



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS**

ALDAIR DANIEL DA SILVA

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

**SUMÉ - PB
2022**

ALDAIR DANIEL DA SILVA

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

Orientadora: Profa. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda.

**SUMÉ - PB
2022**



S586a Silva, Aldair Daniel da.

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.

82 f.

Orientadora: Professora Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda.

Dissertação de Mestrado - 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. Vegetação ribeirinha. 2. Mata ciliar de caatinga. 3. Ecologia de população. 4. Espécie Exótica e invasora. 5. Riacho intermitente. 6. Cariri Paraibano - matas ciliares. 7. Riacho Lagoa da Serra - Serra Branca - PB. 8. Sub-bacia do Rio Taperoá. 9. Gestão de recursos naturais. 10. Bacias hidrográficas - Paraíba. 11. Recuperação de matas ciliares. 12. Restauração de matas ciliares. 13. Inventário em área degradada. 14. Semiárido Brasileiro. I. Lacerda, Alecksandra Vieira de. II. Título.

CDU: 631.962(043.2)

ALDAIR DANIEL DA SILVA

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda
Orientadora – CDSA/UFCG

Prof. Dr. George do Nascimento Ribeiro
Examinador interno – CDSA/UFCG

Profa. Dra. Maria Verônica Meira de Andrade
Examinadora externa – IFMA

Data de aprovação: 6 de fevereiro de 2022.

SUMÉ - PB

A minha esposa, Edilma Tavares de Araújo (*in memoriam*) por estar sempre ao meu lado me ajudando a conseguir meus objetivos até seus últimos dias de vida.

Aos meus pais, Abel Daniel Belinho e Maria Aparecida da Silva Belinho, que são meu porto seguro.

Ao meu irmão, Aberlan da Silva Belinho, pessoa que me ajuda a continuar buscando novas conquistas.

A minha sogra Maria do Socorro Tavares de Araújo, primos, primas, tios e tias.

A minha avó paterna, Maria do Carmo Clemente Belinho (Carminha) e a meus avós João Belinho (João Domingos), Elvira Amara Dias da Silva (Elvira) e Vicente Batista da Silva (Vicente Canário) (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar força, determinação, saúde e paz para continuar estudando e alcançando meus objetivos.

A minha orientadora, Profa. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda, por aceitar ser minha orientadora e pelo carinho que sempre teve não só para comigo mais para todos os seus orientandos.

A todos os professores da UFCG-CDSA da pós-graduação do ProfÁgua por terem contribuído de forma significativa no meu aprendizado.

Ao Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira Coordenador Geral do ProfÁgua pelos esclarecimentos e informações sobre o funcionamento do programa.

Ao Coordenador Prof. Dr. Hugo Morais de Alcântara pela atenção e dedicação.

A Azenate Campos Gomes, pela ajuda na condução do trabalho.

Ao proprietário da área, Prof. Dr. Rui Oliveira Macedo, por ter colocado à disposição a mesma para os estudos e ao senhor José Ronaldo Ribeiro, funcionário da área e a Guthyeres Firmino Nunes pela contribuição nos trabalhos de campo.

A todos os colegas de turma, por nossas discussões em aula, a troca de experiência e brincadeiras.

A todos os colegas colaboradores do LAEB (Laboratório de Ecologia e Botânica) e CERDES (Grupo de Pesquisa Conservação Ecosistêmica e Recuperação de Áreas Degradadas no Semiárido).

Ao apoio para realização deste trabalho por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, em nível de Mestrado, na Categoria Profissional, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi 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. O período amostral foi de fevereiro a julho de 2021 e abrangeu a área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra (7°30'04.32" S e 36°42'13.12" W, com 511 m de altitude) pertencente a sub-bacia do Rio Taperoá. Nesse trecho de mata ciliar foram demarcadas para o estudo 50 parcelas contíguas de 10 x 20 m. Foram calculados os valores de área basal e os parâmetros absolutos de densidade (DA) e frequência (FA). Os indivíduos foram classificados em classes diamétricas e de altura. Considerando o levantamento de jovens regenerantes foram identificados 285 indivíduos. A densidade foi de 285 indivíduos.ha⁻¹. Os indivíduos jovens de *P. juliflora* foram registrados em 29 parcelas representando 58% do total amostrado. A altura média registrada para os jovens regenerantes foi de 1,54 m e diâmetro médio de 1,65 cm. Considerando os parâmetros fitossociológicos de densidade absoluta e frequência absoluta por classes de tamanho da regeneração natural, os maiores valores foram encontrados na classe 4 (h > 1,51 m e DNS < 3,0 cm), 136 ind./ha e 50%. Na distribuição percentual do número de indivíduos por classe de tamanho da regeneração natural foi observado um aumento do número de indivíduos jovens, com o aumento das classes, CT1(8,43%), CT2 (14,03%), CT3 (29,82%) e CT4 (47,72%). Para a dinâmica da rebrota foram identificados 106 indivíduos com rebrota. A densidade foi de 106 indivíduos.ha⁻¹. A área basal total da rebrota foi de 2,12 m².ha⁻¹. Identificou-se indivíduos com rebrota em 23 parcelas, representando 46% do total amostrado. A altura média registrada para a rebrota foi de 4,69 m e diâmetro médio de 20,18 cm. A classe de altura que apresentou o maior número de indivíduos foi a classe IV (4,1-5,0 m), onde 29,24% dos indivíduos amostrados se encontraram presente. Para as classes de diâmetro a maior quantidade de indivíduos foi identificada na classe IV (12,1-15,0 cm) sendo que 15,09 % do total de indivíduos amostrados estiveram presentes nesta classe. Considerando os indivíduos que não apresentaram rebrota, foram registrados 130 tocos. Relacionado a frequência absoluta tem-se que das 50 parcelas, os tocos foram registrados em 32 parcelas, representando 64% das parcelas amostradas. A altura média registrada para os tocos foi de 14,85 cm e o diâmetro médio registrado de 16,88 cm. Para 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. Nas classes de diâmetro dos tocos que não apresentaram rebrota a classe IV (12,1-15,0 cm) foi a que apresentou a maior número nos intervalos amostrados. Portanto, os dados registrados nesse estudo se mostram relevantes para o conhecimento sobre a regeneração natural e a dinâmica de rebrota de *P. Juliflora*, possibilitando o direcionamento de estratégias de seu manejo em matas ciliares degradadas ao longo de riachos intermitentes em áreas de Caatinga, visando a conservação dos recursos hídricos associados nesses ecossistemas, estando assim em aderência aos objetivos 6 e 15 dos ODS 2030.

Palavras-chave: Vegetação ribeirinha; Ecologia de população; Espécies exótica e invasora. Caatinga.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the phytosociological parameters of the young regenerating and the dynamics of the regrowth of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. in a degraded riparian area of an intermittent river system in the city of Serra Branca, Cariri, Paraíba. The sampling period was from February to July 2021 and covered the degraded riparian area of the Lagoa da Serra stream (7°30'04.32" S and 36°42'13.12" W, with 511 m of altitude) belonging to the sub-basin of the Taperoá River. In this stretch of riparian forest, 50 contiguous plots measuring 10 x 20 m were demarcated for the study. Basal area values and absolute parameters of density (DA) and frequency (AF) were calculated. Individuals were classified into diameter and height classes. Considering the survey of young regenerators, 285 individuals were identified. The density was 285 individuals.ha⁻¹. Young individuals of *P. juliflora* were recorded in 29 plots representing 58% of the total sampled. The average height recorded for the young regenerating was 1.54 m and average diameter of 1.65 cm. Considering the phytosociological parameters of absolute density and absolute frequency by size classes of natural regeneration, the highest values were found in class 4 (h > 1.51 m and DNS < 3.0 cm), 136 ind./ha and 50%. In the percentage distribution of the number of individuals by size class of natural regeneration, an increase in the number of young individuals was observed, with the increase of classes, CT1 (8.43%), CT2 (14.03%), CT3 (29, 82%) and CT4 (47.72%). For the dynamics of regrowth, 106 individuals with regrowth were identified. The density was 106 individuals.ha⁻¹. The total basal area of regrowth was 2.12 m².ha⁻¹. Individuals with regrowth were identified in 23 plots, representing 46% of the total sampled. The mean height recorded for regrowth was 4.69 m and mean diameter of 20.18 cm. The height class that presented the largest number of individuals was class IV (4.1-5.0 m), where 29.24% of the sampled individuals were present. For the diameter classes, the largest number of individuals was identified in class IV (12.1-15.0 cm) and 15.09% of the total number of individuals sampled were present in this class. Considering the individuals that did not show regrowth, 130 stumps were recorded. Relating to the absolute frequency, of the 50 plots, the stumps were recorded in 32 plots, representing 64% of the sampled plots. The average height recorded for the stumps was 14.85 cm and the average diameter recorded was 16.88 cm. For the stumps height classes that did not showed regrowth, inverted J formation was observed in the classes in the intervals from 5.0-10.0 cm to 60.1-65.0 cm. In the stump diameter classes that did not showed regrowth, class IV (12.1-15.0 cm) was the one with the highest number in the sampled intervals. Therefore, the data recorded in this study are relevant for the knowledge about the natural regeneration and regrowth dynamics of *P. juliflora*, allowing the direction of strategies for its management in degraded riparian forests along intermittent streams in Caatinga areas, aiming at the conservation of water resources associated with these ecosystems, thus being in compliance with goals 6 and 15 of the SDGs 2030.

Keywords: Riparian vegetation; Population ecology; Exotic and invasive species; Caatinga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá....	28
Figura 02 -	Localização da área ciliar do riacho Lagoa da Serra na microbacia do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	30
Figura 03 -	Área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra com a invasão de <i>P. juliflora</i> no município de Serra Branca, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	31
Figura 04 -	Localização das parcelas para análise da comunidade vegetal na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	32
Figura 05 -	Avaliação dos jovens regenerantes de <i>P. juliflora</i> na área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	33
Figura 06 -	Análise da dinâmica da rebrota de <i>P. juliflora</i> na área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	33
Figura 07 -	Levantamento dos tocos que não apresentaram rebrota de <i>P. juliflora</i> na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	34
Figura 08 -	Número de indivíduos por parcela amostrados no levantamento dos jovens regenerantes de <i>P. juliflora</i> na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	36
Figura 09 -	Distribuição da altura média (cm) dos indivíduos regenerantes de <i>P. juliflora</i> por parcelas amostradas na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	38
Figura 10 -	Distribuição do diâmetro médio (cm) dos indivíduos regenerantes de <i>P. juliflora</i> por parcelas amostradas na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	39

Figura 11 -	Percentual de indivíduos de <i>P. juliflora</i> em relação às classes de tamanho da regeneração natural referente ao levantamento realizado na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano. CT1= classe de tamanho 1 (0,05 – 0,50 m), CT2= classe de tamanho 2 (0,51 – 1,00 m), CT3= classe de tamanho 3 (1,01 – 1,50 m), CT4= classe de tamanho 4 (h > 1,51 m e DNS < 3,0 cm).....	41
Figura 12 -	Número de indivíduos vivos que apresentaram rebrota por parcela no levantamento de <i>P. juliflora</i> na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	43
Figura 13 -	Classes de altura (m) da rebrota de <i>P. juliflora</i> amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	44
Figura 14 –	Classes de diâmetro (cm) da rebrota de <i>P. juliflora</i> amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	45
Figura 15 -	Número de tocos que não apresentaram rebrota por parcela no levantamento de <i>P. juliflora</i> na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	46
Figura 16 -	Classes de altura (cm) dos tocos que não apresentaram rebrota de <i>P. juliflora</i> amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	48
Figura 17 -	Classes de diâmetro (cm) dos tocos que não apresentaram rebrota de <i>P. juliflora</i> amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Parâmetros fitossociológicos da população de <i>P. juliflora</i> em relação às classes de tamanho da regeneração natural referente ao levantamento realizado na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	40
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba

ANA - Agência Nacional das Águas

APP - Área de Preservação Permanente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDSA - Centro de Desenvolvimento do Semiárido

CERDES - Conservação Ecosistêmica e Recuperação de áreas Degradadas no Semiárido

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DNS - Diâmetro ao Nível do Solo

LAEB - Laboratório de Ecologia e Botânica

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

SAB - Semiárido Brasileiro

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO E SUA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	15
2.2 AS BACIAS HIDROGRÁFICAS E AS ESTRATÉGIAS INTEGRADAS DE GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS	17
2.3 MATAS CILIARES NOS SISTEMAS NATURAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	21
2.4 <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.: CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO E DA SUA DINÂMICA.....	23
2.5 REGENERAÇÃO NATURAL E DINÂMICA DE REBROTA.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 ÁREA DE ESTUDO	28
3.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 LEVANTAMENTO DOS INDIVÍDUOS REGENERANTES DE <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. NA ÁREA DE MATA CILIAR DEGRADADA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.....	36
4.2 ANÁLISE DA DINÂMICA DA REBROTA DE <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. NA ÁREA DE MATA CILIAR DEGRADADA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO	42
4.3 LEVANTAMENTO DOS TOCOS QUE NÃO APRESENTARAM REBROTA DE <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. NA ÁREA DE MATA CILIAR DEGRADADA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.....	46
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – RELATÓRIO TÉCNICO	66

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, Sergipe), ficando a região sudeste do país, com abrangência dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (SUPERINTENDÊNCIA, 2021). Considerando a última fonte citada os critérios adotados para a delimitação de áreas Semiáridas são, a precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, o Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50, o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

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 Cavalcanti (2012) os longos períodos de estiagem, dessa região são influenciados pelo El Niño o que pode ocasionar danos irreparáveis à população da região, em especial os que sobrevivem da atividade agrícola, principalmente os que praticam a agricultura familiar.

Segundo Lima e Magalhães (2019) os impactos da variabilidade climática em bacias hidrográficas da região Semiárida, acarretam uma redução do fluxo de água em importantes bacias, devido aos longos períodos de estiagem que predominam nessa região, os solos ficam com menos umidade, e esses fatores geram impactos que poderão ser maiores sobre a agricultura, afetando a economia, e as condições de vida da população. Quadros como o apontado devem ser estudados para que se possa nortear a implantação de ações de gestão ambiental em áreas susceptíveis à desertificação, principalmente no âmbito das bacias hidrográficas (GARCIA *et al.*, 2019).

Assim, no processo de reversão da degradação tem-se reafirmado a relevância dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (GOMES; FERREIRA, 2018) principalmente quando relacionado ao eixo da gestão integrada de recursos naturais em bacias hidrográficas observa-se a relevância dos objetivos 6 e 15. Objetivo 6. Água limpa e saneamento - Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos; Objetivo 15. Vida terrestre - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (ONU, 2018).

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.

Considerados sistemas naturais importantes nas bacias hidrográficas, a mata ciliar se define como uma formação florestal típica de áreas restritas ao longo dos cursos d'água e devido a sua localização funcionam como corredores naturais de ligação entre fragmentos e reservas florestais exercendo ainda o papel de manutenção da qualidade da água, na conservação da biodiversidade e da composição florística da flora e da fauna (CRESTANA, 2006).

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). Autores como Pegado *et al.* (2006) destacam que cerca de 500 mil hectares estejam invadidos por *P. juliflora* no Bioma Caatinga. Esta espécie é originária do deserto do Peru e apresenta facilidade de se desenvolver na região Semiárida do Brasil, possuindo a capacidade de frutificar na época mais seca do ano (SILVA *et al.*, 2003).

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* invadissem vastas áreas da caatinga, havendo assim competição com as espécies nativas ocasionando um problema ambiental e social (FARIAS SOBRINHO; PAES; SILVEIRA, 2005; ANDRADE, 2004). Nesse sentido, embora existam ações de manejo que buscam reduzir o seu avanço na Caatinga tem-se apontado a dificuldade do controle porque essa espécie se caracteriza por apresentar um potencial regenerativo considerável mesmo depois de passar por processos como o corte e queima (PASIECZNIK *et al.*, 2001).

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. A

regeneração natural atua como um mecanismo de resiliência pelo qual os ecossistemas passam, após sofrerem perturbações ambientais (PEREIRA *et al.*, 2001). Para os mesmos autores a regeneração de uma determinada área com diferentes tipos de formações vegetais vai sucedendo, até que ocorra o restabelecimento da diversidade semelhante à anterior, isso acontece porque existem diferentes graus de maturidade, tamanho, composições de espécies e fatores bióticos e abióticos, fazendo com que haja uma dinâmica de sucessão.

Assim, na regeneração natural ocorre um recrutamento de plântulas que no decorrer da sucessão natural, as espécies são substituídas por outras ao longo do tempo, até que se restabeleça uma comunidade estável (MARANGON *et al.*, 2008). Havendo condições ambientais favoráveis, a sucessão se inicia pela emergência de sementes dormentes no solo, por sementes recém dispersas até o local e pela rebrota de tecidos vegetais como tocos e raízes (FRAGOSO *et al.*, 2017). Segundo os últimos autores tem-se que em áreas perturbadas cujas fontes de regeneração ainda são encontradas, a recuperação é mais facilitada do que em áreas degradadas, ou seja, áreas que perderam toda sua biomassa.

Nesse sentido, Miranda *et al.* (2004) colocam que a regeneração natural em certos ambientes do Semiárido ocorre de forma lenta, pois depende principalmente da precipitação, dispersão das sementes, existência de um banco de sementes e rebrotade tocos e raízes. Sartorelli *et al.* (2007) constataram que 66% da vegetação lenhosa apresenta rebrota após fogo principalmente na parte área da planta como caule e ramos e 20% apresentaram rebrota da parte basal ou subterrânea.

