



IMPACTOS DA AÇÃO ANTRÓPICA NA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM E EFEITO DE BORDA NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL SERRA DA BORBOREMA, CAMPINA GRANDE -PB

Felipe Araújo Oliveira ¹
Daisy Beserra Lucena ²
Jéssica Oliveira Silva ³
Valéria Raquel Porto de Lima ⁴
Kettrin Farias Bem Maracajá ⁵

RESUMO

A pesquisa tem como objetivo analisar os impactos da fragmentação da cobertura vegetal e do efeito de borda no Parque Natural Municipal Serra da Borborema, em Campina Grande- PB. A investigação parte da preocupação com os impactos da especulação imobiliária na biodiversidade e nos processos ecológicos locais. Para isso, nesta pesquisa foi adotada uma abordagem metodológica mista, combinando revisão bibliográfica, trabalho de campo e aplicação de fichas de observação em sete parcelas do parque, baseada na adaptação da metodologia de Souza et al. (2019), onde foram avaliados os parâmetros de: temperatura, intensidade luminosa, estoque de serrapilheira, presença de resíduos sólidos, ocorrência de espécies pioneiras e presença de organismos invasores. Os resultados demonstraram que a redução da área e a consequente exposição das bordas da mata têm intensificado o efeito de borda, favorecido a proliferação de espécies invasoras alterando a dinâmica ecológica do parque, e também tem causado variações microclimáticas significativas. Conclui-se que a fragmentação da cobertura vegetal e o efeito de borda, advindos da redução da área, geram impactos severos no ecossistema do local, incluindo a presença de espécies invasoras e surgimento de microclimas.

Palavras-chave: Fragmentação da Paisagem, Unidades de Conservação, Efeito de Borda.

INTRODUÇÃO

A fragmentação da paisagem é um fenômeno ambiental resultante da expansão urbana e da exploração de recursos naturais que impactam diretamente os ecossistemas. De acordo com Soares Filho *et al.* (2007), Fahrig (2017) e Didham *et al.* (2017) a fragmentação proporciona uma redução do habitat das espécies e isola populações

¹Mestrando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba- UFPB, felipearaujo.professor.geografia@gmail.com;

²Doutora em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br;

³Mestranda em Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, jessica.silva2@aluno.uepb.edu.br;

⁴Doutora em Geografia Física pela Universidade de Sevilla - Espanha (2012) , valeriaraquelportodelima@servidor.uepb.edu.br;

⁵Ph.D em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, kettrin.farias@uaac.ufcg.edu.br.



nativas, o que diminui a biodiversidade, gerando riscos de extinção e interrupção dos processos ecológicos. Otani (2011) afirma que esse processo gera consequências significativas para a biodiversidade, equilíbrio ecológico e a sustentabilidade dos ecossistemas.

Hogan (2001) e Silva *et al.* (2019) ainda destacam que a urbanização desenfreada, vem sendo responsável por mudar características originais da paisagem e isolar populações de plantas e animais. A expansão urbana, além de impactar diretamente os ecossistemas, também intensifica o chamado efeito de borda no interior de áreas de vegetação. De acordo com Tabanez, Viana e Dias (1997), o efeito de borda é caracterizado pela influência que o meio externo da área florestada tem em sua parte mais marginal, causando alterações físicas e estruturais.

De acordo com Konzen (2016) a fragmentação da paisagem e o efeito de borda representam uma ameaça significativa para a biodiversidade. Espécies com mais sensibilidades a mudanças ambientais que necessitam de vastas áreas para sobreviver correm o risco de extinção em fragmentos pequenos e isolados.

O Brasil, por meio do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/ 2000, reconhece a importância de preservar áreas naturais frente à crescente pressão urbana. De acordo com o SNUC (2000) as Unidades de Conservação (UCs) são caracterizadas a partir do recorte espacial de uma determinada área que leva em consideração seus recursos naturais, legalmente instituídas pelo Poder Público, cujo objetivo é preservar a sua diversidade biológica e os recursos naturais.

