



O EFEITO DO FOGO NA ESPÉCIE *Ameivula jalapensis* (SQUAMATA: TEIIDAE), ENDÊMICA DA REGIÃO DO JALAPÃO

Geisa Kely Leandro Vitorino da Silva¹
Heitor Campos de Sousa²
Thiago Costa Gonçalves Portelinha³

GRANDE ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Biológicas e da Saúde

RESUMO

Apesar do fogo ser um distúrbio natural no Cerrado e de algumas espécies de lagartos estarem adaptadas a diferentes regimes de queima, nem todas suportam alterações extremas no ambiente. O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito de diferentes regimes de queima sobre a população de *Ameivula jalapensis*, espécie endêmica da região do Jalapão. Realizamos a pesquisa entre 2021 e 2022 na Estação Ecológica Serra Geral Tocantins, leste do Estado do Tocantins, em quatro áreas categorizadas de acordo com a frequência e a época de ocorrência de queimadas dos últimos 20 anos. A área com a maior frequência de indivíduos registrada foi a de regime de fogo mais severo, área onde a população se manteve mais estável durante as campanhas realizadas. Não houve variação na razão sexual e na estrutura de tamanho das populações. A probabilidade de sobrevivência dos indivíduos variou entre os diferentes regimes de queima, com maior probabilidade na área com regime de queima mais severo. Os resultados sugerem que *A. jalapensis* é beneficiada por regimes de queima mais frequentes e intensos. É importante avaliar quais fatores ambientais, além do fogo, podem influenciar na dinâmica das populações de *A. jalapensis*.

Palavras-chave: Lacertofauna; manejo integrado do fogo; Demografia.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental, PIBIC/UFT, Universidade Federal do Tocantins, kely.geisa@uft.edu.br.

² Mestre em Ecologia, Doutorando em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, heitor.sousa@mail.uft.edu.br.

³ Doutor em Ciências Biológicas, Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, thiagoportelinha@mail.uft.edu.br.



INTRODUÇÃO

O Cerrado, a mais rica savana do planeta, é considerado o terceiro bioma com maior riqueza de espécies da fauna (WALTER, 2006). Possui um relevo representado em sua maioria por depressões e planaltos, clima sazonal dividido em um período chuvoso (outubro a março), seguido por um período seco (abril a setembro KLINK; MACHADO, 2005). O bioma é um mosaico de vegetações, variando de características savânicas (e.g. cerrado ralo e campos sujos) a florestais (e.g. mata seca e cerradão; SANTOS; MIRANDA; NETO, 2020).

Um dos fatores naturais predominantes para esse bioma é o fogo (NASCIMENTO, 2001). Registros de pólen de carvão indicam que o fogo está presente no Cerrado há cerca de 12.000 anos. Registros e sua atividade se intensificou no período pré-colonial com as práticas de manejo usadas pelos indígenas (NEVES; BEDÊ; MARTINS, 2011). Estudos filogenéticos mostram que a diversificação vegetal e o surgimento e expansão do Cerrado está associada à ocorrência natural do fogo; inclusive, existe uma discussão de que não se deve excluir o fogo de ambientes pirofíticos, mas sim controlá-lo e manejá-lo (SAMPAIO et al., 2016). O manejo envolve o uso de queimadas prescritas e/ou não combater queimadas de ocorrências naturais (SCHMIDT et al., 2016).

A vegetação do Cerrado tem resistência ao fogo, pois suas estruturas contribuem para o isolamento térmico, além disso, as plantas herbáceas dependem do fogo para manter sua estrutura (FIDELIS; PIVELLO, 2011). Por outro lado, os animais não têm estrutura que os ajude na proteção contra essas queimadas, resistindo à passagem do fogo por sua capacidade de fugir e encontrar abrigos (COSTA et al., 2013). Um estudo realizado por Álvares-Ruiz et al. (2021) demonstrou que a espécie de lagarto do mediterrâneo *Psammodromus algirus* tem a capacidade de detectar a presença de fumaça através do olfato e fugir da ameaça e, essa reação foi mais comum nas populações dos lagartos de ambientes predispostos a queimadas.