Portanto, esta pesquisa 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.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO E SUA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

As regiões caracterizadas pela aridez do clima e pela escassez hídrica, advindo de um período prolongado de seca anual, são conhecidas como Semiáridas (SILVA, 2006). Nesse sentido, o Semiárido brasileiro se caracteriza pelo longo período sem precipitação direcionando a relevância da implantação de políticas públicas para o gerenciamento dos recursos hídricos na região (FERREIRA *et al.*, 2017).

O histórico do Semiárido brasileiro está relacionado com as secas, que causam diversos efeitos que se apresentam de várias formas, seja pelo aumento do êxodo rural, fome e pobreza (KAYANO; ANDREOLI, 2009). De acordo com Marengo (2010) a irregularidade de chuvas e os baixos índices pluviométricos, faz com que essa região enfrente um problema sério que é a falta de água, o que acarreta obstáculos ao desenvolvimento das atividades agrárias e agropecuárias.

A região Semiárida do Brasil é considerada uma das mais populosas de todo mundo e se define na maior área territorial da região Nordeste (RUFINO; SILVA, 2017). Segundo dados do IBGE (2012) o Semiárido possui uma população que supera os 22 milhões de habitantes, o que representa 12% de toda população brasileira. Rufino e Silva (2017) colocam que a densidade populacional gera uma pressão sobre os recursos naturais, especialmente sobre os recursos hídricos, que somado ao fator físico-climático potencializa a escassez hídrica na região.

Segundo Silva *et al.* (2010) uma parcela considerável da população que vive nessa região está vinculada na atividade da agricultura familiar buscando seu sustento nos recursos naturais existentes em suas pequenas propriedades, atividade esta que é totalmente dependente da chuva. De acordo com Crispim *et al.* (2016) o Semiárido se destaca como um dos ambientes que mais têm sofrido com processos relacionados ao uso e ocupação inadequados do solo. Apresentando grandes faixas de degradação, isso acontece porque os proprietários de terras fazem a retirada da vegetação nativa para transformar em campos agricultáveis, e as utilizam para a implantação de pastagens para fins agropecuários (ARAÚJO, 2011).

O Semiárido é apontado como sendo uma região inviável para se viver, pois os métodos e as iniciativas de subsistência são desenvolvidos de forma inadequada, como é o caso de políticas públicas de combate à seca, que por muito tempo, e ainda atualmente, tornou-se alvo de promessas de governo, destinadas a região

(BAPTISTA; CAMPOS, 2013). Silva (2006) coloca que esta região não é improdutivo, ou seja, se define como um espaço econômico próspero para população sertaneja.

Para Santos *et al.* (2019) o Semiárido pode ser caracterizado a partir da integração entre os fatores geográficos e climáticos, apresentando uma constituição geológica com o predomínio de rochas cristalinas, que restringe assim, o escoamento fluvial e a formação e umidade dos solos, mesmo no período de maior intensidade pluviométrica. A região Semiárida apresenta eventos estocásticos de chuva classificados de acordo com os limites anuais médios de chuva e temperatura. Santos *et al.* (2013) destacam que o Semiárido brasileiro é o mais chuvoso do planeta, com uma pluviosidade média anual de 800mm/ano, variando de 250 a 1.000 mm/ano.

Segundo Giulietti *et al.* (2004) a Catinga é a vegetação que cobre a maior parte da área com clima Semiárido do Brasil tendo como características básicas: vegetação mais ou menos contínua, submetida a um clima quente e semiárido, bordada por áreas de clima úmido; presença de espécies adaptadas à deficiência hídrica e espécies endêmicas. A vegetação presente na Caatinga, está adaptada ao clima e ao solo sendo que essa adaptação da vegetação, revela um conjunto de espécies endêmicas de elevado interesse para as mais diferentes áreas de aplicação, como os ramos associados à biotecnologia ou a agregação com base no extrativismo vegetal de espécies nativas (GARCIA; FARIAS, 2020).

Santos *et al.* (2011) destacam que a Caatinga é o Bioma menos estudado e menos protegido no Brasil, sendo a área de Semiárido mais populosa no mundo, ainda é tratada com baixa prioridade de investimento em conservação da vegetação. Assim, o processo de ocupação alterou cerca de 80% da cobertura original da Caatinga, restando hoje pouco mais de 7,5% de sua área protegida em 36 unidades de conservação, sendo que pouco mais de 1% está sob o regime legal de proteção integral (FREIRE *et al.*, 2020).

Para Guedes *et al.* (2012) estudar a composição e estrutura de espécies vegetais da Caatinga se torna importante para entender aspectos de sua ecologia, fornecendo dados que podem auxiliar sua utilização de forma sustentável. Paupitz (2010) destaca que o manejo sustentável da caatinga é uma possibilidade de contribuir para o desenvolvimento econômico da região Semiárida. O manejo sustentável é o conjunto de intervenções realizadas em uma área, tendo como o objetivo adquirir de forma contínua os produtos e serviços da vegetação, a

manutenção de sua capacidade produtiva e a diversidade biológica (GARIGLIO, 2010). O tipo de manejo utilizado na Caatinga vem sendo bastante contestado, no que se refere a sua sustentabilidade, sendo confundido com o desmatamento puro e simples, isto porque os tipos de cortes aplicados nesta região são bastante intensivos, a exemplo dos cortes rasos, que são diferentes daqueles usados nas florestas tropicais úmidas (RIEGELHAUPT; PAREY, 2010).

Segundo Maragon *et al.* (2013) uma das características que esse Bioma possui são as espécies arbóreas dominantes as quais têm desenvolvido adaptações como: capacidade de regeneração por brotação de tocos e cepas; rápida resposta e alta taxa de crescimento em períodos úmidos e redução considerável do metabolismo em períodos secos. Os mesmos autores relatam que o manejo da Caatinga tem viabilidade e sustentabilidade, pois apresenta capacidade de regeneração considerável com o crescimento inicial da rebrota de tocos e raízes. Araújo (2015) expressa que o uso sustentável reduz a taxa de desmatamento, e conseqüentemente, preserva o Bioma e suas funções essenciais ao ambiente. A sustentabilidade dos recursos naturais é obtida através da exploração adequada, que visa minimizar os impactos ecológicos e aumentar a capacidade de regeneração (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014).

2.2 AS BACIAS HIDROGRÁFICAS E AS ESTRATÉGIAS INTEGRADAS DE GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS

O gerenciamento de recursos naturais busca implantar ações para melhorar as formas de gerenciar os sistemas terrestres, aquáticos e seus componentes biológicos elevando os níveis de qualidade dos seres vivos dentro do cenário atual pensando ainda nas gerações futuras (LEITZKE *et al.*, 2019). De acordo com Freitas (2014) no início da década de 90, a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade das atividades nele desenvolvidas passaram a fazer parte das discussões das instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil. Para Holzman (2019) essa área ganhou visibilidade com a discussão envolta do desenvolvimento sustentável o qual procura definir os limites do sistema de desenvolvimento econômico visando atender as necessidades presentes da humanidade, preservar e conservar os recursos existentes no sentido de garantir o sustento das gerações futuras e a manutenção dos ecossistemas.

Segundo Vendruscolo *et al.* (2020) o desenvolvimento sustentável depende da forma pela qual os recursos naturais são explorados. Assim, a utilização dos recursos naturais, subsidiado pela ilusão da farta disponibilidade, faz com que o uso de técnicas inadequadas acabe gerando consequências negativas, resultando em perdas econômicas, sociais e ambientais, ocasionando o declínio do desenvolvimento e do bem-estar social (PEREIRA *et al.*, 2020). Neste cenário, tem-se reafirmado que a ação humana praticada de forma desordenada e intensiva sobre o ambiente vem rompendo elos e simplificando os sistemas ecológicos colocando em risco a sua própria existência na terra (LACERDA, 2017).

Assim, inseridos nesse campo de reflexão tem-se que os recursos hídricos apresentam extrema relevância para a manutenção da vida no planeta e o conhecimento de sua importância é fundamental nas suas mais diferenciadas vertentes, sendo um recurso indispensável para uma boa qualidade de vida e insubstituível para todos os seres vivos (BACCI; PATTACA, 2008; ALCÂNTARA *et al.*, 2012). Victorino (2007) cita que além dos problemas que envolvem a demanda e o consumo da água, existem situações de risco ambiental e social como enchentes e secas, que necessitam de ações preventivas das autoridades, onde a gestão de recursos hídricos envolve diferentes grupos e organizações que juntos devem pensar em formas eficientes do uso da água.

Segundo Adamatti (2007) a água é um recurso compartilhado e limitado sendo que um dos pontos importantes para seu gerenciamento é a tomada de decisão conjunta, onde os agentes envolvidos no problema interagem entre si para chegar a soluções mais justas e satisfatórias. Schewe *et al.* (2014) apontam que, devido ao crescimento populacional e econômico esperado para as próximas décadas, a demanda por água tende a crescer e a intensificar os problemas relacionados a esse recurso, sendo que uma forma de tentar contornar, essa situação é gerir os recursos hídricos e o meio ambiente como um todo, através da gestão integrada.

De acordo com Campagnolo *et al.* (2017) a gestão de recursos hídricos é um conjunto de ações que tem como objetivo regular o uso, controle e sua proteção de acordo com a legislação e normas relevantes.

Assim tem-se mostrado necessário à elaboração de projetos para favorecer a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos das bacias hidrográficas (MEDEIROS; CANALI, 2012). Bacia hidrográfica é considerada

a unidade básica de estudo nos contextos ecológicos e econômicos, essencial para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, pois fornece vários produtos e serviços que sustentam a população (LOPES; SOUZA, 2020).

Benham *et al.* (2011) destacam que a gestão de bacias hidrográficas pode ser caracterizada por processos integrados, colaborativos de criação e implementação de planos, programas e projetos desenvolvidos para sustentar e melhorar as bacias hidrográficas e seus ecossistemas. Os mesmos autores expõem que para se ter êxito no plano de gestão, o monitoramento deve ser contínuo e a avaliação de seus dados é fundamental em todas as fases. Nesse sentido, tem-se que o principal objetivo do Comitê de Bacia Hidrográfica é fomentar estratégias operacionais para tornar realidade os princípios, conceitos e instrumentos previstos na legislação, superando e suprindo as incompatibilidades e as possíveis omissões técnicas, administrativas e legais por meio de processos de negociação e cooperação entre as partes envolvidas, com vistas à resolução harmônica dos problemas (BRASIL, 2011).

O monitoramento contínuo, seguido pela avaliação, a oportunidade de aprender com a experiência de gestão é reduzida assim como a oportunidade de fazer ajustes de conhecimentos e da experiência (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2009). Segundo Santos e Cavichioli (2019) a crise no abastecimento de água é um problema em muitas regiões, que merece atenção especial, pois a água exerce um papel importante para a humanidade e representa cinco aspectos essenciais tais como: transporte, geração de energia elétrica, irrigação, fonte de alimentos e dessedentação de animais.

Até o ano de 2030, a população mundial alcançará o total de 8,3 bilhões de pessoas e a demanda por água crescerá em 30% (GUPPY; ANDERSON, 2017). Segundo o relatório publicado pelo World Economic Fórum (2018) cerca de 1,8 bilhões de pessoas viverá em áreas de grave escassez hídrica até o ano de 2025, a crise já é notada atualmente com o anúncio de notícias diárias sobre o racionamento de água, escassez de chuva e poluição dos lençóis freáticos. Santos (2019) expõe que entre as soluções possíveis para tentar diminuir a crise hídrica que já afeta muitos países é fazer o gerenciamento das bacias hidrográficas, fiscalizando o uso da água para fins de irrigação por meio da outorga e por meio do licenciamento ambiental.

Segundo dados da ANA (BRASIL, 2011) o país possui 12 grandes bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, Bacia Hidrográfica do São

Francisco, Bacia Hidrográfica do Paraná, Bacia Hidrográfica do Parnaíba, Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, Bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, Bacia Hidrográfica Atlântico Leste, Bacia Hidrográfica Atlântico Sudeste, Bacia Hidrográfica Atlântico Sul, Bacia Hidrográfica do Uruguai, Bacia Hidrográfica do Paraguai e por último sendo a maior do mundo a Bacia Amazônica com sete milhões de quilômetros quadrados. No ano de 1997, foi sancionada no Brasil a Lei das Águas (lei 9.433), a partir dela foi implementada a Política Nacional de Recursos Hídricos que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e possui em um de seus objetivos assegurar a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (CAMPOS; CAMPOS, 2015).

Segundo Tundisi (2013) a preservação e conservação dos recursos naturais, associado à gestão de recursos hídricos possui papel extremamente relevante, onde a bacia hidrográfica é unidade territorial de planejamento preconizada pela lei, abriga diversos processos ambientais materializados em ecossistemas e Biomas. Peixoto, Rodrigues e Albuquerque (2019) destacam que o uso correto e a conservação dos recursos naturais são a questão chave para o sucesso da sustentabilidade, de forma que o uso desses recursos possui diferentes estratégias de acesso que se adequam a cada processo produtivo, assim, é necessário fazer um uso eficiente evitando o desperdício e promovendo um impacto compatível com a capacidade de suporte do ambiente.

A governança das águas se refere a forma mais descentralizada de governar, de modo que diferentes atores sociais participem da discussão e na tomada de decisão (JACOBI, 2012). Para Castro (2007) o termo governança da água, busca ultrapassar os alcances das instituições governamentais, hierárquicas e rígidas, promovendo um espaço onde haja discussão envolvendo atores de diferentes setores.

As condições para que aconteça uma boa governança das águas são, inclusão, participação, transparência, previsibilidade e capacidade de resposta (JACOBI; CIBIM; LEÃO, 2015). Pela legislação nacional, o local adequado para acontecer isso é o Comitê de Bacia Hidrográfica, mas, segundo Jacobi (2012), existem comitês de bacia que apresentam um quadro bastante complexo a exemplo do comitê do Alto Tietê, no que diz respeito à pouca efetividade das decisões e da representação da sociedade civil. Jacobi (2009) destaca ainda que um dos maiores desafios na

governança da água é garantir uma abordagem aberta, transparente inclusiva, comunicativa, coerente e integrativa.

A participação pública permite que as pessoas influenciem no resultado de decisões que vão afetá-las ou as interessam (STEFANO *et al.*, 2012). Desse modo, a participação pública é considerada um fator que melhora a qualidade dos processos de governança da água (LÓPEZ-GUNN, 2002). Para que seja possível a participação pública nos processos de tomada de decisão é necessária que haja a transparência e o acesso das informações para que os interessados possam estar cientes dos problemas e se engajar e cooperar em ações de mitigação ou solução (STEFANO *et al.*, 2012).

As novas práticas de governança atuam como um fator de poder e influência sobre a tomada de decisão, para a população, isso ocorre porque o sistema de governança é composto por um elemento político, que consiste em balancear os vários interesses e realidades políticas, pelo fator credibilidade, instrumentos que apoiem as políticas, que faça com que as pessoas acreditem nelas (JACOBI, 2012; LIMA *et al.*, 2014). A crise da água surge como uma oportunidade para repensarmos que é fundamental a adoção de uma nova estratégia de gestão integrada e participativa da água, que considere a sociedade como protagonista tanto na tomada de decisão como no controle social das decisões que serão implementadas é necessário a implantação de um modelo de gestão que permita a cooperação para garantir o acesso a recursos comuns, como é a água (JACOBI; CIBIM; LEÃO, 2015).

2.3 MATAS CILIARES NOS SISTEMAS NATURAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

As primeiras civilizações humanas se estabeleceram próximo aos cursos d'água, cujas margens eram compostas por florestas e eram utilizadas pelo homem para suprir suas necessidades, sendo que nessas áreas havia a possibilidade de se obter fontes de alimentação para o ser humano e que os usos destes recursos foram se ampliando ao longo do tempo, causando uma exploração desordenada principalmente na vegetação de mata ciliar que fica entorno dos rios, pois é nestas áreas que o solo é mais fértil e mais propício a se praticar a agricultura (LACERDA, 2016). De acordo com Lima e Zakia (2009) a presença da mata ciliar contribui para o abastecimento do lençol freático, protegendo os mananciais e evitando a erosão do

solo, reduz ainda os impactos na biota aquática e exerce influência na qualidade da água para o homem e para o consumo animal, contribuindo para geração de energia e irrigação.

Para Attanasio *et al.* (2006) as matas ciliares fornecem matéria orgânica, como troncos e galhos, que influenciam nas cadeias alimentares, criam microhabitats em cursos d'água e protegem espécies de flora e fauna. Ainda segundo os mesmos autores a remoção ou degradação das matas ciliares pode levar a extinção local de muitas espécies de plantas e animais, muitas das quais nem se chegou a conhecer, ou avaliar, em termos de suas potencialidades de uso em benefício para o próprio homem.

Estas áreas apresentam uma riqueza natural e a sua alta biodiversidade vem sendo comprometida devido aos impactos negativos como incêndio florestal, corte e queda de árvores, tráfego intenso de máquinas agrícolas, destinação de resíduos e a ocupação de áreas impróprias para cultivo (KUNTSCHIK; EDUARTE; UEHARA, 2011). A degradação das matas ciliares segundo Castro, Castro e Souza (2013) ocorre devido à expansão das áreas agrícolas pois essas áreas estão próximas a corpos d'água, o que facilita a instalação das atividades agrícolas. De acordo com esses autores o crescimento desordenado de cidades, é outro fator de impacto negativo sobre os ecossistemas ciliares.

Ramos *et al.* (2020) afirmam que um fator determinante para a conservação de uma mata ciliar é a presença de vegetação, formando galerias ao longo do curso dos rios, onde a exploração desse recurso fica bem evidente nas margens dos rios e seus afluentes, onde é ocupada muitas vezes pela agricultura, em sua grande maioria de subsistência, pecuária e construções. Assim, a falta de vegetação na área ciliar acaba afetando também na ocorrência de inundações, causando prejuízos àqueles que residem muito próximo ao leito dos rios e que cultivam algum tipo de cultura ou fazem a criação de animais.

