Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Ciências Biológicas

Influência da queimada sobre uma Taxocenose de serpentes na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará, Amazônia, Brasil

Antônio Samuel Garcia-da-Silva[1], Lourival Baía de Vasconcelos Neto[2], Rosenildo da Silva Souza[2], Edmilson Joaquim da Silva Junior[2], Rosiana Vasconcelos da Costa[2], Ilka Andreyce da Silva Brito[2] Hipócrates de Menezes Chalkidis[3]*

Resumo

A taxocenose de serpentes é uma maneira eficaz de se fazer o levantamento das espécies de determinadas áreas, sendo possível obter informações básicas sobre ecologia e história natural das populações locais. Por outro lado, as queimadas tem aumentado na Floresta Amazônica, prejudicando a fauna das áreas afetadas e reforçando a necessidade de coletar informações mais precisas sobre a realidade após essas perturbações ambientais. O objetivo do presente trabalho foi analisar a composição e padrão de atividades de serpentes, além de aspectos sobre a dinâmica de comunidades após forte perturbação por queimada na Floresta Nacional do Tapajós. Como metodologia para coleta dos espécimes foi realizado buscas ativas através de Procura visual limitada por tempo (PVLT) e Armadilhas de Interceptação e Queda (*Pitfalls Traps*), onde foram utilizadas quatro áreas contendo duas linhas com 11 baldes em cada. O esforço amostral foi tomado a partir das horas de PVLT multiplicado por cada integrante da equipe somado as horas em que os baldes ficaram abertos. Durante o período de coleta de abril a outubro foram coligidas 17 espécies e 29 espécimes, considerado ainda uma baixa riqueza e abundância quando comparada as 41 espécies e 200 espécimes registradas em levantamento anterior a queimada para a mesma área amostral. Portanto, o levantamento demonstrou uma queda populacional das comunidades de serpentes em curto prazo nas áreas amostradas, o que sugere uma modificação na densidade populacional de serpentes da Flona do Tapajós após queimada.

Palavras-chave: Levantamento; Riqueza; Abundância; Comunidades; Densidade populacional.

Influence of burning on a snake taxocenosis in the Tapajós National Forest, Belterra, Pará, Amazon, Brazil. The assemblage of snakes is an effective way to make the survey of the species of certain areas, and you can get basic information on ecology and natural history of local populations. On the other hand, fires have increased in the Amazon Forest, harming the fauna of the affected areas and reinforcing the need to collect more accurate information about the reality after these environmental disturbances. The objective of the present work was to analyze the

[1] *Biólogo, Mestre em Biociências. Colaborador Laboratório de Pesquisas Zoológicas – LPZ UNAMA – Centro Universitário da Amazônia. Santarém, PA, Brasil. Correspondência: samuelgarciabio@gmail.com
[2] Biólogo (a), colaborador (a) do Laboratório de Pesquisas Zoológicas – LPZ da UNAMA – Centro Universitário da Amazônia.Santarém, PA, Brasil.
[3] Biólogo, Mestre em Biociências. Curador da coleção cientifica Laboratório de Pesquisas Zoológicas – LPZ da UNAMA – Centro Universitário da Amazônia. Santarém, PA, Brasil. E-mail: chalkidis@hotmail.com

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

composition and pattern of snake activities, as well as aspects on the dynamics of communities after strong disturbance by burning in the Floresta Nacional do Tapajós. As a methodology for specimen collection, active searches were carried out through time limited visual search (PVLT) and Trapping and Falling Traps (*Pitfalls Traps*), where four areas containing two lines with 11 buckets in each were used. The sampling effort was taken from the hours of PVLT multiplied by each member of the team plus the hours when the buckets were open. During the collection period from April to October, 17 species and 29 specimens were collected, still considered a low richness and abundance when compared to the 41 species and 200 specimens recorded in a survey prior to burning for the same sample area. Therefore, the survey showed a population drop in the snake communities in the short term in the sampled areas, which suggests a change in the population density of snakes in the Flona do Tapajós after burning.

Keywords: Survey; Wealth; Abundance; Communities; Population density.

1. Introdução

A taxocenose é uma maneira eficaz de fazer o levantamento dos *taxa* em uma determinada área, permitindo que se tenha informações ecológicas e históricas das espécies em estudo, além de possibilitar a estimativa de riqueza e abundância relativa em determinadas áreas (HARTMANN *et al.,* 2009; PINHEIRO *et al.,* 2015). Sabe-se que a maior biodiversidade do mundo está na região tropical, onde a Amazônia se destaca com sua exuberante floresta, porém, o desmatamento desordenado e queimadas têm diminuído essa diversidade. O Brasil, por sua vez, se destaca entre os países tropicais como o mais rico em biodiversidade do mundo, incluindo plantas, animais vertebrados, e invertebrados (VALOIS, 1998; ÁVILA-PIRES *et al.,* 2007; UETZ e HOŠEK, 2020).

Quanto à diversidade de serpentes, o Brasil possui aproximadamente 405 espécies, distribuídas em 10 famílias listadas da seguinte forma: Aniliidae, Anomalepididae, Boidae, Colubridae, Dipsadidae, Elapidae, Leptotyphlopidae, Tropidophiidae, Typhlopidae e Viperidae (Costa e Bérnils, 2018). Dessas, 149 espécies ocorrem na Amazônia brasileira, divididas em 09 famílias: Aniliidae, Anomalepidide, Boidae, Colubridae, Dipsadidae, Elapidae, Leptotyphlopidae, Typhlopidae e Viperidae, demonstrando a considerável diversidade de serpentes existente na Amazônia (FROTA *et al.,* 2005; ÁVILA-PIRES *et al.,* 2007; BERNARDE *et al.,* 2017; UETZ e HOŠEK, 2020).

