens em preto e branco a fim de aumentar o contraste entre a  
219 vegetação e o painel branco. Assim, a área preta representa a vegetação e a branca o espaço  
220 desobstruído. Quantificamos a área obstruída com o auxílio do programa ImageJ. 1.38  
221 (Rasband, 2007), que soma e calcula os espaços do painel branco obstruídos pela vegetação.  
222 A porcentagem de obstrução para cada transecção foi obtida através da média aritmética  
223 simples dos valores encontrados em cada painel.

224         Para responder se alterações no dossel da floresta, provocadas pelas atividades  
225 resultantes do MFIR, podem influenciar a assembleia de morcegos, estimamos o nível de  
226 abertura do dossel nas transecções amostradas em junho de 2014 e de 2015. A abertura do  
227 dossel foi medida com o auxílio de um densiômetro esférico (Concave-Mode C-Robert E.  
228 Lemon, Forest Densimeter-Bartlesville, OK, USA), em seis pontos amostrais, equidistantes  
229 40 m entre si, ao longo da parcela. Em cada ponto amostral foram tomadas 4 leituras (faces  
230 norte, sul, leste e oeste). Para cada transecto uma média aritmética das medidas por ponto e  
231 por parcela foi estabelecida. Apenas um observador realizou todas as medidas para a  
232 padronização do erro amostral.

233

234

#### 235 *2.4. Análises estatísticas*

236

237         Utilizamos um desenho do tipo ADIC para avaliar o efeito do MFIR sobre a riqueza,  
238 abundância e composição das espécies de morcegos. Nós avaliamos a riqueza de espécies  
239 encontradas utilizando curvas de rarefação, construídas no programa EstimateS, versão 9.1  
240 (Colwell, 2013). Usamos a abundância de espécies de cada ambiente para 1000 aleatorização  
241 usando o número de indivíduos computado e os seus desvios inferior e superior,  
242 respectivamente ( $S_{est\ lower}$  e  $S_{est\ upper}$ ).

243         Para avaliar se mudanças na abundância total e das guildas alimentares (frutívoros e  
244 animalívoros (Kalko, 1998)), são influenciadas pelo tempo, área e ou pela interação entre  
245 esses fatores (efeito do MFIR), utilizamos uma Análise de Variância Fatorial, transformando

246 os dados de abundância em logaritmo para obter homogeneidade de variâncias entre os  
247 tratamentos experimentais. A mesma análise foi utilizada para avaliar diferenças na estrutura  
248 da vegetação (obstrução da vegetação e abertura do dossel) influenciadas pelo ano, local e  
249 pela interação entre ano x local.

250 Para detectar se houve alterações na composição da assembleia de morcegos,  
251 utilizamos um NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) com os dados de abundância  
252 padronizados pela função “decostand” do pacote Vegan (Oksanen et al., 2011). Em seguida,  
253 aplicamos a função “metaMDS” e obtivemos dois eixos NMDS. Para as análises, utilizamos  
254 apenas o primeiro eixo. Utilizamos uma Análise de Variância por Permutação  
255 (PERMANOVA) com a função “adonis” para testar diferenças na composição de espécies  
256 influenciada pelo local, pelo ano e pela interação local x ano.

257 Por fim, para avaliar se o efeito das variáveis de estrutura da vegetação influencia a  
258 abundância total e composição das espécies, dependendo da combinação entre os locais e os  
259 anos avaliados, foram utilizados uma Análise de Covariância. Primeiro criamos um fator  
260 denominado “combinação”, com quatro níveis: “antes-impacto”, “antes-controle”, “depois-  
261 impacto”, “depois-controle”. Assim, foi possível utilizar esse fator simultaneamente com as  
262 covariáveis de estrutura da vegetação. Nas análises, utilizamos a “obstrução da vegetação” ou  
263 “abertura do dossel” como covariáveis, nunca as duas juntas, ambas transformadas em  
264 logaritmo. Para avaliar o efeito isolado das covariáveis, utilizamos as regressões parciais.  
265 Todas as análises foram realizadas na plataforma “R” (R, 2012).

266

267

### 268 **3. RESULTADOS**

269

#### 270 *3.1. Efeito do MFIR na abundância, riqueza e composição de espécies;*

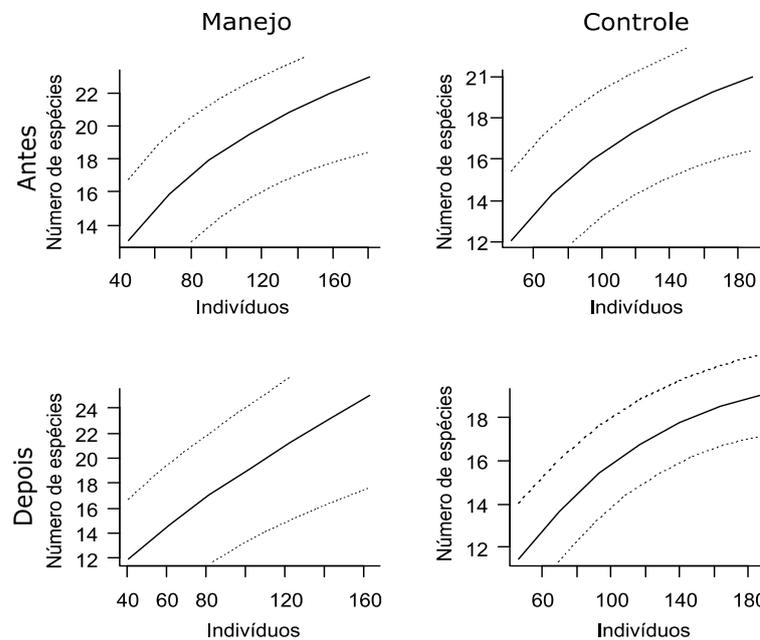
271

272 Com um esforço de amostragem de 4.032 horas/rede (64 noites), capturamos no  
273 total, 719 morcegos de 36 espécies, 24 gêneros e quatro famílias (Phyllostomidae,  
274 Molossidae, Mormoopidae, Thyropteridae), (Tabela 1). A família Phyllostomidae foi  
275 representada por 714 indivíduos, (99,3% das capturas), pertencente a 21 gêneros e 33  
276 espécies. As demais famílias foram representadas por uma espécie cada, que juntas somaram  
277 cinco (0,7%) indivíduos capturados. Frutívoros e animalívoros catadores representaram a  
278 maioria das espécies, respectivamente 15 e 14 espécies, seguidos dos nectarívoros, insetívoros

279 aéreos (três e duas espécies respectivamente) e hematófagos (uma espécie). Frutívoros e  
 280 animalívoros catadores representaram ainda a maioria das capturas 461 (64%) e 198 (27%),  
 281 respectivamente; seguidos dos nectarívoros (40; 5,5%), hematófagos (16; 2,2%) e insetívoros  
 282 aéreos (2; 0,3%).

283 A riqueza de espécies variou pouco antes e depois do manejo para as duas áreas  
 284 estudadas, mostrando que a riqueza não foi influenciada pelas atividades de manejo florestal  
 285 de impacto reduzido (Figura. 02). No total, para área manejada, 23 espécies foram capturadas  
 286 antes do manejo e 24 depois do manejo; já em área controle foram capturadas 19 espécies em  
 287 cada período (antes e depois do manejo).

288



289

290 **Figura. 02.** Curvas de rarefação para a riqueza de espécies em função do número de  
 291 indivíduos em duas áreas (Manejada e Controle), antes e depois do manejo, na FLONA do  
 292 Tapajós, Pará, Brasil. A linha cheia representa a média e linhas pontilhadas representam o  
 293 intervalo de confiança de 95%.