Segundo Castro, Castro e Souza (2013) as matas ciliares devem ser conservadas para que executem seu papel ecológico, atuando na contenção de enxurradas, na infiltração do escoamento superficial, na absorção do excesso de nutrientes, na retenção de sedimentos, colaborando para a proteção da rede de drenagem e ajudando a reduzir o assoreamento dos rios, favorecendo o aumento da capacidade de vazão durante o período de cheias. O mau uso de áreas de mata ciliar para fins agropecuários e a falta de conhecimento dos impactos ambientais causados

pelas explorações coloca em risco a sustentabilidade das terras e dos recursos hídricos (IORI *et al.*, 2012). Para Lacerda (2016) áreas de mata ciliar do semiárido apresentam riqueza biológica, que associada à variabilidade física dos sistemas naturais resulta em uma diversidade com grandes potenciais.

2.4 *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO E DA SUA DINÂMICA

Prosopis juliflora (Sw.) D.C. é uma espécie arbórea, xerófita, pertencente à família Fabaceae e subfamília Mimosoideae, sendo conhecida popularmente como algaroba, de origem africana, e bem adaptada ao Brasil, é facilmente encontrada nas margens dos rios e áreas de pastagens (SANTOS *et al.*, 2019). Segundo Ribaski *et al.* (2009) essa espécie pode ser identificada em três continentes: América, Ásia e África, as maiores concentrações dessa espécie estão no continente americano, estando presente nas regiões mais secas, desde o sudeste dos Estados Unidos até a Patagônia.

Na lista das 100 espécies mais competitivas no mundo está o gênero *Prosopis*, essa lista foi elaborada há uma década e atualizada recentemente, ilustrando a grande variedade de espécies que possuem a capacidade de se estabelecer, prosperar e dominar novos lugares (ANDRADE; FABRICANTE; OLIVEIRA, 2010).

Foi introduzida com o objetivo de cultivos de forragem e madeira em países como Brasil, Sudão, África do Sul e Índia (PEGADO *et al.*, 2006). Ainda segundo os mesmos autores no Brasil, a *P. juliflora* está presente na Região Nordeste, sendo que a sua introdução ocorreu a partir do ano de 1942, na cidade de Serra Talhada, no estado do Pernambuco, com o auxílio de sementes oriundas do Peru.

A causa de quase todas as recentes invasões biológicas de espécies vegetais em ambientes ocorre devido atividade humana, pode-se citar como exemplo o estabelecimento da *P. juliflora* na Caatinga. As espécies de *Prosopis* apresentam grande capacidade de sobreviver em ambientes inóspitos (EL-KEBLAWY; AL-RAWAI, 2005).

Esta espécie foi introduzida no Nordeste para fins de suplementação alimentar dos rebanhos, devido à necessidade de produção de forragem a ser ofertada aos animais desta região durante todo o ano (FABRICANTE; SIQUEIRA FILHO, 2013;

FRANCO *et al.*, 2015). Para Rodrigues *et al.* (2013) é considerada uma árvore de uso múltiplo, devido à densidade de suas populações.

Devido à palatabilidade de seus frutos, passou a ser apreciada como fonte de alimento para animais ruminantes, caprinos, ovinos, muares e equinos em estações secas, seus frutos apresentarem de 8 a 13% de proteína e digestibilidade superior a 74%, com 4.501 kcal.kg⁻¹ de energia bruta em sua composição (MEDEIROS *et al.*, 2012).

A introdução de espécies exóticas no Bioma Caatinga ocorreu devido a um conjunto significativo de interesses sociais diversos, para o sertanejo, com o intuito de enriquecer ainda mais a vegetação desta região proporcionando maior chance de sobrevivência para si e seu rebanho (OLIVEIRA; MACHADO, 2009).

Estas características são consideradas peças-chave para que haja a invasão de uma espécie (RICHARDSON; REJMÁNEK, 2011). O processo de dispersão de sementes ocorre principalmente por caprinos, ovinos, bovinos e equinos que se alimentam das suas vagens, eliminando as sementes junto com as fezes, garantindo assim sua dispersão (HAREGEWEYN *et al.*, 2013). A germinação das sementes e a emergência das plântulas são mantidas graças à disponibilidade de água e nutrientes presentes no esterco, garantindo assim o estabelecimento da espécie, essas características favorecem a ocorrência da *P. juliflora* na Caatinga (GOUVEIA, 2015). Esta espécie se adaptou facilmente ao clima do Nordeste brasileiro, pois é capaz de se desenvolver em solos com baixa fertilidade e de reduzida disponibilidade hídrica (RIBASKI *et al.*, 2009).

2.5 REGENERAÇÃO NATURAL E DINÂMICA DE REBROTA

Regeneração natural é o processo de reconstrução da comunidade florestal, que consiste para o crescimento de indivíduos jovens herbáceos, arbustivos e arbóreos, os quais crescem sob o dossel das árvores e atingem os estratos superiores da floresta (FRANCO *et al.*, 2014). De acordo com Andrade (2012) é a forma mais antiga e natural de renovação de uma floresta e este processo é eficiente devido às espécies arbóreas possuírem mecanismos que permitem a elas se regenerarem de forma natural quando o dano não for de grandes proporções, sendo assim o desenvolvimento de uma espécie arbórea está relacionado com o ambiente no qual a

espécie está inserida, assim a regeneração natural tem papel fundamental para que o ciclo de determinada espécie possa continuar.

O processo de regeneração é importante para fragmentos de florestas estabelecidos como também para áreas que necessitam recuperar-se de distúrbios, porque possui o papel de renovação de espécies nativas e manutenção da composição florística de determinado local (HÜLLER *et al.*, 2011). Através do seu estudo é possível observar o estado de conservação de um fragmento e uma possível necessidade de manejo, já que representa os indivíduos que irão compor a estrutura da floresta em estágios posteriores (SILVA *et al.*, 2010). Assim, o conhecimento da regeneração natural na Catinga é essencial para compreender processos ecológicos importantes que aí ocorrem, especialmente a sua dinâmica, levando-se em consideração a condição climática a qual está associada (SOARES *et al.*, 2019).

Torna-se importante o conhecimento sobre a composição florística das espécies e do comportamento sucessional e ecológico, das comunidades existentes em uma área florestal, para tomar as decisões sobre as atividades de recuperação e as ações de conservação que serão implantadas nestes ambientes (MARANGON *et al.*, 2016).

Estas mudanças ocorrem devido às consequências das atividades antrópicas que degradam os recursos florestais, isto pode ser visto claramente em áreas na vegetação de Caatinga, no Semiárido brasileiro (MATTOS *et al.*, 2015). Ainda são poucos os estudos que tratam das interações entre este tipo de vegetação e o meio ambiente (MARANGON *et al.*, 2016).

A estrutura da Caatinga é muito complexa, há dificuldade até mesmo no estabelecimento de políticas de conservação da sua diversidade vegetal (SANTANA *et al.*, 2016). Segundo Pinto *et al.* (2011) para que o processo de regeneração natural seja eficiente é necessário que a área seja isolada de fatores de perturbação, para que assim os processos naturais possam acontecer, definindo características florísticas e estruturais.

A regeneração natural ocorre em uma área desmatada, queimada ou onde foi feito algum tipo de corte na vegetação, onde as primeiras espécies vegetais que se desenvolvem na área através do banco de sementes do solo, através de sementes dispersadas, pela regeneração de plântulas sobreviventes e pela rebrota de troncos danificados (AVILA, 2010). Para Alvarez-Yépiz *et al.* (2008) a rebrota é um fenômeno

fundamental para vegetações de climas tropicais, visto que as altas temperaturas prejudicam o plantio de mudas que podem ser utilizadas para se fazer a regeneração de determinadas áreas degradadas.

Atividades agropecuárias contribuem para a degradação de um ecossistema, pois a maioria dos agricultores realiza o corte raso e a queima da vegetação para realizar o plantio, posteriormente esta área é abandonada, pois sua produtividade baixa então a mesma fica em repouso para recomposição da vegetação nativa e da fertilidade do solo (NUNES *et al.*, 2009).

Segundo Figuéira *et al.* (2008) o corte raso de plantas da caatinga é feito na base do caule, sendo esperado que as reservas existentes nessa base sejam suficientes para favorecer a rebrota das plantas que sobreviverem, assim a planta cortada pode produzir rebrota logo após o corte, mas em muitos casos as plantas não resistem a chegada da estação seca, e as reservas existentes na base do caule cortado podem não ser suficientes para favorecer a produção de novas rebrotas.

Estudos que analisam a rebrota das espécies após o corte, são normalmente realizados dentro de um Plano de Manejo Florestal, principalmente daquelas exploradas para diversos fins e usos (SAMPAIO *et al.*, 1998; FABRICANTE *et al.*, 2009). Porém, Chazdon (2012) destaca que em áreas que já foram utilizadas para pastagem, as sementes dispersadas e o banco de sementes dos solos são as principais fontes para haver a regeneração. Há uma série de condições que podem definir o processo sucessional, como a utilização anterior da terra, as características edafoclimáticas, a distância da floresta primária e a disponibilidade de fauna (LUCENA; ALVES; BAKKE, 2017).

Certos ambientes que passaram por algum tipo de antropização possuem uma quantidade de sementes sem poder germinativo, e quanto maior a área degradada mais difícil será a chegada de sementes dispersadas, logo o processo de regeneração é demorado, a intensidade das atividades, pode ter prejudicado o solo quanto a sua nutrição e estrutura, limitando o crescimento de algumas espécies (AMJAD; ARSHAD; CHAUDHARI, 2014). Dependendo do tempo de vida das espécies da fase inicial, segundo Wirth *et al.* (2009) a vegetação pode ser restaurada dentro de 100 a 200 anos.

A realização de estudos relacionados à regeneração natural e a dinâmica de rebrota de espécies vegetais é de grande relevância, pois através destes, é possível

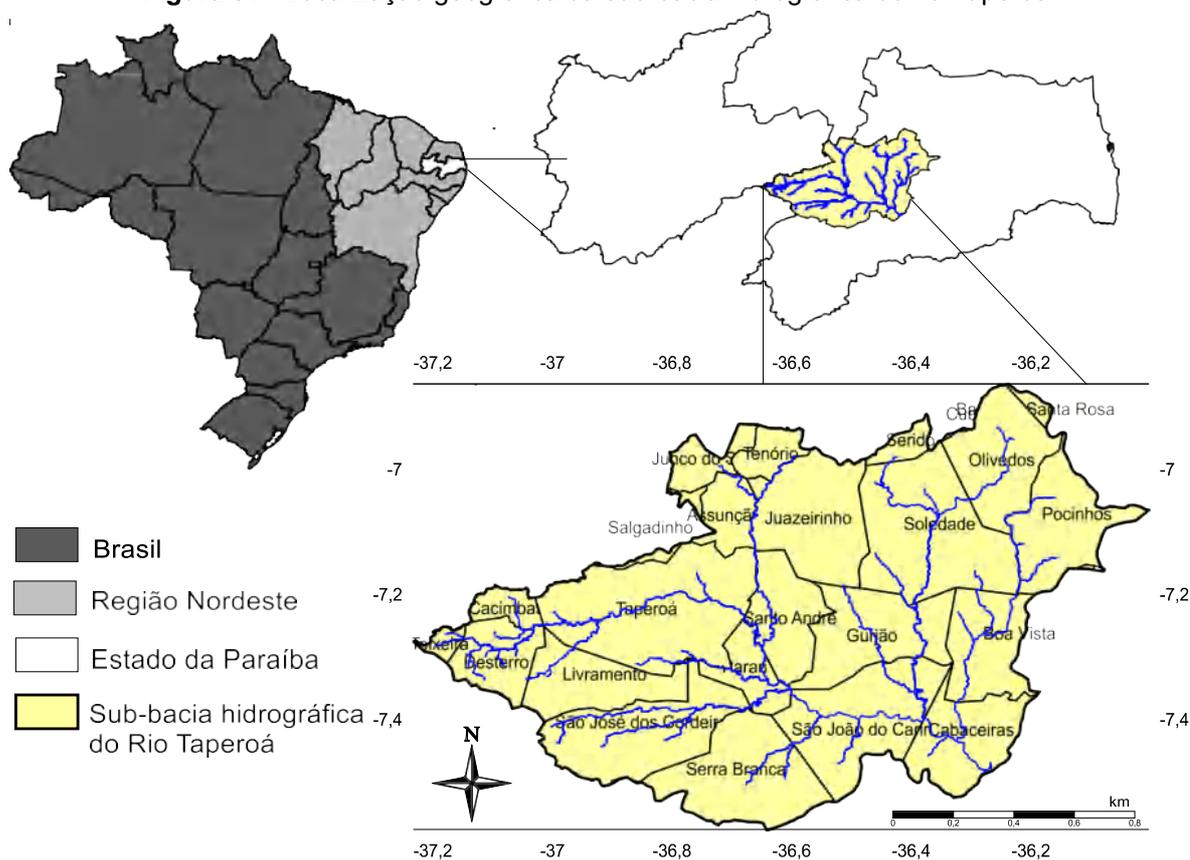
observar, a dominância e densidade de espécies presentes em uma região (MARAGON *et al.*, 2013). Segundo Pereira *et al.* (2001) o uso racional dos recursos florestais para qualquer ecossistema só deverá ser esboçado a partir do conhecimento de suas dinâmicas biológicas, sendo, por exemplo, imprescindível conhecer, como ocorrem os processos de regeneração natural diante das perturbações antrópicas.

3 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 (Figura 01). 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.

Figura 01 - Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá.



Fonte: Farias (2016).

O uso da terra na bacia do rio Paraíba é caracterizado intensivamente pela prática da agricultura e da pecuária, contudo há também uma grande porção ocupada por vegetação nativa remanescente de Caatinga (ARAÚJO *et al.*, 2009; MARCUZZO *et al.*, 2011).

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).

Geologicamente possui ocorrência de rochas vulcânicas e plutônicas de idades diversas, com exceção do litoral e região do baixo curso, onde surgem algumas áreas sedimentares, a amplitude altimétrica que varia de 0 a 1.710 metros, possuindo assim uma geomorfologia, que varia entre o suave ondulado, fortemente ondulado e regiões mais planas no baixo curso (MARCUIZZO *et al.*, 2011; ANDRADE; NUNES, 2014).

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba é considerada uma das mais importantes do Semiárido Nordeste, 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 *et al.*, 2017). Além da grande densidade demográfica, na bacia estão incluídas as cidades de João Pessoa, capital do Estado e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano (AGÊNCIA EXECUTIVA, 2017).

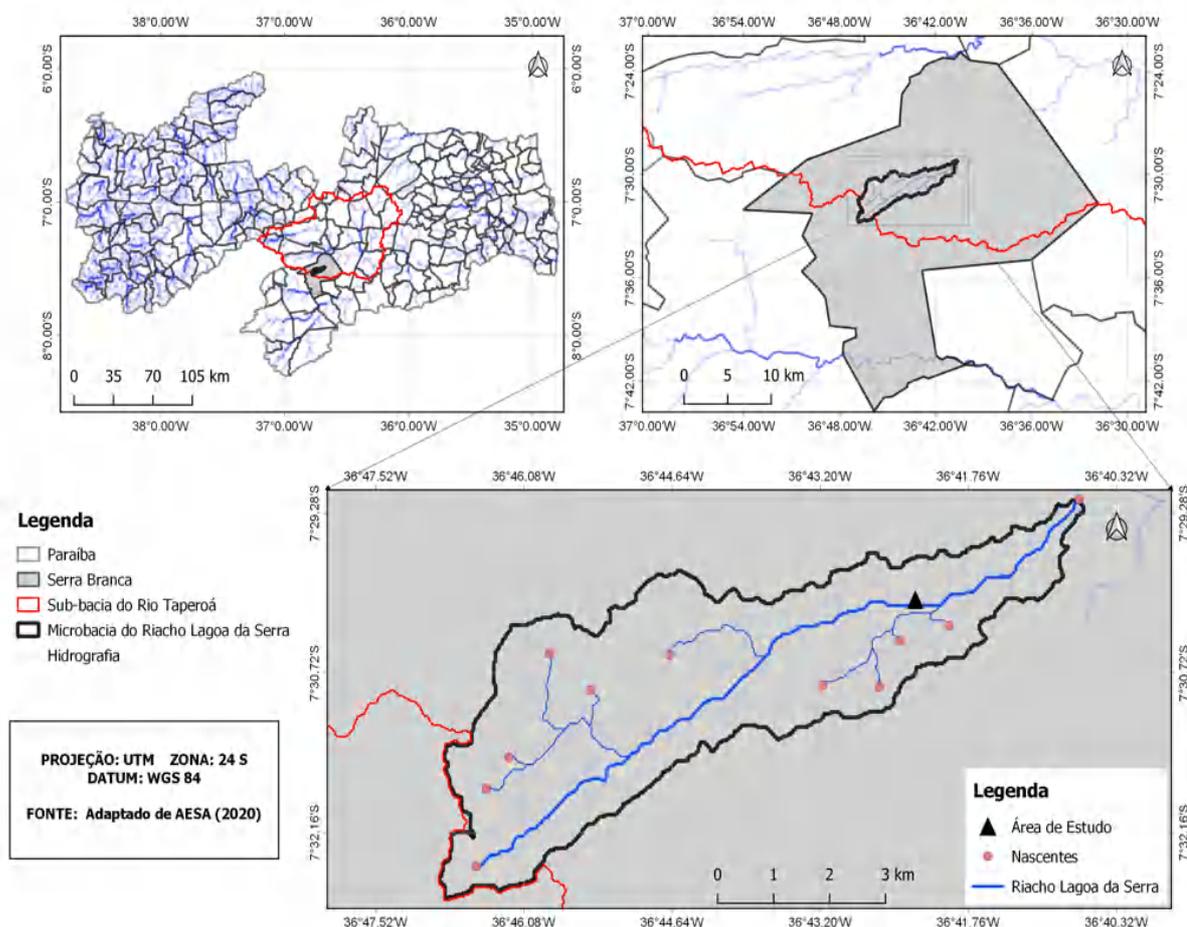
A sub-bacia do rio Taperoá, está localizada entre as coordenadas 06°51'47" e 08°18'11" de latitudes sul e entre 36°0'10" e 37°21'23" de longitude oeste, faz parte do território do Cariri paraibano, o qual possui os índices pluviométricos mais baixos de todo o estado (LACERDA; BARBOSA, 2018). Os aspectos 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 vinte e três 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 doze 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 (1948) 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 (Figura 02).