A criação e gestão eficaz das UCs contribuem para a conservação da fauna, flora, recursos hídricos e também com o desenvolvimento regional (Lima, 2003; Prates, 2003; Castro, 2007; Lima, 2011; Machado, 2014; Machado, 2018; Oliveira, 2019). No entanto, áreas protegidas localizadas próximas ao perímetro urbano são as que mais sofrem com a exploração ambiental devido à expansão urbana (Santos, 1993),, como é o caso da UC objeto de estudo, o Parque Natural Municipal Serra da Borborema (PNMSB).

O PNMSB, apresenta uma trajetória marcada por retrocessos institucionais e degradação ambiental. Desde a sua criação, em 2004, que a UC passou por sucessivas reduções de área devido à especulação imobiliária. Essas transformações comprometem não apenas a integridade física da UC, mas também sua função ecológica ao promover o isolamento de fragmentos, abertura de trilhas e perda de cobertura vegetal.



Nesse sentido, é imprescindível compreender os impactos causados pela redução do parque, pois essa dinâmica afeta diretamente a vegetação remanescente e a biodiversidade, pois o efeito de borda não se limita às extremidades da mata, mas também avança sobre seu interior, provocando alterações como surgimento de microclimas e proliferação de espécies invasoras e pioneiras.

A relevância deste estudo está em subsidiar políticas públicas, estratégias de manejo e ações de conservação mais eficazes. A análise da variação microclimática, do estoque de serrapilheira, da presença de resíduos e da dinâmica das espécies ao longo da borda do parque permitiu identificar os impactos da fragmentação.

Assim, a pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos da fragmentação da cobertura vegetal e o efeito de borda provocado pela redução da área do PNMSB. Para isso, foram avaliadas variáveis ambientais como temperatura, luminosidade, serrapilheira, resíduos sólidos e espécies invasoras e pioneiras, com base em uma adaptação da metodologia de Souza *et al.* (2019). A pesquisa seguiu abordagem metodológica mista, com revisão bibliográfica, análise documental e levantamento *in loco*.

Os resultados indicam que a redução dos limites da UC alterou os padrões ecológicos, com a presença de microclimas e aumento de espécies invasoras, indicando forte pressão antrópica. Isso reforça a necessidade de regulamentação, gestão eficaz e políticas públicas voltadas à proteção da UC.

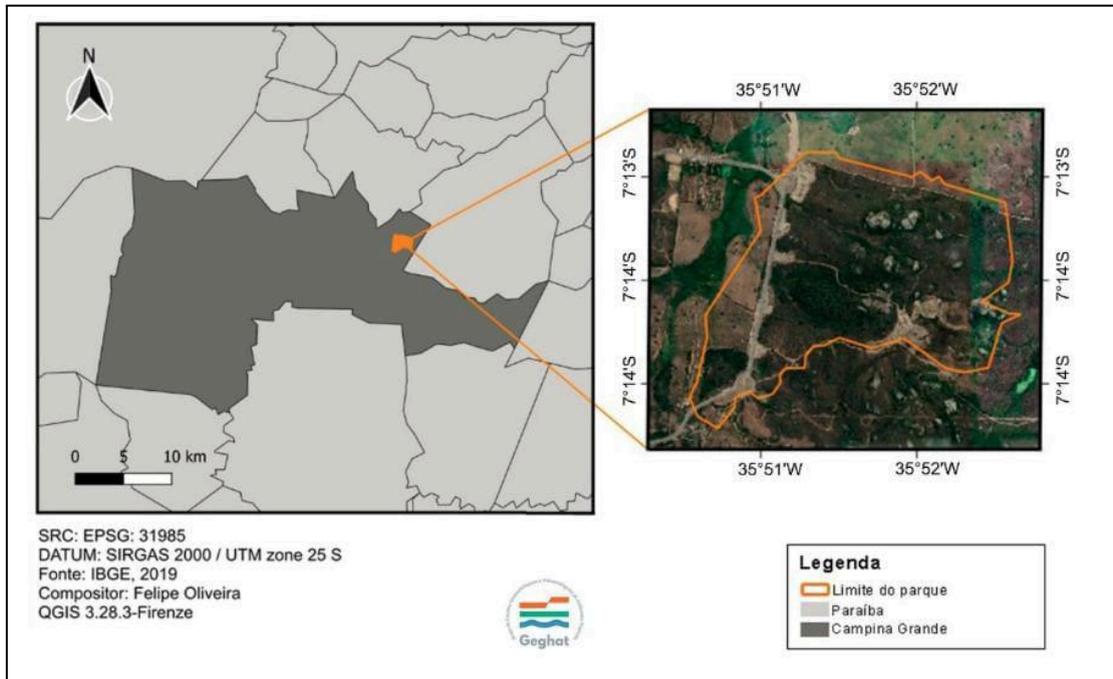
Conclui-se, portanto, que a fragmentação do PNMSB não compromete apenas os aspectos ecológicos, mas também afeta negativamente a qualidade de vida da população, os serviços ecossistêmicos e o potencial científico, educacional e turístico da área. Ao reconhecer esses fatores, este estudo contribui para a valorização da unidade como patrimônio natural e cultural, e como instrumento de planejamento urbano sustentável.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O PNMSB está situado no município de Campina Grande, no estado da Paraíba (Figura 1), em uma zona de transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga, apresentando vegetação diversificada (Oliveira, 2023).

