



EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS TIPOS DE USO DO SOLO NO BIOMA CAATINGA NO ESTADO DA PARAÍBA

TEMPORAL EVOLUTION OF TYPES OF LAND USE IN THE CAATINGA BIOMA IN THE STATE OF PARAÍBA

Jodiene do Nascimento Silva

<https://orcid.org/0000-0002-7906-5821>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Jodienenascimento@gmail.com

Evanny Valéria de Araújo Herculano

<https://orcid.org/0000-0003-4024-3341>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

evannyvalerya@gmail.com

Igo Marinho Serafim Borges

<https://orcid.org/0000-0002-3662-1859>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

igomarinho27@gmail.com

Viviane Farias Silva

<https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

Bruno Ligier Barreiro de Araújo

<https://orcid.org/0009-0009-5981-1178>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

brunoligier15@gmail.com

Gerlanny Vieira de Moraes

<https://orcid.org/0000-0002-2079-6275>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

gerlanny.vieira@estudante.ufcg.edu.br

Miriam Souza Martins

<https://orcid.org/0000-0002-3512-4770>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

miriam2009souza@gmail.com

RESUMO

O Bioma Caatinga no decorrer do tempo o seu território foi modificado cerca de 80% da sua cobertura original, restando pouco mais de 7,5% de sua área protegida. A presente pesquisa foi realizada objetivando- avaliar a cobertura no Bioma Caatinga pertencente ao estado da Paraíba ao longo do tempo, observando a evolução das ações antrópicas. Foram avaliados os tipos de cobertura no Bioma Caatinga (hectare) no estado da Paraíba, no período de 1985 a 2020. As variáveis, tipo de cobertura no Bioma Caatinga observados, foram: Antrópico Agricultura, Agricultura e pastagem, Pastagem, Mineração, Área não vegetada, Área Urbana e Vegetação Natural. Foi realizado uma análise descritiva, assim como os mínimos quadrados ordinários e a previsão autoregressivo com método ARIMA, utilizando software Gretl 2018 e RStudio. A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que as variáveis: Agricultura, Agricultura e Pastagem, Pastagem e Área Urbana, são as que mais contribuem para aumento da área de cobertura relacionada as ações antrópicas.



Palavras-chave: cobertura vegetal; desertificação; mudanças climáticas; recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

The Caatinga Biome over time, its territory was modified about 80% of its original coverage, leaving just over 7.5% of its protected area. The present evaluation carried out with the objective of evaluating the Caatinga Biome belonging to the state of Paraíba over time, observation and coverage was the evolution of anthropic actions. The types of cover in the Caatinga Biome (hectare) in the state of Paraíba were identified, from 1985 to 2020. As variables, the type of cover in the Caatinga Biome observed were: Anthropogenic Agriculture, Agriculture and pasture, Pasture, Mining, Area vegetation, Urban Area and Natural Vegetation. It was performed, as well as an analysis of ordinary squares and an autoregressive prediction with the ARIMA method, using the software RStudio 2018 and RS. From the data obtained, it is possible to reach the following variables: Agriculture and Pasture, Pasture and Urban Area, are the ones that most contribute to the increase in the coverage area related to human actions.

Keywords: vegetation cover; desertification; climate changes; recovery of degraded areas.

INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga, presente nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e parte de Minas Gerais (ALVEZ, 2007), possui extensão territorial importante, sendo o único e exclusivamente brasileiro, ocupando uma área oficial de 844.453 km², o que representa 11% do território nacional, segundo o Ministério do Meio Ambiente do Brasil citado por Freire et al. (2020), que também afirma que o longo processo histórico de ocupação do território pertencente a Caatinga alterou cerca de 80% da sua cobertura original, restando pouco mais de 7,5% de sua área protegida.

A importância que esse bioma apresenta é que o mesmo dispõe de grande diversidade e relevância biológica, com beleza singular. Mediante a diversidade biológica, representada por mais de duas mil espécies, destacando-se aproximadamente 130 espécies endêmicas (QUEIROZ, 2011), o principal bioma nordestino é composto predominantemente de plantas xerófilas, cuja característica marcante é a caducifolia, mecanismo fundamental para sobrevivência em ambiente com poucas chuvas e baixa umidade, com alta frequência das famílias Cactácea e Bromeliácea, possuindo características anatômicas e morfológicas resultantes das peculiaridades das regiões semiáridas como afirmam Almeida et al. (2013). Sendo considerado um bioma rico em recursos genéticos quando comparada a outras regiões semiáridas no mundo (CALIXTO JUNIOR; DRUMOND, 2014).

Segundo Álvarez e Oliveira (2013), esse bioma é considerado como o terceiro mais degradado do Brasil, com 51% de área alterada pela ação humana, devido a degradação constante sofrida nos últimos 400 anos devido ao uso desordenado e predatório como afirma Bezerra et al., (2014). A Caatinga possui um clima tropical quente e seco, do tipo semiárido, que se caracteriza por altas temperaturas, superiores a 25 °C e baixa pluviosidade, inferior a 800 mm/ano (FREIRE et al., 2020), em que o período



de maior concentração das chuvas ocorre entre dois a três meses no ano, sendo comum ocorrer constantes períodos de seca (NASCIMENTO; BRITO, 2007).