Figura 02 - Localização da área ciliar do riacho Lagoa da Serra na microbacia do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: (COSTA, 2020).

A área ciliar do riacho estudada 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. Neste espaço, a espécie *P. juliflora* apresenta-se dominante neste sistema natural (Figura 03).

Figura 03 – Área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra com a invasão de *P. juliflora* no município de Serra Branca, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



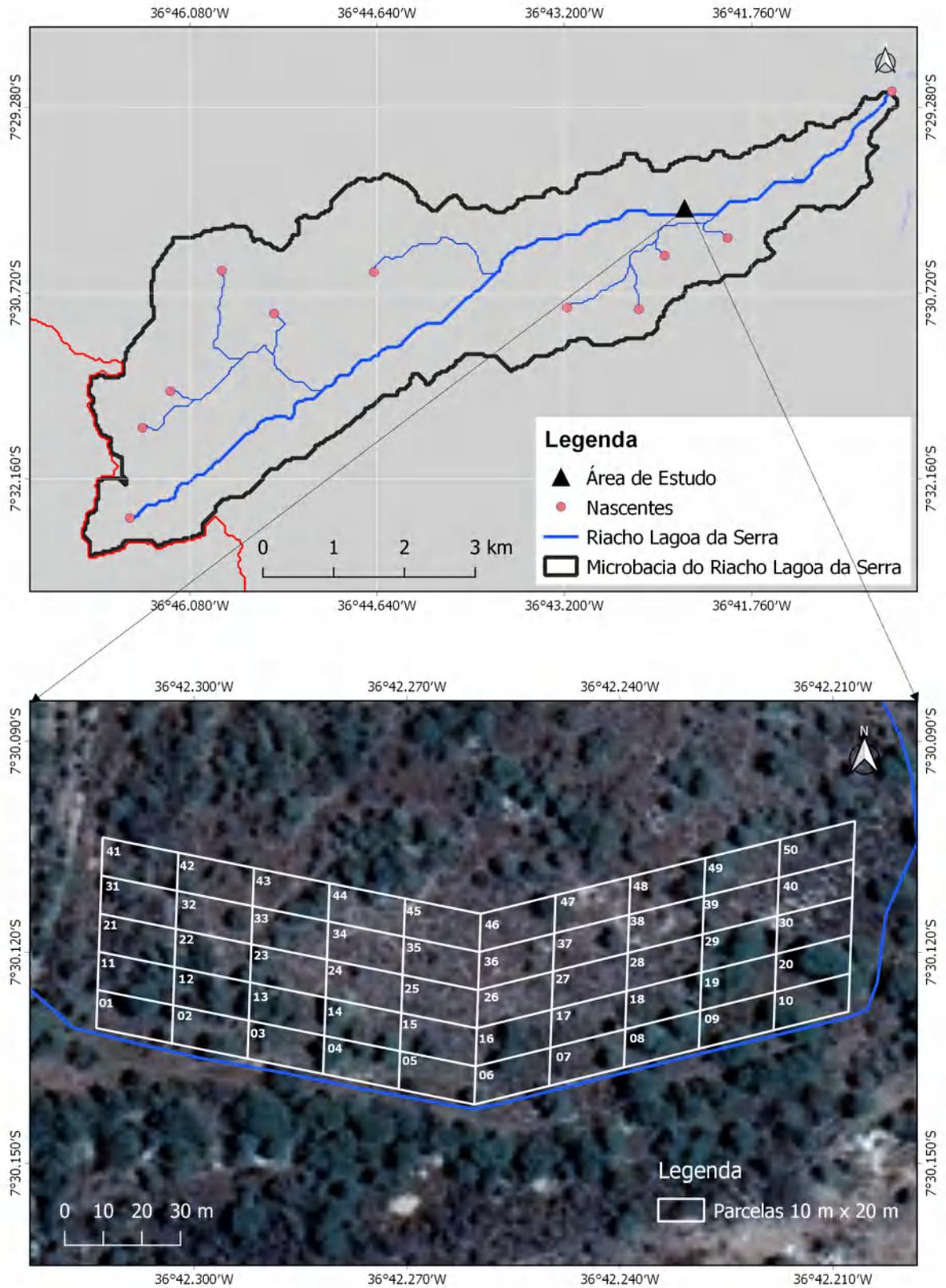
Fonte: Acervo da pesquisa.

Relacionado ao histórico de uso e ocupação, através das informações obtidas com os atores sociais presentes na área do entorno, registrou-se na referida área atividades agropecuárias realizadas durante aproximadamente cinco décadas, sofrendo assim com impactos negativos ocasionados pela ação antrópica, como o desmatamento e a queimada da vegetação. Nesse sentido, eram exploradas de forma predominante as culturas de milho, feijão e algodão e posteriormente à implantação de campineiras para pastejo dos rebanhos caprinos, ovinos e bovinos quando, provavelmente, teve início a invasão de *P. juliflora*. As atividades ao longo das margens do riacho foram cessadas a partir de 2013 quando a propriedade foi repassada para outro proprietário. Neste referido ano e considerando a invasão biológica de *P. juliflora* no sistema ciliar amostrado o novo proprietário executou a remoção dessa espécie através do manejo com corte ao nível do solo e queima. Após essa ação, o sistema ciliar ficou sem intervenção antrópica e assim processando-se a regeneração natural.

3.2 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 (Figura 04), totalizando uma área de 1 ha (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.

Figura 04 – Localização das parcelas para análise da comunidade vegetal na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: (COSTA, 2020).

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) – $\text{DNS} < 3 \text{ cm}$ (independente da altura) e rebrota (plantas oriundas de tocos) - $\text{DNS} \geq 3 \text{ cm}$ (independente da altura). Os dados levantados foram sistematizados em fichas de campo e anotados os valores de cada variável para cada indivíduo (Figuras 05, 06 e 07).

Figura 05 – Avaliação dos jovens regenerantes de *P. juliflora* na área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Figura 06 – Análise da dinâmica da rebrota de *P. juliflora* na área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Figura 07 – Levantamento dos tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* na área ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Para análise estrutural da população 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 (CIENTEC, 2006). Assim, foram caracterizados área basal e os parâmetros absolutos de densidade (DA) e frequência (FA) (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), de acordo com as equações 1, 2 e 3:

Área Basal

$$AB = \frac{P^2}{4\pi} \quad (1)$$

Onde:

P = perímetro do caule de um indivíduo (cm)

Densidade Absoluta

$$DA_i = \frac{N_i}{A} \quad (2)$$

Onde:

DA_i = Densidade Absoluta da espécie i

N_i = número de indivíduos da espécie i

A = área amostrada em hectare

Frequência Absoluta

$$FA_i = \left(\frac{n_i}{N_t} \right) \times 100 \quad (3)$$

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.

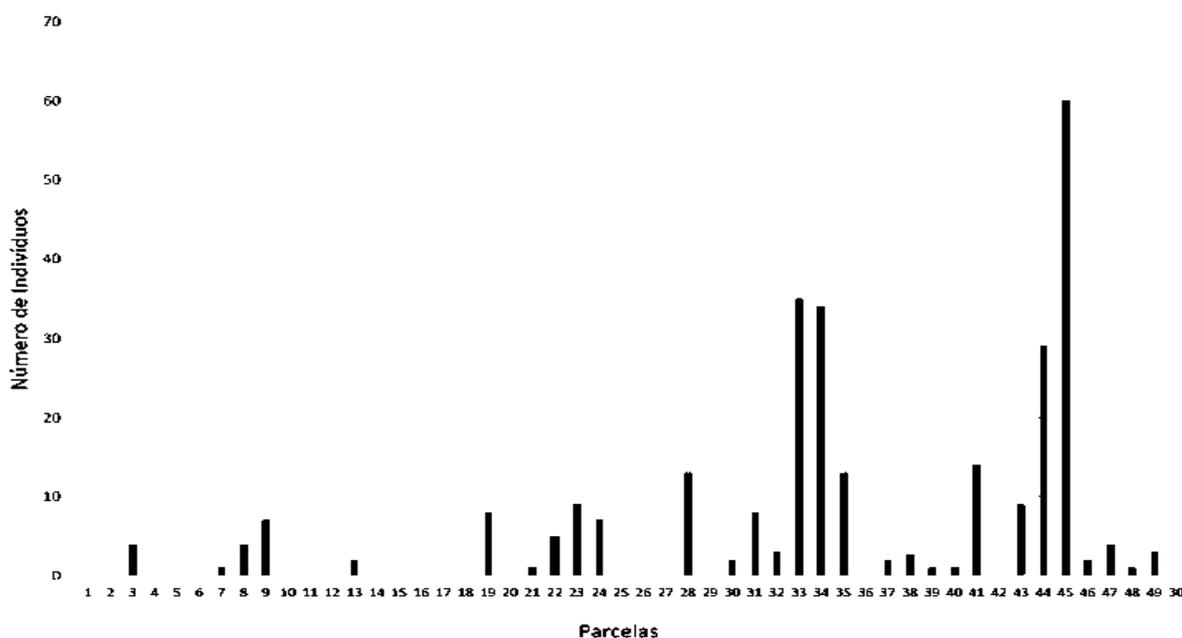
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO DOS INDIVÍDUOS REGENERANTES DE *Prosopis juliflora* (SW.) DC. NA ÁREA DE MATA CILIAR DEGRADADA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Registrou-se no levantamento de jovens regenerantes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC na área ciliar estudada um total de 285 indivíduos. Assim, a densidade absoluta (DA) na área amostrada ficou assim representada por 285 indivíduos.ha⁻¹.

Relacionado a frequência absoluta (FA) tem-se que considerando as 50 parcelas amostradas, os indivíduos jovens de *P. juliflora* foram registrados em 29 parcelas (Figura 08), representando 58% do total amostrado.

Figura 08 - Número de indivíduos por parcela amostrados no levantamento dos jovens regenerantes de *P. juliflora* na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

As parcelas que apresentaram a maior quantidade de indivíduos foram 45 (60 indivíduos), seguido pelas parcelas 33 (35 indivíduos), 34 (34 indivíduos), 44 (29 indivíduos) e 41 (14 indivíduos). Assim, apenas as três primeiras parcelas referenciadas anteriormente apresentaram número de indivíduos superior a 30. Considerando o intervalo entre 10 e 20 indivíduos, apenas as parcelas 28, 35 e 41 estão inseridas neste intervalo apresentando respectivamente 13, 13 e 14 indivíduos.

Das 50 parcelas estudadas, 22 apresentaram quantidade de indivíduos inferior a 10. Não foram identificados indivíduos em 21 parcelas.

Os dados apresentados são confirmados pelo estudo realizado por Shiferaw *et al.* (2004) sobre as características biológicas que promovem a invasão da *P. juliflora* no Nordeste da Etiópia. Estes autores constataram que essa espécie apresenta características biológicas que a tornam uma invasora potencial, sendo capaz de ocupar rapidamente novas áreas, até mesmo sob condições áridas. Nos trabalhos realizados por Andrade *et al.* (2010) e Araújo *et al.* (2019) também foi registrado a grande distribuição dos indivíduos jovens desta espécie nas áreas estudadas. Plantas do gênero *Prosopis* possuem sistemas radiculares que se desenvolvem rapidamente e podem atingir até 40 cm de comprimento em oito semanas, o que pode proporcionar uma melhor absorção de nutrientes e água em relação às espécies nativas (PASIECZNIK *et al.*, 2001).

Segundo Parker *et al.* (1999), a diminuição na importância das espécies nativas nos remanescentes é um dos principais reflexos dos processos de invasão biológica. A grande distribuição dos jovens regenerantes de *P. juliflora* pode estar associado conforme coloca Maciel Filho *et al.* (2013) sobre a grande influência biótica exercida pelos indivíduos de uma população vegetal, através da chuva de sementes e ainda em decorrência dos processos que envolvem a síndrome de dispersão.

Evidencia-se que a *P. juliflora* sendo uma espécie exótica e invasora tem sido constatada em vários trabalhos realizados em ecossistemas de Caatinga, sendo responsável por promover perdas na diversidade de espécies do Semiárido (PEGADO *et al.*, 2006; ANDRADE; FABRICANTE; OLIVEIRA, 2009, 2010).

Pegado *et al.* (2006) em seus estudos observaram a agressividade de *P. juliflora*, a qual está caracterizada como uma espécie invasora que domina os ambientes colonizados reduzindo drasticamente a participação das espécies nativas, ao ponto de eliminá-las por competição, impedindo que muitas delas se estabeleçam. Para esses autores fica evidente que a presença de *P. juliflora*, interfere de forma severa, no processo de estabelecimento e de colonização das espécies nativas.

Nesse sentido, Biondi e Pedrosa-Macedo (2008) ressaltam a preocupação com as espécies exóticas invasoras e colocam que estas são definidas como aquelas que ocorrem numa área fora de seu limite natural historicamente conhecido, através de dispersão acidental ou intencional por atividades humanas, sendo que atualmente são

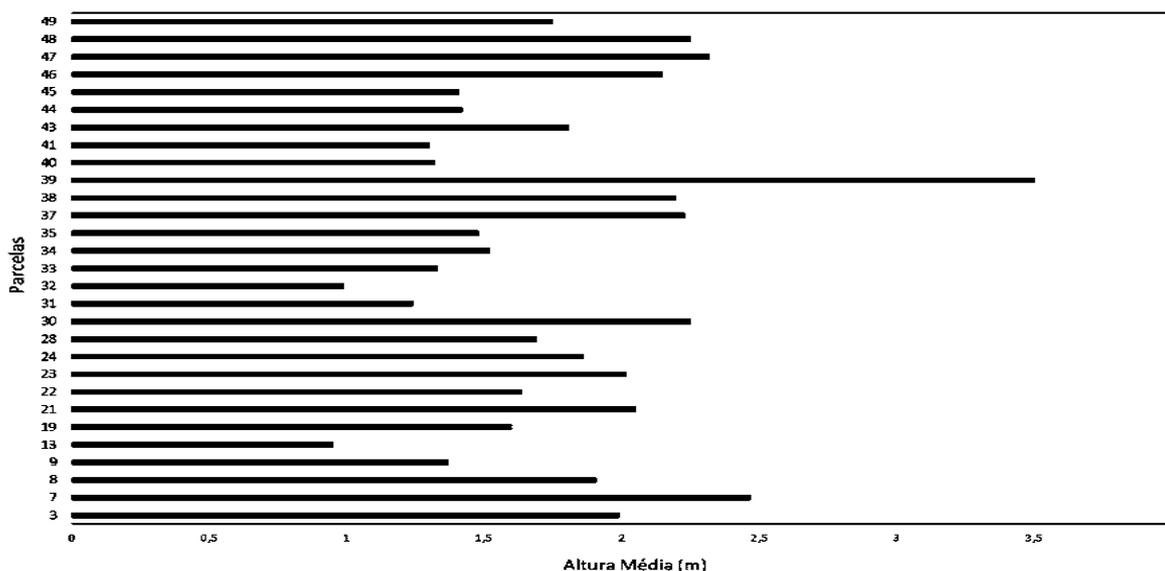
reconhecidas como a segunda causa mundial para a perda de diversidade biológica, perdendo apenas para a destruição de habitats e a exploração humana direta.

Fonseca *et al.* (2016) também registrou no seu trabalho a preocupação com a invasão biológica de *P. juliflora* a qual vem acarretando a degradação dos ecossistemas ciliares. A eficiência dos processos de ocupação dessa espécie é ressaltada por Felker (2003) quando coloca que um indivíduo produz cerca de 630.000 a 980.000 sementes por ano, onde as chances de germinação aumentam se forem consumidas por bovinos, pois as sementes são escarificadas ao passarem pelo trato digestório desses animais e são depositadas no solo junto com o esterco.

Assim, apesar das qualidades e vantagens que esta população vegetal apresenta, a falta de manejo adequado, a sua adaptação regional e a facilidade de dispersão promovida pelos rebanhos bovinos e de muares, vem contribuindo para a ocupação desordenada de extensas áreas na Caatinga, de modo que a diversidade e composição florística desse bioma pode ser alterado caso medidas eficientes de manejo dessa espécie não sejam adotados (PASIECZNIK *et al.*, 2001; PEGADO *et al.*, 2006).

Considerando a altura média registrada para os jovens regenerantes de *P. juliflora* o valor levantado ficou de 1,54 m. Analisando os 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 (Figura 09).