Figura 1- Localização do Parque Natural Municipal Serra da Borborema.

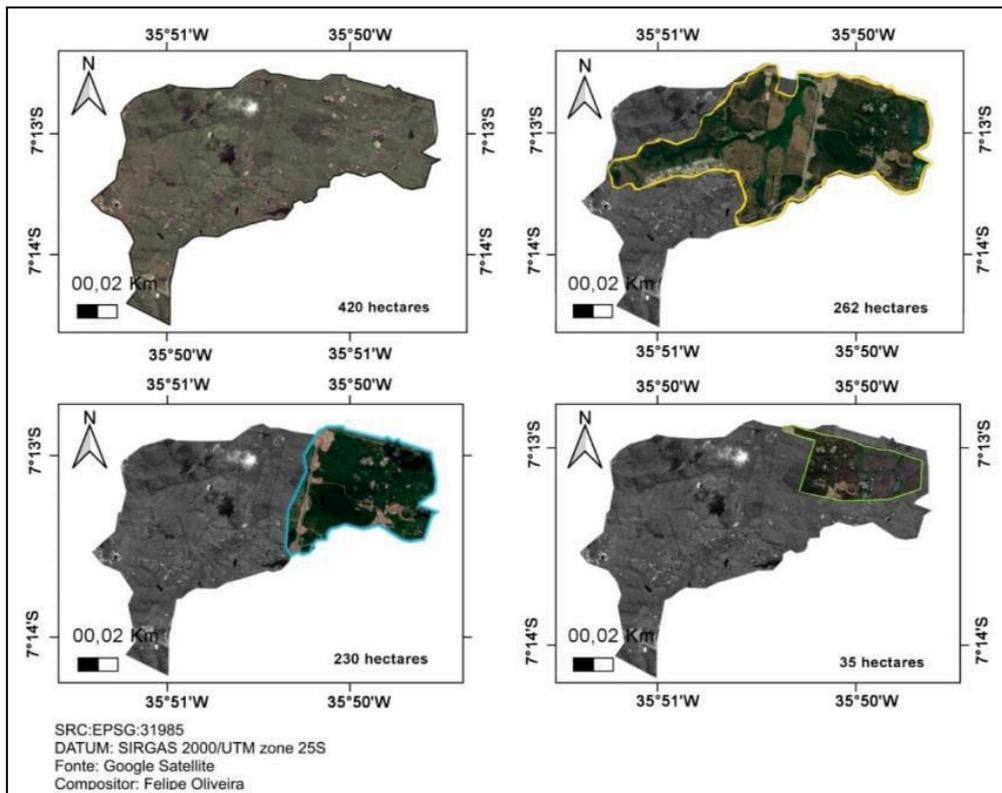


Fonte: Oliveira, F. A. (2023)

Criado em 2004 como Parque Estadual, teve sua área inicial com cerca de 420 hectares (Figura 2A) que foi reduzida em 2010 a fim de possibilitar a construção do Condomínio Alphaville. Com isso, a área passou para aproximadamente 262 hectares (Figura 2B) (Oliveira, 2023). Em 2020, o Governo Estadual publicou a Lei nº 11.797 (Paraíba, 2020), desafetando a UC, alegando que a área não apresenta estudos que comprovem sua relevância natural, e não atende aos requisitos estabelecidos pelo SNUC.