Processos de degradação incluem uma variedade de alterações físicas, químicas e biológicas nas propriedades pedológicas e nos processos edáficos, que conduzem a uma redução da qualidade do solo como recurso (COSTA et al., 2009 *apud* PEREIRA et al., 2020). A exploração intensa e de maneira inadequada aumenta a degradação constante que a caatinga vem sofrendo ao longo dos anos, na região são usados grandes números de espécies, tanto para obtenção de carvão mineral como o desmatamento para a expansão de pastagem e agricultura, sendo esta, crucial para a sobrevivência do nordestino. Infelizmente, na maioria das vezes, a vegetação endêmica e nativa é retirada, para utilização da área para plantios de monoculturas, que por sua vez, utilizam-se de queimadas para efetuar a limpeza do local, o que também acentua a degradação dos solos (SILVA, 2021).

Para Silva (2021), existem consequências danosas como a degradação de áreas que conseqüentemente induzem a perda da biodiversidade e o desaparecimento de espécies nativas que vem a impossibilitar a geração de qualquer tipo de renda, seja está para o comércio ou para o próprio sustento familiar, retratando assim a necessidade de promover abordagem e utilização de melhores técnicas de exploração de áreas na caatinga. As conseqüências do modelo predatório agrícola refletem diretamente nas características dos ecossistemas, onde observam-se perdas da biodiversidade, em função de alterações profundas no habitat, aceleração dos processos erosivos e declínio da fertilidade do solo (HARE et al., 1992; QIAN et al., 2017; SHAH et al., 2017 *apud* PEREIRA et al. 2020).

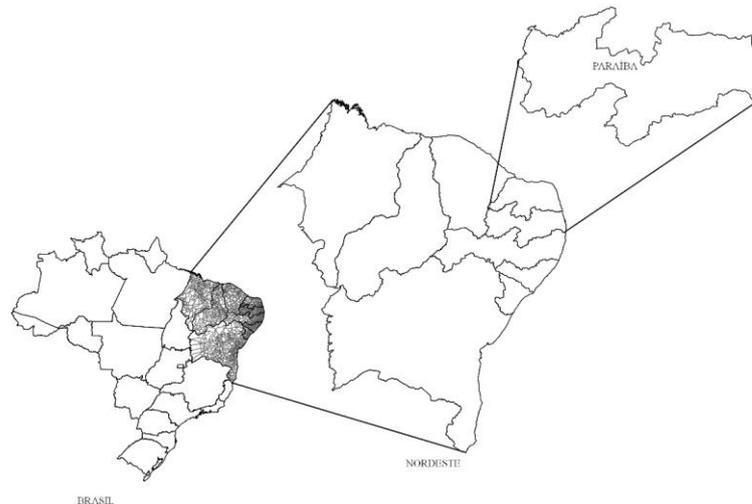
Existem ainda fatores climáticos como as grandes secas que predominam na região e que afetam diretamente a caatinga, e embora a biodiversidade da Caatinga seja adaptada às secas, estas tendem a ser mais severas, como resultado das mudanças climáticas, assim como a vulnerabilidade das espécies tende a ser maior devido ao quadro de desertificação acelerada, caso medidas que reforcem a resiliência do bioma não sejam adotadas em grande escala (SEYFFARTH E RODRIGUES, 2017).

A vulnerabilidade da biodiversidade da Caatinga às secas e às mudanças climáticas é alta, principalmente em função do aumento da sensibilidade dessa biodiversidade, em decorrência dos efeitos negativos crescentes do processo de desertificação, que se traduz na degradação dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade (SEYFFARTH E RODRIGUES, 2017). Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar a cobertura no Bioma Caatinga pertencente ao estado da Paraíba ao longo do tempo, observando a evolução das ações antrópicas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Bioma Caatinga pertencente ao estado da Paraíba, como observa-se na Figura 1. De acordo com França et al. (2020) a Paraíba tem um território de 56.37 km². Chaves, Francisco e Macedo (2021) analisando as regiões da Paraíba, constataram que no Sertão a precipitação oscilou de 700 a 1100 mm/ano e no Litoral foi de 1500 a 2000 mm/ano.

Figura 1. Mapa de localização geográfica do estado da Paraíba, Brasil.



Fonte: GOMES et al, (2018).