Figura 09 - Distribuição de altura média (m) dos indivíduos regenerantes de *P. juliflora* por parcelas amostradas na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



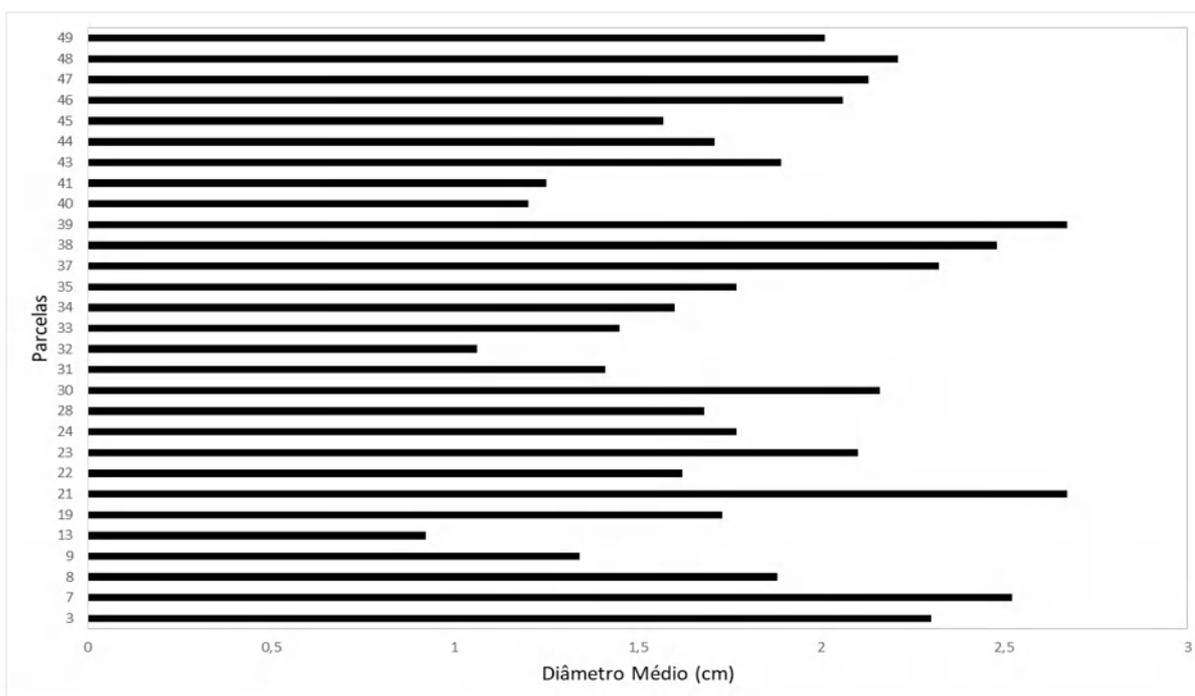
Fonte: Dados da pesquisa.

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). Considerando os intervalos amostrados por parcela o que apresentou as menores alturas médias foi o intervalo 0,95-1,0 (m), neste intervalo estão inseridas as parcelas número 13 (0,95 m) e 32 (0,99 m).

Para o intervalo 1-1,5 (m), estão inseridas 8 parcelas as quais possuem as seguintes alturas: parcela 08 (1,37 m), 31 (1,24 m), 33 (1,33 m), 35 (1,48 m), 39 (1,32 m), 41 (1,3 m), 44 (1,42 m) e 45 (1,41 m). No intervalo de 1,5-2,0 m, estão inseridas 9 parcelas as quais estão a seguir elencadas: parcela 03 (1,99 m), 08 (1,91 m), 19 (1,6 m), 22 (1,64 m), 24 (1,86 m), 28 (1,69 m), 34 (1,52 m), 43 (1,81 m) e 49 (1,75 m). O menor número de parcelas foi identificado no intervalo de 2,5-3,5 (m) com apenas uma parcela a 39 com altura média de 3,5 (m).

O diâmetro médio registrado para os jovens regenerantes de *P. juliflora* ficou com o valor de 1,65 cm. Relacionado a distribuição de diâmetro médio (cm) dos indivíduos regenerantes de *P. juliflora* por parcelas amostradas, observou-se uma variação nos diâmetros nos intervalos 0,92 a 2,67 (cm) (Figura 10).

Figura 10 - Distribuição do diâmetro médio (cm) dos indivíduos regenerantes de *P. juliflora* por parcelas amostradas na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

No intervalo de 1,5-2,0 (cm), foi onde houve maior variação de diâmetros neste intervalo estão inseridas 10 parcelas (08,19, 22, 24, 28, 34, 35, 43, 44 e 45). Considerando o intervalo 1-1,5 (cm), nele estão inseridas 6 parcelas 09, 31, 32, 33, 40 e 41. O intervalo que apresentou menor valor de diâmetro médio foi o intervalo 0,5-1,0 (cm), neste está inserida apenas a parcela de número 13 (0,92 cm).

Assim, a análise da distribuição diamétrica se mostra relevante porque como considerada por Campos e Landgraf (2001), a regeneração natural se inicia com a maturação e germinação da semente, atingindo o estágio de crescimento que suporta a concorrência com as outras espécies, sendo que a permanência de uma determinada espécie em uma floresta depende do número de indivíduos e de sua distribuição nas classes de diâmetro. Ao analisar a distribuição diâmetros é possível inferir sobre o passado e o futuro das comunidades e/ou populações vegetais (SCOLFORO; FIGUEIREDO FILHO, 1998; PULZ *et al.*, 1999). A interpretação através de histogramas de frequências de classes indica a atual situação e possíveis perturbações passadas (FABRICANTE, 2007).

Relacionado a parâmetros fitossociológicos de Densidade Absoluta (DA) e Frequência Absoluta (FA) por classes de tamanho da regeneração natural, estes encontram-se a seguir apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Parâmetros fitossociológicos da população de *P. juliflora* em relação às classes de tamanho da regeneração natural referente ao levantamento realizado na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.

Classes de Tamanho da Regeneração Natural	DA (ind./ha)	FA (%)
Classe 1 (0,05 - 0,50 m)	24	12
Classe 2 (0,51 - 1,00 m)	40	24
Classe 3 (1,01 - 1,50 m)	85	38
Classe 4 (h > 1,51 m e DNS < 3,0 cm)	136	50

Fonte: Dados da pesquisa.

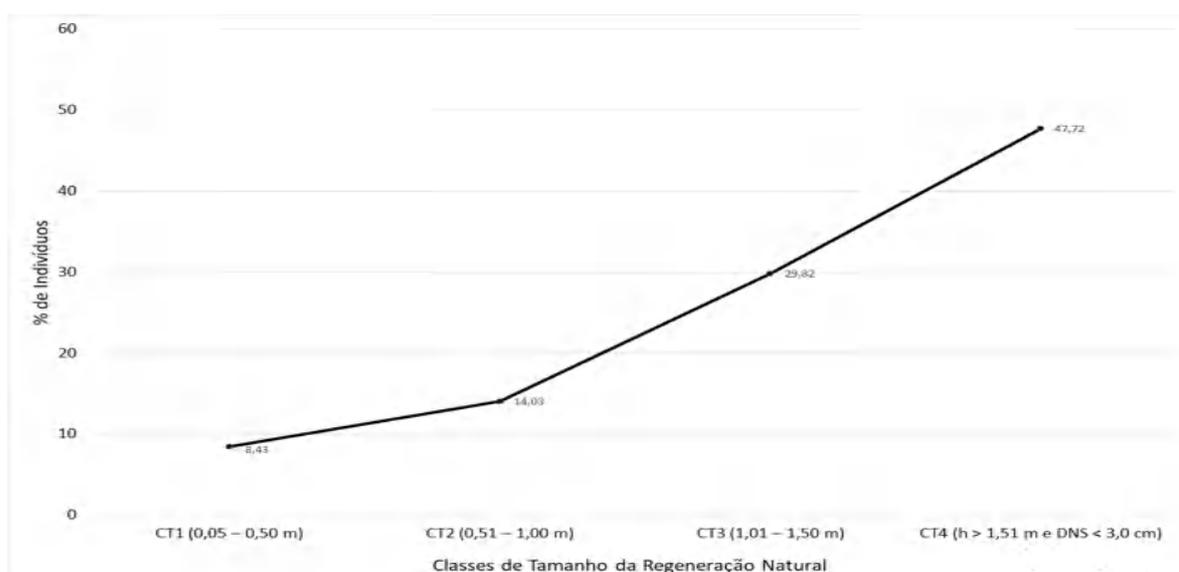
Considerando os valores de parâmetros fitossociológicos obtidos associados as classes de tamanho da regeneração natural (Tabela 01), observou-se que a classe que apresentou maiores valores de densidade absoluta foi a classe 4 (h > 1,51 m e DNS < 3,0 cm), com valores de 136 ind./ha, seguidos da Classe 3 (1,01 - 1,50 m), com valores de 85 ind./ha e da Classe 2 (0,51 - 1,00 m), com valores de 40 ind./ha. A classe que apresentou os menores valores de densidade absoluta foi a Classe 1 (0,05 - 0,50 m).

Para Silva *et al.* (2011) o padrão espacial das espécies em uma floresta é influenciado por variáveis abióticas como relevo, disponibilidade de luz, nutrientes e água, e as características do solo, enquanto as bióticas destacam-se os processos que são dependentes da densidade, como a competição, a ocorrência de doenças, a fenologia e dispersão de sementes. A investigação do padrão espacial, segundo suas classes de tamanho, e segundo suas espécies mais abundantes, fornece informações sobre a estrutura da comunidade vegetal (CAPRETZ, 2004).

Observando os valores de frequência absoluta (Tabela 01) verifica-se que a classes de tamanho da regeneração natural que apresentou maior valor foi a classe 4 (50%), seguido das classes 3 (38%), 2 (24%) e classe 1 (12%), que apresentou o menor de frequência absoluta. Relacionado a estes dados tem-se ratificado a relevância da distribuição por classes de tamanho da regeneração natural, uma vez que a regeneração natural de espécies só ocorre em uma comunidade florestal se houver, produção de sementes, estabelecimento das plântulas, sobrevivência de mudas e do recrutamento (YADAVAND; GUPTA, 2009).

De modo geral, analisando a distribuição percentual do número de indivíduos por classe de tamanho (Figura 11) observou-se o aumento do número de indivíduos jovens de *P. juliflora* com o aumento das classes.

Figura 11 – Percentual de indivíduos de *P. juliflora* em relação às classes de tamanho da regeneração natural referente ao levantamento realizado na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano. CT1 = classe de tamanho 1 (0,05 – 0,50 m), CT2 = classe de tamanho 2 (0,51 – 1,00 m), CT3 = classe de tamanho 3 (1,01 – 1,50 m), CT4= classe de tamanho 4 (h > 1,51 m e DNS < 3,0 cm).



Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando as informações presentes na Figura 11 observa-se que a classe que apresenta maior percentual de indivíduos é a classe CT4 com (47,72%), seguida das classes CT3 (29,82%), CT2 (14,03%) e a classe que apresentou menor percentual comparando com as demais classes foi CT1 com apenas (8,43%) dos indivíduos.

Com base nas informações é possível identificar que a classe CT4 se compõe de quase metade dos indivíduos amostrados, fazendo uma relação com as demais classes o somatório das outras classes tem-se um valor de 52,28%, então é possível observar que existe uma predominância de indivíduos com altura $>1,5\text{m}$ e $\text{DNS} < 3,0\text{ cm}$.

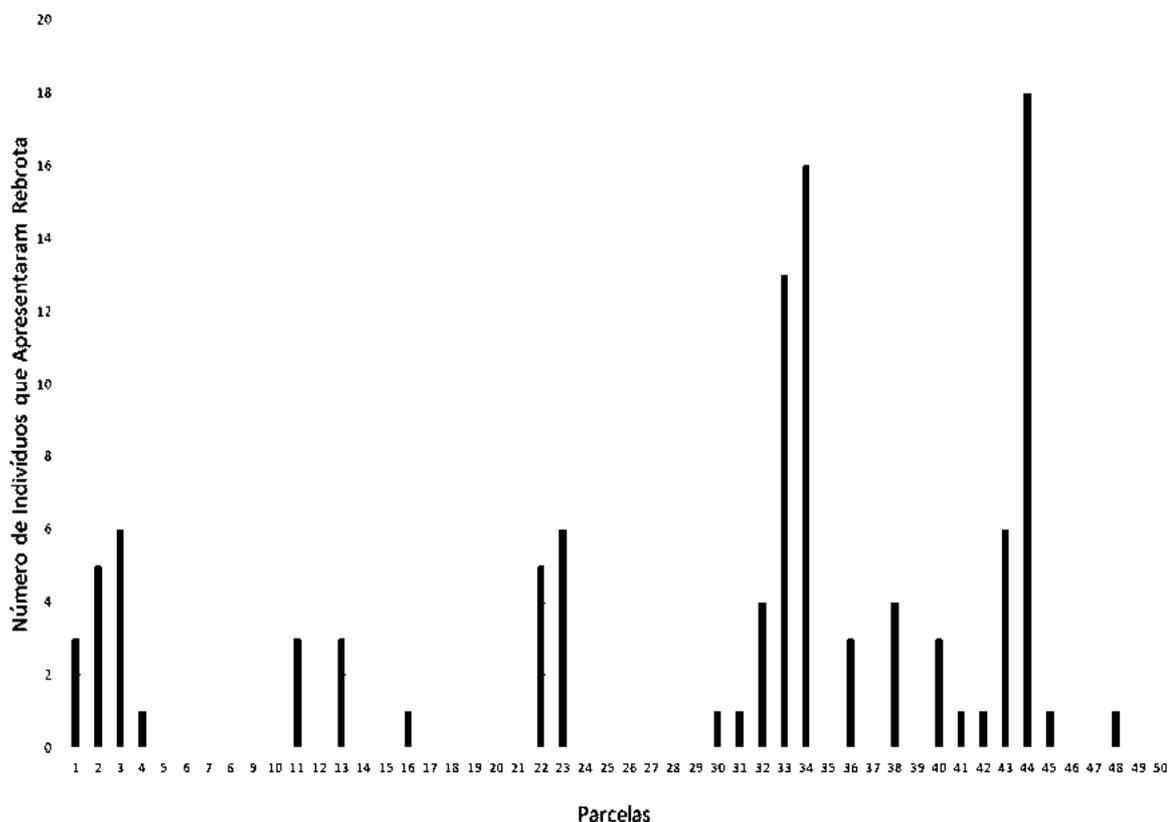
Assim, os dados gerados ressaltam que o processo de regeneração da espécie na área em questão está bem avançado e apresenta indivíduos de porte considerável de altura e diâmetro bem desenvolvidos. Gama, Botelho e Bentes-Gama (2002) destacam que a regeneração natural ocorre devido a interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal, fazendo parte do ciclo de crescimento da floresta e se inicia nas fases de seu estabelecimento e desenvolvimento, dessa forma o conjunto de indivíduos jovens que serão recrutados, perpetuando um sistema natural.

4.2 ANÁLISE DA DINÂMICA DA REBROTA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. NA ÁREA DE MATA CILIAR DEGRADADA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Nas 50 parcelas inventariadas foram amostrados 106 indivíduos vivos que apresentaram rebrota. Assim, a densidade absoluta (DA) na área amostrada ficou assim representada por 106 indivíduos. ha^{-1} . A área basal total da rebrota foi de 2,12 $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Estudos de área basal se mostram relevantes uma vez que estes estão relacionados ao crescimento e a produção de biomassa nos ecossistemas florestais (SCOLFORO; FIGUEIREDO FILHO 1998).

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 (Figura 12). Segundo Ziller e Galvão (2002) as plantas invasoras formam maciços populacionais, possuindo uma boa capacidade de multiplicação, além das vantagens competitivas.

Figura 12 - Número de indivíduos vivos que apresentaram rebrota por parcela no levantamento de *P. juliflora* na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.

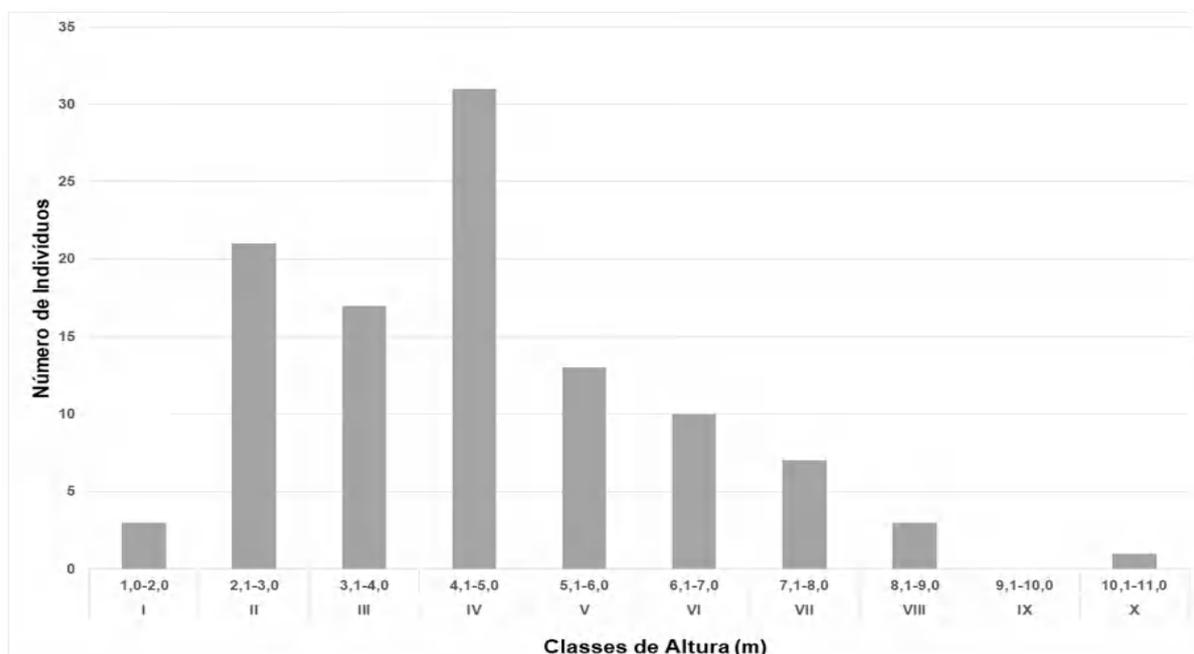


Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, observa-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). Registra-se que 13 parcelas apresentaram número abaixo de 04 indivíduos. O número de parcelas onde não se identificou indivíduos com rebrota, foi de 27 parcelas, representando desta forma 54% do total de parcelas amostradas onde não foi identificado indivíduos com rebrota.