Situada na região do Jalapão, a Estação Ecológica Serra Geral Tocantins (EESGT) tem como unidade gestora o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), e no ano de 2014 teve o seu plano de manejo implementado. Esse plano prevê atividades que se enquadram nas estratégias do programa PPCERRADO de prevenção e combate a incêndios e uso controlado do fogo (BESERRA et al., 2014). Apesar de diretrizes sobre o manejo do fogo, não há estudos detalhados sobre como este pode influenciar na fauna da região. No ano de 2009, foi descrita uma



nova espécie do gênero *Ameivula* para a região da EESGT (*Ameivula jalapensis*, COLLI et al., 2009), um lagarto de tamanho corporal pequeno, com ninhadas aparentemente de apenas um ovo, que se alimenta principalmente de cupins e larvas de insetos e a sua ocorrência está associada a solos arenosos de habitats abertos (COLLI et al., 2009). No entanto, pouco se conhece sobre a biologia e o dinâmica populacional desta nova espécie, principalmente em relação às interações ecológicas com o fogo. Portanto o presente trabalho teve como objetivos específicos avaliar o efeito dos diferentes regimes de queima sobre o tamanho populacional, sobrevivência e recrutamento, estrutura etária e razão sexual da população de *A. jalapensis*, espécie endêmica da região do Jalapão. As informações obtidas no presente estudo poderão facilitar a criação de estratégias para a conservação da herpetofauna e direcionar pesquisas futuras em áreas onde ocorre o manejo do fogo.

MÉTODO E MATERIAIS

O trabalho de campo foi realizado na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (EESGT), que está localizada no leste do estado do Tocantins (Figura 1). A EESGT pertence à região do Jalapão e cobre uma área de 707.078,75 ha, sendo uma das maiores unidades de conservação do Cerrado, constituída por formações campestres, savânicas, florestais e cobertura vegetal antropizada (BESERRA et al., 2014).

Na EESGT, quatro áreas distintas foram amostradas, e selecionadas de acordo com a frequência de queima em diferentes épocas desde o ano de 2001 até a instalação das armadilhas em fevereiro de 2021, após a instalação das armadilhas. A amostragem foi realizada com conjuntos de armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps with drift fences*). Cada parcela possuía 12 armadilhas constituídas por quatro baldes de 35 L cada, enterrados ao nível do solo com cercas guias e dispostos em forma de “Y”.

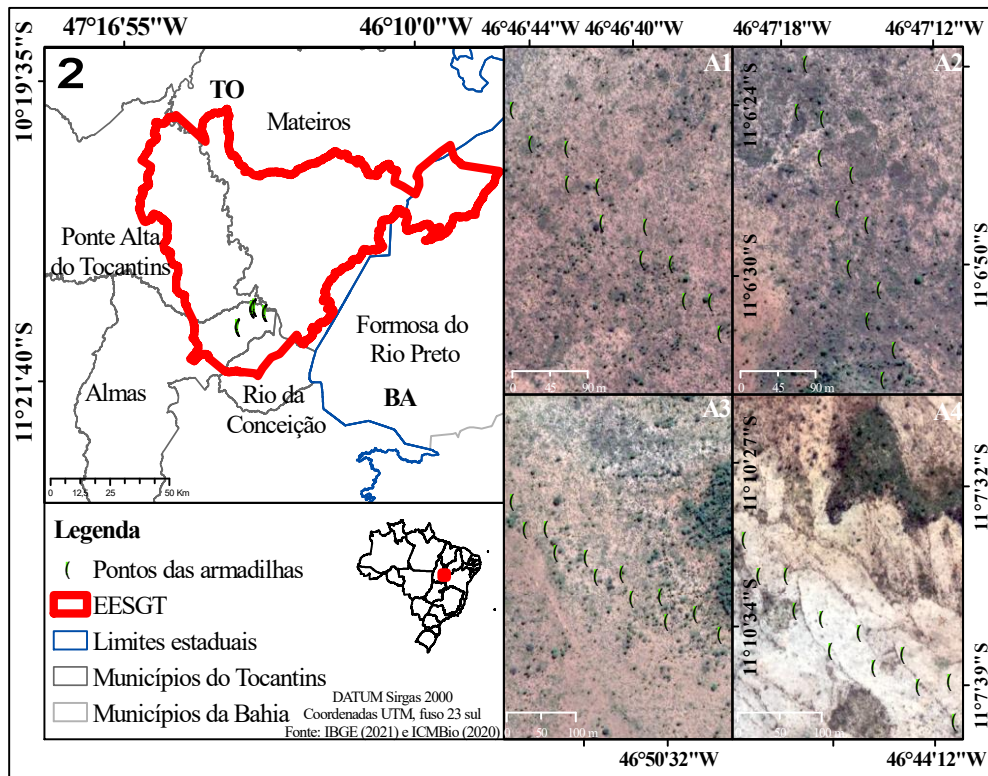


Figura 1- Localização da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, contendo o limite estadual e os municípios de sua região.

