RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 15/01/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E BIODIVERSIDADE

REDUCTIO AD ABSURDUM

SIMPLIFICATION OF TROPHIC PROCESSES IN TROPICAL FORESTS

FERNANDO SILVA LIMA, M.Sc.

Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Co-orientador: Dr. Clinton Neil Jenkins

Dezembro - 2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E BIODIVERSIDADE

REDUCTIO AD ABSURDUM

SIMPLIFICATION OF TROPHIC PROCESSES IN TROPICAL FORESTS

FERNANDO SILVA LIMA, M.Sc.

Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Co-orientador: Dr. Clinton Neil Jenkins

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ecologia, Evolução e Biodiversidade.

Dezembro - 2020

L732r

Lima, Fernando Silva
Reductio ad absurdum: simplification of trophic processes in tropical forests / Fernando Silva Lima. -- Rio Claro, 2022
96 f. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Milton Cezar Ribeiro
Coorientador: Clinton Neil Jenkins

1. Animais carnívoros. 2. Predação (Biologia). 3. Animais predadores. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: **REDUCTIO AD ABSURDUM: SIMPLIFICATION OF TROPHIC PROCESSES IN TROPICAL FORESTS**

AUTOR: FERNANDO SILVA LIMA
ORIENTADOR: MILTON CEZAR RIBEIRO
COORIENTADOR: MAURO GALETTI RODRIGUES
COORIENTADOR: CLINTON NEIL JENKINS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ECOLOGIA E BIODIVERSIDADE, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MILTON CEZAR RIBEIRO (Participaçao Virtual)
Departamento de Biodiversidade / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Prof. Dr. ROGERIO CUNHA DE PAULA (Participaçao Virtual)
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) / Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Carnívoros - Atibaia/SP

Marcelo Magioli

Prof. Dr. MARCELO MAGIOLI (Participaçao Virtual)
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) / Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Mamíferos Carnívoros - Atibaia / SP

Prof. Dr. ALEXANDRE CAMARGO MARTENSEN (Participaçao Virtual)
Centro de Ciências da Natureza da UFSCAR / Universidade Federal de São Carlos - Campus Lagoa do Sino - Buri / SP

Marco A. Pizo

Prof. Dr. MARCO AURELIO PIZO FERREIRA (Participaçao Virtual)
Departamento de Biodiversidade / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Rio Claro, 15 de janeiro de 2021

A minha tia Léa;

A meu avô Elon†;

A meu pai do mato Cicinho†;

e a todos que no fim da jornada podem citar 2 Timóteo 4:7.

† in memoriam

REFLEXÕES E AGRADECIMENTOS

O que é um doutorado? Nos últimos meses de redação deste documento me vi retornando a esta pergunta inúmeras vezes. Seria uma tese? Um conjunto de artigos publicados? Créditos por disciplinas concluídas? Foi nesse momento que parei para pensar no que fiz nesses anos e somente depois de lembrar o por que decidi fazer doutorado é que consegui me aproximar do que imagino ser uma resposta. Depois de me graduar em 2003 me associei a um instituto de pesquisas e – apesar de ter feito uma especialização na Inglaterra em 2006 – somente em 2007 ingressei no mestrado. Senti que passar um tempo fora da universidade, participando de iniciativas práticas focadas em conservação da biodiversidade me trouxeram uma perspectiva um pouco mais abrangente de atuação como pesquisador. Nesse intervalo tive a oportunidade de estudar e participar de muitos cursos e, assim, compensar algumas não poucas lacunas na minha formação durante a graduação.