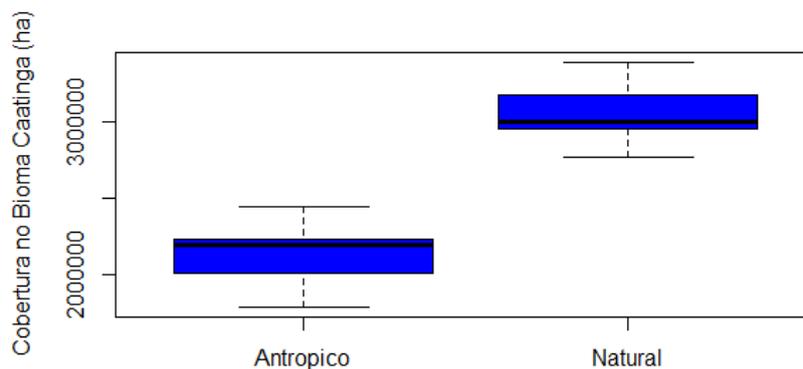
Foram avaliados os tipos de cobertura no Bioma Caatinga (hectare) no estado da Paraíba no período de 1985 a 2020, os dados foram obtidos do MAPBIOMAS, Brasil (2021). As variáveis tipo de cobertura no Bioma Caatinga observados foram: Antrópico (Agricultura, Agricultura e pastagem, Pastagem, Mineração, Área não vegetada, Área Urbana) e Vegetação Natural. Foi realizado uma análise descritiva, assim como os mínimos quadrados ordinários (MQO) e a previsão autoregressivo com método ARIMA, utilizando software Gretl 2018 e RStudio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar as variáveis que compõem a variável antrópico nota-se que a Pastagem e a Agricultura e Pastagem, são as duas maiores médias e valores máximos, ao relacionar a variável Antrópico e a Vegetação Natural constata-se a vegetação natural tem média superior, assim como valor máximo, Figura 2 e 3.

Na Figura 2, observa-se que a vegetação natural do Bioma Caatinga durante o período de 1985 e 2020, possui uma média elevada, não sendo observado outlier, ou seja, não há valores atípicos nessas variáveis, com baixa variabilidade.

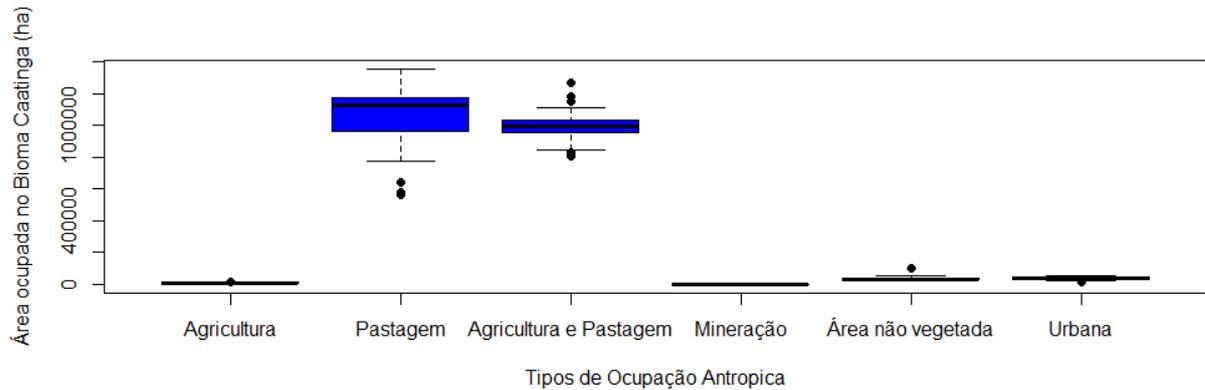
Figura 2. Box Plot do tipo de cobertura do Bioma Caatinga na Paraíba das variáveis Antrópico e Vegetação Natural no período de 1985 a 2020.



Fonte: (AUTORES, 2021)

Observando a variabilidade dos dados, Figura 3, a variável Pastagem tem maior média, mediana e variabilidade, quando comparado aos demais. É constatado outliers em evidencia na variável Pastagem, assim os valores discrepantes são inferiores a mediana. Os outliers observados na variável Agricultura e Pastagem, tanto para valores superiores e inferiores, sendo estes valores atípicos.

Figura 3. Box Plot do tipo de cobertura do Bioma Caatinga na Paraíba das variáveis pertencentes ao Antrópico no período de 1985 a 2020



Fonte: (AUTORES, 2021)

O coeficiente de variação com maior valor foi o de 52% da variável Área não vegetada e 45% da variável Mineração, sendo considerada elevada a partir de 30% (MOHALLEM et al., 2008), enquanto a maioria das variáveis se enquadram em nível baixo, quando os valores são inferiores a 10%, Figura 3.

Ao analisar a área Antrópica em relação as variáveis Agricultura, Agricultura e Pastagem, Pastagem, Mineração, Área não vegetada e Área Urbana, Tabela 1, constata-se que as variáveis explicativas justificam o valor da variável dependente, conforme o r-quadrado de 100%. Nota-se que apenas a variável Mineração foi não significativo estatisticamente, enquanto as demais foram estatisticamente significativas a nível de 1%.



Tabela 1. Mínimos Quadrados Ordinários, com variável dependente o tipo de cobertura no Bioma Caatinga a variável Antrópica no estado da Paraíba no período de 1985 a 2020.