294

295 O modelo geral para explicar a variação na abundância total das espécies utilizando  
 296 área e período como fatores não foi significativo e explicou apenas 6% da variação ( $F = 0,59$ ,  
 297  $P = 0,62$ ). Adicionalmente, não houve efeito da área ( $F = 0,93$ ,  $P = 0,34$ ), do período ( $F =$   
 298  $0,70$ ,  $P = 0,40$ ) ou da interação área x período ( $F = 0,15$ ,  $P = 0,69$ ). O resultado foi semelhante  
 299 para a guilda de frutívoros (modelo geral:  $R^2 = 0,02$ ,  $F = 0,19$ ,  $P = 0,89$ ; área:  $F = 0,05$ ,  $P =$   
 300  $0,88$ ; período:  $F = 0,34$ ,  $P = 0,47$ ; interação:  $F = 0,19$ ,  $P = 0,66$ ). Apesar disso, algumas  
 301 espécies frutívoras responderam diferentemente, tanto aumentando em abundância nas duas  
 302 áreas (*Carollia* spp. - área manejada: 1,8 vezes; área controle: 1,4 vezes), quanto diminuindo

303 drasticamente (*A. lituratus* – área manejada: 3,5 vezes; área controle: 4 vezes) (Tabela 1). O  
 304 modelo geral para explicar a variação na abundância de animalívoros foi semelhante ao dos  
 305 frutívoros ( $R^2 = 0,02$ ,  $F = 0,19$ ,  $P = 0,89$ ), em contrapartida, a abundância de animalívoros foi  
 306 1,3 vezes maior na área controle em comparação com a área manejada ( $F = 2,87$ ,  $P = 0,05$ ), o  
 307 mesmo não ocorreu para o efeito do período ( $F = 0,01$ ,  $P = 0,45$ ) ou da interação entre as  
 308 variáveis ( $F = 1,43$ ,  $P = 0,24$ ).  
 309

**Tabela 1:** Número de captura e guilda, em área controle (Não manejada) e área manejada (MFIR). (FRU) frutívoros; (ANI) animalívoros catadores; (NEC) nectanívoros; (IAE) insetívoros aéreos; (HEM) hematófagos. (Ano 1) Antes do manejo, (Ano 2) Depois do manejo.

Táxon	Guilda	Indivíduos			
		Área Manejo		Área Controle	
		Ano1	Ano2	Ano1	Ano2
FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE	-	-	-	-	-
<b>Subfamília Carollinae</b>	-	-	-	-	-
<i>Carollia spp.</i> (Gray, 1838)	FRU	31	56	49	70
<i>Rhinophylla fischeriae</i> (Carter, 1966)	FRU	3	7	2	8
<i>Rhinophylla pumilio</i> (Peters, 1865)	FRU	2	3	1	2
<b>Subfamília Glossophaginae</b>	-	-	-	-	-
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	NEC	3	1	3	2
<b>Subfamília Lonchophyllinae</b>	-	-	-	-	-
<i>Lionycteris spurrelli</i> (Thomas, 1913)	NEC	0	0	1	0
<i>Lonchophylla thomasi</i> (J. A. Allen, 1904)	NEC	4	11	5	9
<b>Subfamília Stenodermatinae</b>	-	-	-	-	-
<i>Artibeus concolor</i> (Peters, 1865)	FRU	0	1	0	2
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	FRU	53	15	40	10
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	FRU	14	14	19	9
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	FRU	10	4	12	2
<i>Chiroderma villosum</i> (Peters, 1860)	FRU	0	4	0	0
<i>Dermanura anderseni</i> (Osgood, 1916)	FRU	2	1	0	2
<i>Dermanura cinerea</i> (Gervais, 1856)	FRU	2	0	1	0
<i>Mesophyla macconnelli</i> (Thomas, 1901)	FRU	0	1	0	0
<i>Platyrrhinus brachycephalus</i> (Rouk e Carter, 1972)	FRU	0	0	1	0
<i>Platyrrhinus fusciventris</i> (Velazco et al., 2010)	FRU	0	0	0	1
<i>Platyrrhinus incarum</i> (Thomas, 1912)	FRU	0	1	1	0
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	FRU	0	2	2	0
<b>Subfamília Desmodontinae</b>	-	-	-	-	-
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	HEM	6	1	3	6
<b>Subfamília Phyllostominae</b>	-	-	-	-	-
<i>Glyphonycteris daviesi</i> (Hill, 1964)	ANI	1	1	0	0
<i>Glyphonycteris sylvestris</i> (Thomas, 1896)	ANI	0	1	0	3
<i>Lophostoma brasiliense</i> (Peters, 1866)	ANI	0	0	0	1
<i>Lophostoma silvicolium</i> (d'Orbigny, 1836)	ANI	16	15	11	27

Táxon	Guilda	Indivíduos			
		Área Manejo		Área Controle	
		Ano1	Ano2	Ano1	Ano2
<i>Micronycteris hirsuta</i> (Peters, 1869)	ANI	3	0	0	0
<i>Micronycteris microtis</i> (Miller, 1898)	ANI	1	0	0	0
<i>Mimon crenulatum</i> (E. Geoffroy, 1803)	ANI	6	3	5	4
<i>Phylloiderma stenops</i> (Peters, 1865)	FRU	1	0	0	0
<i>Phyllostomus elongatus</i> (E. Geoffroy, 1810) *	ANI	7	1	13	17
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767) *	ANI	1	0	0	0
<i>Tonatia saurophila</i> (Koopman e Williams, 1951)	ANI	11	16	17	11
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	ANI	0	0	3	1
<i>Trinycteris nicefori</i> (Sanborn, 1949)	ANI	0	1	0	0
FAMÍLIA MOLOSSIDAE	-	-	-	-	-
<i>Nyctinomops laticaudatus</i> (E. Geoffroy, 1805)	IAE	1	0	0	0
FAMÍLIA MORMOOPIDAE	-	-	-	-	-
<i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843)	ANI	2	0	0	0
FAMÍLIA THYROPTERIDAE	-	-	-	-	-
<i>Thyroptera discifera</i> (Lichtenstein e Peters, 1855)	IAE	1	1	0	0
<b>Número de espécies por área</b>		<b>31</b>		<b>24</b>	
<b>Número de espécies por período</b>		<b>23</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>19</b>

310

311 (\*) Foram classificadas na guilda dos animalívoros catadores porque durante o estudo foram  
 312 encontradas apenas partes de insetos em suas fezes (ABC, dados não publicados).

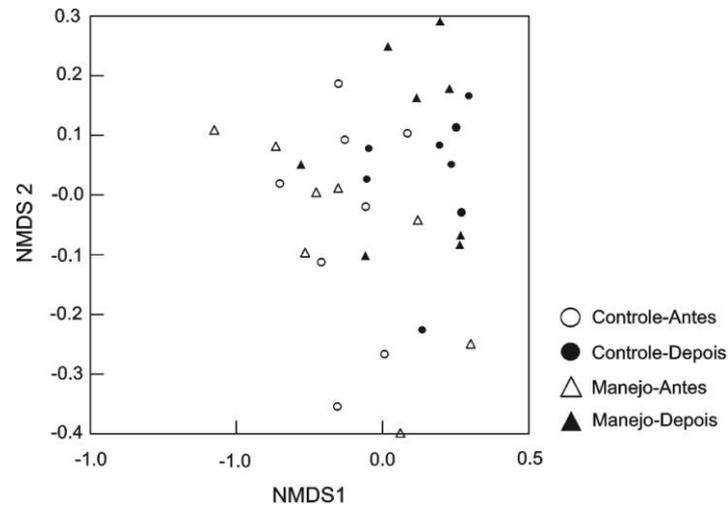
313

314

315 Não houve diferença na composição de espécies de morcegos entre os locais ( $P =$   
 316  $0,44$ ). No entanto, houve mudança na composição entre os períodos ( $P = 0,002$ ). Veja que os  
 317 símbolos vazados estão mais à esquerda da figura que os pretos (Fig. 3). Não houve efeito da  
 318 interação entre área x período ( $F = 1,43$ ,  $P = 0,38$ ).

319

320



321

322 **Figura. 03.** Relação entre a composição de espécies entre as áreas. Gráfico NMDS, com os  
 323 dois eixos do NMDS, para dados de abundância, cada autoforma presente no gráfico  
 324 representa uma parcela, para área controle e manejada, antes e depois do MFIR, na FLONA  
 325 do Tapajós, Pará, Brasil. (Stress= 0,16).