Dentre as 09 Famílias de serpentes que existem na fauna amazônica, apenas duas são consideradas de interesse médico: Viperidae, dividida em 4 gêneros, *Bothrocophias, Bothrops, Crotalus*, e *Lachesis* e a família Elapidae representada por *Leptomicrurus* e *Micrurus* COSTA e BÉRNILS, 2018; UETZ e HOŠEK, 2020). A região oeste do Pará possui uma diversidade de hábitats e clima tropical que permite contemplar uma bela diversidade de serpentes, divididas em 46 gêneros e 85 espécies (FROTA *et al.,* 2005, BRITO *et al.,* 2017). Das 85 espécies descritas para a região Oeste do Pará 55 ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós (CHALKIDIS *et al*., 2014). Porém, fatores antrópicos como as queimadas realizadas principalmente no verão Amazônico têm ameaçado a diversidade da fauna na região e devem ser investigados para analisar seus impactos.

O clima na Amazônia é caracterizado por períodos de estação seca e chuvosa (verão e inverno), e, é na seca que ocorrem as grandes queimadas.

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Por ser um período de pouca chuva, muitos agricultores aproveitam para limpar suas áreas através das queimadas, e, em alguns casos o agricultor perde o domínio sobre o fogo resultando em incêndios de grandes proporções, sendo considerado uma forte perturbação ambiental, e podendo causar graves mudanças nas composições das comunidades da fauna (KOPROSKI *et al.,* 2006; TOWNSEND *et al.,* 2010).

Segundo Pismel *et al.* (2015) os focos de incêndios entre de 2005 a 2013 sempre estiveram no entorno da Flona do Tapajós com maiores índices na região sul da Flona, porém, a partir de 2013 os focos de incêndio ''migraram'' para uma faixa do município de Santarém sob a influência da BR-163. Essas queimadas são relacionadas principalmente a pecuária para limpeza de pastos. Assim, o clima muito seco do verão deixa a mata vulnerável. No caso da Flona do Tapajós, vulnerável a incêndios a partir de queimadas de áreas adjacentes. Há também, as queimadas naturais, causadas por meio de raios, porém, Machado (2012) ressalta que o fogo por raios não é tão prejudiciais na maioria dos casos, pois geralmente precede as chuvas que eliminam rapidamente o incêndio.

O fogo pode causar diversas respostas da fauna durante o incêndio, Koproski *et al.,* (2006) descreve posturas defensivas de serpentes frente ao fogo, em que alguns espécimes chegam a desferir vários botes nas chamas tentando de alguma forma se defender. Porém, na literatura consultada, estudos sobre composição de serpentes após perturbações ambientais são escassos para a Amazônia, principalmente após eventos de queimadas, apesar do alto número de incêndios na região. Portanto este estudo tem por finalidade analisar a composição e padrão de atividades de serpentes e aspectos sobre a dinâmica de comunidades após forte perturbação por queimadas na Floresta Nacional do Tapajós – km 83 no município de Belterra, Pará, Amazônia, Brasil.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado no km 83 da BR 163 Santarém/Cuiabá, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, Amazônia, Brasil (3º 02'35.56'' S; 54º55'40.94'' O), uma área utilizada para realização de manejo florestal por parte da COOMFLONA (Cooperativa Mista da Flona do Tapajós). A Flona do Tapajós está dividida em duas grandes regiões, a Floresta Tropical Densa (FTD) com mata perenifólia e com dossel de até 50 metros de altura e a Floresta Tropical Aberta (FTA) que são áreas de transição entre Floresta Amazônica e outras áreas como Savana, por exemplo (RADAMBRASIL, 1976).

A área total de coleta foi dividida em quatro parcelas (áreas), sendo duas parcelas em área de Platô e duas áreas em área de Baixio (Figura 1). Por platô entende-se por uma área com altitude média acima de 170m e baixio, área com altitude média inferior à 90m. As áreas foram divididas em: Parcela 1 – AAP (área alterada platô); parcela 2 – AAB (área alterada baixio); parcela 3 – APB (área preservada baixio); parcela 4 – APP (área preservada platô). As áreas alteradas são áreas utilizas para manejo florestal e já sofreram supressão vegetal, enquanto as áreas preservadas correspondem às áreas controle (ou Testemunha) da própria Unidade de Conservação (Cordeiro, 2005).