Fonte: a autora, 2022.

Tabela 1 - Áreas de acordo com a quantidade de queimadas e o regime de queima. Precoce: início da seca (março a maio); modal: meio da estação seca (junho e julho) e tardia: final da estação seca (agosto a outubro).

Áreas	Precoce	Modal	Tardia	TOTAL
A1	1	2	3	6
A2	1	2	4	7
A3	2	2	5	9
A4	0	3	7	10

As capturas foram realizadas em quatro campanhas: duas em fevereiro/março e duas em junho/julho. As armadilhas foram abertas durante 15 dias e vistoriadas todos os dias no período da manhã para a marcação e biometria dos indivíduos como: comprimento rosto-cloacal (CRC),



comprimento caudal (CC) e base da cauda (BC) foram coletados utilizando-se de régua metálica ($\pm 0,1\text{mm}$), e a massa corporal através de balanças de campo ($\pm 0,1\text{g}$; SILVA, 2019), cada indivíduo foi marcado de forma permanente, através de cortes nas falanges (LEITE, 2007). O sexo foi identificado pela eversão do hemipênis (SILVA, 2019). Todos os procedimentos estão autorizados pela licença SISBIO N.74570-1, e todos os indivíduos foram liberados nos mesmos locais de captura após obtenção dos dados necessários. O trabalho foi realizado nas seguintes etapas:

Para as análises demográficas utilizamos o método de captura e recaptura. O tamanho populacional será estimado de acordo com o cálculo definido em Paula et al. (2009). As capturas e recapturas serão registradas em planilhas e as taxas de captura, sobrevivência e recrutamento serão estimadas pelo método Jolly-Seber definido por Pradel, (1996) com o pacote openCR (EFFORD; SCHOFIELD, 2020). Calculamos a razão sexual pela proporção machos:fêmeas e os valores de CRC foram utilizados para construir os gráficos de estrutura etária entre jovens e adultos (COLLI et al., 2009). Para análises estatísticas os dados foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade. A estrutura etária entre as parcelas foi comparada com diferentes regimes de queima através de uma análise de variância ranqueada. A frequência de captura e recaptura, a razão sexual e a abundância entre as parcelas foram avaliadas pelo teste de qui-quadrado (BIELEFELDT et al., 2012). As análises estatísticas foram realizadas no software R, versão 3.5.1 (R Core Team, 2018). Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão.

DADOS E DISCUSSÃO

Durante quatro campanhas realizadas entre 2021 e 2022 capturamos 260 indivíduos nas quatro áreas monitoradas. Desse total, 21 eram imaturos, 102 fêmeas, 126 machos e 11 não tiveram o sexo identificado. Cada lagarto foi capturado, em média, 0,169 vezes. As áreas com maior frequência de capturas e recapturas foram, A4 (81 capturas e 21 recapturas; $X = 27,735$, $GL = 3$, $P < 0,001$; $X = 44,708$, $GL = 3$, $P < 0,001$) e A3 (62 capturas e 16 recapturas; $X = 11,209$, $GL = 2$, $P = 0,004$; $X = 20,519$, $GL = 2$, $P < 0,001$; Figura 2). O tamanho da população teve grandes variações sazonais, com maior estabilidade nas áreas de queimadas mais frequentes e intensas (Figura 3). Após as queimadas, a abundância de insetos aumenta, independentemente da fitofisionomia (DINIZ; MORAIS, 2008), e o fogo tardio provoca a redução na densidade das



árvores, deixando a área mais aberta (COSTA et al., 2020). Essas condições poderiam influenciar na preferência dos indivíduos pela parcela com maior frequência de queimada, possivelmente, pela maior disponibilidade de alimentos. Outro possível fator interveniente é que em áreas mais abertas os microhabitats se tornam fonte de calor ideal para termorregulação (SARTORIUS; VITT; COLLI, 1999), essencial para um forrageador ativo como no caso dos teídeos do gênero *Ameivula* (ROCHA et al., 2009).

