



RELATÓRIO TÉCNICO:

AVALIAÇÃO DOS JOVENS REGENERANTES E DA REBROTA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. EM ÁREA DEGRADADA DE MATA CILIAR NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Elaborado por: Aldair Daniel da Silva

Sumé– PB, fevereiro de 2022.



SEMMA- Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Serra Branca-PB

Equipe Técnica:

Talles Chateaubriand de Macêdo - Secretário de Meio Ambiente - Engenheiro Ambiental

Tamires Bezerra de Menezes- Bióloga

Ilton Nunes de Sousa Neto - Ecólogo

Daiana Correia de Queiroz - Bacharel em Direito

Lucas Fialho - Estudante de Biologia



S586r Silva, Aldair Daniel da.
Relatório Técnico: avaliação dos jovens regenerantes e da rebrota de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. em área degradada de mata ciliar no Semiárido Paraibano. / Aldair Daniel da Silva. - 2022.

17f.

Orientadora: Professora Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda.

Produto Técnico (Relatório) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.

1. Matas ciliares. 2. Relatório técnico. 3. Produto técnico - PROFÁGUA. 4. Área degradada de mata ciliar. 5. Ecossistema ribeirinho. 6. Serra Branca - PB - mata ciliar. 7. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. - rebrota. 8. Jovens regenerantes. I. Lacerda, Alecksandra Vieira de. II. Título.

CDU: 631.962(047)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

Relatório Técnico elaborado para a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Serra Branca-PB, através dos resultados obtidos na Dissertação apresentada ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos pelo Programa ProfÁgua, sob orientação da professora Aleksandra Vieira de Lacerda.

1. Introdução

O Semiárido brasileiro é composto por 1.427 municípios, englobando os estados da região nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe), norte de Minas Gerais, em nova delimitação realizada no ano de 2021, foram incluídos alguns municípios do estado do Espírito Santo a área de semiárido (SUPERINTENDÊNCIA, 2021). A disponibilidade de água na região Semiárida é afetada pela distribuição de chuvas bastante irregular, baixos índices de pluviosidade e longos períodos de estiagem (NYS; ENGLE, 2014; HASTENRATH, 2012).

Segundo Lima e Magalhães (2019) os impactos da variabilidade climática em bacias hidrográficas da região Semiárida, acarreta uma redução do fluxo de água em importantes bacias, devido aos longos períodos de estiagem que predominam nessa região. Nesse sentido, autores como Grigio, Didato e Amaro (2013) colocam que o desmatamento na Caatinga nos sistemas naturais do Semiárido principalmente nas áreas de mata ciliar tem ocasionado a fragilidade dos solos que associado as mudanças climáticas se definem como parâmetros importantes de análise para a gestão ambiental de bacias hidrográficas, no sentido de ofertar informações para poder planejar ações para restauração e reabilitação das áreas degradadas.

A vegetação as margens de rios no Bioma Caatinga são heterogêneas e assim apresenta-se com alta diversidade de espécies (LACERDA, 2016; LACERDA *et al.*, 2007). Nestas áreas podem ser encontradas espécies exóticas e invasora como a *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. conhecida popularmente como algaroba (ARANHA; LIMA; SOUZA, 2010). O manejo inadequado e a criação extensiva de animais como caprinos, ovinos e bovinos os quais atuam como dispersores de sementes fizeram com que a *P. juliflora* invadisse vastas áreas da caatinga, havendo assim competição com as espécies nativas ocasionando um problema ambiental e social (FARIAS SOBRINHO; PAES; FILGUEIRAS, 2005; ANDRADE, 2004).

Assim, considerando o poder de invasão nos sistemas ciliares por esta espécie tem-se registrado a relevância dos estudos voltados ao entendimento da dinâmica dessa população considerando os marcadores de regeneração natural e sua rebrota.

2. Material e métodos

3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do rio Paraíba e dentro desta a área selecionada pertence a sub-bacia do rio Taperoá no Semiárido paraibano. A bacia do rio Paraíba, integra as mesorregiões da Borborema, do Agreste e do Litoral sendo a segunda maior bacia hidrográfica do Estado da Paraíba, pois abrange aproximadamente 38% do seu território (CORREIA *et al.*, 2019). A sua nascente está localizada na Serra do Jabitacá no município de Monteiro, e se estende até a sua foz, no Oceano Atlântico, no município de Cabedelo.