Contudo, ainda em 2020 a Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG) cedeu às manifestações da população local e recriou a UC com a proposta de 230 hectares, tendo uma redução de 12,21% em relação à delimitação de 2010 (Figura 2, C).

Figura 2- Mapa de redução temporal da UC: (A) delimitação no ano de 2004, data em que foi criado o Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira; (B) Retração do Parque no ano de 2010; (C) Diminuição da área do parque devido a criação do arco metropolitano, da rodovia alça Leste e desafetação do Parque do Poeta; (D) Proposta de delimitação, não oficial, da Prefeitura Municipal de Campina Grande para o Parque no ano de 2024.



Fonte: Oliveira, F. A. (2023)

Procedimentos Metodológicos

Nesta pesquisa, foram utilizadas abordagens metodológicas mistas, incluindo revisão bibliográfica, consulta a fontes governamentais, análise de documentos, relatórios, dados públicos e materiais acadêmicos como artigos, teses e dissertações. Também foram abordadas reflexões teóricas sobre fragmentação da paisagem, efeito de borda e degradação ambiental. Por fim, foi realizado um levantamento de campo para coleta de dados primários, com observação e registro da área de estudo. A combinação de dados teóricos e empíricos contribuiu para a compreensão dos fenômenos no PNMSB.

Em laboratório, os dados foram processados com os *softwares Google Earth Pro* e *QGIS 3.16*, possibilitando o mapeamento da área, destacando trilhas e a localização das parcelas inventariadas. Métricas de paisagem, como índices de fragmentação e geodiversidade, auxiliaram na análise das dinâmicas ambientais do parque.



A abordagem qualitativa teve foco na avaliação da qualidade ambiental do parque frente aos impactos sofridos ao longo dos anos. A metodologia foi adaptada de Souza *et al.* (2019), aplicada originalmente na Mata do Buraquinho, em João Pessoa-PB. Dessa forma, foram analisadas sete parcelas delimitadas com medidas de 5 metros por 1 metro, com dados coletados em campo em 2023 considerando os parâmetros como: temperatura, luminosidade, estoque de serrapilheira, presença de resíduos sólidos, poluição sonora e ocorrência de espécies pioneiras e invasoras.

Os resultados permitiram compreender os efeitos da fragmentação da cobertura vegetal e o efeito de borda provocado pela redução da área do parque.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a coleta de dados na UC foi possível visualizar sinais de fragmentação da área envolvendo as sete parcelas analisadas devido aos impactos causados na parte da borda do parque devido às ações humanas (Quadro 1).

Quadro 1- Descrição das partes examinadas nas trilhas do PNMSB.

Parcelas (P)	P1	P2	P3	P4	P5	P7
HORÁRIO DA COLETA	10:00	10:12	10:30	10:41	10:55	11:12
TEMPERATURA	30°C	29°C	29°C	31°C	28°C	27°C
TEMPERATURA NA PARCELA	Muita	Média	Baixa	Muita	Muita	Média
LUMINOSIDADE NA PARCELA	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
ESTOQUE DE SERRAPILHEIRA	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
PRESENÇA DE LIXO	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
PRESENÇA DE ESPÉCIE PIONEIRA	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
PRESENÇA DE ESPÉCIE INVASORA	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
BIOINDICADOR DE DEGRADAÇÃO	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
POLUIÇÃO SONORA	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autores, 2023.

O quadro acima descreve os principais impactos identificados na área, como a presença de clareiras, árvores tombadas, sulcos erosivos e intervenções humanas,



incluindo trilhas abertas, descarte inadequado de embalagens e lixo industrial. Os dados foram coletados em 15 de junho de 2023, entre 10h e 11h12. A temperatura média registrada foi de 29 °C, variando entre 27 °C e 31 °C conforme as características de cada parcela.