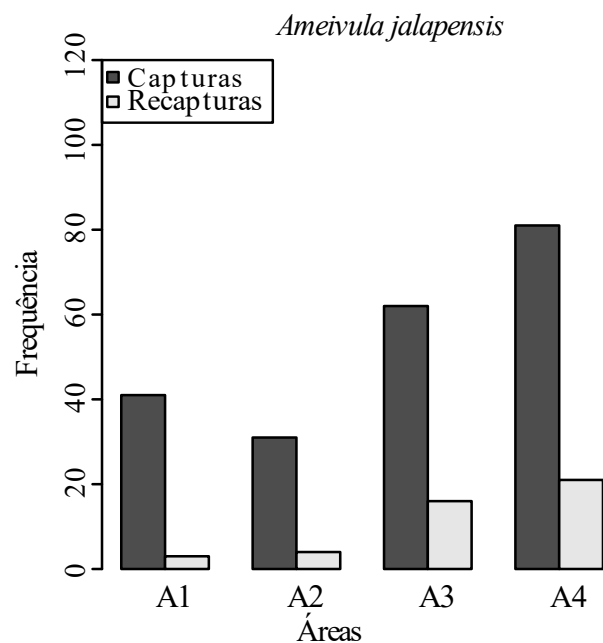


Figura 2 - Abundância de indivíduos de *Ameivula jalapensis* nas parcelas (A) com diferentes regimes de queima na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins.

Fonte: a autora, 2022.

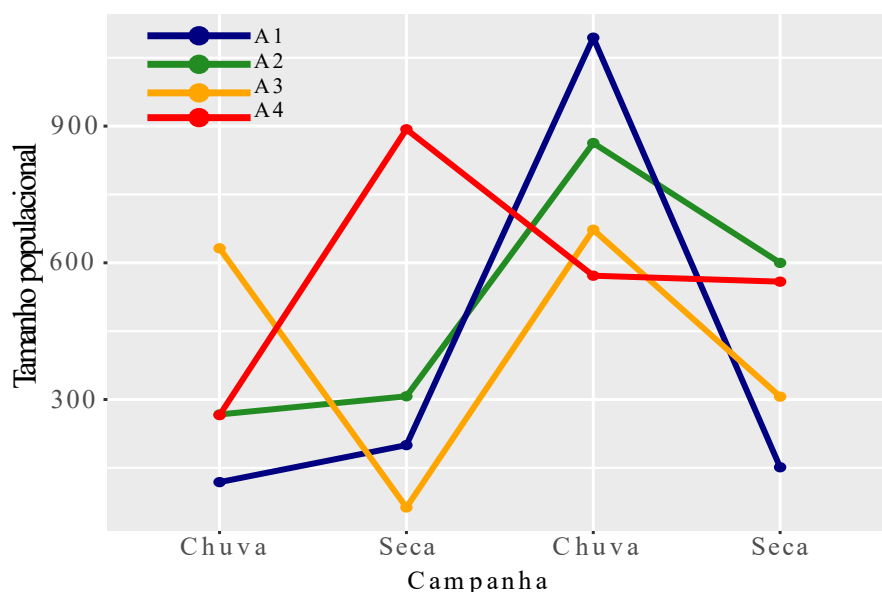




Figura 3 - Variação do tamanho populacional de *Ameivula jalapensis* nas quatro campanhas realizadas.

Fonte: a autora, 2022.

As taxas de recrutamento tiveram uma pequena variação entre as áreas, sendo mais altas na A3 segunda área com maior quantidade de queimadas frequentes e intensas e mais baixas na A4 onde ocorre a maior frequência de queimadas intensas (Figura 4). Tanto os regimes de queima como o tempo pós queima têm diferentes efeitos sobre a população de lagartos, como mostraram Sousa et al. (2015) em um estudo com a espécie *Micrablepharus atticolus*. Conhecer os intervalos entre uma queimada e outra ajudará a entender as variações que ocorrem na população em cada regime de queima.