A região que é cortada pelo Rio Paraíba, apresenta um clima semiárido quente, que se estende por todo o Planalto da Borborema, sendo que no vale do rio Paraíba, a precipitação anual é de cerca de 400 mm, considerado um dos locais mais secos do Brasil (ALVARES *et al.*, 2013; FRANSCISCO *et al.*, 2015). A bacia hidrográfica do Rio Paraíba é considerada uma das mais importantes do Semiárido Nordestino, sendo composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do Alto Curso do rio Paraíba, Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba (XAVIER; REINALDO; DAMASCENO, 2017).

A sub-bacia do rio Taperoá, está localizada entre as coordenadas 06°51'47" e 08°18'11" de latitudes sul e entre 36°0'10" e 37°21'23" de longitude oeste, faz parte do território do Cariri paraibano, o qual possui os índices pluviométricos mais baixos de todo o estado (LACERDA; BARBOSA, 2018). Os aspectos geológicos desta área apresentam uma estrutura cristalina dominante que compõem o Escudo pré-cambriano do Nordeste (LACERDA, 2003). A Sub-bacia está inserida na escarpa oriental do Planalto da Borborema, nas extensas áreas pediplanadas sertanejas, o relevo apresenta formas planas, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso (LACERDA; BARBOSA 2006).

A vegetação predominante é a Caatinga, que segundo Andrade-Lima (1981) se caracteriza como uma vegetação caducifólia espinhosa presente na parte mais seca do Nordeste do Brasil. O tipo de vegetação predominante na área da sub-bacia do rio Taperoá se enquadra como sendo do tipo Savana-Estépica (IBGE 2012). Nesta sub-bacia estão inseridos 23 municípios (AGÊNCIA EXECUTIVA, 2017; BARRETO; DANTAS NETO; FARIAS, 2010).

A área selecionada para o estudo está localizada no Cariri paraibano, que é formado pelo Cariri Ocidental com dezessete municípios e Cariri Oriental formado por 12 municípios, possuindo juntos uma população de aproximadamente 185.235 habitantes segundo dados do IBGE (2010).

A pesquisa de campo foi executada na área rural do município de Serra Branca, localizado no Cariri Ocidental. O município de Serra Branca possui uma população de 12.973 habitantes, com uma densidade demográfica de 18,88 hab/km² e com área territorial de 687,535 (IBGE, 2010). Considerando a classificação de Köppen (1928) o clima é tropical quente e seco do tipo semiárido (Bsh). Assim, na sub-bacia do rio Taperoá e particularmente no município de Serra Branca, a área ribeirinha amostrada na pesquisa ficou localizada ao longo do riacho Lagoa da Serra pertencente à microbacia do riacho Lagoa da Serra.

A área ciliar degradada do riacho estudado encontra-se localizada entre as coordenadas geográficas 7°30'04.32" S e 36°42'13.12" W, com 511 m de altitude. Este riacho apresenta largura média de 20 metros e se caracteriza como intermitente.

2.2 Coleta e Análise dos Dados

No trecho de mata ciliar selecionada para o estudo foram realizadas caminhadas exploratórias utilizando um GPS de navegação Garmin Etrex 20 e foram plotadas 50 parcelas contíguas de 10 X 20 m, totalizando uma área de 1 hectare (MUELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974). A avaliação do banco de jovens regenerantes, da dinâmica da rebrota de *P. juliflora* ocorreu em fevereiro e março de 2021 respectivamente. A avaliação dos indivíduos que não conseguiram expressar rebrota ocorreu no período de abril a julho de 2021.

Foram medidos os diâmetros ao nível do solo (DNS) utilizando paquímetro digital (mm) e a altura (H) com régua graduada, trena (cm) e uma vara graduada (4 m) de todos os indivíduos jovens regenerantes. Para a dinâmica da rebrota de *P. juliflora* foram registrados os dados de diâmetros ao nível do solo (DNS) utilizando uma fita métrica (cm) e a altura foi determinada com auxílio de uma vara de 4 m, sendo que para aqueles mais altos, foram feitas estimativas por comparação com esta vara. Para os dados estruturais dos tocos que não apresentaram rebrota foram utilizados fita métrica (cm) para os dados de diâmetros ao nível do solo (DNS) e a altura registrada

com régua graduada e trena (cm). Considerou-se os seguintes critérios de inclusão: jovens regenerantes (plantas oriundas de sementes) – DNS < 3 cm (independente da altura) e rebrota (plantas oriundas de tocos) - DNS ≥ 3 cm (independente da altura). Os dados levantados foram sistematizados em fichas de campo e anotados os valores de cada variável para cada indivíduo.

2.3 Parâmetros fitossociológicos calculados de *Prosopis juliflora* (SW.) D.C.

Neste estudo foi feita a análise estrutural da população, onde os dados levantados em campo foram organizados em planilha eletrônica Microsoft Excel versão 2019 e os parâmetros fitossociológicos foram calculados utilizando-se o programa MATA NATIVA 2.