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

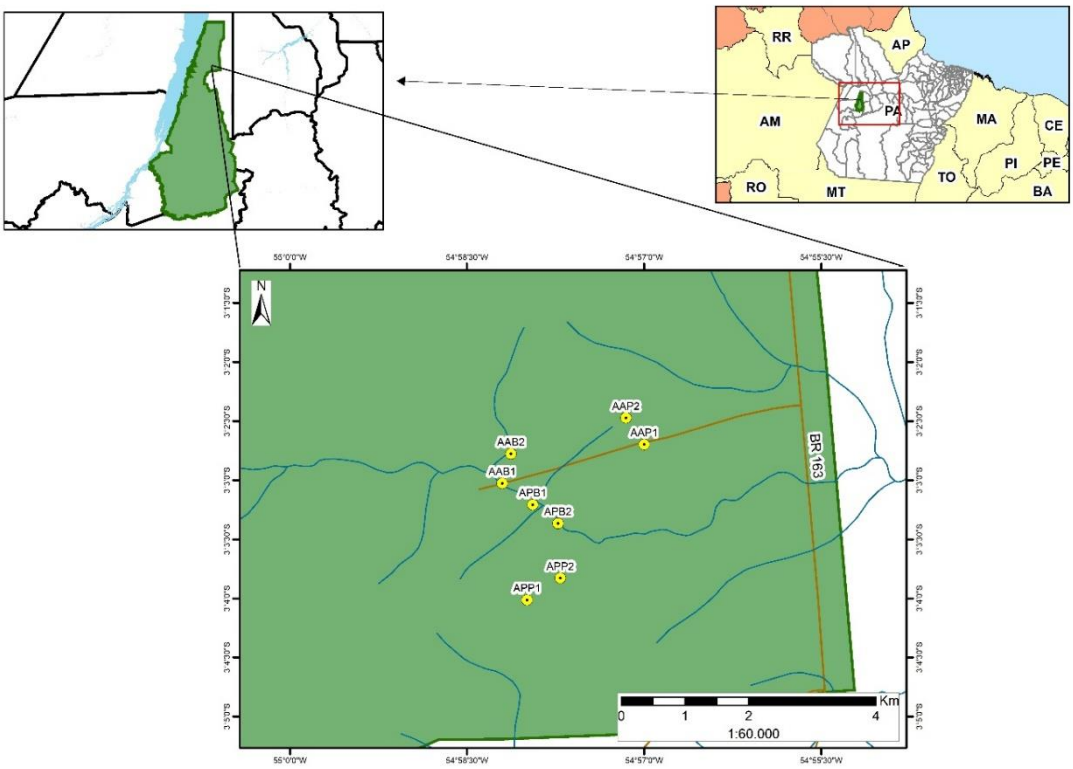

Figura 1. Área de estudo referente à área total da Flona do Tapajós, com os pontos de coleta, cada parcela com dois pontos de armadilha de Interceptação e Queda: Parcela 1: Área alterada Platô – AAP. Parcela 2: Área alterada baixio – AAB. Parcela 3: Área preservada baixio – APB. Parcela 4: Área preservada Platô – APP.

De acordo com a classificação de Köppen (Peel *et al*., 2007), o clima predominante na região é do tipo AmW (clima tropical com temperatura média anual superior a 18 °C).

Foram realizados 18 dias de campo, com seis excursões mensais de três dias amostrais em cada, e, intervalo médio de 35 dias entre elas. As metodologias de coleta corresponderam a Procura Visual Limitada por Tempo (PVLT) a pé e Armadilhas de interceptação e queda (AIQ) (ver Martins e Oliveira, 1998). O esforço amostral total foi de 2.394 horas, sendo 810 horas em busca ativa através de PVLT com 162 horas-pessoa e 1584 horas para Armadilhas de Interceptação e Queda (AIQ) através do cálculo dias x recipientes.

Para PVLT, as buscas ativas foram divididas em períodos vespertinos e noturnos, no período matutino eram vistoriadas as AIQ. Qualquer espécime coletado além dos métodos descritos foi considerado como registro ocasional. Assim como utilizado por Chalkidis *et al.*, (2014), as armadilhas de interceptação e queda foram compostas por linhas de 100 m de comprimento, com 11 baldes de 100 L, distantes 10 m entre si. Foram utilizadas duas estações de armadilhas em cada uma das quatro áreas. As estações foram montadas com uma distância mínima de 500 m, para conferir independência entre as unidades amostrais. No total, foram instaladas 04 áreas de coleta, com 22 baldes em cada área, totalizando 88 baldes. O esforço amostral das AIQ foi de 1.584 horas não consecutivas.

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Para a identificação das espécies utilizamos a chave Kornacker (1999), além de guias como, Guia das cobras da Reserva Ducke e o Livro de Serpentes do Alto Juruá. Os espécimes foram depositados no biotério e posteriormente na Coleção Científica do Laboratório de Pesquisas Zoológicas, da UNAMA – Centro Universitário da Amazônia, sob a autorização para coleta expedida pelo IBAMA/SISBIO 14018-12.

Para avaliação da diversidade de serpentes utilizou-se o índice de Shannon por enfatizar o componente riqueza da diversidade e por dar mesmo peso a espécies raras e abundantes (ver MAGURRAN, 2004), além de índices de dominância e equitabilidade de Pielou, realizados através do Software PAST 3.26. Para elaboração as curvas de acumulação de espécies foram consideradas todos os métodos amostrais e utilizando os dias de coleta como unidades amostrais com auxílio do Software EstimateS 9.1. Os resultados foram analisados ao nível de significância de $p<0,05$. Para a estimativa de riqueza foi considerado o estimador não paramétrico baseado JackNife de primeira e segunda ordem, ambos ao nível de confiança de 95%. A escolha destes testes de baseiam em suas fórmulas que priorizam o número de espécies e trabalham apenas com uma amostra (GOMES, 1995), o que se trata o estudo.

3. Resultados

Durante o período de coletas realizadas de abril a outubro de 2016 na Floresta Nacional do Tapajós, foram coligidas 17 espécies e 29 espécimes de serpentes durante o período de coleta realizado após o incêndio da região. E os indivíduos identificados estão divididos em 6 famílias e 14 gêneros: Aniliidae (*Anilius*); Boidae (*Corallus*); Colubridae (*Mastigodryas* e *Tantilla*); Dipsadidae (*Dipsas, Drepanoides, Erythrolamprus, Imantodes, Leptodeira, Philodryas, Taeniophallus* e *Xenopholis*); Elapidae (*Micrurus*) e Viperidae (*Bothrops*) (Tabela 1).

Apesar do baixo número de espécies em relação a levantamentos anteriores, a fauna de serpentes após a queimada apresentou uma diversidade considerável de espécies, como indica o índice de Shannon (H'=2,69). Isso significa que a proporção da abundância entre as espécies de serpentes é semelhante, ou seja, há um baixo índice de espécies dominantes na área estudada, fator corroborado pelos baixos valores de dominância, sustentados pelos altos valores de equitabilidade (Pielou – J'=0,95).