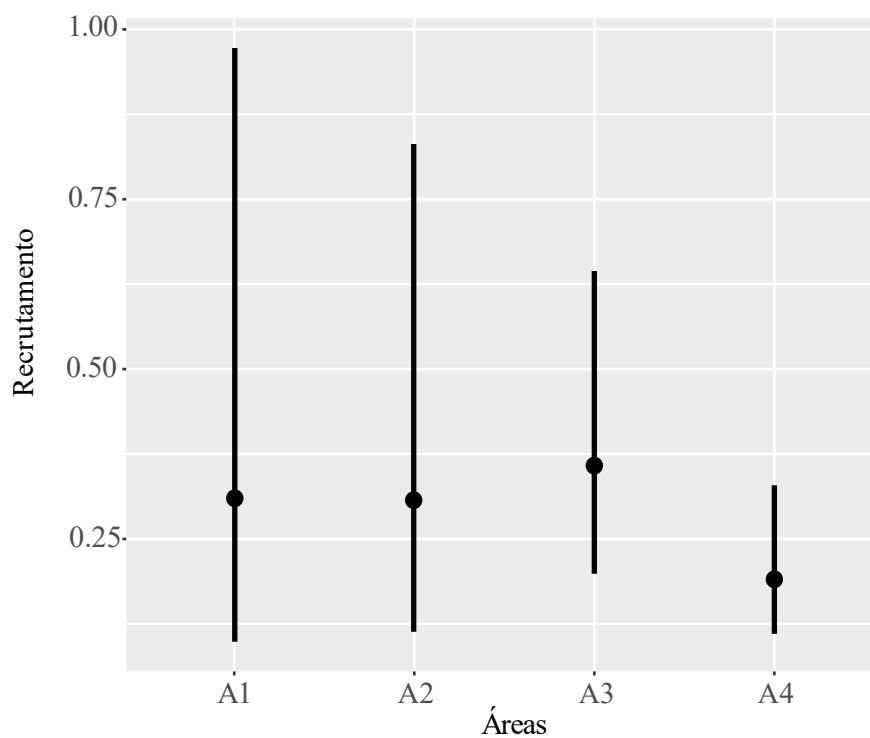


Figura 4 - Taxa de recrutamento nas áreas com diferentes regimes de queima.

Fonte: a autora, 2022.



A razão sexual da população estudada não variou ($P < 0,05$), apresentando uma proporção de 1,23:1 (macho:fêmea) entre os diferentes regimes de queima. Apenas na A1 a população foi desviada para os machos (2,88:1; $X = 7.5896$, $GL = 3$, $P = 0.0553$; Figura 5). Entre as quatro campanhas nas diferentes estações do ano a razão sexual também não variou.

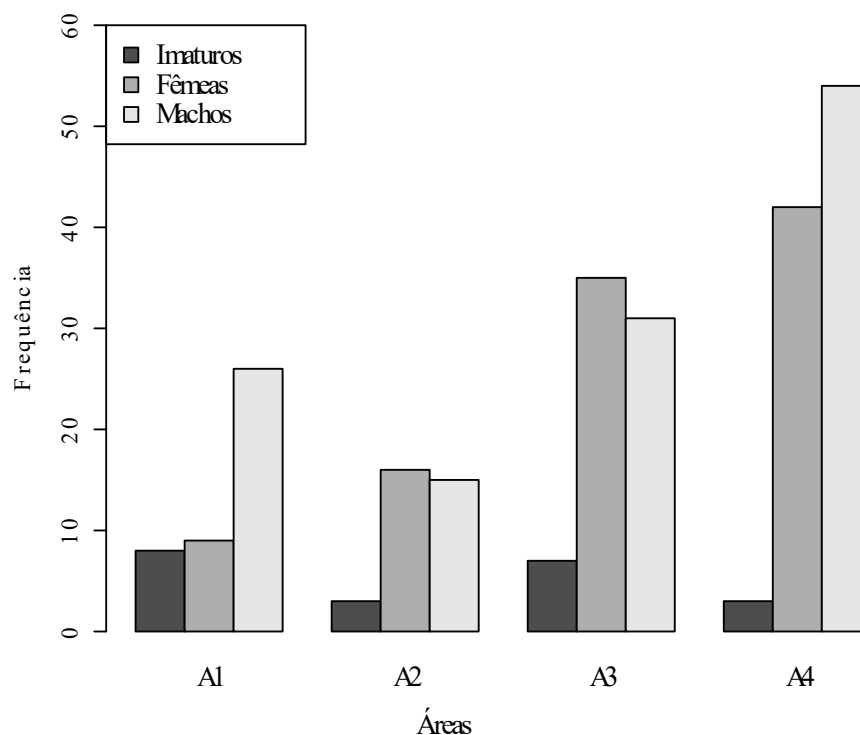


Figura 5 - Razão sexual dos indivíduos por parcela. Na área A1 a população foi desviada para os machos.

Fonte: a autora, 2022.

A média do CRC encontrada para a população foi de $51,1 \pm 6,5$ mm. Apesar do menor macho reprodutor registrado na literatura medir 44mm de CRC (COLLI et al., 2009), no presente estudo foram capturados indivíduos menores que 44mm que, possivelmente, tratam-se de machos ainda não reprodutores. O mesmo foi observado por Santana et al. (2010) em um estudo com a espécie *Ameivula ocellifera*, que pode ser considerada parente próxima de *A. jalapensis* (COLLI et al., 2009).