326

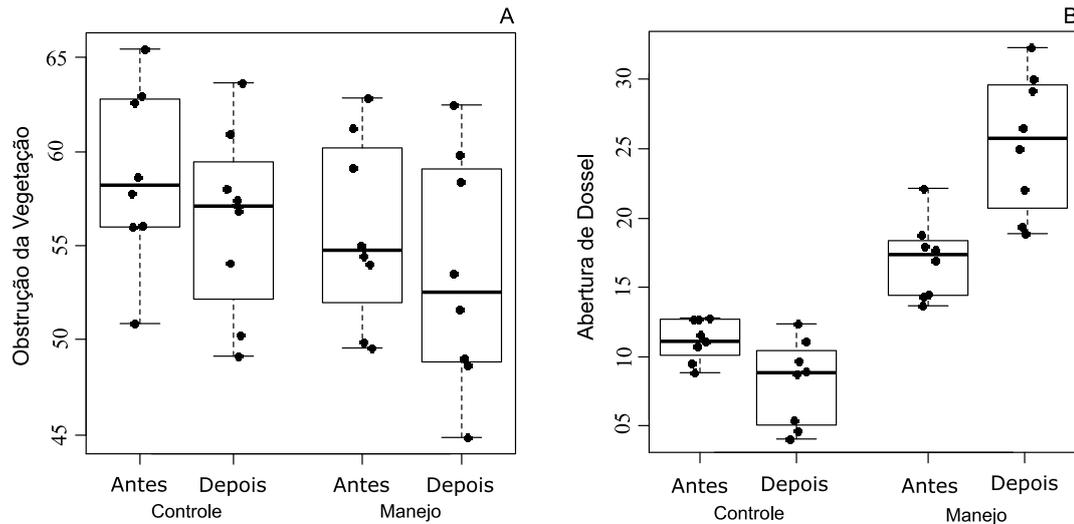
327

328 *3.2. Efeito do MFIR na estrutura da vegetação;*

329

330 A obstrução da vegetação não diferiu entre as áreas ( $F = 2,44$ ,  $P = 0,13$ ), entre os  
 331 períodos ( $F = 1,66$ ,  $P = 0,21$ ), (Fig. 4A), e não houve efeito da interação (área x ano:  $F =$   
 332  $0,005$ ,  $P = 0,94$ ). Em contraste, para a abertura de dossel, houve efeito da área ( $F = 92$ ,  $P =$   
 333  $0,001$ ), do período ( $F = 5,07$ ,  $P = 0,03$ ) e da interação área x período ( $F = 23,53$ ,  $P = 0,001$ )  
 334 (Fig. 4B).

335



336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

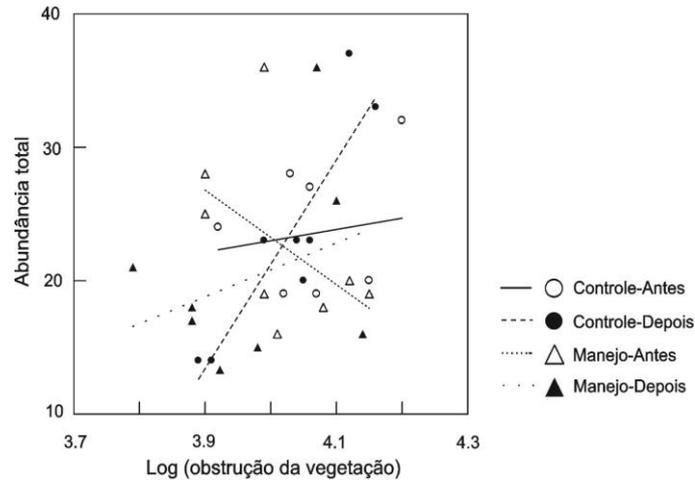
354

355

**Figura. 04.** Nível de obstrução da vegetação (A) e abertura do dossel (B) nas áreas, manejada e controle, antes e depois o manejo, na FLONA do Tapajós, Pará, Brasil. Mediana representada pela fita preta, lados inferior e superior da caixa representam os quartis, pontos pretos representam os dados brutos de cada parcela.

### 3.3. Mudanças na estrutura da floresta e relação com a abundância e composição da comunidade de morcegos;

O modelo geral para explicar alterações na abundância da assembleia de morcegos, utilizando a interação entre o fator “Combinação” (ano + local = 4 níveis) e a covariável “Obstrução da vegetação”, apresentou diferença e explicou 42% da variação ( $F = 2,56$ ,  $P = 0,03$ ). Entretanto, quando comparados individualmente, não houve efeito da obstrução da vegetação ( $F = 2,54$ ,  $P = 0,12$ ) e do fator “Combinação” ( $F = 0,18$ ,  $P = 0,90$ ), mas houve efeito da interação entre as variáveis ( $F = 4,95$ ,  $P = 0,008$ ) (Figura. 05), mostrando que as relações da abundância com a obstrução da vegetação mudam conforme o ano e a área avaliada.



356

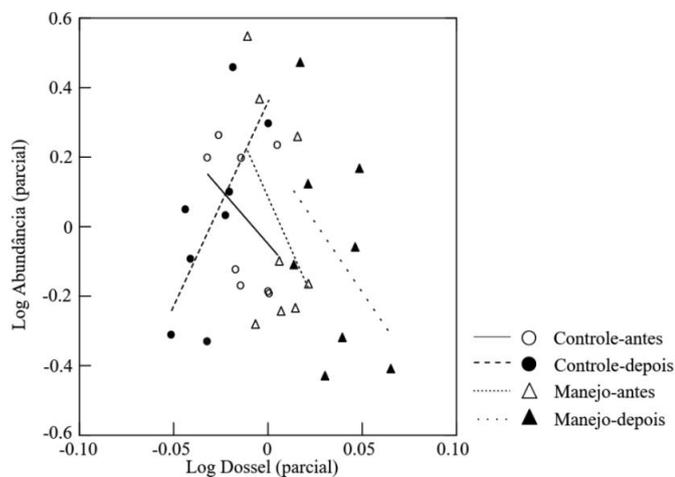
357 **Figura. 05.** Efeito da obstrução da vegetação e do manejo florestal madeireiro de impacto  
 358 reduzido sobre a abundância total de morcegos, utilizando um desenho do tipo ADIC. As  
 359 autoformas representam os dados brutos de cada parcela, na FLONA do Tapajós, Santarém,  
 360 PA, Brasil.

361

362

363 O modelo geral utilizando a interação entre o fator “Combinação” e a covariável  
 364 “Abertura do dossel”, não diferiu significativamente e explicou 28% da variação na  
 365 abundância ( $F = 1,36$ ,  $P = 0,26$ ). Não houve efeito da abertura do dossel ( $F = 0,47$ ,  $P = 0,49$ ) e  
 366 do fator “Combinação” ( $F = 0,25$ ,  $P = 0,85$ ), mas houve apenas uma forte tendência a  
 367 apresentar diferença para a variável interação “Abertura do dossel VS. Combinação” ( $F =$   
 368  $2,76$ ,  $P = 0,06$ ) (Figura. 06). Apontando uma tendência em que as relações da abundância com  
 369 a abertura do dossel podem mudar conforme o ano e a área avaliada.

370

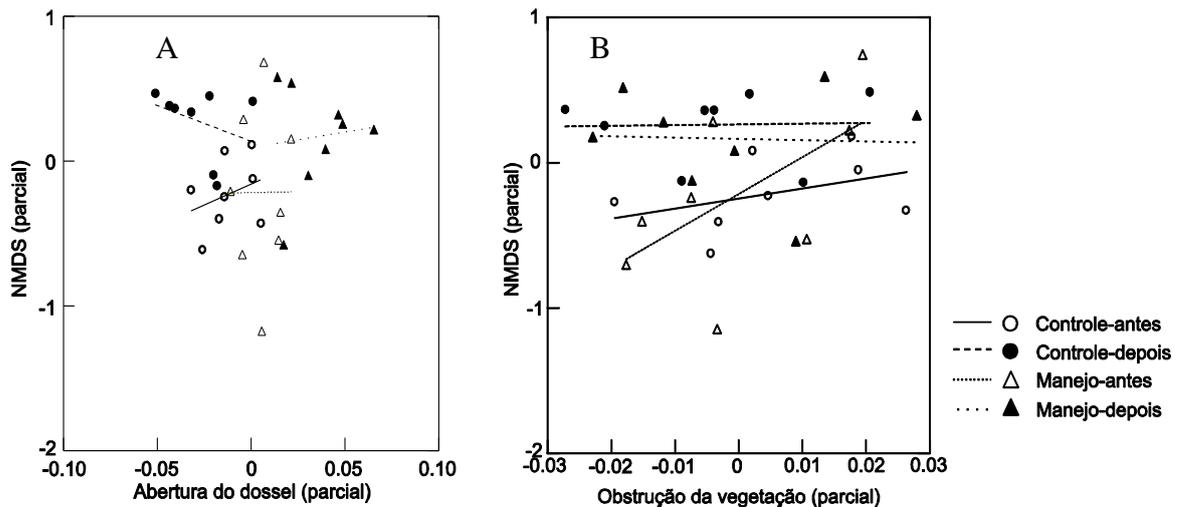


371

372 **Figura. 06.** Efeito da abertura de dossel e do manejo florestal madeireiro de impacto  
 373 reduzido, sobre a abundância total de morcegos utilizando um desenho do tipo ADIC. As  
 374 autoformas representam os dados brutos de cada parcela, na FLONA do Tapajós, Santarém,  
 375 PA, Brasil.