Nas parcelas P1, P4 e P5, observou-se maior intensidade de luminosidade devido ao espaçamento entre as árvores. Na P3 apresentou baixa luminosidade por conta de afloramentos rochosos, enquanto nas P2 e P6 a luminosidade foi considerada média, por haver aberturas para trilhas. A temperatura mais elevada foi registrada na P4, em razão da incidência direta da radiação solar em uma clareira. A menor temperatura ocorreu na P6, protegida por vegetação densa, fator que bloqueia a entrada da luminosidade e, automaticamente, diminui a taxa de evaporação. Por fim, a parcela P7 apresentou alta luminosidade pela ausência de cobertura vegetal e por estar localizada no topo de um afloramento rochoso granítico.

No interior do Parque, a degradação é evidente, marcada pela abertura de trilhas e pela presença de espécies invasoras como a Catingueira (*Poincianella pyramidalis*), o Marmeleiro (*Croton sonderianus*) e o Pacoté (*Cochlospermum sp.*). Bioindicadores como a formiga-preta (*Dinoponera sp.*) e cupins (*Isoptera*) também foram registrados, evidenciando a deterioração do ecossistema do Parque.

A fragmentação da área tem intensificado a entrada de luz solar, favorecendo a proliferação de Lianas (*Calluna vulgaris*), que se sobrepõem a espécies pioneiras em busca de luz, causando a quebra de galhos pelo excesso de peso. Todos esses sinais foram identificados nas parcelas analisadas, indicando a perda de espécies endêmicas e intensificação de atividades como extração de rochas para a construção civil ao redor do parque, que não deveria ocorrer na área, tendo em vista que a UC deveria prezar pela proteção desses recursos.

Os resultados evidenciam um processo contínuo de fragmentação e degradação do PNMSB, agravado pela redução da área protegida, pela construção do Centro de Convenções e pela expansão imobiliária nas últimas duas décadas. As sete parcelas estudadas revelaram alterações significativas na temperatura, luminosidade e estrutura da vegetação, demonstrando que o efeito de borda impacta diretamente os ecossistemas da área.

A abertura irregular de trilhas, foi um dos fatores agravantes, segundo Figueiró (2005), essas trilhas intensificam o efeito de borda. A presença de resíduos sólidos e



espécies invasoras confirmam as pressões e ameaças sobre a UC (Silva, 2023). Por fim, a compactação do solo e a redução da infiltração de água também observadas na área indicam vulnerabilidade ecológica (Ferreira, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das sete parcelas do PNMSB revela um cenário preocupante de degradação, intensificado por ações humanas nas bordas da UC. A presença de clareiras, árvores tombadas, sulcos erosivos e trilhas abertas evidenciam o agravamento do efeito de borda, que eleva a temperatura interna e compromete a vegetação devido à menor densidade da cobertura vegetal. Isso ocorre porque a incidência solar atinge diretamente a parte interior da mata, sem encontrar qualquer tipo de barreira, uma vez que a cobertura vegetal está menos densa. A fragmentação favorece a presença de espécies invasoras, como microrganismos e insetos, acelerando a deterioração do ecossistema da área.

Com isso, conclui-se que a fragmentação impacta não só as condições ambientais, mas também a qualidade de vida da população local. Mesmo diante da pressão da especulação imobiliária, é essencial que a PMCG prefeitura, em parceria com a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), regularize a área do novo Parque, garantindo visitas sustentáveis de turistas e pesquisadores, e tornando-o referência entre as UCs da Paraíba.

As potencialidades ecoturísticas e geoturísticas da região são inúmeras, portanto, exigindo uma legislação eficaz que assegure a preservação da biodiversidade, geodiversidade e do patrimônio cultural e histórico do parque. Em suma, este trabalho busca servir de base para que pesquisadores e comunidade pressionem por ações concretas de preservação, com instrumentos de gestão adequados, participação local e proteção efetiva dos recursos naturais. Somente por meio de um esforço coletivo será possível garantir esse patrimônio para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

BRASIL, **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** (Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 23 de jun. de 2023.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

CASTRO, R. C. L. de. **Avaliação da efetividade de gestão e do uso público no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro-MG.** 2007. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Disponível em: <<https://poscienciaflorestal.ufv.br/wpcontent/uploads/2020/07/Rogeria-Cristina-Lopes-de-Castro.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

DIDHAM, R. K., *et al.* (2017) - "**The impact of habitat fragmentation on biodiversity: A synthesis of current knowledge.**" *Ecology and Evolution*, 7(16), 6591-6601.