Os indivíduos juvenis ocorreram em todas as campanhas exceto na segunda, realizada na estação seca (Figura 6 B), as fêmeas com ovos foram capturadas em todas as campanhas exceto na primeira, realizada na estação chuvosa. Outros lagartos do gênero *Ameivula* reproduzem



sazonalmente no Cerrado, como ocorre para *A. ocellifera* (MESQUITA; COLLI, 2003) mas, populações de lagartos do gênero *Ameivula* da América do Sul apresentam diversos padrões reprodutivos (MESQUITA; COLLI, 2003). Apesar das espécies da fauna do Jalapão serem predominantemente do Cerrado, a proximidade com o bioma Caatinga permite que os domínios compartilhem espécies (BESERRA et al., 2014). Assim, a biologia reprodutiva das espécies também pode ser parecida e, para *A. jalapensis* pode ser cíclica como para outros do mesmo gênero que ocorrem na Caatinga (ZANCHI-SILVA; BORGES-NOJOSA; GALDINO, 2014). No entanto, estudos a longo prazo com menor intervalo de coletas são necessários para confirmar essa hipótese.

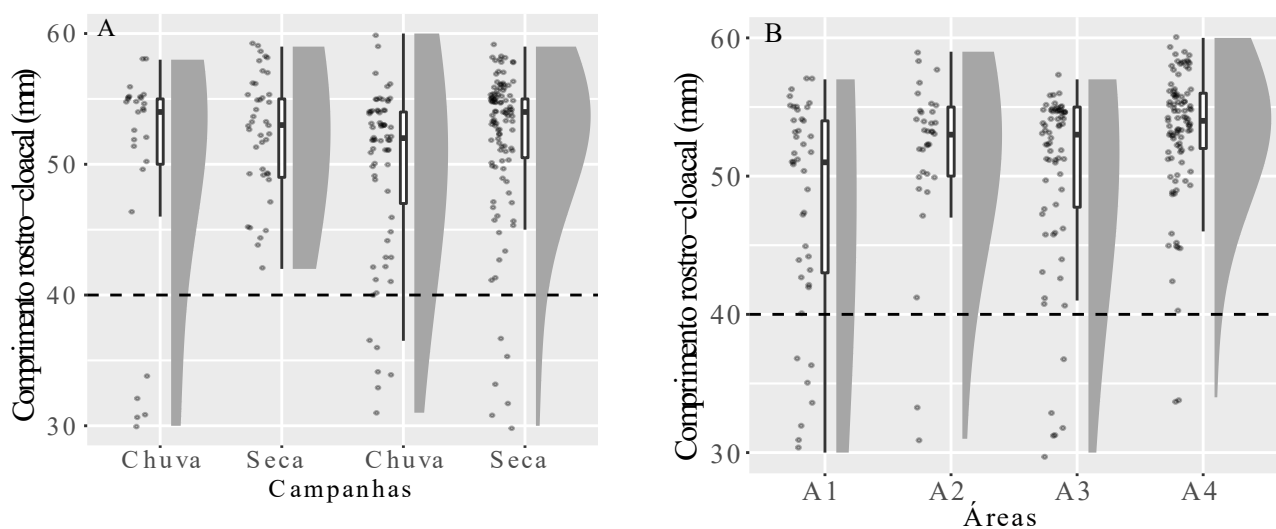


Figura 6 - Variação do comprimento rostro-cloacal (CRC) de *Ameivula jalapensis* entre os diferentes regimes de queima (A) e entre as estações (B) chuvosa (fevereiro/março) e seca (junho/julho) na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, Brasil. A linha central representa o tamanho mínimo de indivíduo com sexo identificado neste estudo.

Fonte: a autora, 2022.

Entre os diferentes regimes de queima o CRC dos indivíduos variou ($X = 16,476$, $GL = 3$, $P = 0.0009057$), sendo maiores nos regimes de queima mais severo (Figura 6 A), a probabilidade de sobrevivência também variou entre as áreas (Figura 7). Apesar dos diferentes regimes de queima entre as áreas A2 e A4, as duas apresentaram as taxas de sobrevivência mais altas. Vários fatores ambientais podem influenciar na dinâmica populacional de lagartos como radiação solar e temperatura do ar (ROCHA et al., 2009), é importante analisar outras variáveis além do fogo para conhecer todos os fatores que possam estar influenciando na sobrevivência dos indivíduos.