Considerando a altura média registrada para a rebrota de *P. juliflora* o valor registrado foi de 4,69 m. Particularmente 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 (Figura 13).

Figura 13 – Classes de altura (m) da rebrota de *P. juliflora* amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



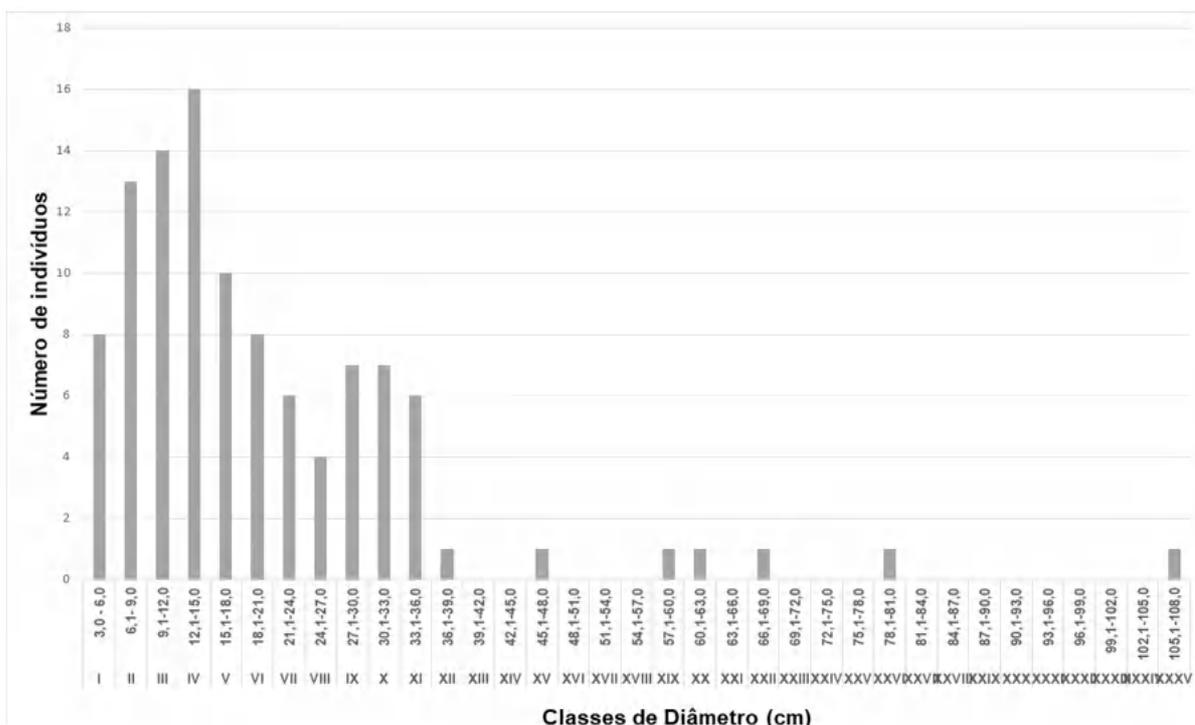
Fonte: Dados da pesquisa.

A classe que apresentou o maior número de indivíduos foi a classe IV, que está inserida no intervalo de 4,1-5,0 m, onde 29,24% dos indivíduos amostrados está presente. As classes com menores quantidade de indivíduos foram classes I (1,0-2,0 m) e classe VIII (8,1-9,0 m) com três indivíduos cada e classe X (10,1-11,0 m) com apenas um indivíduo. A classe IX (9,1-10,0 m) não apresentou nenhum indivíduo.

Para SCOLFORO *et al.* (1998) as classes de altura que apresentaram maiores quantidade de indivíduos está associado a caracterização do banco de plântulas-estoque no ambiente permitindo o restabelecimento de novos indivíduos. Seitz e Jankovski (1998) colocam que toda vegetação passa por algum processo de regeneração natural, onde ocorre a renovação das espécies que desenvolvem mecanismos permitindo sua permanência e evolução no sistema natural. De acordo com os mesmos autores para que exista a evolução de uma espécie arbórea, a regeneração natural se constitui como sendo um dos elementos mais importantes desse processo, pois está relacionada com o ambiente em que se desenvolve e com a comunidade que interage. Em ambientes Semiáridos, a maioria das espécies tem uma alta capacidade de rebrota após o corte (SAMPAIO *et al.*, 1998).

O diâmetro médio registrado para a rebrota de *P. juliflora* ficou com o valor de 20,18 cm. Analisando as classes de diâmetro da rebrota *P. juliflora*, observou-se uma variação nas classes nos intervalos de 3,0-6,0 cm a 105,1-108,0 cm (Figura 14). Assim, 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.

Figura 14 - Classes de diâmetro (cm) da rebrota de *P. juliflora* amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

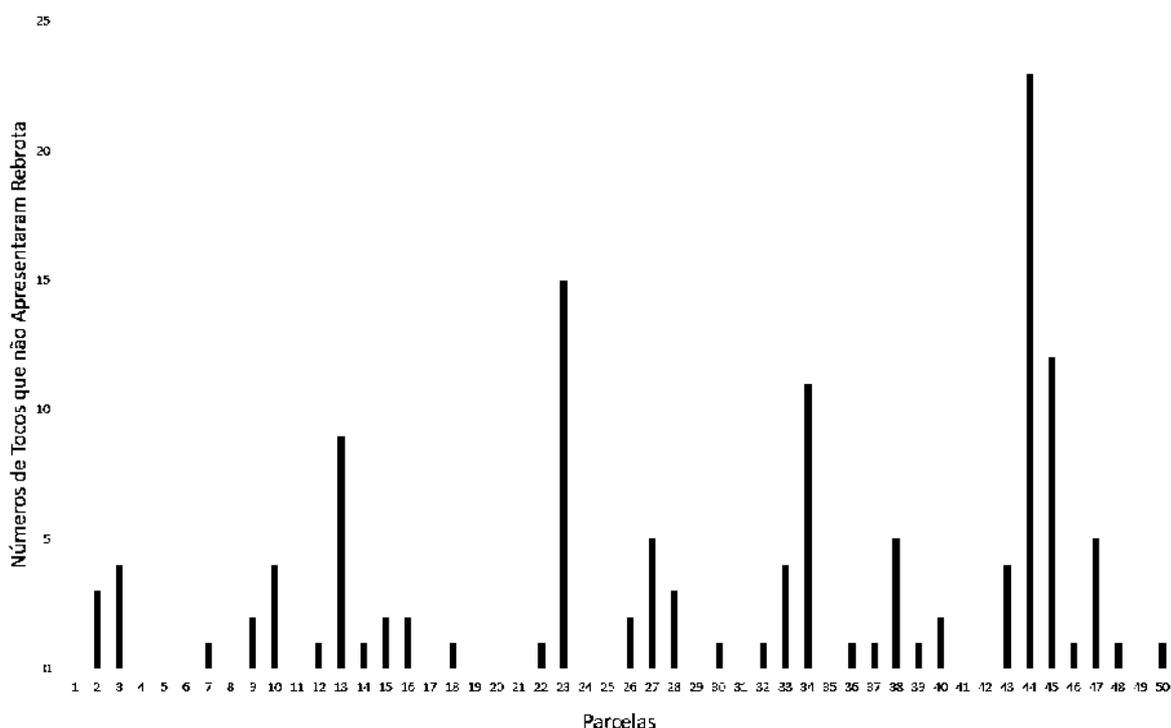
A interpretação nas medidas de diâmetro das espécies em classes de frequências, permite mostrar a situação atual da vegetação e indica possíveis perturbações passadas, como exploração madeireira, cortes seletivos, incêndios e desmatamentos (FELFILI, 1997). Segundo Paula *et al.* (2004), a estrutura diamétrica é uma ferramenta utilizada para a compreensão da sucessão e tem sido utilizada frequentemente em trabalhos de manejo florestal. De acordo com Siminski *et al.* (2004), a distribuição das classes de diâmetro permite se fazer uma avaliação prévia

de dinâmicas da floresta, permitindo a realização de previsões futuras quanto ao desenvolvimento da comunidade vegetal. Com base nesta estrutura, pode-se observar se uma vegetação está balanceada através da identificação de classes em que existe déficit ou superávit de árvores (SCOLFORO; MACHADO; SILVA, 1997).

4.3 LEVANTAMENTO DOS TOCOS QUE NÃO APRESENTARAM REBROTA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. NA ÁREA DE MATA CILIAR DEGRADADA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

No total de parcelas inventariadas foram registrados 130 tocos de *P. juliflora* que não apresentaram rebrota. Relacionado a frequência absoluta (FA) tem-se que considerando o total das 50 parcelas amostradas, os tocos que não apresentaram rebrota foram registrados em 32 parcelas, representando 64% das parcelas amostradas (Figura 15).

Figura 15 - Número de tocos que não apresentaram rebrota por parcela no levantamento de *P. juliflora* na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

A maior quantidade de tocos que não apresentaram rebrota estão presentes na parcela 44 (23 indivíduos), seguida pelas parcelas 23 (15 indivíduos), 45 (12 indivíduos), 34 (11 indivíduos) e 13 (9 indivíduos). As demais parcelas apresentaram quantidade de tocos inferior ou igual a cinco. Considerando os intervalos que representam a quantidade de tocos por parcelas, observa-se que a maior quantidade de tocos está inserida no intervalo de 1 - 5 de forma que das 50 parcelas amostradas, 27 apresentam tocos inseridos nesse intervalo.

A sazonalidade climática é um fator que influencia na sobrevivência, produtividade e capacidade de rebrota das plantas de diferentes formações vegetais (ANDREIS *et al.*, 2005), principalmente naquelas consideradas secas e marcadas por longos períodos de estiagem (ARAÚJO; CASTRO; ALBUQUERQUE, 2007).

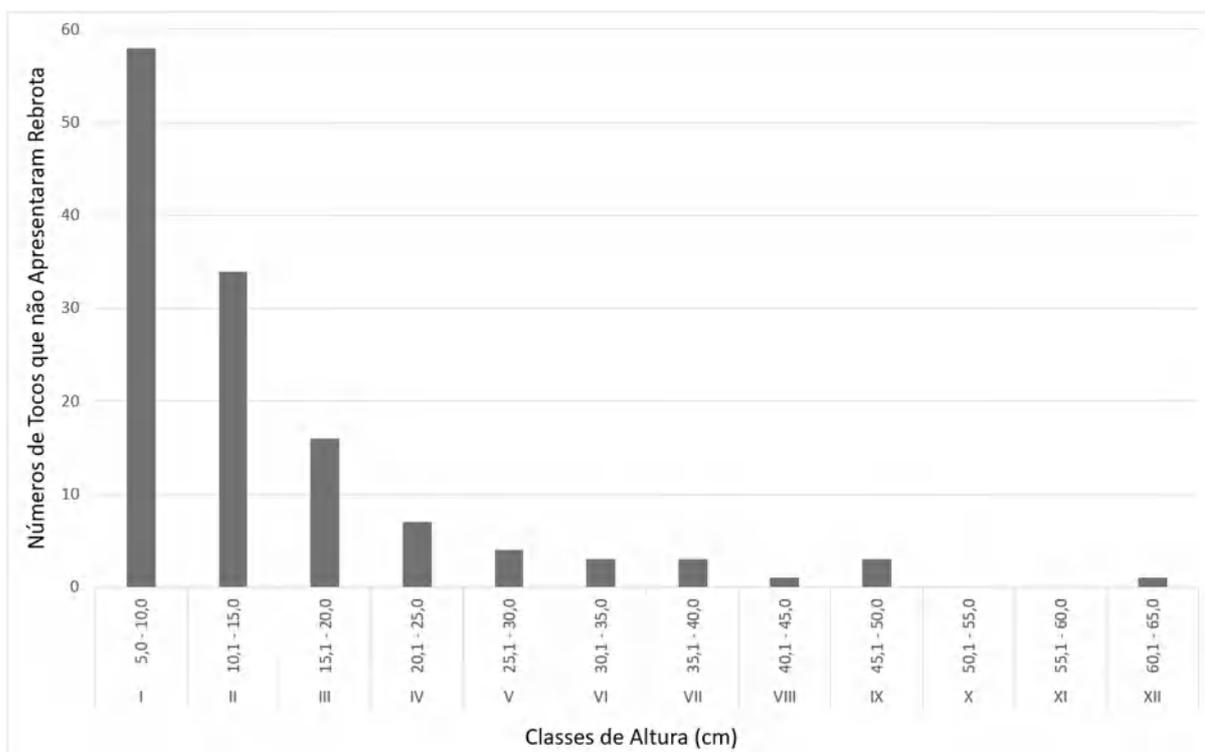
Alguns fatores são considerados em relação a capacidade de rebrota e sobrevivência de espécies arbóreas, como o estágio de crescimento em que a planta está, altura de corte da planta, os níveis de substâncias de reserva alocados e os efeitos das variações climáticas que ocorrem ao longo do ano, estes afetam diretamente a capacidade de rebrota e sua persistência COSTA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2012).

Assim, importante se faz a utilização de métodos de controle da *P. juliflora* os quais podem não somente conter sua invasão em uma área, como também pode reduzir os danos provocados sobre a biota nativa, criando condições para que as espécies nativas possam se regenerar e se estabelecerem novamente nos nichos ocupados (WEBSTER; JENKINS; SHIBU, 2007).

Gonçalves *et al.* (2015) ao estudar *P. juliflora* observou que a não rebrota da espécie ocorre devido, ao estresse sofrido pela execução do corte ou por fatores fisiológicos como baixo conteúdo de reserva de carboidratos acumulado nas raízes para o crescimento de brotos, visto que isso acontece com plantas que se encontram em fase de florescimento e frutificação.

Considerando a altura média registrada para os tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* o valor registrado foi de 14,85 cm. Analisando as classes de altura dos tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* observou-se, de modo geral, a formação de J invertido nas classes nos intervalos de 5,0-10,0 cm a 60,1-65,0 cm (Figura 16).

Figura 16 – Classes de altura (cm) dos tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

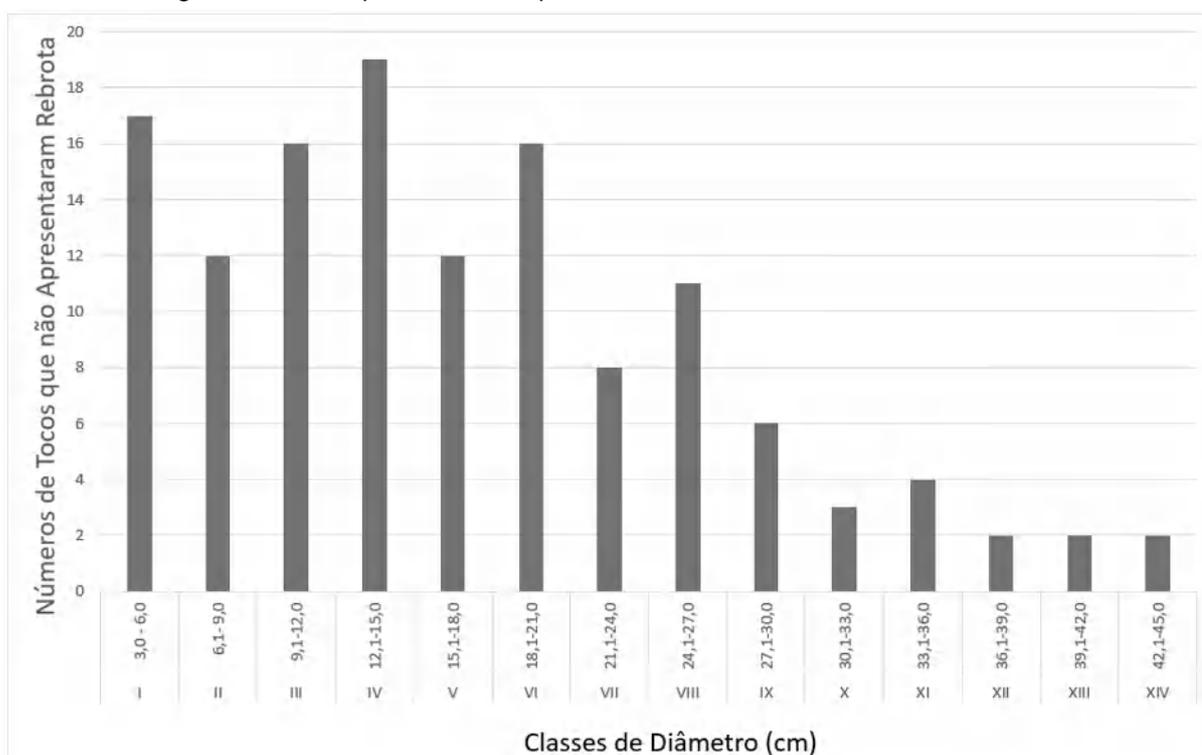
Assim, os dados apontam que a maior quantidade de tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* estão inseridos nas classes que apresentam menores alturas, indicando que o corte realizado nas plantas foi realizado próximo ao nível do solo de forma que se aproveite melhor a madeira e evitando que ocorra o rebrotamento. Nesse sentido, Luoga, Witkowski e Balkwill (2004) colocam que para determinadas espécies de florestas secas do mundo, plantas com maior tamanho de caule têm possibilitado maior produção de rebrota quando comparado com plantas de menores tamanhos de caule. Ferrari, Ferreira e Silva (2004) também observaram que tocos com menores alturas de corte apresentam maior taxa de mortalidade. Medeiros (2002) analisando a altura de rebrotas observou que os tocos apresentam maior facilidade de rebrota quando são submetidos a um corte de 1,0 m.