O mestrado, em toda a sua intensidade, me trouxe reflexões importantes sobre o por que da pesquisa. Por que coletamos dados? O que fazer com eles? Por que ir para campo coletar dados é só a divertida ponta do iceberg da ciência (não tão divertido da água para baixo). Minha dissertação contestava alguns dos protocolos colocados em prática na pesquisa com felinos selvagens na época e, apesar de severamente contestada em alguns momentos, serviu de referência para a elaboração de desenhos amostrais em diversas iniciativas no país. Fiquei muito feliz em sentir que não seria apenas mais uma encadernação em capa dura arquivada em alguma biblioteca. Enquanto focava em dar continuidade as minhas iniciativas de pesquisa com jaguatiricas no Pontal do Paranapanema e em colaborar com outros grupos Brasil afora – empolgado com as aplicações práticas de meus estudos – uma importante transição acontecia. Os equipamentos para amostragens de fauna, antes restritos a projetos grandes com muito recurso, se tornaram mais acessíveis viabilizando novas iniciativas e amostragens em regiões pouco conhecidas. As abordagens analíticas, antes compartimentadas em softwares específicos, voltaram a raiz da revolução digital quando era necessário digitar linhas de comando com linguagem de programação até para abrir disquetes com 1.44 mb de memória. O desenvolvimento de pacotes analíticos utilizando linguagens de programação em ambientes de código aberto, associado a capacidades de processamento que fazem meu primeiro computador

parecer uma calculadora científica, levaram a ecologia enquanto ciência para uma nova era. O céu se tornou o novo limite. Comecei a sentir que precisava me atualizar. Precisava de um momento de imersão na literatura, nas ferramentas e nas novas e cada vez mais sofisticadas linhas de pesquisa. Era hora de fazer doutorado.

No final de 2014 estava procurando uma casa para alugar em Goiânia, onde pretendia me mudar com minha família para iniciar esta nova etapa no PPG em Ciências Ambientais da UFG. Havia sido aprovado em primeiro lugar no processo seletivo com uma bolsa em meu nome. Meses antes havia procurado o Prof. Dr. Milton Ribeiro, que disse que só conversaríamos se o chamasse de Miltinho. Na época de minha primeira visita a Rio Claro, infelizmente Miltinho não tinha mais vagas para orientados. Um tempo depois, enquanto pesquisava por imobiliárias goianas na internet, recebi um e-mail de Miltinho intitulado "interessado no dout ainda?". Fiz a prova sem nenhuma expectativa no dia 21 de Janeiro de 2015, exatos 15 dias depois do nascimento de meu primeiro filho. Passei e decidimos abandonar a idéia de ir para Goiânia. Mesmo tendo prometido a mim mesmo que nunca mais moraria em uma planície depois de 9 anos vivendo em Teodoro Sampaio – extremo oeste do estado de São Paulo - em Maio de 2015 estávamos morando em Rio Claro para avançar com o doutorado.

Foram 3 anos difíceis - principalmente para minha esposa - em uma cidade estranha, sem família ou amigos e um bebê. No entanto, entre todos os desafios típicos da rotina acadêmica, que a tanto tempo não faziam parte de minha vida, uma coisa que nunca pude me queixar foi o apoio incondicional de meu orientador. Em momentos de dificuldades pessoais, financeiras, morais, psicológicas, etc. nunca houve "tempo ruim". Com muito carinho e empatia ele estava sempre lá. Mesmo diante de todas minhas limitações enquanto cientista, nunca pude reclamar dessa parceria e amizade. Sempre com um berimbal debaixo do braço, posso dizer que meu orientador de doutorado foi e é uma das pessoas mais importantes minha formação como ser humano, pai e pesquisador. Mesmo com a atual distância física, serei sempre seu aprendiz. Poderia redigir por horas sobre causos, aventuras, desventuras, aprendizados e mandingas que passei com Miltinho em não poucas viagens pelo Brasil e até no exterior. É com mais de uma lágrima que escrevo essas linhas enquanto lido com uma das maiores pandemias da história da humanidade e finalizo

minha tese. Toda honra e toda glória a aquele que nunca se corrompeu pela ilusão dos pequenos poderes da hierarquia acadêmica. Obrigado Miltinho!