Os regimes de queima têm diferentes efeitos nas diferentes populações (COSTA et al., 2020) sendo assim, os resultados obtidos neste trabalho são válidos apenas para a população de *A. jalapensis* nas quatro áreas estudadas.

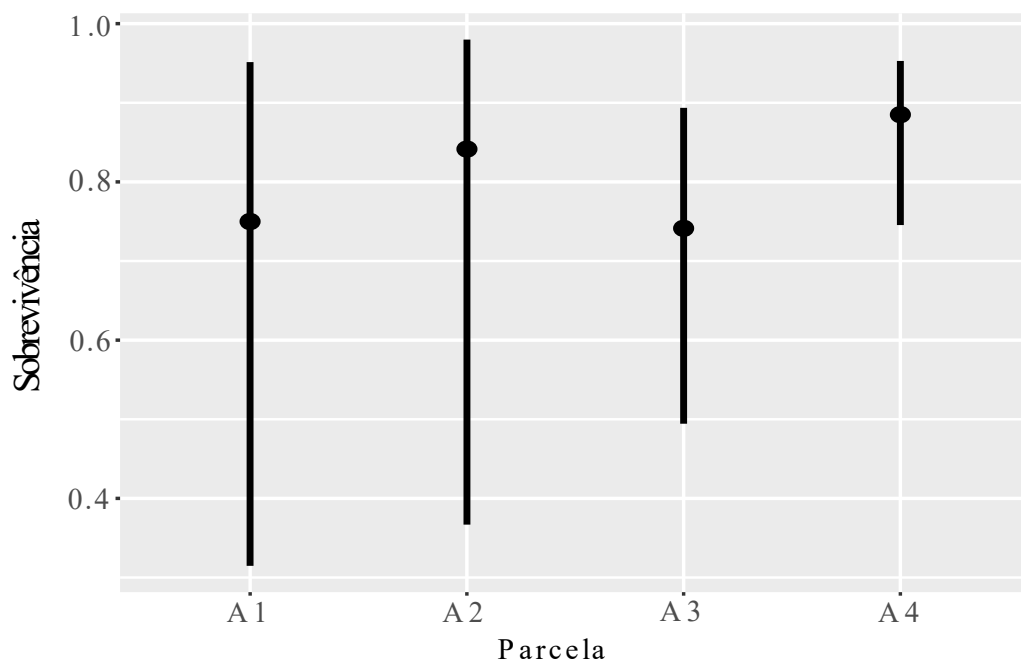


Figura 7- a de sobrevivência dos indivíduos nos diferentes regimes de queima.

Fonte: a autora, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que *A. jalapensis* é beneficiada por regimes de queima mais frequentes e intensos. Uma maior frequência de queimadas propicia a formação de ambientes mais abertos, microhábitats mais favoráveis para termorregulação e com maior disponibilidade de alimentos, fatores que podem influenciar a abundância da espécie. A razão sexual não variou entre os regimes de queima, isso indica que as taxas vitais não estão sendo afetadas. A estrutura do tamanho das populações variou sendo menores no regime de queima menos severo quando comparado aos mais severos. A maior taxa de sobrevivência foi registrada na A4 e a menor na A3 sendo o inverso para as taxas de recrutamento, para entender essas variações é importante avaliar quais outros fatores ambientais, que possam estar sofrendo alterações causadas pelos diferentes regimes de queima e, podem influenciar nessas taxas e nas características demográficas para se conhecer os mecanismos e processos da espécie.