376

377 O modelo geral aditivo para explicar mudanças na composição de espécies foi  
 378 significativo, explicando 29% da variação no eixo 1 do NMDS ( $F = 2,89$ ,  $P = 0,04$ ). Embora  
 379 não tenha havido efeito da obstrução da vegetação ( $F = 0,63$ ,  $P = 0,43$ ), houve para  
 380 “Combinação” ( $F = 3,64$ ,  $P = 0,02$ ) (Figura. 07A). O modelo geral incluindo o efeito aditivo  
 381 de “Abertura do dossel” e “Combinação” apresentou apenas forte tendência a diferir  
 382 significativamente ( $R^2 = 0,27$ ,  $F = 2,59$ ,  $P = 0,05$ ). Não houve efeito da abertura do dossel ( $F$   
 383  $= 0,000$ ,  $P = 0,99$ ), mas houve efeito da “combinação” ( $F = 3,45$ ,  $P = 0,03$ ) (Figura. 07B).



384

385 **Figura. 07.** Efeito do manejo florestal madeireiro de impacto reduzido sob a abertura de  
 386 dossel (A) e obstrução da vegetação (B), e sua influência sobre a composição de espécies de  
 387 morcegos (utilizando um desenho experimental do tipo ADIC, na FLONA do Tapajós,  
 388 Santarém, PA, Brasil.

389

390

#### 391 4. DISCUSSÃO

392

393 Nosso estudo capturou 36 espécies, 11 (24%) e 12 (25%) a menos do que os estudos  
 394 de Castro-Arellano et al., (2007) e Presley et al., (2008), que tiveram um esforço de captura  
 395 com redes de neblina quarenta e dezesseis vezes maior do que o nosso, respectivamente, em  
 396 áreas de estudo próximas (20-30 km). Desse modo, apesar de termos subestimado a riqueza  
 397 local de morcegos, o esforço foi suficiente para caracterizarmos a fauna das espécies que  
 398 ocorrem na Flona – Tapajós. Capturamos tantas espécies quanto esses dois estudos porque  
 399 nossa escala de amostragem foi dez vezes maior, provavelmente incluindo uma maior  
 400 heterogeneidade ambiental.

401

402 Até onde conhecemos, este é o segundo estudo a utilizar um desenho do tipo “Antes  
 – depois – impacto – controle (ADIC)” para avaliar o efeito do MFIR sobre assembleias de

403 morcegos (Bicknell, et al., 2015). Em contrapartida, apenas nosso estudo buscou utilizar esse  
404 método para relacionar à assembleia de morcegos a estrutura da vegetação. A principal  
405 vantagem do desenho ADIC em relação às comparações simples realizadas entre áreas  
406 manejadas e não manejadas, o desenho experimental mais comum utilizado nos estudos  
407 citados anteriormente e em diversos outros (Hardus et al., 2012; Ochoa, 2000; Peters et al.,  
408 2006; Ribeiro and Freitas, 2012; Wunderle et al., 2006), é a possibilidade de controlar o efeito  
409 da diferença *a priori* entre os locais. Utilizando este desenho, nosso estudo mostrou que, um  
410 ano após a realização do manejo, a área impactada não sofreu maiores alterações do que a  
411 área controle quanto à riqueza, abundância ou composição das espécies de morcegos.

412 Apesar disso, as relações entre a abundância e as variáveis de estrutura da vegetação  
413 (abertura do dossel e obstrução da vegetação) sofreram alterações dentro das áreas, entre os  
414 anos de amostragem, o que sugere que mudanças na composição de espécies entre os anos  
415 podem ser as responsáveis por essas alterações. No entanto, mesmo em nosso estudo o MFIR  
416 não tendo influenciado significativamente a abundância de indivíduos, houve uma tendência  
417 parcialmente significativa para menor abundância da guilda de animalívoros catadores na área  
418 manejada. Este resultado corrobora a revisão de (Castro and Michalski, 2014), que comparou  
419 morcegos em área manejada e não manejada e verificou que para a abundância de  
420 animalívoros catadores, houve uma relação significativamente negativa em área manejada.  
421 Podendo os resultados dessa meta análise estar relacionado ao efeito direto do manejo,  
422 indicando o afugentamento de espécies (ver, Felton et al., 2010, para um exemplo com  
423 primatas) e/ou mudanças na disponibilidade de alimento (Hardus et al., 2012). Somado a isso  
424 houve uma sutil alteração na dominância de espécies, embora entre os anos de amostragem,  
425 em ambas as áreas (controle e manejo).

426 Assim, algumas espécies apresentaram tendência a responderem a variações entre os  
427 anos de amostragem, por exemplo: a abundância de algumas espécies especializadas em  
428 néctar (ex: *Lonchophylla thomasi*), ou frutos de piperácea (ex: *Carollia spp.*), responderam  
429 positivamente para abundância, chegando o grupo *Carollia spp.* a aumentar em média 1.6  
430 vezes em ambas as áreas, entre os anos de amostragem. Castro-Arellano et al., (2007),  
431 encontrou resultado similar, onde *C. perspicillata*, foi a espécie mais abundante em ambos  
432 ambientes. Em contra partida, alguns estudos têm relatado aumento da abundância desses  
433 grupos, seguido de manejo florestal (Clarke et al., 2005a).

434 Embora o aumento na abundância desses grupos tenha sido clara em nosso estudo,  
435 não foi possível relacioná-lo a atividade de MFIR, uma vez que o aumento na abundância se  
436 deu em ambas as áreas. O aumento na abundância de espécies generalistas, tal como *Carollia*

437 *spp.* pode estar diretamente relacionado ao aumento na produtividade de flores e frutos de  
438 espécies pioneiras em sub-bosque, após exploração seletiva de madeira (Costa and  
439 Magnusson, 2003; Putz et al., 2001). Devido principalmente ao surgimento de clareiras após o  
440 manejo, que permitem uma maior demanda de luz chegar ao interior da floresta, aumentando  
441 a riqueza e produtividade de algumas espécies de plantas (Boch et al., 2013; Darrigo et al.,  
442 2016), assim como a taxa crescimento nos primeiros anos após o manejo (Darrigo et al.,  
443 2016).

444 Em contrapartida, espécies que eram notavelmente mais abundantes em ambas as  
445 áreas no primeiro ano de coleta, de um ano para outro, se tornaram claramente menos  
446 abundantes, por exemplo: *Artibeus lituratus* e *Artibeus planirostris*, chegaram a diminuir sua  
447 abundancia em média 3,7 vezes, nas duas áreas estudadas. Provavelmente em resposta a  
448 menor disponibilidade de frutos do gênero *Ficus spp.*, o qual, com base em observações *in*  
449 *locu* e em amostras fecais coletadas durante o estudo (ABC, dados não publicados), era um  
450 dos principais frutos consumidos no local, no primeiro ano de amostragem, para *A. lituratus* e  
451 *A. planirostris*. Isso indica que importantes recursos alimentares de alguns morcegos  
452 especialistas podem ter sido afetados por danos secundários, por exemplo: algumas espécies  
453 de plantas frutíferas podem ser danificadas ou mortas durante o MFIR. Resposta similar foi  
454 relatada para primatas em áreas de floresta destinada ao manejo, onde a densidade da  
455 população de primatas parece ser regulada pela abundância de figueiras, principal alimento de  
456 reserva, (Hardus et al., 2012; Gutiérrez-Granados, G., Dirzo, R., 2010).

457 Nosso estudo mostrou ainda que a riqueza e composição de espécies não diferiram  
458 marcadamente entre as áreas (manejada e controle). Esse resultado contraria a nossa hipótese  
459 de que a atividade de manejo promoveria a exclusão de algumas espécies após atividade de  
460 MFIR e conseqüentemente alteraria a riqueza de espécies na área estudada. Resultado similar  
461 tem sido apresentado para mamíferos não voadores (Azevedo-Ramos et al., 2006). Em  
462 contrapartida, estudos têm relatado respostas imediatas, para mudanças na riqueza em grupos  
463 de invertebrados, após atividade de MFIR, (Azevedo-Ramos et al., 2006; Lange et al., 2014;  
464 Ochoa, 2000). De modo contrário, a composição de espécies diferiu mais notavelmente,  
465 apenas de um ano para outro (entre os períodos), não estabelecendo relação com a atividade  
466 de MFIR. Isso contrária o estudo de Ribeiro and Freitas, (2012), que encontrou significativa  
467 mudança na composição de espécies de invertebrados em relação à atividade de manejo.  
468 Nosso resultado contraria a nossa hipótese de que a atividade de manejo promoveria a  
469 substituição de algumas espécies após atividade de MFIR. Uma vez que, após a atividade de  
470 manejo, a composição da floresta tende a mudar, (Costa and Magnusson, 2003; Putz et al.,

471 2001). E tem sido sugerido que mudanças na composição da comunidade de morcegos podem  
472 ser mediadas por diferentes tipos vegetação (Bobrowiec and Gribel, 2009). Assim,  
473 conseqüentemente poderiam ser esperadas mudanças tanto na riqueza, quanto para  
474 composição de espécies de morcegos entre as áreas (manejada e controle).