A retirada de determinados tipos de vegetação para consumo de lenha e carvão e a capacidade de rebrota das plantas após o corte têm sido estudadas em diferentes florestas do mundo com o objetivo de avaliar o potencial de resiliência que elas apresentam (SAMPAIO *et al.*, 1998; FRANCELENO *et al.*, 2003; LUOGA; WITKOWSKI; BALKWILL, 2004).

O diâmetro médio registrado para os tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* ficou com o valor de 16,88 cm.

Particularmente relacionado as classes de diâmetro dos tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* (Figura 17) observou-se a classe que apresentou os maior quantidade foi a classe IV (12,1-15,0 cm), seguida pela classe I (3,0-6,0 cm), classe III (9,1-12 cm) e VI (18,1-21,0 cm). As menores quantidades de tocos sem rebrota foram identificados nas classes de diâmetros XII, XIII, XIV. Assim, observou-se que a maior quantidade de indivíduos que não apresentaram rebrota estiveram concentrados nas classes de menores diâmetros.

Figura 17 - Classes de diâmetro (cm) dos tocos que não apresentaram rebrota de *P. juliflora* amostrada na mata ciliar degradada do riacho Lagoa da Serra no município de Serra Branca em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

Miranda (2002) observaram taxas de mortalidade de indivíduos elevada que apresentam diâmetro ≥ 5 cm, em áreas de cerrado. A concentração da maior quantidade de tocos inseridos nas menores classes de diâmetros está de acordo com os resultados encontrados por, Medeiros e Miranda (2005) que registraram em áreas de cerrado mortalidade em 22,5% dos indivíduos com diâmetros variando de 2,0 a 30 cm. Os autores observaram que a maior parte dos indivíduos que sofreram morte

estavam inseridos nas menores classes de altura e diâmetro, onde 94% dos indivíduos mortos apresentavam diâmetro inferior a 5,0 cm e cerca de 98% apresentavam altura inferior a 2,0 m. Figuerôa *et al.* (2008) também destacam que uma planta cortada pode produzir rebrota logo após o corte, mas esta pode morrer com a chegada da estação seca, e as reservas existentes na base do caule cortado podem não ser suficientes para favorecer a produção de novas rebrotas.

4 CONCLUSÃO

No levantamento dos jovens regenerantes identificou-se a presença de indivíduos em 58% das parcelas estudadas, o que indica a capacidade elevada de disseminação que a espécie já apresenta na área estudada. Observou-se que a altura média foi 1,54 m e o diâmetro médio 1,65 cm. Esses valores evidenciam um desenvolvimento acelerado dos indivíduos regenerantes na área. As classes de tamanho da regeneração natural mostraram que a maioria dos indivíduos regenerantes já apresenta um grau considerável de desenvolvimento de sua estrutura. O maior percentual de indivíduos regenerantes foi identificado na classe de altura de regeneração que apresenta maiores valores de altura e diâmetro.

Considerando a dinâmica da rebrota foram identificados indivíduos em 23 das 50 parcelas estudadas, dessa forma é notável o potencial da rebrota da espécie, mesmo após sofrer algum tipo de intervenção em sua estrutura. Com base nos valores de altura e diâmetro identificados nos indivíduos que apresentaram rebrota foi observado que a rebrota já está em um grau de desenvolvimento bem avançado na área.

No levantamento dos tocos que não apresentaram rebrota foi identificado que das 50 parcelas estudadas foi registrado tocos em 32 parcelas. Considerando as classes de altura dos tocos a maior quantidade foram identificadas nas primeiras classes de altura o que indica que quanto menor a altura de corte, menor será o potencial de rebrota dos tocos. Relacionado as classes de diâmetro foi identificado que indivíduos inseridos nas menores classes, ou seja, indivíduos mais finos apresentam menor capacidade de rebrotar.

Portanto, os dados registrados nesse estudo se mostram relevantes para o conhecimento sobre a regeneração natural e a dinâmica de rebrota da *P. Juliflora*, o que possibilita o direcionamento de estratégias de seu manejo em matas ciliares degradadas ao longo de riachos intermitentes em áreas de Caatinga, visando a conservação dos recursos hídricos associados nesses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- ADAMATTI, D. F. **Inserção de jogadores virtuais em jogos de papéis para uso em sistema de apoio a decisão em grupos: Um Experimento no Domínio da Gestão dos Recursos Naturais**. 2007. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-07012008-154915/pt-br.php>
- 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.
- ALCÂNTARA, L. A.; SILVA, M. C. A.; ARAUJO, R. K.; NISHIJIMA, T. Práticas de educação ambiental na gestão de recursos hídricos, **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v 5, n. 5, p. 741-748, Sep. 2012.
- 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.
- ÁLVAREZ-YÉPIZ, J. C.; MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; BÚRQUEZ, A.; LINDQUIST, C. Variação na estrutura da vegetação e propriedades do solo relacionadas ao histórico de uso da terra de florestas antigas e secas tropicais secundárias no noroeste do México. **Ecologia e Manejo Florestal**, v. 256, n. 3, pág. 355-366, 2008.
- AMJAD, M. S.; ARSHAD, M.; CHAUDHARI, S. K. Structural diversity, its components and regenerating capacity of lesser Himalayan forests vegetation of Nikyal valley District Kotli (A.K), Pakistan. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 7, n. 1, p. 454- 460, 2014.
- ANDRADE L. A. **Os impactos provocados pela invasão da algaroba na caatinga nordestina**. Areia: UFPB/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004.
- ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço|UFVJM**, p. 28-39, 2014.
- ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. de. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC.(Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 32, n. 3, p. 249-255, 2010.
- ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, n. 4, v. 23, p. 935-943, 2009.
- ANDRADE, T. M. **Regeneração de espécies arbóreas em clareiras antropizadas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá- RDSM, Amazônia Central**. 2012. 91 f. Tese (Doutorado em Fisiologia vegetal, Fitogeografia, Sistemática

e Taxonomia vegetal, Botânica aplicada, Biologia vege) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012. Disponível em: <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1028>.

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

ANDREIS, C.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; MACHADO, A. A., VACCARO, S.; CASSAL, C. Z. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v. 29, p. 55-63, 2005.

ARANHA, B. A.; LIMA, P. C. F.; 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.

ARAÚJO, A. N.; BAKKE, I. A.; SANTOS VASCONCELOS, G.; SILVA, R. M.; SILVA MARTINS, K. B.; SANTOS FERNANDES, S. P. Regeneração Natural de algaroba (*Prosopis Juliflora* (Sw.) Dc.) no Horto Florestal do CSTR/UFCEG, Patos-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 4, p. 318-324, 2019.

ARAÚJO, H. J. B. **Acervo arbóreo madeireiro das áreas sob manejo florestal comunitário do Projeto de Colonização Pedro Peixoto**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 49p. (Documentos, 139). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139216/1/25934.pdf>

ARAÚJO, L. E.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian caatinga—A review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecosystems and communities**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2007.

ARAÚJO, L. E.; SANTOS, M. J.; DUARTE, S. M.; OLIVEIRA, E. M. Impactos ambientais em bacias hidrográficas—Caso da Bacia do Rio Paraíba. **Tecno-lógica**, v. 13, n. 2, p. 109-115, 2009.

ARAÚJO, S. M. S. DE. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. Rios Eletrônica-**Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 88-98, 2011.

ATTANASIO, C. M.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. **Adequação ambiental de propriedades rurais recuperação de áreas degradadas restauração de matas ciliares (Apostila de Recuperação)**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2006.

AVILA, A. L. D. **Mecanismos de regeneração natural e estrutura populacional de três espécies arbóreas em remanescente de Floresta Ombrófila Mista**. 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8664>

BACCI, D. D. L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.

BAPTISTA, N. D. Q.; CAMPOS, C. H. Possibilidades de construção de um modelo sustentável de desenvolvimento no Semiárido. *In*: CONTI, I.L; SCHROEDER, E.O. **Convivência com o Semiárido Brasileiro: autonomia e protagonismo social**. Brasília: Editora IABS, 2013.

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.

BENHAM, B. L.; YAGOW, G.; CHAUBEY, I.; DOUGLAS-MANKIN, K. R. Avanços na Gestão de Bacias Hidrográficas: Modelagem, Monitoramento e Avaliação. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 54, n. 6, P. 2167-2170, 2011.

BIONDI, D.; PEDROSA-MACEDO, J. Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). **Floresta**, v. 38, n. 1, 2008.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** / Agência Nacional de Águas. - Brasília: SAG, 2011.

CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G. L. D.; MIOLA, A. C.; SILVA, R. L. L. D. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 831-842, 2017.

CAMPOS, J. C.; LANDGRAF, P. R. C. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.143-151.2001.

CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. R. A formação dos conhecimentos em recursos hídricos e aplicações em tomadas de decisões. **Revista Estudos Avançados**. 29 (84), p. 179-194, 2015.

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, como a função K de Ripley**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2004. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-20062005-154919/pt-br.php>

CASTRO, J. E. Water governance in the twentieth-first century. **Ambiente & sociedade**, v. 3, n. SE, p. 0-0, 2007.

CASTRO, M. N. CASTRO, R, N.; SOUZA, P. C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Revista eletrônica de educação da faculdade Araguaia**: 230-241. v. 4, n. 4, 2013.

CAVALCANTI, I. F. A. **Grande escala e características sinóticas associadas a extremos precipitação sobre a América do Sul: uma revisão e estudos de caso para a primeira década do século 21**. Atmospheric Research, v. 118, p. 27-40, 2012.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

CIENTEC. **Mata nativa 2**: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. manual do usuário. Viçosa: CIENTEC, 2006.

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.

COSTA, L. N.; MORAES, A.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A. B.; MAGALHÃES, J. A. Rendimento de forragem e morfogênese de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 59-66, 2012.

COSTA, Jonas Gonzaga da. **Avaliação estrutural do componente arbóreo-arbustivo em área de preservação permanente degradada em ecossistema ribeirinho intermitente no Cariri Paraibano**. 2020. 69f. (Dissertação), Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Sumé – Paraíba Brasil, 2020.

<http://dx.doi.org/10.52446/PROFAGUACDSA.2020.D.COSTA> . Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17698>

CRESTANA, M. S. M. **Florestas: Sistemas de Recuperação com Essências Nativas, Produção de Mudanças e Legislações**. Campinas: Cati, 2006. 248p.

CRISPIM, A. B.; SOUZA, M. N.; DA SILVA, E. V.; QUEIRÓZ, P. H. B. A questão da seca no semiárido nordestino e a visão reducionista do Estado: a necessidade da desnaturalização dos problemas socioambientais. **Ambiente & Educação**, v. 21, n. 2, p. 39-59, 2016.

EL-KEBLAWY, A.; AL-RAWAI, A. Efeitos da salinidade, temperatura e luz na germinação do invasor *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. **Journal of Arid Environments**, v. 61, n. 4, pág. 555-565, 2005.

FABRICANTE, J. R. **Estrutura de populações e relações sinecológicas de *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm. no semiárido nordestino**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)—Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2007.

FABRICANTE, J. R.; FEITOSA, S. S.; BEZERRA, F. T. C.; FEITOSA, R. C.; XAVIER, K. R. Análise populacional de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae Lindl.) na caatinga da região do Seridó nordestino. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, p. 1-6 2009.

FABRICANTE, J. R.; SIQUEIRA FILHO, J. A. O estudo das invasões biológicas na Caatinga. In: FABRICANTE, J. R. (Organizador). **Plantas Exóticas e Exóticas**

Invasoras da Caatinga. Florianópolis – SC: Bookess, 2013. v.1. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/256091493_Plantas_Exoticas_e_Exoticas_Invasoras_da_Caatinga_-_Vol_1#:~:text=Kunth%2C%20Calotropis%20procera%20\(Aiton\),Zizka](https://www.researchgate.net/publication/256091493_Plantas_Exoticas_e_Exoticas_Invasoras_da_Caatinga_-_Vol_1#:~:text=Kunth%2C%20Calotropis%20procera%20(Aiton),Zizka).

FARIAS, A. A. de. **Caracterização e análise das secas na sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá e avaliação dos impactos e ações de convivência com a seca de 2012-2014 no município de Taperoá-PB.** 2016. 185 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/985>

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.

FELFILI, J. M. Diameter and height distributions in a gallery forest tree community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985- 1991). **Brazilian Journal of Botany**, v. 20, n. 2, p. 155-162, 1997.

FELKER, P. Management, use and control of *Prosopis* in Yemen. **Mission report, project number: TCP/YEM/0169 (A)**, 2003.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. Condução de plantios de Eucalyptus em sistema de talhadia. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. (**Embrapa Florestas-Documentos, 104**). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/36617/1/doc104.pdf>

FERREIRA, K. L.; DA COSTA, F. M.; COELHO, A. G. D. C.; AFONSO, B. P. D. Sustentabilidade e inovação, alternativas de convivência no semiárido mineiro: um estudo na mesorregião do Vale do Jequitinhonha. *In: ANAIS DO VI SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE-SINGEP*, **Anais** p.10, 2017.

FIGUEIRÔA, J. M. D.; ARAÚJO, E. D. L.; PAREYN, F. G. C.; CUTLER, D. F.; GASSON, P.; LIMA, K. C. D.; SANTOS, V. F. D. Variações sazonais na sobrevivência e produção de biomassa de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. após o corte raso e implicações para o manejo da espécie. **Revista Árvore**, v. 32, p. 1041-1049, 2008.

FÔNSECA, N. C.; ALBUQUERQUE, A. S.; DE HOLANDA LEITE, M. J.; DE LIRA, C. S. Similaridade Florística e colonização biológica de *Prosopis juliflora* [(Sw) DC] ao longo do Rio Paraíba. **Nativa**, v. 4, n. 6, p. 392-397, 2016.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. Os riscos globais. Relatório 13ª Edição. **Fórum Econômico Mundial**, 2018.

- FRAGOSO, R. D. O.; CARPANEZZI, A. A.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1451-1464, 2017.
- FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; RESENDE, M.; LEITE, H. G. Contribuição da caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamentos no sertão norte-rio-grandense. **Revista Árvore**, v. 27, p. 79-86, 2003.
- 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.
- FRANCO, B. K. S.; MARTINS, S. V.; FARIAS, P. C. L.; RIBEIRO, A. P.; NETO, A. M. Estrato de regeneração natural de um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.38, n.1, p.31-40, 2014.
- FRANCO, E. S.; DANTAS-NETO, J.; GUIMARÃES, J. P.; FARIAS, M. S. S.; LIRA, V. M. Comparação de indicadores químicos do solo após o plantio da algaroba. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 61-66, abr./jun. 2015.
- FREIRE, N. C. F; MOURA, D. C; SILVA, J. B; PENHA PACHECO, A. Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga / Mapeamento espectro-temporal e análise da conservação da proteção integral unidades da administração federal no bioma caatinga. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, 2020.
- FREITAS, V. P. O papel das agências reguladoras frente à proteção do meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 76, p. 213-35, out-dez. 2014.
- GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no Estuário Amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.559-566. 2002.
- GARCIA, J.; FARIAS, A. Caracterização territorial do bioma Caatinga a partir de dados socioeconômicos do censo agropecuário de 2017. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2020, **Anais**, 14. p, 2020. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217460/1/5344.pdf>
- GARCIA, M. A. C. S.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, H. P. Estudo espaço temporal de áreas susceptíveis à desertificação do semiárido brasileiro. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 352-370, 2019.
- GARIGLIO, M. A. A Rede de manejo florestal da caatinga. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 199-204.
- GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Orgs). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e**

ações prioritárias para a conservação. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente; Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

GOMES, M. F.; FERREIRA, L. J. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Direito e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p. 155-178, 2018.

GONÇALVES, G. S.; ANDRADE, L. A. D.; XAVIER, K. R. F.; SILVA, J. F. D. Métodos de controle de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (FABACEAE) em áreas invadidas no semiárido do Brasil1. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 645-653, 2015.

GOUVEIA, L. D. F. P. **Distribuição preditiva da Algaroba e seus efeitos na regeneração da Caatinga.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Pós-graduação em Biologia Vegetal. p. 1-76, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/14909>

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.

GUEDES, R. D. S.; ZANELLA, F. C. V.; JÚNIOR, J. E. V. C.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.

GUPPY, L.; ANDERSON, K. **Crise Global da Água: Os Fatos.** Instituto da Universidade das Nações Unidas para Água, Meio Ambiente e Saúde.:UM, 2017.

HAREGEWEYN, N.; POESEN, J.; VERSTRAETEN, G.; GOVERS, G.; DE VENTE, J.; NYSSSEN, J.; MOEYERSONS, J. Avaliação do desempenho de uma erosão do solo espacialmente distribuída e modelo de entrega de sedimentos (WATEM / SEDEM) no norte da Etiópia. **Degradação e Desenvolvimento da Terra**, v. 24, n. 2, p. 188-204, 2013.

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

HOLZMAN, B. **Gestão de recursos naturais.** Disponível em:< <http://online.sfsu.edu/bholzman//cursos> >. Acesso em: acessado em 30 de abril. 2019.