Nesse período em Rio Claro descobri uma paixão: o jiu-jitsu. Na década de 90 eu levava o video cassete da casa do meu avô para a casa de um amigo e lá copiavamos fitas VHS dos primeiros UFCs. Criado por Rorion Gracie em 1993, o objetivo do UFC era provar a superioridade do jiu-jitsu brasileiro sobre as outras artes marciais. Fazia isso por que meu tio praticamente me obrigava e achava muito chato um brasileiro com nome estranho (Royce) ficar mais de uma hora agarrado com um lutador no chão até que o "finalizasse". Um dia passando na Rua 5 vi a academia dos Senseis Leandro Brassoloto e Ivan Andrade e parei lá para perguntar. Estava procurando uma atividade física e achei que podia ser interessante. Nessa época minha esposa estava redigindo sua tese de doutorado e eu ficava a maior parte do tempo cuidando do meu filho para que ela pudesse trabalhar. Descer a Av. 14 para o treino das 19:00 era meu ritual diário, meu momento. Durante uma hora e meia só existia o jiu-jitsu. Todas as angústias, dificuldades e ansiedades eram esquecidas. É muito difícil focar nessas coisas quando tem alguém tentando de estrangular. A camaradagem e bom humor no tatame, o bem estar físico e a autoconfiança que o jiu-jitsu me trouxe é o que me fez passar por este período sem me destruir psicologicamente. Agradeço de coração aos meus senseis e irmãos de tatame por me ajudarem a superar os desafios do doutorado. Oss

Quando cheguei no LEEC - Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação me senti no mínimo deslocado. Com 38 anos de idade, casado e com um filho me vi cercado de jovens incríveis, no *leading edge* da ecologia de paisagens e no auge de um grande projeto apoiado pela FAPESP em parceria com a Universidade de Helsinki. Aos poucos fui conhecendo as pessoas e processos. Fiz amigos com os quais criei laços invisíveis para a vida toda, embora distantes fisicamente hoje. Nada forja amizades e relações como por perrengues, desafios e batalhas juntos. São nos momentos de dificuldade e necessidade que caem as máscaras que todos nós vestimos diariamente para viver em sociedade e vemos quem é quem. Não foram poucos os desafios e batalhas e encontrei pessoas com códigos de conduta e ética impecáveis na vida pessoal, profissional e acadêmica, outras nem tanto mas mesmo assim tiveram algo a ensinar. Agradeço ao meu amigo Rafael (Urucum), seu jeitão rústico é só uma carapaça para os desavisados. Embaixo dessa casca grossa está

uma das pessoas mais interessantes que tive o prazer de conhecer e conviver nos últimos anos. Agradeço a Renata Muylaert, companheira de não poucas batalhas e desafios. A Milene Eigenheer, a Erison Monteiro, a Natália Stefanini, Paula Montagnana, Cláudia Kanda e Julia Oshima pela amizade, parceria, troca de farpas e discussões sensacionais sobre todo tipo de coisa.

Agradeço a minha alma mater o IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas. O IPÊ abriu as portas para mim quando era um biólogo recém formado e ao mesmo tempo me abriu as portas para o mundo. Não tenho palavras para descrever a admiração e gratidão por toda a generosidade de Claudio e Suzana Pádua ao longo destes quase18 anos de convivência. Realmente não tenho palavras, estou há um bom tempo na frente do computador, mas não há formas de expressar o que gostaria através da linguagem escrita. Muito, muito obrigado! Agradeço aos meus amigos e mentores Clinton Jenkins e Alexandre Uezu. Uma das coisas que mais sinto falta no dia-a-dia é de tê-los por perto e poder conversar sobre cultura e ciência com essas mentes brilhantes. Agradeço a minha amiga Angela Pellin, por liderar pelo exemplo e me mostrar o estoicismo na prática. A toda equipe do projeto *Desenvolvimento de novas tecnologias para avaliação dos serviços ambientais em programas de revegetação* IPÊ-CTG, em especial a Williana Marin por todo carinho e atenção na preparação de nossas expedições relâmpagos. Parte desta tese foi viabilizada financeiramente por este projeto e muitos dos resultados dos dados coletados ainda trarão contribuições sobre as estratégias de conexão e padrões de recolonização da fauna em áreas de restauração. A querida Cristina – Tina – Tófoli, minha irmã de coração e toda a equipe do projeto *Monitoramento Participativo da Biodiversidade* IPÊ-ICMBio por renovar minha fé na conservação. A Fabiana Prado por me mostrar o que é liderança e colaboração na prática. Ao time de elite da 2ª Atualização das Áreas Prioritárias da Mata Atlântica IPÊ-MMA: Clinton Jenkins, Angela Pellin, Alexandre Uezu, Alexandre Martensen, Henrique Shirai e Neluce Soares. A equipe e projeto que tenho o maior orgulho e provilégio de ter participado. Agradeço a todo o *staff* do IPÊ por essa jornada em busca de um país mais sustentável. Em especial a Edu Ditt, Andrea Peçanha, Marcela Paolino, Patrícia Medici, Pollyana Lemos, Rafael Chiaravalloti, Simone Tenório, Paula Piccin e a meus irmãos de expedições: José Wilson e Cicinho (*in memoriam*).