Variável	Coefficiente	p-valor
Agricultura	0,617	0,0002 ^{***}
Agricultura e Pastagem	0,999	6,85e-080 ^{***}
Pastagem	0,999	6,33e-078 ^{***}
Mineração	-9,62	0,1300 ^{ns}
Área não vegetada	0,999	2,48e-062 ^{***}
Área Urbana	1,01	1,08e-033 ^{***}
R-quadrado	1,00	

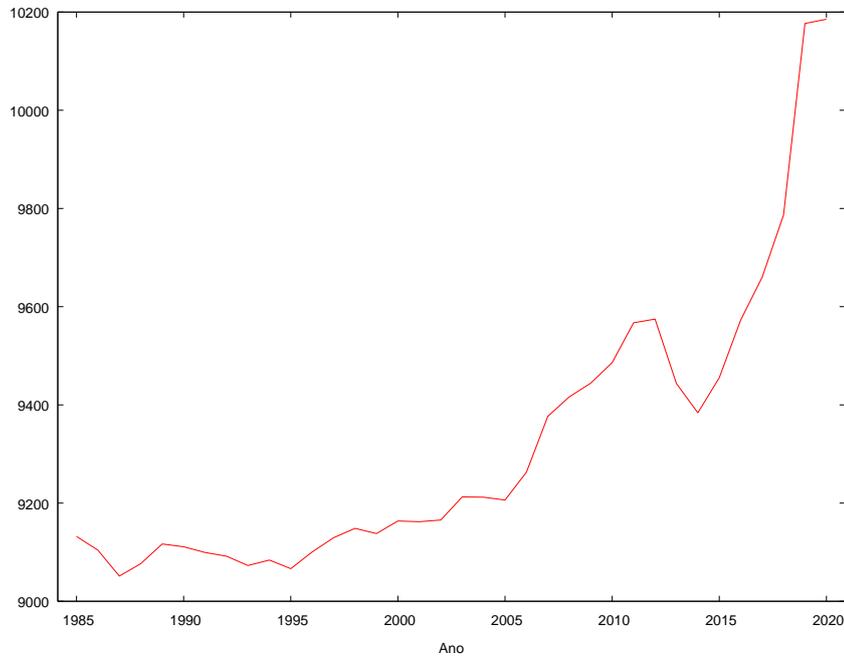
Significativo a 5% *Significativo a 1%

Obs: Dados submetidos a primeira diferença ou segunda diferença para tornar-se estacionários

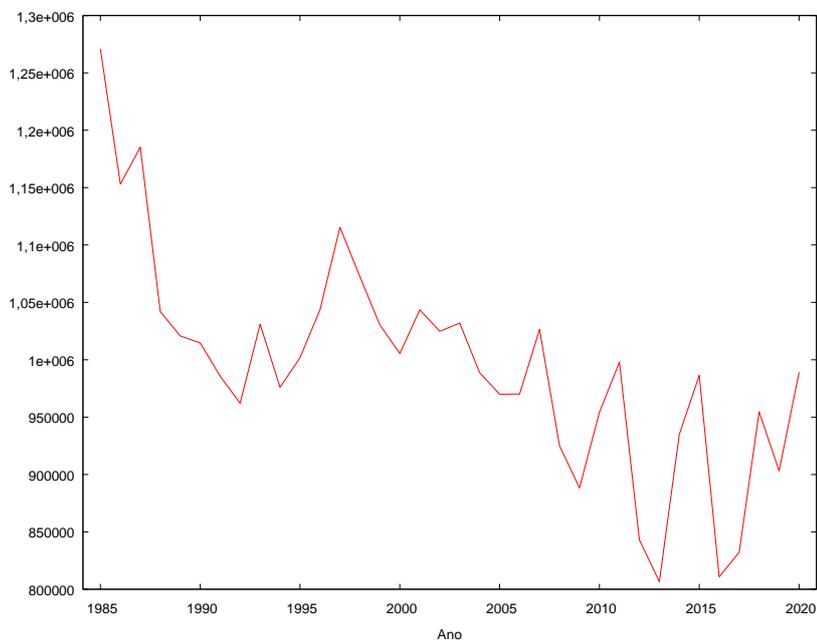
De acordo com a Tabela 1, ao elevar a área urbana em 1 hectare, haverá aumento de 1,01 hectare na variável Antrópica, ou seja, afetando diretamente nessa variável, potencializando-a. As variáveis Agricultura e Pastagem, Pastagem e Área não vegetada influenciam no mesmo nível a cobertura do Bioma Caatinga, ou seja, para a degradação ambiental através das ações antrópicas.