Assim, foram caracterizados área basal e os parâmetros absolutos de densidade (DA) e frequência (FA), de acordo com as equações 1, 2 e 3:

Equação (1): Área Basal;

$$AB = P^2/4\pi$$

Onde:

P= Perímetro do caule de um indivíduo(cm)

Equação (2): Densidade Absoluta;

$$DAI = Ni/A$$

Onde:

DAI= Densidade Absoluta da espécie i

Ni= número de indivíduos da espécie i

A= área amostrada em hectare

Equação (3): Frequência Absoluta;

$$FAi = (ni/Nt) \times 100$$

Onde:

FAi= Frequência Absoluta da espécie i

ni= número de parcelas com a espécie i

Nt= número total de parcelas amostradas

Na avaliação da estrutura vertical da regeneração natural foram utilizadas as seguintes classes de tamanho (classes de regeneração): Classe 1 (0,05 – 0,50 m); Classe 2 (0,51 – 1,00 m); Classe 3 (1,01 – 1,50 m) e Classe 4 ($h > 1,51$ m e $DNS < 3,0$ cm). Para a análise da rebrota foram organizadas as classes distribuição de altura considerando histograma de frequência com intervalo de 1 m e para as classes de distribuição de diâmetro foi elaborado histograma de frequência com intervalos de 3 cm de todos os indivíduos amostrados. Relacionado aos tocos que não apresentaram rebrota, tem-se que para as classes de altura e de diâmetro os histogramas de frequência foram sistematizados com intervalo de 5 cm e 3 cm respectivamente de todos os indivíduos registrados.

3. Principais resultados obtidos na pesquisa

A pesquisa realizada apresentou resultados satisfatórios, abaixo segue de forma resumida os principais deles:

1. Registrou-se no levantamento de jovens regenerantes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC na área ciliar estudada um total de 285 indivíduos.
2. A densidade absoluta (DA) na área amostrada foi de 285 indivíduos.ha¹.
3. Das 50 parcelas amostradas, os indivíduos jovens de *P. juliflora* foram registrados em 29 parcelas, representando 58% do total amostrado.
4. As parcelas que apresentaram a maior quantidade de indivíduos jovens regenerantes foi a parcela 45 (60 indivíduos), seguido pelas parcelas 33 (35 indivíduos), 34 (34 indivíduos), 44 (29 indivíduos) e 41 (14 indivíduos).
5. A altura média registrada para os jovens regenerantes de o valor levantado foi de 1,54 m.
6. Com base nos dados de distribuição de altura média (m) dos indivíduos regenerantes de *P. juliflora* por parcelas amostradas, observou-se uma variação nas alturas médias nos intervalos de 0,95 a 3,5 m.
7. A parcela que apresentou a maior altura média foi a parcela 39 (3,5 m), seguido pelas parcelas 7 (2,47 m), 47 (2,32 m), 48 e 30 (2,25 m), 37 (2,23 m) e 46 (2,15 m).
8. O diâmetro médio registrado para os jovens regenerantes de *P. juliflora* ficou com o valor de 1,65 cm.
9. Na distribuição do diâmetro médio (cm) dos indivíduos regenerantes por parcelas amostradas, observou-se uma variação nos diâmetros nos intervalos

0,92 a 2,67 (cm).

10. Considerando os valores de parâmetros fitossociológicos obtidos associados as classes de tamanho da regeneração natural, observou-se que a classe que apresentou maiores valores de densidade absoluta foi a classe 4 ($h > 1,51$ m e $DNS < 3,0$ cm), com valores de 136 ind./ha, seguidos da Classe 3 (1,01 - 1,50 m), com valores de 85 ind./ha e a Classe 2 (0,51 - 1,00 m), com valores de 40 ind./ha.
11. A classe de tamanho de regeneração natural que apresentou os menores valores de densidade absoluta foi a Classe 1 (0,05 - 0,50 m).
12. Analisando a distribuição percentual do número de indivíduos por classe de tamanho de regeneração natural, observou-se o aumento do número de indivíduos jovens de *P. juliflora* com o aumento das classes.
13. Das 50 parcelas inventariadas foram amostrados 106 indivíduos vivos que apresentaram rebrota.
14. A densidade absoluta (DA) na área amostrada ficou representada por 106 indivíduos.ha⁻¹.
15. A área basal total da rebrota foi de 2,12 m².ha⁻¹, estudos de área basal se mostram relevantes uma vez que estes estão relacionados ao crescimento e a produção de biomassa nos ecossistemas florestais.
16. Relacionado a frequência absoluta (FA) tem-se que considerando as 50 parcelas amostradas, os indivíduos de *P. juliflora* que apresentaram rebrota foram registrados em 23 parcelas, representando 46% do total amostrado.
17. Observou-se que as parcelas que apresentaram os maiores números de indivíduos com rebrota foram as parcelas 44 (18 indivíduos), seguido pelas

parcelas 34 (16 indivíduos), 33 (13 indivíduos), 03, 23 e 43 (06 indivíduos), 2 e 22 (05 indivíduos) e ainda 32, 38 (04 indivíduos).