Sempre tentei explicar meu trabalho para minha família, as vezes escrevendo, as vezes batendo papo. De fato, desde a graduação quando criei o *fanzine* “Drosophila” há 20 anos atrás, tento falar sobre ecologia e biologia escrevendo. Em 2016 iniciei uma coluna com alguns textos de relativo alcance, mas ainda insipientes. Nessa época, rabisquei em uma prancheta o esboço do que veio a se tornar o DesAbraçando Árvores, projeto lançado em 2018 focado em ecologia e biologia da conservação no formato *podcast*. De lá para cá posso dizer com tranquilidade que este o projeto mudou minha vida e minha carreira. Agradeço ao amigo e padrinho Fabiano Rodrigues de Melo e Rogério Cunha de Paula – meu irmão nerd – que abraçaram a idéia desde o início. A toda a família FIFA pelo suporte e a Paula Piccin, a querida Laís Duarte, a Fernanda Abra, ao maravilhoso Luiz Antônio Gambá, a Lays Parolin, ao Senhor A e a Hugo Fernandes meu eterno obrigado pela amizade e parceria nesse projeto maluco. Nunca imaginei que gravar tudo aquilo que antes fazia as pessoas me rotularem de chato se tornaria um movimento do bem, divulgando projetos e iniciativas importantes de conservação da biodiversidade e o mais importante: quebrando tabus e acabando com *clichês*. Agradeço de coração a cada pesquisador e pesquisadora, cada pessoa que passou pelo podcast e generosamente compartilhou sua jornada conosco e com nossos ouvintes. Esse projeto, por mais que desejássemos dar continuidade, não seria viável sem o apoio de um grupo muito especial de pessoas que se juntaram ao movimento e se dispuseram a contribuir com a *causa*. Obrigado pela confiança, apoio e também pelas críticas. Mas vale sempre a pena lembrar: não nos responsabilizamos por nada!

Agradeço a Ryan Holiday por me apresentar o estoicismo, ao imperador Marcus Aurelius por deixar suas meditações para a posteridade e a Jocko Willink (thanks for your service Sir). Agradeço aos autores Bernard Cornwell, Jim Corbett, Yuval Harari, Cal Newport, Jack Donovan, Dakota Meyer (thanks for your service), Nathan Lents, Matthew Walker, John Stryker Meyer (thanks for your service), John Plaster (thanks for your service), Sean Parnell (thanks for your service), Neil DeGrasse Tyson, Steven Novella, Stephen King, Michael Punke, Ken Follett e David Quammen por me ajudarem a mudar minha visão de mundo nesses últimos anos. Alexandre Ottoni (Joven Nerd), a Deive Pasos (Azaghal), e a Atila Iamarino meu muito obrigado pelas centenas de horas de companhia no Nerdcast.

A Miriam Perilli, minha cara metade, não há como expressar a gratidão por tudo o que vivemos nesses anos e nesta etapa de nossas vidas. Sua paciência, carinho, parceria e cumplicidade trazem sentido e direção a jornada. Esse ciclo se fecha para nós dois e que venham novos desafios! Obrigado por dividir sonhos, sorrisos e lágrimas. Por dividir a vida, o universo e tudo o mais. Aos pequenos Ian e Lis, por me ensinarem a valorizar o que realmente é importante.