BIBLIOGRAFIA

- ÁLVAREZ-RUIZ, L.; BELLIURE, J.; PAUSAS, J. G. Fire-driven behavioral response to smoke in a Mediterranean lizard. **Behavioral Ecology**, v. 32, n. 4, p. 662–667, 2021.
- BESERRA, M. M. L. et al. Plano de Manejo da Estação Ecológica da Serra Geral de Tocantins. p. 529, 2014.
- BIELEFELDT, V. et al. Normalidade de variáveis : métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação Normality of variables : diagnosis methods and comparison of some nonparametric tests by simulation. **Rev. HCPA & Fac. Med. Univ. Fed. Rio Gd. do Sul**, v. 32, n. 2, p. 227–234, 2012.
- COLLI, G. R. et al. A new species of cnemidophorus from the jalapão region, in the Central Brazilian cerrado. **Herpetologica**, v. 65, n. 3, p. 311–327, 2009.
- COSTA, B. M. et al. Direct and short-term effects of fire on lizard assemblages from a Neotropical savanna hotspot. **Journal of Herpetology**, v. 47, n. 3, p. 502–510, 2013.
- COSTA, B. M. et al. Long-term, fire-induced changes in habitat structure and microclimate affect Cerrado lizard communities. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1659–1681, 2020.
- DINIZ, A. L. R.; MORAIS, H. C. Efeito do fogo na abundância de insetos do Cerrado: o que sabemos? **Heringeriana**, v. 2, n. 1, p. 39–46, 14 abr. 2008.
- EFFORD, M. G.; SCHOFIELD, M. R. A spatial open-population capture-recapture model. **Biometrics**, v. 76, n. 2, p. 392–402, 2020.
- FIDELIS, A.; PIVELLO, V. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 12–25, 2011.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 2005, p. 147–155, 2005.
- LEITE, D. L. P. Efeitos do fogo sobre a taxocenose de lagartos em áreas de Cerrado. **Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade de Brasília.**, v. Master in, p. 113, 2007.
- MESQUITA, D. O.; COLLI, G. R. Geographical variation in the ecology of populations of some Brazilian species of Cnemidophorus (Squamata, Teiidae). **Copeia**, n. 2, p. 285–298, 2003.
- NASCIMENTO, I. V. Cerrado: o fogo como agente ecológico. **Territorium**, n. 8, p. 25–35, 2001.
- NEVES, A. C. DE O.; BEDÊ, L. C.; MARTINS, R. P. Revisão sobre os efeitos do fogo em Eriocaulaceae como subsídio para a sua conservação. **Biodiversidade Brasileira**, v. 0, n. 2, p. 50–66, 2011.



PAULA, M.; DINIZ, C. A. R.; LEITE, J. G. Modelo Bayesiano Hierárquico de Captura-Recaptura com Distribuição Poisson-Gama. **TEMA - Tendências em Matemática Aplicada e Computacional**, v. 10, n. 2, p. 191–202, 2009.

PRADEL, R. Utilization of Capture-Mark-Recapture for the Study of Recruitment and Population Growth Rate. **Biometrics**, v. 52, n. 2, p. 703, jun. 1996.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. URL <https://www.R-project.org/>.

ROCHA, C. F. D. et al. Comportamento de termorregulação em lagartos brasileiros. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 01, p. 115–131, mar. 2009.

SAMPAIO, A. B. et al. Manejo do fogo em áreas protegidas. **BioBrasil**, v. 6, n. 1, p. 1–3, 2016.

SANTOS, L. A. C.; MIRANDA, S. C.; NETO, C. M. S. Fitofisionomias do Cerrado : definições e tendências. **Revista De Geografia Da UEG**, v. 09, p. 1–30, 2020.

SARTORIUS, S. S.; VITT, L. J.; COLLI, G. R. Use of naturally and anthropogenically disturbed habitats in Amazonian rainforest by the teiid lizard *Ameiva ameiva*. **Biological Conservation**, v. 90, n. 2, p. 91–101, set. 1999.

SCHMIDT, I. B. et al. Implementação do programa piloto de manejo integrado do fogo em três unidades de conservação do Cerrado. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 55–70, 2016.

SILVA, N. A. Efeitos da autotomia caudal no desempenho locomotor de *Micrablepharus atticolus* (Squamata Gymnophthalmidae). **Dissertação (Mestrado em Ecologia e conservação) - Universidade do estado do Mato Grosso**, 2019.

SOUSA, H. C. et. al. Fire Regimes and the Demography of the Lizard *Micrablepharus atticolus* (Squamata, Gymnophthalmidae) in a Biodiversity Hotspot. **South American Journal of Herpetology**, v. 10, n. 3, p. 143-156, 2015.

WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 282–282, 2006.

ZANCHI-SILVA, D.; BORGES-NOJOSA, D. M.; GALDINO, C. A. B. Reproduction of a whiptail lizard (*Ameivula ocellifera*, Teiidae) from a coastal area in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p. 1263–1271, 2014.



AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins”. Agradeço, também, ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), CAPES/PROCRAD, Instituto Humanize, Fundo Brasileiro para Biodiversidade (FUNBIO) e Universidade de Brasília pelo apoio logístico e financeiro.

Aos meus orientadores por todo apoio e paciência, a equipe do laboratório de Caracterização de Impactos Ambientais (LCIA/UFT) e a equipe do Laboratório de Ecologia e Zoologia (LABECZ/UFT) por todo apoio nos trabalhos de campo.

FINANCIAMENTO

Instituto Humanize e Fundo Brasileiro para Biodiversidade – FUNBIO.