475 Azevedo-Ramos et al., (2006), também não encontraram resposta significativa para  
476 mamíferos quando comparados entre área manejada e não manejada. Isso pode ser justificado,  
477 em função de haver um período de tempo mínimo, após realização do manejo, para que a  
478 fauna responda a atividade de resiliência da floresta, por exemplo: período até que plantas  
479 pioneiras comecem a florir e frutificar (Mason and Thiollay, 2001). Sugerindo que esse seja  
480 um fator limitante para caracterizar a resposta da fauna de vertebrados, para estudos de  
481 impacto ambiental realizados em curto prazo. Entretanto, em nosso estudo, mesmo não  
482 havendo relação significativa para riqueza de espécies, pelo menos 6 espécies não amostradas  
483 na primeira campanha foram capturadas nas duas áreas (controle e manejada), na segunda  
484 campanha. Isso sugere que alterações no ambiente após a atividade de manejo, embora sutis  
485 possam favorecer o surgimento de novos nichos no ambiente.

486 Com base no exposto em nosso estudo, em curto prazo do MFIR não influenciou a  
487 assembleia de morcegos na FLONA-Tapajós, em contrapartida houve apenas uma forte  
488 tendência negativa para a abundância da guilda de animalívoros catadores em área manejada.  
489 Assim, como significativa mudança na composição de espécies, embora apenas de um ano  
490 para outro.

491 Dentre as variáveis da estrutura da vegetação mensuradas em nosso estudo  
492 (obstrução da vegetação e abertura de dossel), obstrução da vegetação não mudou  
493 significativamente após atividade de MFIR. Em contrapartida, a abertura de dossel foi  
494 modificada significativamente, chegando a aumentar 2.3 vezes em relação a variável  
495 obstrução da vegetação e 1.7 vezes quando comparada entre as áreas (manejada e controle),  
496 após MFIR. No entanto, embora o MFIR venha a alterar o dossel da floresta, seu impacto é  
497 duas vezes menor que aos efeitos da exploração convencional (Asner et al., 2004; Johns et al.,  
498 1996). Embora vários estudos já tenham demonstrado que mudanças na estrutura da  
499 vegetação, via atividade de manejo, podem conseqüentemente mediar mudanças na  
500 abundância, riqueza e composição de espécies da fauna e flora ( Boch et al., 2013; Clarke et  
501 al., 2005b; Dale and Slembe, 2005; Darrigo et al., 2016; Lange et al., 2014; Peters et al.,  
502 2006), em geral, tais estudos têm chegado a resultados frequentemente contraditórios, para  
503 vários grupos, provavelmente em função de diferentes intensidades, frequências e ou período  
504 de amostragem após MFIR.

505           Nossos resultados para o efeito imediato após MFIR indicam que, mudanças na  
506 estrutura da floresta podem oferecer apenas um efeito sutil para abundância e composição da  
507 assembleia de morcegos. Dessa forma, não influenciando negativamente na conservação de  
508 espécies capturadas em sub-bosque na FLONA – Tapajós. De modo geral, embora não tenha  
509 havido significativa relação, quando interagimos as variáveis (nível de abertura do dossel X  
510 combinação), nós encontramos uma sugestiva tendência para aumento da abundância de  
511 morcegos próximo de significância ( $P = 0.06$ ), no entanto, tal efeito foi apenas na área  
512 controle não tendo relação com a atividade de MFIR. Apontando para uma tendência em que  
513 as relações da abundância com a abertura do dossel podem mudar conforme o ano e a área  
514 avaliada. Não obstante, alguns estudos tem mostrado relação significativa quando  
515 relacionaram abertura de dossel com abundância de indivíduos (Clarke et al., 2005a). No  
516 entanto, diferentemente de nosso estudo, suas parcelas amostrais eram espaçadas por 200 m  
517 entre si. Assim, o efeito dentro de cada área amostral pode ser minimizado ao passo que o  
518 efeito entre as unidades amostrais pode ser maximizado. Em contra partida, em nosso estudo,  
519 as unidades amostrais eram espaçadas por 1 km entre si. Assim, capturamos uma maior  
520 variação da paisagem dentro de cada módulo, em contrapartida, minimizamos o efeito entre as  
521 unidades amostrais se tornando mais difícil encontrar diferença para o efeito do MFIR, na  
522 abundância de morcegos em relação à abertura de dossel.

523           De modo contrário, a interação entre abundância e à obstrução da vegetação  
524 apresentou diferença significativa para aumento da abundância em área controle, no segundo  
525 período de amostragem, isso pode estar diretamente relacionado ao fato de morcegos terem  
526 apresentado sugestiva tendência a diferir, (próxima de significativa,  $P = 0,06$ ), em menor  
527 abundância em relação à abertura de dossel, na área manejada, no segundo período de  
528 amostragem. Não obstante, tem sido revelado que morcegos animalívoros catadores  
529 frequentemente são afetados negativamente por conversão da floresta, para outros usos  
530 (Soriano and Ochoa, 2001). E de acordo com Klingbeil and Willig, (2009), a estratégia de  
531 forrageio de animalívoros catadores requer voo contínuo e lento em ambientes altamente  
532 obstruídos, bem como se empoleirar e à espera de presas, tornando áreas de vegetação densa e  
533 dossel fechado, ideal para proteção contra predadores, enquanto forrageiam. Sugerindo que a  
534 qualidade do habitat pode mais fortemente ser afetado sensitivamente por fragmentação do  
535 ambiente, que requerimento por poleiros (Klingbeil and Willig, 2009; Marciente et al., 2015).

536           Dessa forma, sugerimos que o significativo aumento na abundância da guilda de  
537 animalívoros catadores, em área controle, pode ter sido responsável por boa parte da  
538 significativa interação entre abundância e à obstrução da vegetação, para área controle.

539 Em curto prazo a composição de espécies de morcegos, de modo geral, não apresentou  
540 diferença significativa para ambas variáveis da estrutura da vegetação (abertura de dossel e  
541 obstrução da vegetação) após atividade de MFIR. Entretanto, estudos têm relatado que a  
542 composição de espécies de alguns grupos de animais responde significativamente a mudanças  
543 da estrutura da vegetação mediadas por perturbações no ambiente (Klingbeil and Willig,  
544 2009; Presley et al., 2008), mas, (ver Dias et al., 2010), para um exemplo com peixes na  
545 Amazônia. E tem sido relatado, que para morcegos, em áreas onde há distúrbios antrópicos a  
546 seleção de habitat pode não depender mais apenas da estrutura da vegetação, mas sim da  
547 qualidade do habitat (Marciente et al., 2015).

548 Em contrapartida a variável “combinação” demonstrou significativo efeito temporal  
549 em curto prazo, sendo que a composição de espécies de morcegos diferenciou  
550 significativamente entre os anos de amostragem para ambas as variáveis da estrutura da  
551 vegetação (abertura de dossel e obstrução da vegetação), independentemente da área (controle  
552 e manejada), devido à considerada variação interanual existente.

553 De modo geral, nossos dados para a abundância e composição de espécies em  
554 relação à estrutura da vegetação, em curto prazo mostrou apenas influenciar a assembleia de  
555 morcegos, principalmente em função do tempo. Adicionalmente, o efeito temporal pode ser  
556 igualmente importante quando não há efeito do manejo sobre a comunidade. Pois, com o tempo  
557 a comunidade pode retornar para seu estado inicial. Isto sugere que mudanças na abundância e  
558 a composição de morcegos podem variar de acordo com diferentes estágios de regeneração da  
559 floresta ao longo do tempo após atividade de manejo. Isso corrobora com os resultados de  
560 Costa and Magnusson (2003), que registraram maior número de indivíduos florindo 5 anos  
561 após o manejo.