Agradeço a minha tia-irmã Leá (tia Cotinha), sem a qual eu não teria feito nem graduação. A minha mãe e a minha querida irmã Cintia. Agradeço também a Dona Miriam Lages, Ana Luiza, Abraão, Maria Regina, Felipe e ao senhor Rômulo Perilli. Obrigado por me receberem de braços abertos na família.

Na reta final das análises e redação tive a ajuda de generosos amigos e cientistas incríveis que me estenderam a mão e tentaram contribuir de todas as formas possíveis. Obrigado Marcelo Magioli, Ronaldo Morato, Elildo Carvalho, Alexandre Martensen, Alexandre Uezu e Milene Eigenheer. Vocês são sensacionais! Desculpem não ter sido o melhor dos aprendizes, mas obrigado por tentarem!

Enfim, voltando a pergunta inicial, essa tese é apenas um fechamento de um processo de formação de um cientista. Li e estudei compulsivamente, elaborei e ministrei disciplinas, contribui com aulas em disciplinas em diversos estados do Brasil e do exterior, participei de discussões acadêmicas em disciplinas, coletei dados, organizei expedições, trabalhei com equipes incríveis, implodi equipes, abandonei equipes, acertei, errei, montei equipes, fechei parcerias nacionais e internacionais. Escrevi projetos de pesquisa, levantei recursos com agências de fomento, institutos de pesquisa e setor privado. Apresentei e discuti meu trabalho com cientistas, governantes, tomadores de decisão e empresários no Brasil e no exterior. Utilizei minha expertise prévia e novas ferramentas aprendidas durante o doutorado para contribuir com planos de ações de espécies ameaçadas, apresentei propostas de soluções para problemas práticos para grandes corporações internacionais e para o governo brasileiro. Mais tarde passei finais de semanas inteiros editando áudio tentando traduzir a importância disso para minha tia e para o público leigo. Colaborei com dezenas de grupos de pesquisa na redação, revisão e análise de dados em artigos publicados nesse período, outros já submetidos e alguns sendo preparados para submissão nesse exato momento. Passei a entender o doutorado como um processo de crescimento e atualização, de formação de um cientista capaz de pensar

em questões teóricas e práticas relevantes para o avanço da ciência e da tecnologia, de fazer parcerias e levantar recursos que viabilizem isso, executar, analisar e reportar. Ser capaz de sintetizar seu conhecimento adquirido e passar adiante. Dificilmente conseguiria resumir esse processo de transformação pessoal e profissional em um documento. Como inúmeros colegas antes de mim, cheguei no final deste processo produzindo uma tese que não correspondeu aos meus anseios no início do processo. Muita coisa ficou para trás por que era ridiculamente inviável desde o início e meu orientador teve a sabedoria de me deixar aprender errando (e para largar de ser teimoso). Outras por falta de organização e outras simplesmente pela dinâmica da vida e mudanças que estão fora do nosso controle. Algumas etapas acabam aqui, algumas vou dar continuidade por que preciso e outras por que quero. Em relação a esta etapa de minha vida posso afirmar que, assim como Paulo, combati o bom combate e terminei minha jornada. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

So long and thanks for all the fish!

Valar Dohaeris

Sumário

Resumo Geral.....1

General Abstract.....2

General Introduction 3

References..... 5

CHAPTER 01. *Reductio ad absurdum:* Simplification of trophic processes in tropical forests... **7**

Abstract 8

Introduction..... 9

What is an apex predator?..... 9

What is an mesopredator?..... 11

Mesopredator release hypothesis 12

Predators in the Atlantic Forest 12

Is mesopredator release an underestimated phenomenon in tropical forests? 14

Conclusions..... 17

References..... 18

CHAPTER 02. Atlantic Camtraps: a dataset of medium and large terrestrial mammal communities in the Atlantic Forest of South America **22**

Abstract 23

Introduction..... 29

Description 32

Site description..... 35

Data compilation 35

Research Methods..... 35

References..... 46

CHAPTER 03. Home range and movement patterns of jaguars in the Atlantic Forest of South America **56**