HÜLLER, A.; RAUBER, A.; WOLSKI, M. S.; ALMEIDA, N. L.; WOLSKI, S. R. S. Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque naturalmunicipal de Santo Ângelo-RS. **REVSAU**, v. 6, n. 1, p. 25-35, 2011.

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

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

IORI, P.; SILVA, R. B.; DIAS JÚNIOR, M. S.; LIMA, J.M. de. Pressão de preconsolidação como ferramenta de análise da sustentabilidade estrutural de classes de solos com diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n. 36, p.1448-1456, 2012.

JACOBI, P. R. Governança ambiental, participação social e educação para a sustentabilidade. **Aprendizagem social—diálogos e ferramentas participativas: aprender juntos para cuidar da água**. São Paulo: IEE/PROCAM, 2012. p. 11-21.

JACOBI, P. R. Governança da água no Brasil. In: RIBEIRO, W. C. (Org.) **Governança da água no Brasil**. Uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume, 2009.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. D. S. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. **Estudos avançados**, v. 29, n. 84, p. 27-42, 2015.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Variabilidade decenal a multidecenal. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 375-383

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1948.

KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T. H. K. **Matas ciliares**. Cadernos de Educação Ambiental, 1ª Edição, Vol. 7, p. 1-84. SMA, 2011.

LACERDA, A. V. A semi-aridez e a gestão em bacias hidrográficas: visões e trilhas de um divisor de ideias. **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. Fitossociologia de vegetação arbustivo-arbórea em uma área de mata ciliar no semiárido paraibano, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n.2, 21 jun. 2018.

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, 2016. 221.p.

LACERDA, A. V. D. Sustentabilidade: um olhar sobre a relação homem natureza. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 7, p. 15-19, 2017.

LEITZKE, B; FARIAS G.; MELO M.; GONÇALVES, M.; BORN, M., RODRIGUES, P.; ADAMATTI, D. Sistema Multiagente para Gestão de Recursos Hídricos: Modelagem da Bacia do São Gonçalo e da Lagoa Mirim. In: X WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA A GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS, **Anais**, SBC ,p.87-96. 2019.

LIMA W. P.; ZAKIA M.J.B.; Hidrologia de matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R.R; LEITÃO-FILHO, H.F (editores). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2009.p. 33-44.

LIMA, A.; ABRUCIO, F. L.; SILVA, F. C. B. **Governança dos recursos hídricos: proposta de indicador para acompanhar sua implementação**. São Paulo: WWF-Brasil: FGV, 2014.

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.

LOPES, E. R. D. N.; SOUZA, J. C. D. Gestão de bacias hidrográficas na perspectiva espacial e socioambiental. **Economía, sociedad y territorio**, v. 20, n. 62, p. 631-653, 2020.

LÓPEZ-GUNN, E. La participación de los usuarios y de los ciudadanos en la gestión de las aguas subterráneas: el caso de Castilla-La Mancha. *In*: JORNADAS SOBRE PRESENTE Y FUTURO DEL ÁGUA SUBTERRÁNEA EN ESPAÑA Y LA DIRECTIVA MARCO EUROPEA. Ponencia 7.2. Zaragoza Spain. AIH-GE. 2002.

LUCENA, M. S.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A. Regeneração natural da vegetação arbóreo-arbustiva de Caatinga em face de duas diferentes formas de uso. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 13, n. 3, p. 212-222, 2017.

LUOGA, E. J.; WITKOWSKI, E. T. F.; BALKWILL, K. Regeneration by coppicing (resprouting) of miombo (African savanna) trees in relation to land use. **Forest Ecology and Management**, v. 189, n. 1-3, p. 23-35, 2004.

MACIEL FILHO, R. T.; LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M; SILVA, E.M. **Composição Florística do Estrato Regenerante em Área Ribeirinha no Semiárido Paraibano**. Terra: [livro eletrônico]: Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades / Giovanni Seabra (organizador). – João Pessoa: Editora Universitária da UFPB. V 3, 1.232 pag. 2013.

MARANGON, G. P.; FELKER, R. M.; ZIMMERMANN, A. P. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. Análise de agrupamento de espécies lenhosas da Caatinga no estado do Pernambuco. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 347-353, 2016.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; DA SILVA, J. A. A.; DE SOUZA, D. F.; SILVA, E. A.; LOUREIRO, G. H. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de caatinga. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 83-92, 2013.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em viçosa, minas gerais. **Revista árvore**, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; OLIVEIRA, Nayhara L.; CARDOSO, Murilo R. D.; TSCHIEDEL, Arthur F. Detalhamento hidromorfológico da bacia do Rio Paraíba. *In*: Anais, XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Anais,

Maceió - AL, 27 de novembro a 01 de dezembro de 2011. Disponível em:

<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/1095?mode=full>

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; DOMENE, V. D.; SAMPAIO, E. V. D. S. B.; GASSON, P.; PAREYN, F. G. C.; ARAÚJO, E. D. L. Climate-tree growth relationships of *Mimosa tenuiflora* in seasonally dry tropical forest, Brazil. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 141-149, 2015.

MEDEIROS, M. A.; RIET-CORREA, F.; PESSOA, A. F. A.; PESSOA, C. R. M.; BATISTA, J. A. B.; DANTAS, A. F. M.; MIRANDA NETO, E.; MEDEIROS, R. M. T. Utilização de vagens de *Prosopis juliflora* na alimentação de bovinos e equinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 10, p. 1014-10162, 2012.

MEDEIROS, M. B. D.; MIRANDA, H. S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 493-500, 2005.

MEDEIROS, M. B. **Efeitos do fogo nos padrões de rebrotamento em plantas lenhosas, em campo sujo**. 120 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

MEDEIROS, P. C.; CANALI, N. E. Relações de poder e resistências na gestão territorial das bacias hidrográficas no estado do paraná. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 16, n. 1, p. 04-17, 2012.

MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. M.; MIRANDA, A. C. The Fire Factor. In: **The cerrados of Brazil**. Columbia University Press, p. 51-68. 2002.

MIRANDA, J. D.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. **Revista Ecosistemas**, v. 13, n. 1, 2004.

MUELLER, DOMBOIS; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 574 p. 1974.

NUNES, L. A. P. L.; DE ARAÚJO FILHO, J. A.; JÚNIOR, E. V. H.; DE QUEIROZ MENEZES, R.  . Impacto da queimada e de enleiramento de resíduos orgânicos em atributos biológicos de solo sob caatinga no semiárido nordestino. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 131-140, 2009.

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.

OLIVEIRA, S. E. A.; MACHADO, S. J. C. Espécies exóticas no Brasil? Uma leitura do arcabouço institucional-legal voltada para a formula o de uma Política Pública Nacional. **Ambiente & Sociedade**, v.12, n.2, p.373-387, Campinas, 2009.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 01 jun.2018.

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological invasions**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1999.

PASIECZNIK, N. M.; FELKER, P.; HARRIS, P. J.; HARSH, L.; CRUZ, G.; TEWARI, J. C.; MALDONADO, L. J. **The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* complex: a monograph**. Coventry: HDRA, 2001.

PAULA, A. D.; SILVA, A. F. D.; MARCO JÚNIOR, P. D.; SANTOS, F. A. M. D.; SOUZA, A. L. D. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004.

PAUPITZ, J. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no Semiárido Brasileiro. In: GARIGLIO, M. A; SAMPAIO, E. V. S. B; CESTARO, L. A; KAGEYAMA, P. Y. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília:Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A. D.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, v. 20, n.4, p. 887-898, 2006.

PEIXOTO, S. F; RODRIGUES, J. B; ALBUQUERQUE, P. I. M. Gestão integrada dos recursos hídricos e a problemática das inundações urbanas. **Geografia**, v. 28, n.1, p. 187-206, 2019.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. D.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botânica Brasília**, v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001.

PEREIRA, M. A. F.; BARBIEIRO, B. L.; QUEVEDO, D. M. de. Importância do monitoramento e disponibilização de dados hidrológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos. **Sociedade & Natureza**, v. 32, n. 32, p. 308-320, 2020.

PINTO, J. R. R.; BORDINI, M. C.P.; PORTO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C. Princípios e técnicas usadas na recuperação de áreas degradadas. In: FAGG, C. W; MUNHOZ, C. B. R; SOUSA-SILVA, J. C. **Conservação de áreas de preservação permanente do cerrado: caracterização, educação ambiental e manejo**. Brasília: CRAD, 2011. p.149-184.

PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. D.; OLIVEIRA FILHO, A. D. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. **Cerne**, v. 5, n. 1, p. 01-14, 1999.

RAMOS, G. G.; ALVES, J. B.; DE ARAÚJO, M. D. F.; FERREIRA, V. S. G.; PINTO, M. G. C.; DE HOLANDA LEITE, M. J.; RIBEIRO, I. R. Levantamento dos impactos ambientais de um trecho de mata ciliar em região de Caatinga no sertão paraibano. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 52848-52859, 2020.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, C. D. S. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. (Embrapa Florestas-Comunicado Técnico 240). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2010/46391/1/CT240.pdf>

RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M. Trees and shrubs as invasive alien species—a global review. **Diversity and distributions**, v. 17, n. 5, p. 788-809, 2011.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A Questão Energética. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Orgs). **Uso Sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

RODRIGUES, L. C.; SILVA, A. A.; SILVA, R. B.; OLIVEIRA, A. F. M.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento e uso da carnaúba e da algaroba em comunidades do Sertão do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 451-457, 2013.

RUFINO, I. A. A.; SILVA, S. T. D. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: Uma abordagem metodológica. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 23, n. 1, p. 166-181, 2017.

SAMPAIO, E. V. D. S. B.; ARAÚJO, E. L.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 621-632, 1998.

SANTANA, J. A.; JÚNIOR, J. A. S. S.; DA SILVA BARRETO, W.; DA SILVA FERREIRA, A. T. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 355-361, 2016.

SANTOS, D. M.; DA SILVA, K. A.; DE ALBUQUERQUE, U. P.; SANTOS, J. M. F. F.; LOPES, C. G. R.; DE LIMA ARAÚJO, E. A variação espacial e a variação interanual na precipitação podem explicar a densidade de sementes e riqueza de espécies do banco de sementes do solo germinável em uma floresta tropical seca nordeste Brasil, **Flora Holanda**, v. 208, p. 445-452, 2013.

SANTOS, D. S.; CAVICHIOLI, F. A. Bacias hidrográficas, sua importância como recurso natural. In: SIMTEC - SIMPÓSIO DE TECNOLOGIADA FATEC TAQUARITINGA, **Anais**, v. 5, n. 1, p. 417-426, 22 dez. 2019.

SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. Caatinga: a negligência científica vivida por uma floresta tropical seca. **Ciência da Conservação Tropical**, v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011.

SANTOS, J. P. S.; DIODATO, M. A.; GRIGIO, A. M.; PARANHOS FILHO, A. C. Distribuição e análise dos processos de dispersão de árvores do gênero *prosopis* nas áreas de proteção permanente da área urbana do município de Mossoró/RN. **Revista Geotemas**, v. 9, n. 1, p. 161-181, 2019.

SANTOS, M. A. F.; DE OLIVEIRA COSTA, V. S.; GOMES, E. T. A.; GALVINCIO, J. D. Percepção ambiental: reflexões sobre a natureza no semiárido baiano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 5, p. 1904-1912, 2019.

SARTORELLI, P. A. R.; SILVA, J. M. S.; GORENSTEIN, M. R.; GOMES, J. E.; ÁVILA, E. Q. Rebrotas após fogo de espécies arbóreas de diferentes grupos fenológicos foliares em Cerrado stricto sensu. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 6, n. 10, p. 1-13, 2007.

SCHEWE, J.; HEINKE, J.; GERDEN, D.; HADDELAND, I.; ARNELL, N. W.; CLARK, D. B.; DANKERS, R.; EISNER, S.; FEKETE, B. M.; CÓLON-GONZÁLEZ, F. J.; GOSLING, S. N.; MASAKI, Y.; PORTMANN, F. T.; SATOH, Y.; TANG, Q.; WADA, Y.; WISSER, D.; FRIELER, K.; WARSZAWSKI, L.; KABAT, P. Avaliação multimodal da escassez de água sob as mudanças climáticas. **Proceedings of the National Academy of Sciences, PNAS**, v. 111, n. 9, p.3245-3250, 2014.

SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S.; SILVA, S. T. O manejo da vegetação nativa através de cortes seletivos. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1997, Curitiba. Tópicos em manejo florestal sustentável. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1997. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 34).

SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Determinação e estimativa da área basal. In: J.R.S. Scolforo.; A. Figueiredo Filho (eds.). **Biometria florestal: medição e volumétrica de árvores**. Lavras, Universidade Federal de Lavras / Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão p. 105-160. 1998.

SEITZ, R. A.; JANKOVSKI, T. A regeneração natural de *Pinus taeda*. In: SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 5., 1998, Caxias do Sul Anais... Caxias do Sul: Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR), Sindicato das Indústrias da Madeira da Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (SINDIMADEIRA), Centro de pesquisas Florestais (CEPEF), Programa de PósGraduação em Engenharia Florestal da UFSM (PPGEF), p.37-53.1998.

SHIFERAW, H.; TEKETAY, D.; NEMOMISSA, S.; ASSEFA, F. Some biological characteristics that Foster the invasion of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. At Middle A wash Rift Valley Area, north-eastern Ethiopia. **Journal of Arid Environments**, v.58, p.135-154, 2004.

SILVA, C. G.; MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D.; QUEIROZ, V. D. S. Extração e Fermentação do Caldo de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) para obtenção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 51-56, 2003.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. D. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores

naturais e humanos. *In*: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina – PE: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224996/1/Semiario-brasileiro-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao.pdf>

SILVA, R. M. A. D. Entre o combate à seca e a convivência com o Semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. **Revista Econômica do Nordeste**, v.38, n.3. p.467-485. 2006.

SILVA, S. J. A., DE ALMEIDA VIEIRA, F.; PACHECO, M. V.; OLIVEIRA, P. R. S. Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, v. 11, n. 1, p. 116-122, 2011.

SIMINSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S. D.; FANTINI, A. C. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade. **Ciência florestal**, v. 14, n. 1, p. 21-33, 2004.

SOARES, N. M.; FERREIRA, R. A.; VIEIRA, H. S.; JESUS, J. B.; OLIVEIRA, D. G.; SILVA, A. C. C. Regeneração natural em área de Caatinga no Baixo São Francisco sergipano: composição, diversidade, similaridade florística de espécies florestais. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 3, p. 711- 716, 2019.

SOUZA, F. C. D.; REIS, G. G. D.; REIS, M. D. G. F.; LEITE, H. G.; ALVES, F. D. F.; FARIA, R. S. D.; PEREIRA, M. M. Sobrevivência e diâmetro de plantas intactas e brotações de clones de eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 44-54, 2012.

STEFANO, L.; HERNÁNDEZ-MORA, N.; LÓPEZ GUNN, E.; WILLARTS, B.; ZORRILLA, P.; LLAMAS, R. Public participation and transparency in water management. **Water, agriculture and the environment in Spain: Can we square the circle**, p. 217-225, 2012.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Conselho Deliberativo da SUDENE. Resolução n. 151/2021. **Delimitação do semiárido**. p. 52, 2021.

TUNDISI, J. G. Governança da água. **Revista UFMG**, v. 20, n.2, p.222-235, 2013.

VENDRUSCOLO, J.; PACHECO, F. M. P.; DE FREITAS RAMOS, H.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M.; ROSA, D. M.; DO NASCIMENTO, J. M. S. Hidrogeomorfometria da microbacia alto rio escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 9709-9730, 2020.

VERÍSSIMO, A; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. p 231.

WEBSTER, C. R.; JENKINS, M. A.; SHIBU, J. Invasion biology and control of invasive woody plants in eastern forests. **Native Plants Journal**, v. 8, n. 2, p. 97-106, 2007.

WIRTH, C.; MESSIER, C.; BERGERON, Y.; FRANK, D.; FANKHÄNEL, A. Definições de floresta antiga: uma visão pragmática. *In*: FLORESTAS ANTIGAS. Berlin: Springer, Heidelberg, p. 11-33. 2009.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Guia Mundial de Práticas Hidrológicas: Gestão de Recursos Hídricos e Aplicação de Práticas Hidrológicas**, v.2. Genebra: MMO, 2009. 302p. v.2. Disponível em: https://library.wmo.int/index.php?lvl=categ_see&id=10059&page=7&nbr_lignes=597&l_typedoc=#.YjtfkjfMKu4

XAVIER, R. A.; REINALDO, R. L. R.; DAMASCENO, J. **Práticas geográficas: experiências de pesquisa e ensino de geografia no Estado da Paraíba**. Campina Grande: EDUEPB, 7500 kb. 300 p. 2017. (livro eletrônico).

YADAVAND, A. S.; GUPTA, S. K. Natural regeneration of tree species in a tropical dry deciduous thorn forest in Rajasthan, India. **National Institute of Ecology**, New Delhi, v. 20, p. 5-14, 2009.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. **Floresta**, v.

APÊNDICE A –

RELATÓRIO TÉCNICO:

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



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

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 Alecksandra 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), ficando a região sudeste do país, com abrangência dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (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

4.1 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; FRANCISCO *et al.*, 2015). A bacia hidrográfica do Rio Paraíba é considerada uma das mais importantes do Semiárido Nordeste, 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;

$$DAI = N_i/A$$

Onde:

DAI= Densidade Absoluta da espécie i

N_i= número de indivíduos da espécie i

A= área amostrada em hectare

Equação (3): Frequência Absoluta;

$$FA_i = (n_i/N_t) \times 100$$

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: EDUFCG, 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>