Os horários de atividades mais frequentes das serpentes registradas foram no período noturno, onde 10 espécimes (76,92%) foram registrados entre 19:00 e 02:00 horas, e apenas três espécimes (23,8%) foram encontrados durante o dia. Um indivíduo de *Mastigodryas boddaerti* e outro de *Taeniophallus quadriocellatus* foram registrados durante busca ativa, já um espécime de *Leptodeira annulata* foi encontrado durante as vistorias das AIQ's (Tabela 1). Os tipos de substrato em que as serpentes foram coletadas mostraram-se dentro das características de micro-hábitat já conhecidos para cada espécie, onde sete espécimes foram encontrados no Chão (53,84%), seis espécimes em arbustos e árvores (46,16%) (Tabela 1).

Dentre os 12 espécimes registrados durantes as buscas ativas, 10 estavam deslocando-se pelos substratos e arbustos e dois estavam em forrageio de "senta-e-espera", no qual a serpente fica imóvel e espera a presa passar para a predar.

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Tabela 1. Espécimes coletados na Flona do Tapajós durante o período de abril a outubro de 2016. (A – Adulto; J – Jovens). PVLT – Procura Visual Limitada por Tempo; E.O – Encontro Ocasional.

FAMILÍAS/ESPÉCIES	IDADE	MÉTODO DE COLETA	TURNO	SUBSTRATO	PADRÃO DE ATIVIDADE
ANILIIDAE					
Anilius scytale	**J**	PVLT	Noite	Chão	Deslocando-se
Anilius scytale	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
BOIDAE					
Corallus batesii	**J**	PVLT	Noite	Arbustos	Deslocando-se
Corallus hortulanus	**J**	PVLT	Noite	Chão	Deslocando-se
Corallus hortulanus	**A**	PVLT	Noite	Árvore	Deslocando-se
COLUBRIDAE					
Mastigodryas boddaerti	**J**	PVLT	Tarde	Chão	Deslocando-se
Tantilla melanocephala	**A**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Tantilla melanocephala	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
DIPSADIDAE					
Dipsas catesbyi	**J**	PVLT	Noite	Chão	Deslocando-se
Drepanoides anomalus	**A**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Drepanoides anomalus	**A**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Erythrolamprus reginae	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Erythrolamprus reginae	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Imantodes cenchoa	**A**	PVLT	Noite	Arbusto	Deslocando-se
Imantodes cenchoa	**J**	PVLT	Noite	Arbusto	Deslocando-se
Leptodeira annulata	**J**	E.O	Manhã	Chão	Termorregulação
Philodryas argentea	**A**	PVLT	Noite	Arbusto	Forrageio senta-e-espera
Taeniophallus quadriocellatus	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Taeniophallus quadriocellatus	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Taeniophallus quadriocellatus	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Taeniophallus quadriocellatus	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Taeniophallus quadriocellatus	**J**	PVLT	Tarde	Chão	Deslocando-se
Xenopholis scalaris	**A**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Xenopholis scalaris	**A**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
ELAPIDAE					
Micrurus lemniscatus	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Micrurus spixii	**J**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
VIPERIDAE					
Bothrops atrox	**A**	*Pitfall trap*	-	Balde	-
Bothrops atrox	**A**	PVLT	Noite	Chão	Deslocando-se
Bothrops bilineatus	**A**	PVLT	Noite	Palmeira	Forrageio senta-e-espera

***Scientia Amazonia*, v. 10, n.2, B33-B46, 2021**
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Figura 2. A) *Anilius scytale* (adulto) (foto de Hipócrates Chalkidis); B) *Corallus batesii* (jovem); C) *Corallus hortulanus* (adulto); D) *Drepanoides anomalus* (adulto); E) *Erythrolamprus reginae* (jovem); F) *Philodryas argentea* (adulto); G) *Leptodeira annulata* (jovem); H) *Imantodes cenchoa* (adulto); I) *Xenopholis scalaris* (adulto); J) *Dipsas catesbyi* (jovem); L) *Micrurus lemniscatus* (Jovem); M) *Micrurus spixii* (Jovem); N) *Tantilla melanocephala* (adulto); O) *Bothrops atrox* (Adulto); P) *Bothrops bilineatus* (adulto). Fotos: Samuel Garcia.

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

O espécime de *Leptodeira annulata* foi registrado de maneira ocasional, pela manhã, em uma clareira de sol após forte chuva durante a noite, aparentemente buscando regular sua temperatura corporal. Durante as buscas ativas, um espécime de *Bothrops bilineatus* (Jararaca-verde ou Papagaia) foi observado em forrageio de "senta-e-espera" tentando predar um morcego-branco (*Diclidurus* sp), porém, sem sucesso na predação. A jararaca foi encontrada enrodilhada no meio da folha de uma palmeira, a aproximadamente três metros de altura em uma área preservada de baixio (APB), o morcego estava sobrevoando em rasantes e pousou na parte de baixo do último terço da folha da palmeira, a serpente dardejou por alguns minutos após o morcego pousar, se locomoveu e enrodilhou-se novamente no último terço da folha, após isso o morcego voou, antes de qualquer deferimento de bote.

As quatro parcelas analisadas separadamente apresentaram notórias distinções de diversidade. Duas parcelas apresentaram baixos números de serpentes, as parcelas 2 e 4 (AAB e APP) foram as parcelas mais afetadas pelo fogo (Figura 3), e somadas apresentaram apenas um espécime jovem de *Corallus hortulanus* registrado na parcela 2, com ausência de espécimes na parcela 4. Já a parcela 1 e 3 (AAP e APB) somadas, apresentaram 96,55% da riqueza total registrada neste estudo, com a parcela 1 apresentando maior riqueza e abundância com 11 espécies e 17 espécimes, enquanto a parcela 3 apresentou nove espécies e 11 espécimes (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies e espécimes coletados por parcela (área). AAP – área alterada platô (não queimada); AAB – área alterada baixio (queimada); APB – área preservada baixio (não queimada); APP – área preservada platô (queimada).