Abstract 58

Introduction..... 59

Materials and Methods 60

Study Sites 60

Telemetry and home range estimates 61

Results 63

Discussion 66

References..... 68

Considerações Finais.....74

APPENDIX I. Produção como discente (2015 – 2020)

Colaborações em artigos publicados..... 76
Qualis A1 - Biodiversidade 76
Qualis B1 - Biodiversidade..... 78
Qualis B3 - Biodiversidade..... 78
Citações no Google Scholar (2015 – 2020)..... 78
Textos de divulgação científica 79
Projetos de divulgação científica..... 79

RESUMO GERAL

A perda e a fragmentação de habitat têm sido descritas mundialmente como as principais ameaças à biodiversidade. Além da redução extrema na densidade e abundância das populações de animais silvestres, esses fenômenos têm implicações nas interações entre as espécies, levando a consequências imprevisíveis. Isso é particularmente sensível quando se trata de interações predador-presa, onde as respostas do predador - ou a ausência dela - às mudanças na paisagem e no habitat podem ter influência direta nas redes alimentares. A importância ecológica dos grandes mamíferos carnívoros (Carnivora) é facilmente reconhecida, pois mesmo poucos indivíduos deste grupo podem exercer um forte controle *top down* sobre as populações de presas e predadores menores. No entanto, não apenas os grandes predadores, mas as populações de grandes mamíferos em geral estão em declínio em todo o mundo. Esse processo de defaunação tende a favorecer espécies de mamíferos de menor massa corporal, alta taxa reprodutiva, onívoros e generalistas, às vezes descrito como “miniaturização da fauna”. Outro fenômeno relacionado à defaunação é a hipótese da liberação do mesopredador. Usado para descrever as irrupções de predadores menores após a extirpação dos maiores. Na Mata Atlântica, um dos hotspots mundiais de biodiversidade, o predador de ápice (onça-pintada) está regionalmente extinto na maior parte do bioma. Além disso, mais de 50% deste bioma está distribuído em um mosaico de manchas florestais menores que 500 ha. A Mata Atlântica combina as principais variáveis associadas a surtos de liberação de mesopredadores. Nesta tese, reuni as principais características da hipótese de liberação do mesopredador adaptada a um contexto regional: a comunidade de mamíferos carnívoros da Mata Atlântica. Inicialmente, proponho um modelo conceitual baseado em hipóteses gerais e resultados esperados apoiados em pesquisa bibliográfica e conhecimento empírico como referência para orientar futuras análises em larga escala sobre esse fenômeno. Seguindo esta discussão, apresento o conjunto de dados *Atlantic-Camtraps*, destinado a apoiar os dados necessários para explorar o fenômeno de liberação de mesopredadores na Mata Atlântica. Por fim, trago um estudo de caso sobre o maior predador da Mata Atlântica em um de seus últimos redutos no bioma. Neste capítulo, eu e meus colegas apresentamos os resultados de cinco anos de monitoramento por telemetria e discutimos a ausência de padrões típicos, como sazonalidade e diferenças no tamanho da área de vida entre machos e fêmeas.