562 Dessa forma, a realização de estudos em curto prazo pode ser um fator limitante para  
563 caracterizar a resposta da fauna de vertebrados, frente a atividades de manejo (Azevedo-  
564 Ramos et al., 2006; este estudo). Adicionalmente estudos em curto prazo e apenas após a  
565 atividade de manejo podem se tornar essencialmente instantâneos, para resposta de apenas  
566 algumas espécies específicas, dessa forma sugerimos que estudos futuros possam investigar o  
567 efeito do MFIR em longo prazo, a fim de não ignorar uma sequência de respostas em nível de  
568 comunidade acompanhando, tanto mudanças na estrutura da floresta ao longo do tempo,  
569 quanto como às espécies respondem a essas mudanças.

570

571

572

## 573 **5. CONCLUSÕES**

574

- 575 • Em curto prazo, o MFIR não mostrou efeito sobre a abundância, riqueza e composição  
576 de espécies de morcegos;
- 577 • Dentre as variáveis da estrutura da vegetação (obstrução da vegetação e abertura de  
578 dossel), a abertura de dossel foi a única a ser significativamente alterada, após  
579 atividade de MFIR;
- 580 • Relações entre abundância e a variável obstrução da vegetação sofreram alterações  
581 dentro das áreas, entre os anos de amostragem;
- 582 • Relações entre composição da assembleia de morcegos e a estrutura da vegetação  
583 (obstrução da vegetação e abertura de dossel) não mudaram entre as áreas, mas  
584 demonstraram significativo efeito temporal em curto prazo, diferenciando  
585 significativamente entre os anos de amostragem.

586

587

## 588 **Agradecimentos**

589

590 Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia e ao CNPq  
591 pela bolsa concedida ao primeiro autor. A COOMFLONA, pelo apoio logístico. Ao ICMBIO  
592 por autorizar a pesquisa na Unidade Conservação FLONA - Tapajós (SISBIO - 44496-1).

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606 **6. REFERÊNCIAS**

607

608 Altringham, J.D., Hammond, L., Mcowat, T., 1996. Bats: biology and behaviour. Oxford  
609 university press.

610 Asner, G.P., Keller, M., Pereira, Jr, R., Zweede, J.C., Silva, J.N.M., 2004. Canopy Damage  
611 and Recovery After Selective Logging in Amazonia: Field and Satellite Studies. *Ecol.*  
612 *Appl.* 14, 280–298. doi:10.1890/01-6019.

613 Azevedo-Ramos, C., de Carvalho, O., do Amaral, B.D., 2006. Short-term effects of reduced-  
614 impact logging on eastern Amazon fauna. *For. Ecol. Manage.* 232, 26–35.  
615 doi:10.1016/j.foreco.2006.05.025.

616 Bawa, K.S., Seidler, R., 1998. Natural Forest Management and Conservation of. *Conserv.*  
617 *Biol.* 12, 46–55.

618 Bicknell, J.E., Struebig, M.J., Davies, Zoe G., 2015. Reconciling timber extraction with  
619 biodiversity conservation in tropical forests using reduced-impact logging. *Journal of*  
620 *Applied Ecology.* 52, 379–388 . doi: 10.1111/1365-2664.12391.

621 Bobrowiec, P.E.D., Gribel, R., 2009. Effects of different secondary vegetation types on bat  
622 community composition in Central Amazonia, Brazil. *Anim. Conserv.* v. 13, n. 2, p. 204-  
623 216, 2010 13, 204–216. doi:10.1111/j.1469-1795.2009.00322.x.

624 Boch, S., Prati, D., Müller, J., Socher, S., Baumbach, H., Buscot, F., Gockel, S., Hemp, A.,  
625 Hessenmöller, D., Kalko, E.K. V, Linsenmair, K.E., Pfeiffer, S., Pommer, U., Schöning,  
626 I., Schulze, E.D., Seilwinder, C., Weisser, W.W., Wells, K., Fischer, M., 2013. High  
627 plant species richness indicates management-related disturbances rather than the  
628 conservation status of forests. *Basic Appl. Ecol.* 14, 496–505.  
629 doi:10.1016/j.baae.2013.06.001.

630 Brasil, 2015. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5 de 10 de set. de 2015.  
631 Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e  
632 avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS no Estado do Pará.  
633 Diário Oficial da União, n. 32969, 11 de Setembro de 2015, Seção 1, p. 37-57, Brasil.

634 Castro, I.J., Michalski, F., 2014. Effects of logging on bats in tropical forests. *Nat. e Conserv.*  
635 12, 99–105. doi:10.1016/j.ncon.2014.09.001.

636 Castro-Arellano, I., Presley, S.J., Saldanha, L.N., Willig, M.R., Wunderle Jr, J.M., 2007.  
637 Effects of reduced impact logging on bat biodiversity in terra firme forest of lowland  
638 Amazonia. *Biol. Conserv.* 138, 269–285. doi:10.1016/j.biocon.2007.04.025.

- 639 Clarke, F.M., Pio, D.V., Racey, P.A., 2005a. A Comparison of Logging Systems and Bat  
640 Diversity in the Neotropics. *Conserv. Biol.* 19, 1194–1204. doi:10.1111/j.1523-  
641 1739.2005.00170.x.
- 642 Clarke, F. M., Rostant, L. V., Racey, P.A., 2005b. Life after logging: post-logging recovery of  
643 a neotropical bat community. *J. Appl. Ecol.* 42, 409–420. doi:10.1111/j.1365-  
644 2664.2005.01024.x.
- 645 Colwell, R.K., 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species  
646 from samples.
- 647 Costa, F.R.C., Magnusson, W.E., 2003. Effects of Selective Logging on the Diversity and  
648 Abundance of Flowering and Fruiting Understory Plants in a Central Amazonian Forest  
649 1. *Biotropica* 35, 103–114. doi:10.1111/j.1744-7429.2003.tb00267.x.
- 650 Dale, S., Slembe, B., 2005. Effects of selective logging (50 years ago) on habitat use and  
651 ranging behaviour of a forest understorey bird (red-tailed bristlebill, *Bleda syndactyla*) in  
652 Uganda. *Afr. J. Ecol.* 43, 114–122. doi:10.1111/j.1365-2028.2005.00554.x.
- 653 Darrigo, M.R., Venticinque, E.M., Santos, F.A.M. dos, 2016. Effects of reduced impact  
654 logging on the forest regeneration in the central Amazonia. *For. Ecol. Manage.* 360, 52–  
655 59. doi:10.1016/j.foreco.2015.10.012.
- 656 Downes, B.J., et al. 2002. *Monitoring Ecological Impacts: Concepts and Practice in Flowing  
657 Waters.* Cambridge University Press, New York, New York, USA.
- 658 Dias, M.S., Magnusson, W.E., Zuanon, J., 2010. Effects of Reduced-Impact Logging on Fish  
659 Assemblages in Central Amazonia: Contributed Paper. *Conserv. Biol.* 24, 278–286.  
660 doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01299.x.
- 661 Esbérard, C.E.L., 2007. Influência do ciclo lunar na captura de morcegos Phyllostomidae.  
662 *Iheringia. Série Zool.* 97, 81–85. doi:10.1590/S0073-47212007000100012.
- 663 Espírito-Santo, F.D.B., Shimabukuro, Y.E., Aragão, L.E.O.C. De, Machado, E.L.M., 2005.  
664 Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com  
665 o apoio geográfico de imagens de satélites. *Acta Amaz.* 35, 155–173.
- 666 FAO, 2014. *State of the World's Forests: Enhancing the socioeconomic benefits from forests,*  
667 *Fao.* Roma. doi:10.1103/PhysRevLett.74.2694.
- 668 Fearnside, P.M., 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta  
669 Amaz.* 36, 395–400. doi:10.1590/S0044-59672006000300018.
- 670 Felton, a. M., Felton, A., Foley, W.J., Lindenmayer, D.B., 2010. The role of timber tree  
671 species in the nutritional ecology of spider monkeys in a certified logging concession,  
672 Bolivia. *For. Ecol. Manage.* 259, 1642–1649. doi:10.1016/j.foreco.2010.01.042.