ESPÉCIES	AAP	AAB	APB	APP
Anilius scytale	2	0	0	0
Bothrops atrox	1	0	1	0
Bothrops bilineatus	0	0	1	0
Corallus batesii	1	0	0	0
Corallus hortulanus	0	1	1	0
Dipsas catesbyi	1	0	0	0
Drepanoides anomalus	2	0	0	0
Erythrolamprus reginae	2	0	0	0
Imantodes cenchoa	0	0	2	0
Leptodeira annulata	0	0	1	0
Mastigodryas boddaerti	1	0	0	0
Micrurus lemniscatus	1	0	0	0
Micrurus spixii	1	0	0	0
Philodryas argentea	0	0	1	0
Taeniophallus quadriocellatus	4	0	1	0
Tantilla melanocephala	0	0	2	0
Xenopholis scalaris	1	0	1	0
Total	17	1	11	0

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Figura 3. Registros fotográficos em abril de 2016 durante a primeira coleta de campo. A. Áreas ainda com focos de incêndio com árvore de grande porte na parcela 2 (AAB). B. Baldes de *pitfall trap* que foram queimados e tiveram de ser substituídos. C. Área da parcela 2 (AAB) a borda da estrada principal afetada pelo fogo. Fotos: Hipócrates Chalkidis.

A temperatura durante os dias de coleta oscilou entre 26,1 °C e 28,8 °C, com média de 28,1 °C, enquanto a média da umidade relativa do ar durante os dias de coleta oscilou entre 75,6% e 89%, com picos de 99% de umidade entre 00:00 e 6:00 horas da manhã (Figura 4. A). A precipitação pluviométrica total durante os meses de coleta (abril a outubro) foi de 793 mm, com a maior precipitação no mês de abril com 280 mm (Instituto Nacional de Metereologia – INMET, 2016). Porém, quando considerado apenas os dias de coleta de campo, o mês de outubro apresentou a maior precipitação pluviométrica com 48 milímetros e o mês de maio com a menor precipitação com apenas 3 milímetros (Figura 4. B).

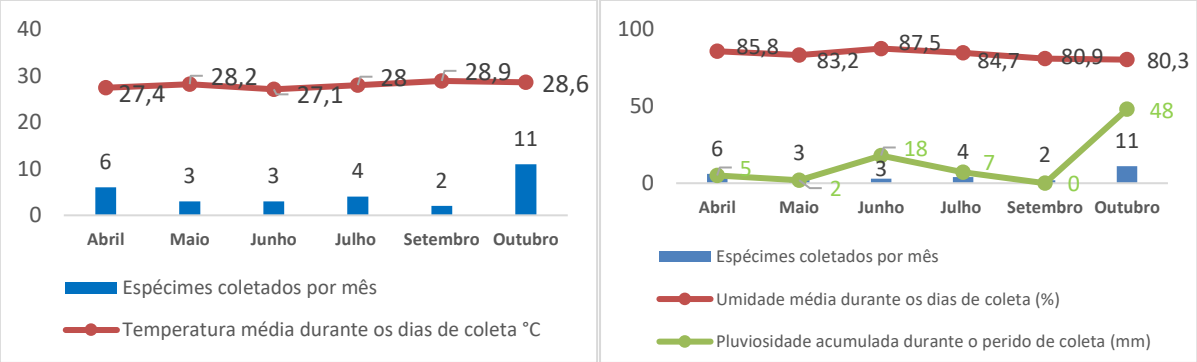

Figura 4. A. Temperatura média durante os dias de coleta. B. Umidade e pluviosidade média durante os dias de coleta.

A curva do coletor não chegou a assíntota, o que sugere que, caso continuassem as coletas, potencialmente um número maior de espécies seria alcançado. Porém, os estimadores de riqueza JackNife de primeira ordem e JackNife de segunda ordem utilizado para fins comparativos, mostraram que a riqueza estimada da área em estudo chegaria a máxima aproximada de 30 espécies, não atingindo a riqueza de 41 espécies conhecida para a mesma área da Flona do Tapajós (Chalkidis *et al.*, 2014) antes da queimada (Figura 5).

4. Discussão

A riqueza de 17 espécies e a abundância de 29 espécimes de serpentes após a queimada na área estudada da Floresta Nacional do Tapajós foi considerada baixa quando comparada ao levantamento anterior realizado por Chalkidis *et al.* (2014), em que foram registradas 41 espécies e 200 espécimes para mesma área amostral e

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

55 espécies considerando outras áreas da Flona do Tapajós. De fato, os resultados disponíveis sugerem que as áreas afetadas pelo fogo apresentaram uma redução na fauna de serpentes. Entretanto, não se pode ignorar que o esforço amostral utilizado neste trabalho foi inferior ao realizado no levantamento anterior. Por exemplo, em PVLT, de 600 horas-pessoa para 162 horas-pessoa, assim como, procura em estrada (PE) com um veículo automotor, utilizado na taxocenose anterior e não aplicada neste estudo (ver Chalkidis *et al.*, 2014). Porém, a afirmativa sobre a modificação da comunidade de serpentes demonstrada, é amparada pelos estimadores de riqueza, que sugerem ao nível de confiança de 95% que nas condições das áreas amostrais, não se chegaria ao **N** de 41 espécies registradas anteriormente ao incêndio.