Na Figura 4, observa-se que a variável Agricultura tem um crescente aumento desde 2010, Figura 4 A, a variável Agricultura e Pastagem tem várias oscilações no decorrer do tempo (FIGURA 4B), para as variáveis Pastagem e Área Urbana, Figuras 4 C e F, observa-se que há crescimento neste tipo de cobertura. No ano de 1990 ao 2000, houve um crescimento de áreas de Mineração, com redução a partir do ano de 2000, Figura 4 D. A variável Área não vegetada, constata-se um pico durante 5 anos, ou seja, do ano de 2005 a 2010, com declínio posterior e uma elevação em seguida, Figura 4 E.

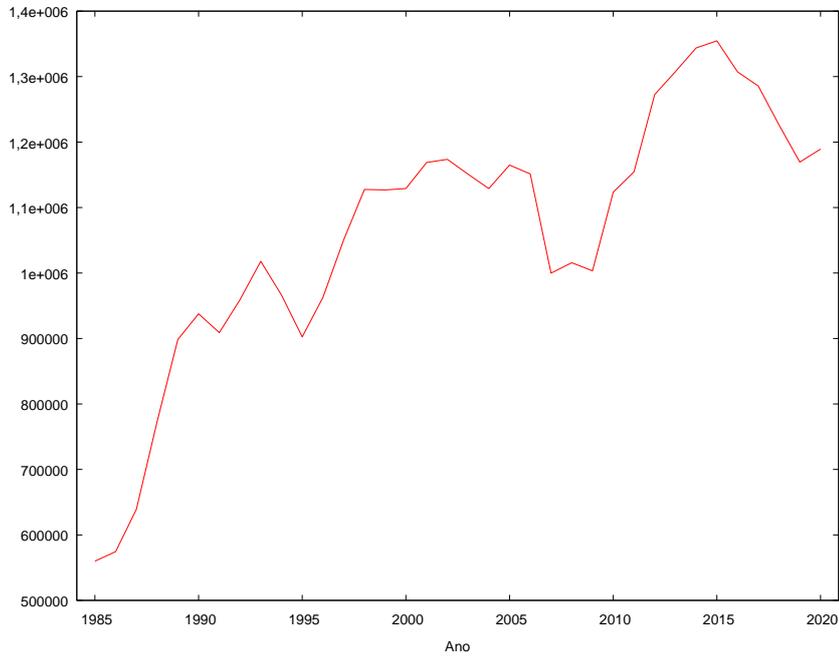
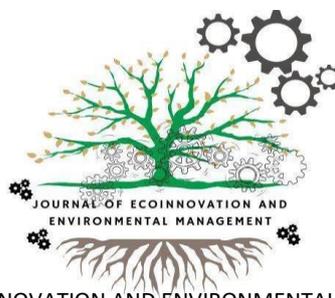
Figura 4. Evolução das Ações Antrópicas no período de 1985 a 2020, como: Agricultura (A), Agricultura e Pastagem (B), Pastagem (C), Mineração (D), Área não vegetada (E) e Área Urbana (F).