- 673 Fleming, T.H., Heithaus, E. R., 1981. Frugivorous Bats , Seed Shadows , and the Structure  
674 of Tropical Forests Author ( s ): Published by : The Association for Tropical Biology and  
675 Conservation Stable URL : Biotropica 13, 45–53.
- 676 Fonseca, A., Souza Jr., C., Veríssimo, A., 2016. Boletim do Desmatamento da Amazônia  
677 Legal. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON)**.
- 678 Gregorin, R., Taddei, V.A., 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos  
679 brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotrop.* 9, 13–32.
- 680 Gutiérrez-Granados, G., Dirzo, R., 2010. Indirect effects of timber extraction on plant  
681 recruitment and diversity via reductions in abundance of frugivorous spider monkeys. *J.*  
682 *Trop. Ecol.* 26, 45. doi:10.1017/S0266467409990307.
- 683 Hardus, M.E., Lameira, A.R., Menken, S.B.J., Wich, S.A., 2012. Effects of logging on  
684 orangutan behavior. *Biol. Conserv.* 146, 177–187. doi:10.1016/j.biocon.2011.12.014.
- 685 IBAMA, 2004. Floresta Nacional do Tapajós. Plano de Manejo pp. 1-580.
- 686 Johns, A.D., 1988. Effects of “Selective” Timber Extraction on Rain Forest Structure and  
687 Composition and Some Consequences for Frugivores and Folivores. *Biotropica* 20, 31–  
688 37.
- 689 Johns, A.D., 1985. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest:  
690 Problems and recommendations. *Biol. Conserv.* 31, 355–375. doi:10.1016/0006-  
691 3207(85)90091-6.
- 692 Johns, J.S., Barreto, P., Uhl, C., 1996. Logging damage during planned and unplanned  
693 logging operations in the eastern Amazon. *For. Ecol. Manage.* 89, 59–77.  
694 doi:10.1016/S0378-1127(96)03869-8.
- 695 Kalko E.K.V., 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space  
696 and time. *Zoology* 101: 281–297.
- 697 Klingbeil, B.T., Willig, M., 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition  
698 and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *J. Appl. Ecol.* 46, 203–213.  
699 doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01594.x.
- 700 Lange, M., Türke, M., Pašalic´, E., Boch, S., Hessenmöller, D., Müller, J., Prati, D., Socher,  
701 S.A., Fischer, M., Weisser, W.W., Gossner, M.M., 2014. Effects of forest management  
702 on ground-dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are  
703 mainly mediated by changes in forest structure. *For. Ecol. Manage.* 329, 166–176.  
704 doi:10.1016/j.foreco.2014.06.012.
- 705 Laufer, J., Michalski, F., Peres, C.A., 2013. Assessing sampling biases in logging impact  
706 studies in tropical forests. *Mongabay.com Open Access J. -Tropical Conserv. Sci. Open*

- 707 Access J. -Tropical Conserv. Sci. Trop. Conserv. Sci. 66, 16–3416. doi:Available online:  
708 www.tropicalconservationscience.org.
- 709 Lefevre, K.L., Sharma, S., Rodd, F.H., 2012. Moderate Human Disturbance of Rain Forest  
710 Alters Composition of Fruiting Plant and Bird Communities. *Biotropica* 44, 427–436.  
711 doi:10.1111/j.1744-7429.2011.00809.x.
- 712 Lobova, T.A., Geiselman, C.K., Mori, S.A., 2009. Seed dispersal by bats in the Neotropics.  
713 Botanical Garden, New York.
- 714 Mackenzie, D.I., 2006. Modeling the probability of resource use: the effect of, and dealing  
715 with, detecting a species imperfectly. *J. Wildl. Manage.* 70, 367–374.
- 716 Marciente, R., Bobrowiec, P.E.D., Magnusson, W.E., 2015. Ground-vegetation clutter affects  
717 phyllostomid bat assemblage structure in lowland Amazonian forest. *PLoS One* 10, 1–  
718 16. doi:10.1371/journal.pone.0129560.
- 719 Marsden, S.J., Fielding, A.H., Mead, C., Hussin, M.Z., 2002. A technique for measuring the  
720 density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *For. Ecol. Manage.*  
721 165, 117–123. doi:10.1016/S0378-1127(01)00653-3.
- 722 Mason, D.J., Thiollay, J.M., 2001. Tropical Forest and the Conservation of Neotropical Birds,  
723 in: Fimbel, R., Grajal, A., Robinson, J.G. (Eds.), *The Cutting Edge: Conserving Wildlife*  
724 *in Logged Tropical Forests*. Columbia University Press, New York, pp. 167–191.
- 725 McDonald, T.L., Erickson, W.P., McDonald, L.L., 2000. Analysis of Count Data From  
726 Studies. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 5, 262–279.
- 727 Mutsert, K. de, Cowan, J.H., 2012. A Before-After-Control-Impact Analysis of the Effects of  
728 a Mississippi River Freshwater Diversion on Estuarine Nekton in Louisiana, USA.  
729 *Estuaries and Coasts* 35, 1237–1248. doi:10.1007/s12237-012-9522-y.
- 730 Ochoa, J., 2000. Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de mammals  
731 pequenos en bosques de tierras bajas de la Cuayana Venezolana. *Biotropica* 32, 146–  
732 165.
- 733 Oksanen, J., Blanchet, F.G., Wagner, R.K., Legendre, P., Minchin, P.R., O'h Ara, R.B.,  
734 Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., E Wagner, H., 2011. *Vegan: Community*  
735 *ecology package*.
- 736 Oliveira, L.Q. de, Marciente, R., Magnusson, W.E., Bobrowiec, P.E.D., 2015. Activity of the  
737 Insectivorous Bat *Pteronotus parnellii* Relative to Insect Resources and Vegetation  
738 Structure. *J. Mammal.* 96, 1036–1044. doi:10.1093/jmammal/gyv108.
- 739 Peters, S.L., Malcolm, J.R., Zimmerman, B.L., 2006. Effects of selective logging on bat  
740 communities in the southeastern Amazon. *Conserv. Biol.* 20, 1410–1421.

- 741 doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00526.x.
- 742 Presley, S.J., Willig, M.R., Saldanha, L.N., Wunderle, J.M., Castro-Arellano, I., 2009.  
743 Reduced-impact logging has little effect on temporal activity of frugivorous bats  
744 (Chiroptera) in lowland amazonia. *Biotropica* 41, 369–378. doi:10.1111/j.1744-  
745 7429.2008.00485.x.
- 746 Presley, S.J., Willig, M.R., Wunderle, J.M., Saldanha, L.N., 2008. Effects of reduced-impact  
747 logging and forest physiognomy on bat populations of lowland Amazonian forest. *J.*  
748 *Appl. Ecol.* 45, 14–25. doi:10.1111/j.1365-2664.2007.01373.x.
- 749 Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R., Robinson, J., 2001. Tropical Forest  
750 Management and Conservation of Biodiversity: an Overview. *Conserv. Biol.* 15, 7–20.  
751 doi:10.1046/j.1523-1739.2001.00018.x.
- 752 Putz, F. E.; Sist, P.; Fredericksen, T. e Dykstra, D., 2008. Reduced-impact logging: challenges  
753 or opportunities. *Forest Ecology and Management.* v. 256, p. 1427-1433.
- 754 R, 2012. R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical  
755 computing.
- 756 Rasband, W.S., 2007. ImageJ.
- 757 Reis, N.R. dos, Fregonezi, M.N., Peracchi, A.L., Shibatta, O.A., 2013. *Morcegos do Brasil:*  
758 *guia de campo*, 1st ed. Technical Books, Rio de Janeiro.
- 759 Ribeiro, D.B., Freitas, A.V.L., 2012. The effect of reduced-impact logging on fruit-feeding  
760 butterflies in Central Amazon, Brazil. *J. Insect Conserv.* 16, 733–744.  
761 doi:10.1007/s10841-012-9458-3.
- 762 Saunders, D.A., Hobbs, R.J., Margules, C.R., 1991. Biological Consequences of ecosystem  
763 Fragmentation: A Review. *Biol. Conserv.* 5, 18–32. doi:10.1111/j.1523-  
764 1739.1991.tb00384.x.
- 765 Smith, E.P., 2002. BACI Design. *Environmetrics Volume 1*, 141–148.  
766 doi:10.1002/9780470057339.vab001.pub2.
- 767 Soriano, P.J., Ochoa, J., 2001. The consequences of Timber Exploitation for bat communities  
768 in tropical America, in: Fimbel, R.A., Grajal, A., Robinson, J. (Eds.), *The Cutting Edge:*  
769 *Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests.* Columbia University Press, New York,  
770 pp. 153–166.
- 771 Vizotto, L.D., Taddei, V.A., 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros.
- 772 Wunderle, J.M., Henriques, L.M.P., Willig, M.R., 2006. Short-term responses of birds to  
773 forest gaps and understory: An assessment of reduced-impact logging in a lowland  
774 Amazon forest. *Biotropica* 38, 235–255. doi:10.1111/j.1744-7429.2006.00138.x.