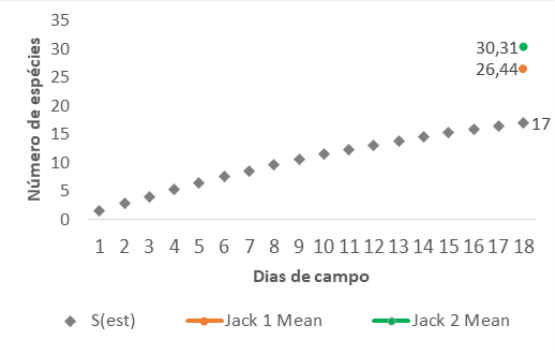

Figura 5. Curva do coletor considerando os números de espécies coletados x dias de campo e os estimadores de riqueza JackNife 1 e 2 demonstrando número de espécies possíveis que poderia ser registrado com a continuação das coletas.

Os resultados de JackNife de primeira ordem demonstram que a continuação das coletas levariam a aproximadas 26 espécies para as quatro parcelas estudadas, enquanto outro estimador para fins comparativos JackNife de segunda ordem sugere uma riqueza estimada de aproximadamente 30 espécies. Por outro lado, apesar do baixo número de espécies registradas, as áreas ainda apresentaram uma boa diversidade. Isso se deve à alta similaridade na quantidade de espécimes registrados para cada espécie, o que ainda que seja um ponto positivo, demonstra a redução na fauna de serpentes devido à baixa abundância para cada espécie registrada após o incêndio. É notório a queda populacional de serpentes nas áreas mais afetadas pelo fogo, os fatos sugerem que a queimada que acometeu a área de estudo entre novembro e dezembro de 2015 seja o principal responsável para essa queda populacional, e, que essa perturbação pode ter causado consequências de forma direta e indireta para a fauna de serpentes.

As variações de temperatura, umidade e pluviosidade durante os períodos de coleta foram consideradas dentro dos padrões normais para a área, visto que essas variáveis são de grande relevância para calcular a probabilidade de novos incêndios. Segundo Melo *et al*. (2012), para que uma área seja considerada propicia a um incêndio esta deve apresentar uma média de umidade abaixo de 40% e temperaturas médias climáticas acima de 24 °C, não sendo este o caso da área de estudo. Desta forma, os dados climáticos mostram que a área de coleta possui baixa probabilidade de novos incêndios, mas não a deixa isenta de uma nova perturbação similar. Melo *et al*. (2011) corroboram que as variações climáticas não são os únicos fatores para propagação de um incêndio, porém, é uma das variáveis que favorece para que em períodos de seca esse fogo se espalhe com mais facilidade, atingindo rapidamente a floresta e diminuindo o tempo de fuga da fauna local.

Possivelmente, as queimadas causaram a morte e/ou afugentamento de várias serpentes da área estudada. Vale ressaltar que as, coletas

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

iniciaram cerca de 100 dias após o controle das queimadas e início do período chuvoso, mesmo assim, durante a primeira coleta, ainda foi possível observar árvores de grande porte com fogo, assim como ausência de serapilheira substituída pelas folhas secas misturadas as cinzas nas duas parcelas mais afetadas (ver figura 3). Isso demonstra que aparentemente mesmo após o controle do incêndio e início do período chuvoso, ainda se passaram muitos dias com fogo dentro da mata, gerando fumaça e aumento de temperatura local.

Na literatura consultada são escassos estudos que relatam efeitos fisiológicos em serpentes afetadas por fumaças, porém, é viável dizer que intoxicação por fumaça durante o incêndio, estresse hídrico, além de lesões causadas pelo fogo são algumas das possíveis causas diretas que podem acarretar problemas de saúde graves aos animais, podendo causar a morte de muitos indivíduos em curto e médio prazo. Por outro lado, a destruição de hábitats e possível redução na oferta de alimentos podem ser considerados também como efeitos graves, porém, indiretos, e que podem afetar fortemente a população em médio e longo prazo. Koproski *et al.* (2006), corrobora que efeitos das queimadas sobre as populações de serpentes podem perdurar por longos anos.

De acordo com Tonwsend *et al.* (2010) uma comunidade conterá mais espécies quanto maior for o número e diversidade de recursos (R) disponíveis, consequentemente, com a diminuição dos micro-habitats disponíveis e possível redução de presas (principalmente pequenos mamíferos e anuros), a densidade populacional nas áreas afetadas tende a diminuir. O baixo número de serpentes nas parcelas dois e quatro que foram afetadas fortemente pelo incêndio, sugere que o fogo pode reduzir drasticamente as populações de serpentes de uma área, tanto de maneira direta pela morte ou afugentamento, como indireta pela destruição dos recursos como abrigo e alimentação. Chalkidis *et al*. (2014) demonstra que as quatro parcelas estudas não apresentavam diferenças significativas na composição de espécies antes do incêndio, o que difere totalmente do quadro pós queimada, no qual foi registrado apenas um indivíduo na parcela dois e nenhum espécime na parcela quatro. Porém, apesar de algumas espécies conhecidas para a área não terem sido coletadas durante esse levantamento, não significa que estas populações de serpentes foram totalmente eliminadas destas áreas, visto que, não se chegou à assíntota da curva do coletor.

Quanto ao padrão de atividade, observou-se durante as buscas ativas serpentes deslocando-se e em ''senta-e-espera'' (enrodilhada), além de uma serpente enrodilhada em Termorregulação. O forrageio através de ''senta-e-espera'' foi observado em apenas dois espécimes (15,4%), enquanto 10 espécimes (84,6%) estavam ativas (locomovendo sobre o substrato ou arbustos) (Tabela 1). A observação de tentativa de predação do morcego-branco (*Diclidurus sp*) pela Jararaca-verde (*Bothrops bilineatus*) em ''senta-e-espera'' demonstra que esses animais também fazem parte da dieta dessa serpente, conforme observado por Venegas *et al.* (2019).