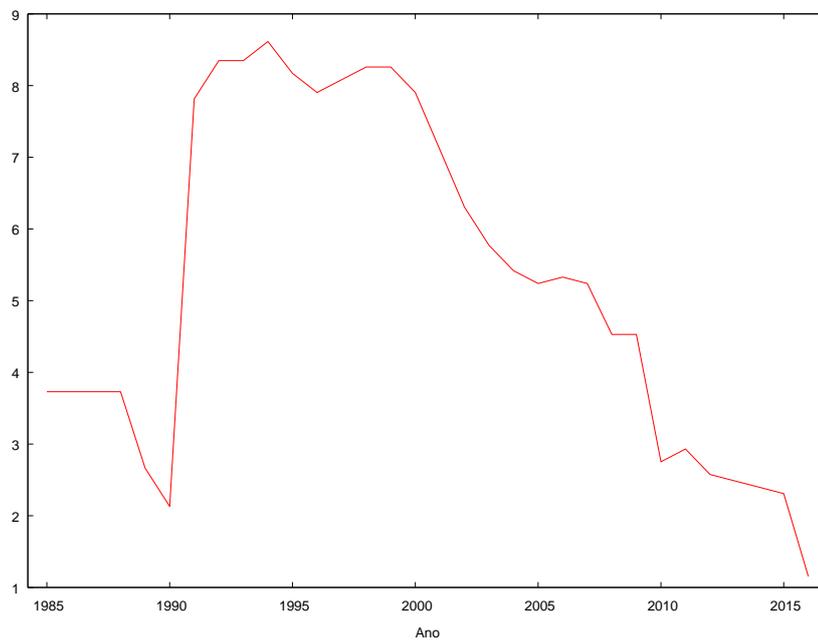
A



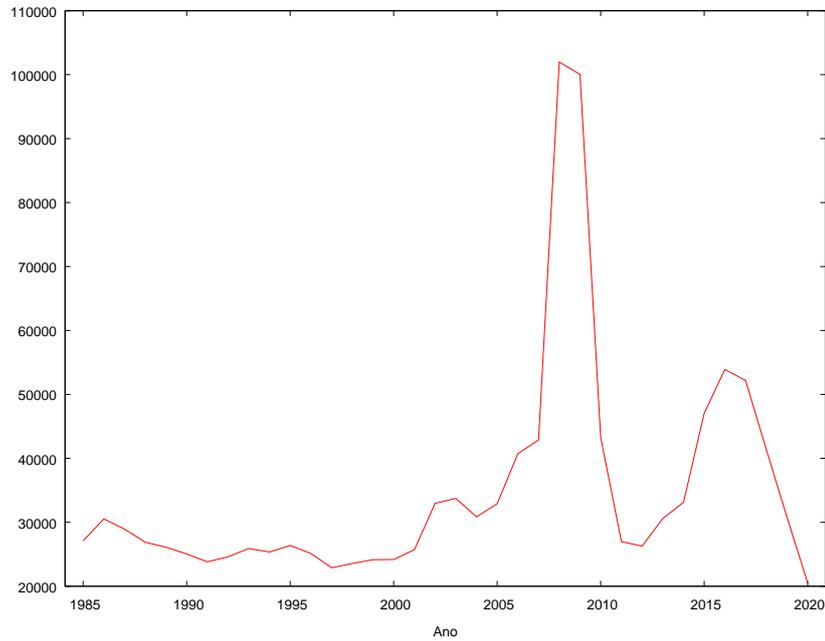
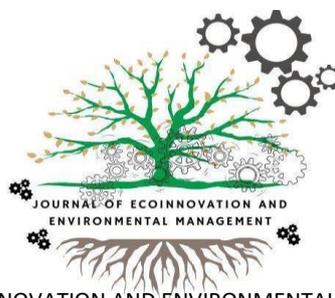
B



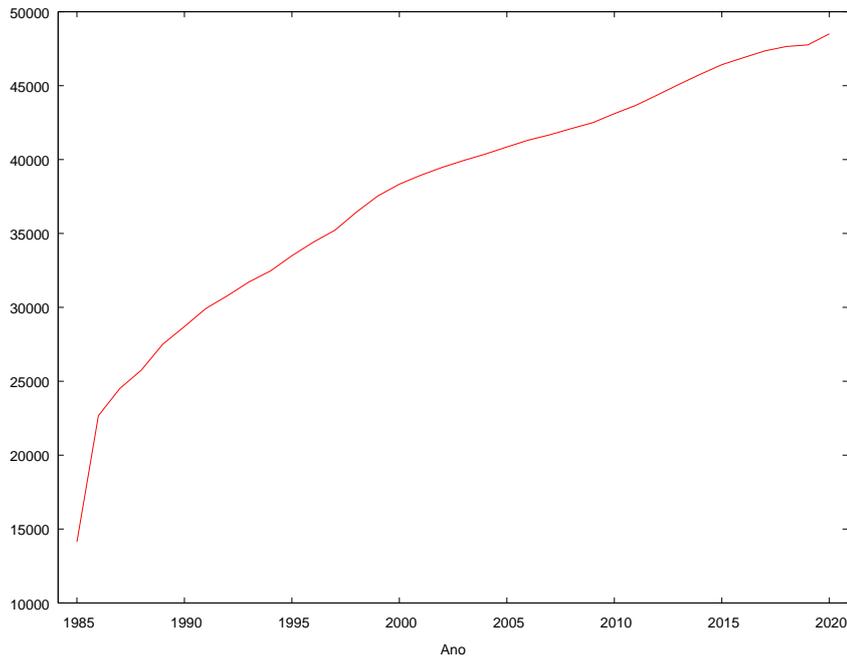
C



D



E



F

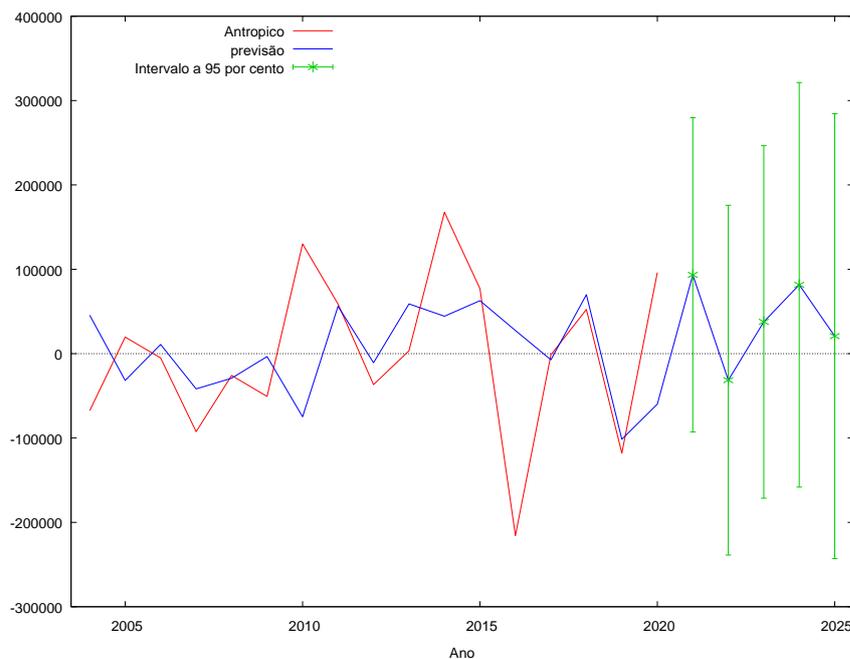
fonte: (AUTORES, 2021)

Em pesquisa, Silva (2021), afirma que segundo dados do INPE, cerca de 40% da caatinga já está degradada, 80% do solo está exposto e propenso a desertificação, 80% já é utilizada para cultivos e apenas 42% está preservada, estes dados corroboram com os obtidos nesta pesquisa.