18. A altura média registrada para a rebrota foi de 4,69 m.

19. Analisando as classes de altura da rebrota *P. juliflora*, observou-se uma variação nas classes nos intervalos de 1,0-2,0 m a 10,1-11,0 m.

20. O diâmetro médio registrado para a rebrota de *P. juliflora* foi de 20,18 cm, analisando as classes de diâmetro da rebrota, observou-se uma variação nas classes nos intervalos de 3,0-6,0 cm a 105,1-108,0 cm.

21. Considerando as classes de diâmetro foram identificadas 35 classes das quais sete classes apresentaram apenas um indivíduo cada e 17 não apresentaram nenhum indivíduo, a maior quantidade de indivíduos foi identificada na classe IV (12,1-15,0 cm) sendo que 15,09 % do total de indivíduos amostrados está presente nesta classe de diâmetro.

22. Nas 50 parcelas inventariadas na análise da dinâmica da rebrota, foram registrados 130 tocos que não apresentaram rebrota.

23. Fazendo a relação das parcelas que não apresentaram tocos com rebrota foi observado que das 50 parcelas inventariadas identificou-se a presença de tocos em 32 parcelas, nas demais parcelas não foram identificados tocos.

24. A altura média registrada para os tocos que não apresentaram rebrota foi de 14,85 cm.

25. Considerando as classes de altura dos tocos que não apresentaram rebrota observou-se, a formação de J invertido nas classes nos intervalos de 5,0-10,0 cm a 60,1-65,0 cm.

26. De acordo com os dados obtidos na pesquisa a maior quantidade de tocos que não apresentaram rebrota estão inseridos nas classes que apresentam menores alturas, indicando que o corte realizado nas plantas foi realizado próximo ao nível do solo de forma que se aproveite melhor a madeira e evitando que ocorra a rebrota.
27. Foram pré-estabelecidas 12 classes de altura para os tocos que não apresentaram rebrota com variação de (5,0-60,0 cm), a classe que apresentou maior quantidade de tocos que não apresentaram rebrota, foi a classe de altura I (5,0-10,0 cm), nessa classe foram identificados aproximadamente 58 indivíduos, seguida pelas classes II (10-15 cm), 33 indivíduos e III (15-20 cm), 17 indivíduos.
28. O diâmetro médio registrado para os tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* ficou com o valor de 16,88 cm.
29. Foram pré-estabelecidas 14 classes de diâmetro de tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* com variação de (3,0-45,0 cm), a classe que apresentou os maior quantidade de tocos foi a classe IV (19 indivíduos), seguida pelas classes I (3,0-6,0 cm), 17 indivíduos, III (9,0-12 cm), 16 indivíduos e VI (18,0-21,0 cm), 16 indivíduos.
30. As menores quantidades de tocos sem rebrota foram identificados nas classes de diâmetros XII (36,0-39,0 cm), XIII (39,0-42,0 cm), e XIV (42,0-45,0 cm). Assim, observou-se que a maior quantidade de indivíduos que não apresentaram rebrota estão concentrados nas classes de menores diâmetros.

4. Recomendações

Com base nos resultados encontrados nesta pesquisa, foram formuladas algumas recomendações objetivando melhorar o entendimento e o manejo a ser realizado pelos agricultores da cidade de Serra Branca no Cariri Paraibano:

1. Fazer o monitoramento de toda sua propriedade principalmente as margens dos rios e riachos, de forma a identificar a quantidade de indivíduos de *P. juliflora*. O objetivo é que através do acompanhamento possa se identificar qual a área que deve ser feito o manejo imediato evitando a sua disseminação descontrolada;
2. Aplicação de métodos de controle convencionais da região como corte e a destoca dos indivíduos jovens;
3. Realizar um raleamento da população de *P. juliflora* anualmente, onde se identificar a maior quantidade de indivíduos na área;
4. Fazer a remoção de plantas de *P. juliflora* que estejam inseridas em ambientes da vegetação nativa da Caatinga de forma a promover o pioneirismo das espécies nativas;
5. A exploração da espécie para a utilização de madeira (estacas, lenha) deve ser realizada de forma que sua utilização venha a contribuir para que não aconteça a remoção da vegetação nativa para esses fins.