O comportamento de ''senta-e-espera'' é comum de se registrar durante o forrageio de serpentes, principalmente em espécies das famílias Boidae e Viperidae, visto que são animais de emboscadas, e visam fazer o menor gasto possível de energia (COLLI e PAIVA, 1997; DOWNES e SHINE, 1998; TSAIRI e BOUSKILA, 2004), porém, é difícil afirmar que as queimadas tenham

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

influenciado o padrão de atividade de forrageiro das serpentes em busca de alimentos. Para isso, seria necessário levantamentos das potenciais presas para saber o quanto, também, estas foram afetadas pelas queimadas. Assim, outros fatores já descritos na literatura devem ser considerados para explicações nos padrões de atividade de serpentes.

O padrão de atividade das serpentes pode ser alterado de acordo com os fatores abióticos locais, como temperatura, umidade e pluviosidade, por exemplo. Baixas temperaturas assim como pluviosidade podem determinar o forrageio das serpentes (TATTERSALL *et al*., 2003; SAWAYA *et al.*, 2008). Neste estudo, os dias de coleta após um dia/noite de forte chuva apresentaram uma maior abundância (Figura 4. B), isso se deve pela saída das serpentes de áreas encharcadas, principalmente de animais fossóriais e semi-fossóriais em buscas de locais mais secos e quentes (FRAGA *et al*., 2013). O espécime de *Leptodeira annulata* registrado de maneira ocasional durante as vistoras das AIQ's estava em clareira enrodilhando sob a luz solar, aparentemente buscando aquecimento e regulação de sua temperatura córporea, visto que são animais ectotérmicos e de hábitos noturnos (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE e ABE, 2006). Esses achados enfatizam a influência de fatores abióticos para a atividade de serpentes. E como já citado, são padrões de atividade comuns para serpentes de maneira geral nas floretas tropicais (FRAGA *et al*., 2013). Desta forma, pode-se dizer que, apesar das queimadas terem afetado a riqueza e abundância de serpentes da área estudada, aparentemente não afetaram o padrão de atividade nem o substrato de locomoção dos indivíduos registrados na área de estudo.

5. Conclusões

A taxocenose de serpentes da área amostrada na Floresta Nacional do Tapajós demonstrou diferenças em sua riqueza e abundância relativa. A queimada demonstrou ser prejudicial a fauna de serpentes, visto a brusca queda populacional nas áreas mais afetadas pelo fogo. Desta forma, os resultados corroboram que perturbações ambientais por queimadas causam consequências imediatas as comunidades de serpentes, o que sugere uma modificação na densidade populacional nas áreas amostradas. Portanto, espera-se que este levantamento possa contribuir com o conhecimento sobre os aspectos da dinâmica de comunidades de serpentes após perturbações por queimada e incentivar estudos mais detalhados acerca do tema, além de servir como alerta sobre o impacto que as queimadas podem causar a fauna de serpentes, e, consequentemente, na teia ecológica local.

Agradecimentos

A UNAMA – Centro Universitário da Amazônia, pelo acesso ao Laboratório de Pesquisas Zoológicas – LPZ para armazenamento dos espécimes coletados. Ao IBAMA pela autorização para coleta e transporte dos espécimes sob a licença do SISBIO 14018-12. Agradecemos também a Cooperativa Mista da Flona do Tapajós - COOMFLONA pelo apoio logístico nas coletas de campo e aos colaboradores de campo Francisco Ishiguro e Daniel Lira.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a

Scientia Amazonia, v. 10, n.2, B33-B46, 2021
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

ÁVILA-PIRES, T.C.S.; HOOHMOED, M.S.; VITT, L.J. Herpetofauna da Amazônia. Herpetologia no Brasil II. 1º Edição. Sociedade Brasileira de Herpetologia. 43p. 2007.

BERNARDE, P. S.; ABE, A. S. A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. South American Journal of Herpetology, v. 1, n. 2, 102-113, 2006.

BERNARDE, P. S.; TURCI, L. C. B.; MACHADO, R. A. Serpentes do Alto Juruá, Amazônia Brasileira. Edufac, 165p. 2017.

BRITO, I. A.; CHALKIDIS, H. M.; COELHO, L. L.; VASCONCELOS-NETO, N. B.; GARCIA-SILVA, A. S. A coleção herpetológica das Faculdades Integradas do Tapajós/ Faculdade da Amazônia, Santarém, Pará, Brasil: 1 - Répteis, Rev Colombiana Cien Anim, v. 9, n. 1, 45-53, 2017.

CHALKIDIS, H. M. PRUDENTE, A. L. C.; SAWAYA, R J. Serpentes em áreas preservadas e com corte seletivo de madeira na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará, Brasil. **IN:** II Seminário de pesquisas cientificas da Floresta nacional do Tapajós, p. 266-276, 2014.

COLLI, G. R.; PAIVA, M. S. Estratégias de forrageamentos e termorrregulação em lagartos do cerrado e savanas amazônicas. **IN**: 3ª Congresso Brasileiro de Ecologia do Brasil. Brasilia, Depart. Ecologia, Universidade de Brasília, 1997.

COLWELL, R. K. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Estimates. (Programa estatístico). 2006.

CORDEIRO, A. Plano de manejo Florestal do Tapajós. Belterra, Pará, 160 p. 2005.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. Herpetologia Brasileira, v. 7, n. 1, 9-57, 2018.

DOWNES, S.; SHINE, R. Sedentary snakes and gullible geckos: predator–prey coevolution in nocturnal rock-dwelling reptiles. Animal Behaviour, v. 55, n. 5, 1373-1375, 1998. https://doi.org/10.1006/anbe.1997.0704

FRAGA, R.; LIMA, A. P.; PRUDENTE, A. L. C.; MAGNUNSSON, W. E. Guia de cobras da região de Manaus, Amazônia Central. Editora INPA, 303p. 2013.