Palavras-chave: Animais carnívoros, Predação (Biologia), Animais predadores

GENERAL ABSTRACT

Habitat loss and fragmentation has been described worldwide as the main threats to biodiversity. Additional to extreme reduction on wildlife populations density and abundance, these phenomena have implications on species interactions, leading to unpredicted consequences. This is particularly sensitive when it comes to predator-prey interactions, where predator responses - or the absence of it – to landscape and habitat changes may have direct influence across food webs. The ecological importance of large mammalian carnivores (Carnivora) is easily recognized since even a few individuals can exert strong top-down control on prey populations and smaller predators. Nevertheless, not only large predators, but large mammal populations in general are in decline worldwide. This shift pattern in mammal species pool towards smaller body mass, highly reproductive rate, omnivorous and generalists caused by defaunation has been described as downsizing. One phenomenon related to defaunation is the mesopredator release hypothesis. It was used to describe smaller predators' irruptions after extirpation of larger ones. In the Atlantic Forest, one of the world's biodiversity hotspots, the apex predator (jaguars) is regionally extinct in most of the biome. Additionally, more than 50% of this biome is distributed in a mosaic of forest patches smaller than 500 ha. The Atlantic Forest combines the key variables associated with mesopredator outbreaks. In this thesis, I put together the key features of the mesopredator release hypothesis adapted to a regional context: the mammal carnivore community of Atlantic Forest. I propose a conceptual model based on general hypothesis and expected results supported by literature research and empirical knowledge as a reference to guide future large-scale analyses on this phenomenon. Following this discussion, I present the dataset Atlantic-Camtraps, originally intended to support the data needed to explore the mesopredator release phenomenon in the Atlantic Forest. Lastly, I bring a study case on the Atlantic Forest apex predator in one of its last strongholds in the biome. In this chapter me and my colleagues present the results of five years of monitoring through telemetry and discuss the absence of typical patterns such as seasonality and differences in home range size between males and females.

Keywords: Predation, Carnivora, Predator-prey interaction

GENERAL INTRODUCTION

Changes in the abundance and persistence of biodiversity, led by the loss and fragmentation of natural habitats has been described worldwide [1–3]. These changes are generally described and/or predicted as negative, tending to focus on single-species and species diversity models. However, this approach may be missing the effects of habitat loss and fragmentation implications on species interactions, leading to unpredicted and misleading results [4,5]. This is particularly sensitive when it comes to predator-prey interactions, where predator responses - or the absence of it – to landscape and habitat changes may have direct influence across food webs [6].

The ecological importance of large mammalian carnivores (*Carnivora*) is easily recognized since even a few individuals can exert strong top-down control on prey populations and smaller predators [4,7–9]. Species with these features occupy an elevated position in the trophic ladder, being classified as *top predators* and their role as ecosystem regulators is now firmly embedded in ecological theory [6,10,11]. Nevertheless, not only large predators, but large mammal populations in general are in decline worldwide and the consequences only recently started to be studied [10]. This shift pattern in mammal species pool towards smaller body mass, highly reproductive rate, omnivorous and generalists caused by defaunation has been described as *downsizing*, with unknown long-term consequences [12,13].

One phenomenon related with defaunation is the mesopredator release hypothesis. It was used to describe smaller predators' irruptions after extirpation of larger ones and first appeared in scientific literature in the late 1980's [14]. In the Atlantic Forest, one of the world's biodiversity hotspots, the apex predator (jaguars) is regionally extinct in most of the biome. Additionally, more than 50% of the biome is distributed in a mosaic of forest patches smaller than 500 ha.

The Atlantic Forest combines the key variables associated with mesopredator outbreaks. Nevertheless, to detect it in regions with high redundancy in ecological functions such as tropical rainforests can become a challenge even to insightful and skilled researchers. However, data availability, dissemination and processing dramatically advance in the last decade. The recent adoption of data sharing policies by journals are an important step towards large scale analysis.

In the first chapter of this thesis, I put together all the key features of mesopredator release hypothesis adapted to a regional context: the mammal carnivore community of Atlantic Forest. I propose a conceptual model based on general hypothesis and expected results supported by literature research and empirical knowledge as a reference to guide future large-scale analyses on this phenomenon.

In the second chapter I present the dataset Atlantic-Camtraps, originally intended to support the data needed to explore the mesopredator release phenomenon in the Atlantic Forest. This data publication was one of the first of a series of datasets combining data mining and raw data from research groups aiming data availability, dissemination, and processing for this biome.

In the third chapter I bring a study case on the Atlantic Forest apex predator in one of its last strongholds in the biome. In this chapter me and my colleagues presents the results of five years of monitoring through telemetry and discuss the absence of typical patterns such as seasonality and differences in home range size between males and females.