775 ANEXO

776

777 ANEXO A - Guia para autores, com as normas para a submissão de artigos, na Revista Forest

778 Ecology and Management.

779

780 **PREPARATION**

781 **NEW SUBMISSIONS**

782 Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise  
783 through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your  
784 files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

785 As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript  
786 as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word  
787 document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your  
788 manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to  
789 do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission.  
790 Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

791 **References**

792 There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can  
793 be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s)  
794 name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume  
795 number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly  
796 encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted  
797 article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof  
798 stage for the author to correct.

799 **Formatting requirements**

800 There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the  
801 essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords,  
802 Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with  
803 Captions.

804 AUTHOR INFORMATION PACK 23 Jan 2016 [www.elsevier.com/locate/foreco](http://www.elsevier.com/locate/foreco) 9 If your  
805 article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included  
806 in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined  
807 sections.

808

809 **Please ensure the text of your paper is double-spaced and has consecutive**

810 **line numbering - this is an essential peer review requirement.**

811 *Figures and tables embedded in text*

812 Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the  
813 relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file.

814

815 **REVISED SUBMISSIONS**

816 **Use of word processing software**

817 Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us  
818 with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as  
819 possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article.  
820 The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional

821 manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier:  
 822 <https://www.elsevier.com/guidepublication>). See also the section on Electronic artwork.  
 823 To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and  
 824 'grammar-check' functions of your word processor.  
 825

## 826 **Article structure**

### 827 **Subdivision**

828 Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be  
 829 numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section  
 830 numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to  
 831 "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on  
 832 its own separate line.

#### 833 *Introduction*

834 State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a  
 835 detailed literature survey or a summary of the results.

#### 836 *Material and methods*

837 Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published  
 838 should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

#### 839 *Results*

840 Results should be clear and concise.

#### 841 *Discussion*

842 This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A  
 843 combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations  
 844 and discussion of published literature.

#### 845 *Conclusions*

846 The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section,  
 847 which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion  
 848 section.

#### 849 *Appendices*

850 If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and  
 851 equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.;  
 852 in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table  
 853 A.1; Fig. A.1, etc.  
 854

## 855 **Essential title page information**

856 • **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems.  
 857 Avoid abbreviations and formulae where possible.

858 • **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family  
 859 name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the  
 860 authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names.  
 861 Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's  
 862 name and in front of the appropriate address.

863 Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if  
 864 available, the e-mail address of each author.

865 • **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of  
 866 refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given  
 867 and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

868 • **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the  
 869 article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address')  
 870 may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author  
 871 actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic  
 872 numerals are used for such footnotes.

## 873 **Abstract**

874 A concise and factual abstract is required (not longer than 400 words). The abstract  
 875 should state briefly the purpose of the research, the principal results and major  
 876 conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able  
 877 to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite  
 878 the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be  
 879 avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself

## 880 **Graphical abstract**

881 Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention  
 882 to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article  
 883 in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership.  
 884 Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission  
 885 system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h ×  
 886 w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a  
 887 regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files.  
 888 See <https://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

889 Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the  
 890 Best presentation of their images and in accordance with all technical requirements:  
 891 [Illustration Service](#).

## 892 **Highlights**

893 Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet  
 894 points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate  
 895 editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and  
 896 include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).  
 897 See <https://www.elsevier.com/highlights> for examples.

## 898 **Keywords**

899 Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American  
 900 spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example,  
 901 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the  
 902 field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

## 903 **Abbreviations**

904 Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the  
 905 first Page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be  
 906 defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of  
 907 abbreviations throughout the article.

## 908 **Acknowledgements**

909 Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the  
 910 references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title  
 911 or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g.,  
 912 providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

### 913 *Units*

914 SI (Système International d'unités) should be used for all units except where common  
 915 usage dictates otherwise. Examples of non-SI that may be more appropriate (depending  
 916 on context) in many ecological and forestry measurements are ha rather than m<sup>2</sup>, year  
 917 rather than second. Use Mg ha<sup>-1</sup>, not tonnes ha<sup>-1</sup>, and use µg g<sup>-1</sup>, not ppm (or for  
 918 volume, µL L<sup>-1</sup> or equivalent). Tree diameter Will generally be in cm (an approved SI  
 919 unit) rather than m. Units should be in the following style: kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, kg m<sup>-3</sup>. Non-  
 920 SI units should be spelled in full (e.g. year). Do not insert 'non-units' within compound  
 921 units: for example, write 300 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen (or N), not 300 kg N ha<sup>-1</sup>.

## 922 **Math formulae**

923 Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple  
 924 formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a

925 horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be  
 926 presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number  
 927 consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if  
 928 referred to explicitly in the text).

## 929 **Footnotes**

930 Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article.  
 931 Many Word processors build footnotes into the text, and this feature may be used.  
 932 Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the  
 933 footnotes themselves separately at the end of the article.

## 934 **Artwork**

### 935 **Electronic artwork**

#### 936 *General points*

- 937 • Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- 938 • Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- 939 • Number the illustrations according to their sequence in the text.
- 940 • Use a logical naming convention for your artwork files.
- 941 • Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- 942 • For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables  
 943 within a single file at the revision stage.
- 944 • Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate  
 945 source files. A detailed guide on electronic artwork is available on our website:  
 946 <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

947 **You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information**  
 948 **are given here.**

### 949 **Formats**

950 Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save  
 951 as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution  
 952 requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):  
 953 EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.  
 954 TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300  
 955 dpi.  
 956 TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.  
 957 TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of  
 958 500 dpi is required.

#### 959 **Please do not:**

- 960 • Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the  
 961 resolution is too low.
- 962 • Supply files that are too low in resolution.
- 963 • Submit graphics that are disproportionately large for the content.

#### 964 *Color artwork*

965 Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or  
 966 PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted  
 967 article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge,  
 968 that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites)  
 969 regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed  
 970 version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from**  
 971 **Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in  
 972 print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork,  
 973 please see <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

#### 974 *Figure captions*

975 Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on  
 976 the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations  
 977 themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

## 978 **Tables**

979 Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next  
 980 to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables  
 981 consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes  
 982 below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented  
 983 in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using  
 984 vertical rules.

## 985 **References**

### 986 **Citation in text**

987 Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list  
 988 (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished  
 989 results and personal communications are not recommended in the reference list, but may  
 990 be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they  
 991 should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution  
 992 of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'.  
 993 Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for  
 994 publication.

#### 995 *Reference links*

996 Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online  
 997 links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing  
 998 services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the  
 999 references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles,  
 1000 publication year and pagination may prevent link creation. When copying references,  
 1001 please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

#### 1002 *Web references*

1003 As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last  
 1004 accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a  
 1005 source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately  
 1006 (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in  
 1007 the reference list.

#### 1008 *References in a special issue*

1009 Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any  
 1010 citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

#### 1011 *Reference management software*

1012 Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most  
 1013 popular reference management software products. These include all products that  
 1014 support Citation Style Language styles (<http://citationstyles.org>), such as Mendeley  
 1015 (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and Zotero  
 1016 (<https://www.zotero.org/>), as well as EndNote (<http://endnote.com/downloads/styles>).  
 1017 Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the  
 1018 appropriate journal template when preparing their article, after which citations and  
 1019 bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet  
 1020 available for this journal, please follow the format of the sample references and citations  
 1021 as shown in this Guide.

1022 Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by  
 1023 clicking the following

1024 link: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/forest-ecology-and-management>

1025 When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the  
 1026 Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

#### 1027 *Reference formatting*

1028 There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can  
1029 be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s)  
1030 name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume  
1031 number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly  
1032 encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted  
1033 article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof  
1034 stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they  
1035 should be arranged according to the following examples:

1036 *Reference style*

1037 *Text:* All citations in the text should refer to:

- 1038 1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the  
1039 year of publication;
- 1040 2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
- 1041 3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

1042 Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed  
1043 first alphabetically, then chronologically.

1044 Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).  
1045 Kramer et al. (2010) have recently shown ....'

1046 *List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted  
1047 chronologically IF necessary. More than one reference from the same author(s) in the  
1048 same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of  
1049 publication.

1050 *Examples:*

1051 Reference to a journal publication:

1052 Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific  
1053 article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

1054 Reference to a book:

1055 Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

1056 Reference to a chapter in an edited book:

1057 Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article,  
1058 in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc.,  
1059 New York, pp. 281–304.

1060 *Journal abbreviations source*

1061 Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations:

1062 <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.