FROTA, J. G.; SANTO-JR, A. P.; CHALKIDIS, H. M.; GUEDES, A. G. As serpentes da região do baixo rio amazonas, oeste do estado do Pará, Brasil (Squamata). Zoologia, v. 13, n. 2, 211-220, 2005.

GOMES, M. I. Metodologias jackknife e bootstrap em Estatística de Extremos. Actas da II Conferência Anual da S.P.E., p. 31-46, 1995.

HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T.; MARTINS, M. Ecologia e história natural de uma taxocenose de serpentes no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, no sudeste do Brasil. Biota Neotrop., v. 9, n. 3, 172-184, 2009.

INMET, Instituto Nacional de Metereologia. 2016. http://www.inmet.gov.br/portal/, acesso em 28/11/2016.

KOPROSKI, L.; MANGINI, P. R.; PACHALY, J. R.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Impactos do fogo sobre serpentes (Squamata) no parque Nacional de ilha grande (PR/MS), Brasil. Arq. Ciên. Vet. Zool, v.9, n.2, 129-133, 2006.

KORNACKER, P. M. Checklist and key to the snakes of Venezuela, Lista Sistemática y Clave para las Serpientes de Venezuela. Rheinbach, Germany. 1º Ed. 1999.

MACHADO, C. A. Desmatamentos e queimadas na região norte do estado do Tocantins. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 43, 217-229, 2012.

MAGURRAN, A. E. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltda. 64p, 2004.

MARTINS, M.R.C.; OLIVEIRA, M.E. Natural history of snakes in forest of the Manaus, central Amazonia, Brazil. Herpetol. Nat. Hist. v. 6, n. 2, 78-150, 1998.

MELO, A. S.; JUSTINO, F. B.; MELO, E. C. S.; S, T. L. V. Índices de risco de fogo de haines e setzer em diferentes condições climáticas. Mercator. v. 11, n. 24, 187-207, 2012. DOI: 10.4215/RM2012.1124.0012.

MELO, A. S.; JUSTINO, F.; LEMOS, C. F.; SEDIYAMA, GRIBEIRO, G. Suscetibilidade do ambiente a ocorrências de queimadas sob condições climáticas atuais e de futuro aquecimento global. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 3, 401–418, 2011.

***Scientia Amazonia*, v. 10, n.2, B33-B46, 2021**
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

PEEL, M. C. FINLAYSON, B. L. MCLMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. Hydrol. Earth Syst. Sci., v. 11. 1633–1644, 2007. DOI:10.5194/hess-11-1633-2007.

PINHEIRO, L. C.; ABE, P. S.; BITAR, Y. O. C.; ALBARELLI, L. P. P.; SANTOS-COSTA, M. C. Composition and ecological patterns of snake assemblages in an Amazon-Cerrado Transition Zone in Brazil. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 105, n. 2, 147-156, 2015.

PISMEL, V. A. M.; MARTORANO, L. G.; ALMEIDA, R. F.; NASCIMENTO, N. C. C. Focos de Calor Associados ao Efeito do El Nino na Floresta Nacional do Tapajós e Seu Entorno. IN: 67ª Reunião Anual da SBPC. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321964948_Focos_de_Calor_Associados_ao_Efeito_do_El_Nino_na_Floresta_Nacional_do_Tapajos_e_Seu_Entorno

RADAMBRASIL. Projeto RadamBrasil. Folha SA.21-Santarém, 510p. 1976.

SADO, R. R.; CARDOSO, R. M.; OLIVEIRA, I.; TOMATIELI, T. F.; COLLI, G. R. Padrão de atividade e termorregulação em Lagartos do cerrado. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, p. 1-2. 2007.

SAWAYA, R.J., MARQUES, O.A.V. e MARTINS, M. 2008. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo State, southeastern Brazil. Biota Neotrop., v. 8, n. 2, 126-144, 2008. Disponível em: http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?inventory+bn01308022008.

TATTERSALL, G. J.; MILSOM, W. K.; ABE, A. S.; BRITO, S. P.; ANDRADE, D. V. The thermogenesis of digestion in rattlesnakes. The Journal of Experimental Biology 207, 579-585, 2003. DOI: 10.1242/jeb.00790

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. 2010. Fundamentos em Ecologia, 3º edição, Porto alegre: Artmed, 320p. 2004.

TSAIRI, H.; BOUSKILA, A. Ambush site selection of a desert snake (*Echis coloratus*) at an oasis. Herpetologica, v. 60, n 1, p. 13-23, 2004. DOI: https://doi.org/10.1655/20-47

UETZ, P.; HOŠEK, J. 2020. The Reptile Database. Disponível em: http://www.reptile-database.org/ Acessado em 23/10/2020.

VALOIS, A. C. C. Biodiversidade, biotecnologia e propriedade intelectual. Cadernos de Ciência e Tecnologia. Brasília. v. 15, n. especial, p 21-31, 1998.

VENEGAS, P. J.; CHÁVEZ-ARRIBASPLATA, J. C.; ALMORA, E.; GRILLI, P. DURAN, V. New observations on diet of the South American two-striped forest-pitviper Bothrops bilineatus smaragdinus (Hoge, 1966). Cuad. herpetol. v. 33 n. 1, p. 29-31, 2019. DOI: 10.31017/CdH.2019.(2017-031).

APÊNDICE

Os espécimes coletados estão armazenados na coleção herpetológica do Laboratório de Pesquisas Zoológicas – LPZ do Centro Universitário da Amazônia – UNAMA em Santarém, Pará sob os códigos de campo: SG01, SG02, SG03, SG04, SG05, SG06, SG07, SG08, SG09, SG10, SG11, SG12, SG13, SG14, SG15, SG16, SG17.