REFERENCES

1. Fahrig L. Rethinking patch size and isolation effects: The habitat amount hypothesis. J Biogeogr. 2013;40: 1649–1663. doi:10.1111/jbi.12130

2. Haddad NM, Brudvig L a., Clobert J, Davies KF, Gonzalez A, Holt RD, et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Sci Adv. 2015;1: e1500052–e1500052. doi:10.1126/sciadv.1500052

3. Jorge MLSP, Galetti M, Ribeiro MC, Ferraz KMPMB. Mammal defaunation as surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. Biol Conserv. 2013;163: 49–57. doi:10.1016/j.biocon.2013.04.018

4. Ryall KL, Fahrig L. Response of predators to loss and fragmentation of prey habitat: A review of theory. Ecology. 2006;87: 1086–1093.

5. Valiente-Banuet A, Aizen MA, Alcántara JM, Arroyo J, Cocucci A, Galetti M, et al. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. Johnson M, editor. Funct Ecol. 2015;29: 299–307. doi:10.1111/1365-2435.12356

6. Estes J a, Terborgh J, Brashares JS, Power ME, Berger J, Bond WJ, et al. Trophic Downgrading of Planet Earth. Science (80-). 2011;333: 301–306. doi:10.1126/science.1205106

7. Roemer GW, Gompper ME, Van Valkenburgh B. The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivore. Bioscience. 2009;59: 165–173. doi:10.1525/bio.2009.59.2.9

8. Terborgh J. Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. Science (80-). 2001;294: 1923–1926. doi:10.1126/science.1064397

9. Soulé ME, Estes JA, Miller B, Honnold DL. Strongly interacting species: Conservation policy, management, and ethics. Bioscience. 2005;55: 168–176. doi:10.1641/0006-3568(2005)055[0168:SISCPM]2.0.CO;2

10. Ripple WJ, Estes J a, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite M, et al. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. Science (80-). 2014;343: 1241484. doi:10.1126/science.1241484

11. Wallach AD, Izhaki I, Toms JD, Ripple WJ, Shanas U. What is an apex predator? Oikos. 2015;124: 1453–1461. doi:10.1111/oik.01977

12. Cooke RSC, Eigenbrod F, Bates AE. Projected losses of global mammal and bird ecological strategies. Nat Commun. 2019;10: 2279. doi:10.1038/s41467-019-10284-z

13. Young HS, McCauley DJ, Galetti M, Dirzo R. Patterns, Causes, and Consequences of Anthropocene Defaunation. Annu Rev Ecol Evol Syst. 2016;47: 333–358. doi:10.1146/annurev-ecolsys-112414-054142

14. Soulé M., Bolger D., Alberts A., Wright J, Sorice M, Hill S. Reconstructed of Rapid Extinctions of Dynamics Birds in Urban Habitat Islands. Conserv Biol. 1988;2: 75–92. doi:10.1111/j.1523-1739.1988.tb00337.x

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do significativo interesse enquanto tópico de pesquisa e relevância para a conservação, a demonstração inequívoca da hipótese da liberação do mesopredador não é uma tarefa trivial. O desafio fundamental é descartar explicações alternativas para a superabundância de mesopredadores, como mudanças de habitat que geralmente estão associadas à perda de predadores de ponta. Neste trabalho, reuni as principais características da hipótese de liberação do mesopredador adaptada à comunidade de mamíferos carnívoros da Mata Atlântica. Propus ainda um modelo conceitual baseado em hipóteses gerais e resultados esperados apoiados em pesquisa bibliográfica e conhecimento empírico como referência para orientar futuras análises em larga escala sobre esse fenômeno. Seguindo esta discussão, apresentei o conjunto de dados Atlantic-Camtraps, originalmente destinado a apoiar os dados necessários para explorar o fenômeno de liberação de mesopredadores na Mata Atlântica. Por fim, trouxe um estudo de caso sobre o ápice predador da Mata Atlântica em um de seus últimos redutos no bioma. Neste capítulo, eu e meus colegas apresentamos os resultados de cinco anos de monitoramento por telemetria e discutimos a ausência de padrões típicos, como sazonalidade e diferenças no tamanho da área de vida entre machos e fêmeas. Com este trabalho, espero chamar a atenção para este fenômeno nas florestas tropicais e orientar futuros estudos sobre o tema.