Para o modelo de previsão ARIMA, foi escolhido (2,1,0), sendo aplicado o teste RESET, considerando a hipótese nula, assim como o teste de White para heteroscedasticidade. No teste de normalidade dos resíduos, foi obtido distribuição normal, sem autocorrelação e efeito ARCH não presente

Na Figura 5, verifica-se que do ano de 2020 a 2025, a tendência que ocorra aumento da degradação ambiental no Bioma Caatinga através das ações antrópicas, que podem crescer com decorrer do tempo. No ano de 2021 a previsão é que seja mais de 93 mil hectares de danos ambientais, seja através de agricultura, ou edificações. A partir de 2022 estima-se que os valores possam ser superiores a 105 mil hectares de danos ambientais, caso não seja realizado a conscientização da população, manejo adequado de solo e água, assim como a recuperação de áreas degradadas.

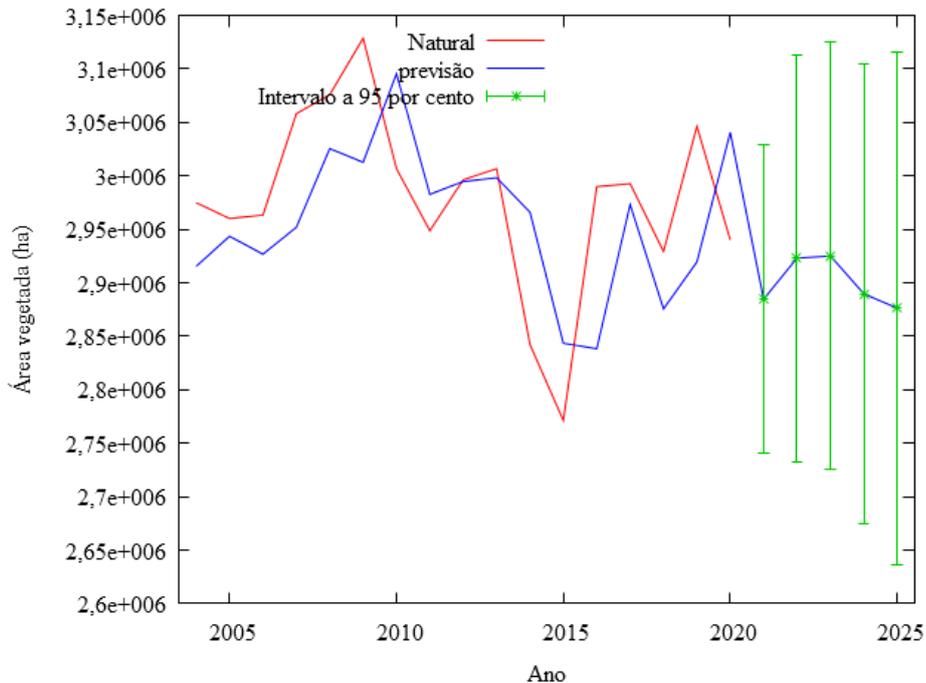
Figura 5. Previsão das Ações Antrópicas no período de 2020 a 2025.



Fonte: (AUTORES, 2021)

A vegetação natural no Bioma Caatinga irá diminuir com o decorrer dos anos, nota-se na Figura 6, que a partir do ano de 2010 houve uma redução brusca na cobertura vegetal, até o ano de 2015, com oscilações até 2020 e na previsão observa-se diminuição constante da vegetação, podendo atingir cerca de 2 milhões e oitocentos hectares de cobertura natural, com perda significativa de biodiversidade.

Figura 6. Previsão das áreas de Vegetação Natural do Bioma Caatinga no período de 2020 a 2025, no estado da Paraíba,



fonte:(AUTORES, 2021)

Observa-se que a diminuição da cobertura vegetal natural, Figura 6, está relacionada com aumento significativo no desmatamento da caatinga nos últimos anos, pode-se considerar também um aumento na degradação local. Em pesquisa, Silva (2021), afirma o bioma Caatinga é o que possui menores áreas preservadas no Brasil, o que de acordo com Seyffarth e Rodrigues (2017), indícios confirmam a necessidade de mais pesquisas científicas sobre o efeito cumulativo das secas, desertificação, degradação e mudanças climáticas sobre a biodiversidade da Caatinga.