5. Conclusão

Todos os resultados indicados acima foram obtidos no levantamento de campo que teve como objetivo avaliar os parâmetros fitossociológicos dos jovens regenerantes e a dinâmica da rebrota de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. em área ciliar degradada de um sistema ribeirinho intermitente no município de Serra Branca, Cariri paraibano.

As ações recomendadas são formas de tentar reduzir a disseminação da espécie *Prosopis juliflora* (Sw.) DC no município de Serra Branca-PB, onde foi realizado a pesquisa. Os métodos controles indicados quando empregados de forma correta podem contribuir para uma menor disseminação da espécie evitando assim que ocorra uma invasão biológica.

Por fim é necessário que se tenha uma melhor percepção por parte dos proprietários de terra do município de forma que não deixem a *P. juliflora* se disseminar em suas propriedades visando apenas a renda a qual ela proporciona através da venda da madeira e a fabricação de carvão e alimentação animal.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. Comitê Rio Paraíba. 2017. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE L. A. **Os impactos provocados pela invasão da algaroba na caatinga nordestina**. Areia: UFPB/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004.

ANDRADE-LIMA, D. D. The caatingas dominium. **Revista brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-153, 1981.

ARANHA, B. A.; LIMA, P. C. F.; de SOUZA, S. C. P. M. Análise da estrutura e da diversidade de uma vegetação ciliar do rio São Francisco, Petrolina–PE. Structure and diversity analysis of a São Francisco river banks vegetation, **Revista do Instituto Florestal**, 2010.

BARRETO, J.F.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, S.A.R. Avaliação socioeconômica e hídrica dos municípios da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB. **Revista Eletrônica**. v.9. n.1. 2010.

CORREIA, I. M. G.; DE SOUZA, B. H.; MOURA, D. C.; DE SOUZA, Y. G. Mata ciliar, conservação e sustentabilidade, fundamentos da importância para o semiárido paraibano: estudo de caso no alto curso do Rio Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, p. 41-60, 2019.

FARIAS SOBRINHO, D. W.; PAES, J. B.; FILGUEIRAS, J. F. Viabilidade econômica do tratamento preservativo da madeira de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) submetida ao método de substituição de seiva. **CERNE**, v. 14, n. 2, p. 118-125, 2005.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. D.; SANTOS, D.; MATOS, R. D. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 04, p. 1006-1016, 2015.

GRIGIO, M. A.; DIODATO, M. A.; AMARO, V. E. Determinação dos índices de vulnerabilidade e de geodiversidade do baixo curso do Rio Piranhas-Assu (RN). In: SILVA, M. R. F. (Org) *et al.* **Gestão Ambiental: caminhos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Editora Livrariada física, 2013.

HASTENRATH, S. **Explorando os problemas climáticos do Nordeste do Brasil: uma revisão**. *Mudança climática*, v. 112, n. 2, pág. 243-251. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**.

IBGE – Instituto Nacional de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2012.

- KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1948.
- LACERDA, A. V. A semi-aridez e a gestão em bacias hidrográficas: visões e trilhas de um divisor de idéias. **Editora Universitária/UFPB, João Pessoa**, 2003.
- LACERDA, A. V.; BARBOSA F. M. **Matas ciliares no Domínio das Caatingas**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 150p, 2006.
- LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M.; BARBOSA, M. R. V. Estudo do componente arbustivo-arbóreo de matas ciliares na bacia do rio Taperoá, semiárido paraibano: uma perspectiva para a sustentabilidade dos recursos naturais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 331-340, 2007.
- LACERDA, A.V. **Os cílios das águas**: espaços plurais no contexto do Semiárido brasileiro. Campina Grande: EDUFPG, 221p. 2016.
- LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M. Fitossociologia de vegetação arbustivo-arbórea em uma área de mata ciliar no semiárido paraibano, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n.2, 21 jun. 2018.
- LIMA, J. R. D.; MAGALHÃES, A. R. Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21. **Parcerias Estratégicas**, v. 23, n. 46, p. 191-212, 2019.
- MUELLER, DOMBOIS; DE ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 574 p. 1974.
- NYS, E. D.; ENGLE, N. **Convivendo com o semiárido e a gestão proativa da seca no Nordeste do Brasil**: uma nova perspectiva. Washington, DC: Grupo do Banco Mundial. 2014.
- SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. Conselho Deliberativo da SUDENE. Resolução n. 151/2021. **Delimitação do semiárido**, p.52, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao1512021.pdf>