FAHRING, L. (2017) - "**Ecology of fragmented landscapes.**" *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*.

FERREIRA, João Marcos. **Compactação do solo e infiltração de água em áreas naturais protegidas.** Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface floresta - cidade e propagação de efeito de borda no Maciço da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ.** Rio de Janeiro, 2005. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 2005.

HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. P.; CARMO, R. L.; OLIVEIRA, A. A. B. **Urbanização e vulnerabilidade sócio-ambiental: o caso de Campinas. Migração e ambiente nas aglomerações urbanas.** Campinas: NEPO/UNICAMP, p. 395-418, 2001.

KONZEN, M. Q. **A morte nas estradas: efeito de borda de rodovias sobre animais silvestres de fragmentos florestais no sudoeste do Paraná.** 2016.

LIMA, G. S. **Criação, implantação e manejo de unidades de conservação no Brasil: Estudo de caso em Minas Gerais.** 2003.

LIMA, A. F. **A importância de uma gestão sustentável em unidades de conservação: o caso do parque ecológico Altamiro de Moura Pacheco Goiás.** 150 f. il. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/8820?locale=es>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

MACHADO, K. Y. **Unidade de Conservação e Proteção de Mananciais de Água: estratégias para o município de Pitangueiras - SP.** 2018. Monografia (Especialização em Curso de Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, 2018. Disponível em: . Acesso em: 31 ago. 2023.

MACHADO, M. M. **Uso e ocupação do solo da Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: contexto para a praia da Pinheira e Guarda do Embaú, no município de Palhoça/ SC.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFSC, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/129598>>. Acesso em: 31 jul. 2023.



OLIVEIRA, B. A. **Contribuição do turismo de observação de aves para a conservação das espécies, com ênfase nas ameaçadas de extinção.** 2019. Monografia (Bacharelado em Turismo). Universidade de Brasília. 2019. Disponível em: . Acesso em: 31 ago. 2023.

OLIVEIRA, Felipe Araújo. **Avaliação da efetividade da gestão em uma unidade de conservação: uma proposta de delimitação do Parque Natural Municipal Serra da Borborema- Campina Grande- PB.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação 2023.

OTANI, L. **Aspectos da fisiologia metabólica e do desempenho locomotor em anfíbios anuros: implicações da fragmentação ambiental.** 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo., APA

PARAÍBA. **Lei nº 11.797, de 27 de outubro de 2020. Desafeta a área destinada à unidade de conservação Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira, por motivos técnicos e legais, e dá outras providências.** Diário Oficial da Paraíba, nº 17.230, p. 2, João Pessoa, 28 de out. 2020.

PRATES, A. P. L. **Recifes de Coral e Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade.** 2003. 226 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/6904>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira.** São Paulo: Hucitec. Editora Hucitec, 1993.

SILVA, A. L.; LONGO, R. M.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M. F. H **Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem.** Ciência Florestal, v. 29, p. 1254-1269, 2019.

SILVA, Jéssica Oliveira. **Pressões e ameaças em uma unidade de conservação ecotonal: Parque Natural Municipal Serra da Borborema- Campina Grande- PB.** 2023. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2023.

FILHO, B. S.S.; CERQUEIRA, G. C.; ARAÚJO, W. L.; VOLL, E. Modelagem de dinâmica de paisagem: concepção e potencial de aplicação de modelos de simulação baseados em autômato celular. **Megadiversidade**, v. 3, n. 1-2, p. 74-76, 2007.

SOUZA, N. R. L.; SILVA, V. V.; ANDRADE, E. H. A.; LIMA, V. R. P. **Análise dos Efeitos na Mata do Buraquinho.** João Pessoa-PB: Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 205-217, 2019. Disponível em: Acesso em: 24 Jun. 2023.

TABANEZ, A. A. J; VIANA, V. M; DIAS, A. S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba - SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. fe 1997, n. 1, p. 47-60, 1997 Tradução. Acesso em: 20 jul. 2023. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/000919084>>. Acesso em: 31 ago. 2023