CONCLUSÃO

As variáveis Agricultura, Agricultura e Pastagem, Pastagem e Área Urbana são as que mais contribuem para aumento da área de cobertura relacionada as ações Antrópicas, ou seja, são as que mais degradam o Bioma Caatinga no estado da Paraíba.

Estima-se que haverá aumento da degradação ambiental, sendo substituída a cobertura vegetal natural, por agricultura, pastagem e construções urbanas, ocorrendo assim diminuição de vegetação natural da Caatinga.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. J. G.; PAOLI, A. A. S.; SOUZA, A. L.; COTA-SÁNCHEZ, J. H. Seedling morphology and development in the epiphytic cactus *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (Cactaceae: Hylocereeae). **The Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 140, n. 2, p. 196-214, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/255746196_Seedling_morphology_and_development_in_the_epiphytic_cactus_Epiphyllum_phyllanthus_L_Haw_Cactaceae_Hylocereeae_1 Acesso em: 2 de nov. de 2021.

ÁLVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R. Manejo da Caatinga é essencial ao desenvolvimento do Semiárido. **Portal Dia de Campo. Artigos especiais**, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/948634/1/Anderson20131.pdf> Acesso em: 1 de nov. de 2021.

BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 73-84, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/pXM5sLCFwj499NHC5WV4VQJ/?lang=pt#> Acesso em: 1 de nov. de 2021.

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Caatinga em níveis diferentes de conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 80, p. 345-355, 2014.

CHAVES, I.B.; FRANCISCO, P.R.M.; MACEDO, M.L.A. **Congresso Técnico-científico da engenharia e da agronomia**, v.1, ano 7, Precipitação e erosividade das chuvas do estado da Paraíba. Contecc, 2021. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/670/384> Acesso em: 2 de nov. de 2021.

FRANÇA, MV de; MEDEIROS, RM de; ARAÚJO, WR de; HOLANDA, RM de. Balanço hídrico e erosividade nas microrregiões do Estado da Paraíba, Brasil. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento. 2020. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6121>. Acesso em: 3 nov. 2021.

FREIRE, N. C. F.; MOURA, D. C.; SILVA, J. B.; PACHECO, A. P. Mapeamento e análise espectral-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9598/8071> Acesso em: 1 de nov. de 2021.

GOMES, A.S.; PESSOA, D.S.; SILVA, V.F.; LIMA, V.L.A.L. Escassez hídrica e produção agropecuária no semiárido Paraibano. **Editores Novas Edições Acadêmicas**, 132p. 2018.



LEITE, A. C.; de Oliveira, L. M. M.; da Silva, B. B.; Montenegro, S. M. G. L.; & Bezerra, U. A. **Mudança Espaço Temporal do Uso e Cobertura do Solo e Estimativa da Temperatura da Superfície no Município de Teresina–Piauí, Brasil.** Rio de Janeiro, RJ, Anuário do Instituto de Geociências, 42(3), 42-51. Maio de 2019.

MAPBIOMAS. As soluções que revelam as transformações do Brasil. MAPBIOMAS, 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/estatisticas>. Acesso em: 07 de novembro de 2021.

NASCIMENTO, R. S.; BRITO, J. I. B. Modelo de vegetação potencial para a região nordeste decorrente da precipitação pluvial. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 511-519, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/908/90866319.pdf> Acesso em: 1 de nov. de 2021.

PEDRON, F.A.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C.; OELKING, E.L.; MIGUEL, P. **Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano das terras no diagnóstico ambiental do município de Santa Maria –RS.** Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p. 468-477, 2006.

PEREIRA, A. J. et al. Análise da Susceptibilidade a Desertificação em Ambiente de Caatinga. **Geo UERJ**, 2020. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/39260/35278>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos vegetais da caatinga para o desenvolvimento do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Juazeiro, v. 4, n. 6, p. 1135-1150, dezembro, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232770/26772> Acesso em: 2 de nov. de 2021.

ROSA, A.F. Os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico no município de Patrocínio – MG. 2017. 31p. Monografia (curso de graduação em engenharia ambiental). Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2017.

SEYFFARTH, J.A.S; RODRIGUES, V. Impactos da seca sobre a biodiversidade da caatinga. Parcerias Estratégicas. **A seca 2010-2017 no Semiárido brasileiro**, 2017. Acesso em: 03 de novembro de 2021. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/845/773>.

Silva, A. G. da et. al. O MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DA CAATINGA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 5, p. 872–884, 2021. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1299>>. Acesso em: 3 nov. 2021.

SILVA, P. L. F. DA; SILVA, A. J. DA. Avaliação do uso e ocupação do solo no município de Pilõesinhos-PB, de 1984-2016 utilizando o geoprocessamento. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 3, n. 1, p. 48-63, 30 jun. 2017.

TAVARES, V. C.; de Arruda, Í. R. P.; & da Silva, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: *Geosul*, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil v. 34 n. 70, P. 385-405. Março, 2019.