

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS – PB**

WALTER LEANDRO CANDEIA NETO

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ARBÓREA E REGENERANTE DE MATAS
CILIARES EM TRECHOS URBANOS DE DOIS RIOS EM PATOS – PARAÍBA,
BRASIL**

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2023

WALTER LEANDRO CANDEIA NETO

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ARBÓREA E REGENERANTE DE MATAS
CILIARES EM TRECHOS URBANOS DE DOIS RIOS EM PATOS – PARAÍBA,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB, na Área de Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ivonete Alves Bakke

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2023

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFCG**

C216c

Candeia Neto, Walter Leandro

Composição florística arbórea e regenerante de matas ciliares em trechos urbanos de dois rios em Patos – Paraíba, Brasil. / Walter Leandro Candeia Neto. – Patos, 2023.

51 f.

Orientador: Ivonete Alves Bakke.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Curso de Mestrado em Ciências Florestais.

1. Biodiversidade. 2. Ecossistemas ribeirinhos. 3. Vegetação arbórea. I. Bakke, Ivonete Alves, *orient.* II. Título.

CDU 581.526.3

WALTER LEANDRO CANDEIA NETO

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ARBÓREA E REGENERANTE DE MATAS
CILIARES EM TRECHOS URBANOS DE DOIS RIOS EM PATOS – PARAÍBA,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB, na Área de Ecologia Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovado em 31 de maio de 2023.

Prof.^a Dr.^a Ivónete Alves Bakke

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/UAEF/CSTR)

(Orientadora)

Dr.^a Edjane Oliveira de Lucena

Universidade Federal da Paraíba (UFPB/PPGCS/CCA)

(1^a Examinadora)

Prof.^a Dr.^a Cheilã Deisy Ferreira

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/UAEF/CSTR)

(2^a Examinadora)

Dedico esse trabalho, primeiramente a Deus e minha esposa
Miriã, que apesar de todas as dificuldades que a vida
apresentou, sempre esteve presente para ajudar e consolar,
permitindo que as provações ficassem mais leves.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que forneceu a oportunidade de realizar o meu grande sonho de ser mestre. Em todos os momentos, senti a presença Dele em cada resolução de problemas e na escolha das pessoas que ficaram ao meu lado.

À minha amada esposa, Miriã Oliveira Alves Candeia, que sempre foi a pessoa que esteve ao meu lado e por ser a melhor parceira, fico agraciado todos os dias com a sua presença na minha vida.

Agradeço aos meus filhos de outra espécie, Charlotte e Elliot, por ser muitas vezes, um escape do meu estresse.

Aos meus pais, Paulo e Walquiria, agradeço por nunca desistirem de mim, apesar das dificuldades que só eles sabem relatar, Deus foi perfeito quando escolheu vocês para serem participantes da minha vida.

À minha segunda família, Mariana, Maria das Graças e Pedro, sou grato por todo auxílio e disponibilidade. Vocês são bênçãos vindas de Deus.

Não poderia deixar de ficar extremamente grato à minha orientadora Prof.^a Ivonete Alves Bakke, com ela aprendi muito sobre os conhecimentos acadêmicos, sobre ser uma pessoa e um professor melhor.

Aos membros da banca examinadora, Edjane Oliveira de Lucena e Prof.^a Cheila Deisy Ferreira, que gentilmente, aceitaram participar e colaborar com melhorias para esta dissertação.

Ao meu colega Wesley, que ajudou durante todo o projeto, fico grato pela sua presença e parceria em cada parte do trabalho.

Aos meus colegas de sala, pois passamos por momentos divertidos e difíceis, suas presenças tornaram as provas mais fáceis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização dos Rios da Cruz e Espinharas e as respectivas pontes no trecho urbano de Patos-PB.....	28
Figura 02 – Localização das parcelas e subparcelas ao longo dos Rios da Cruz e Espinharas para coleta de dados da vegetação arbórea e regeneração natural.....	29
Figura 03 – Pontes encontradas sobre os Rios da Cruz e Espinharas: Jatobá (A), Queiroz (B), Alça Sudeste (C), Rivaldão (D), São Sebastião (E) e Juá Doce* (F) em Patos-PB, nas Margens Direita (MD) e Esquerda (ME).....	30
Figura 04 – Número de indivíduos arbóreos adultos e juvenis nas parcelas e subparcelas da mata ciliar dos Rios da Cruz e Espinharas na cidade de Patos-PB.....	33
Figura 05 – Número de indivíduos de acordo com o hábito de crescimento presente nas amostras de solo + serapilheira coletadas nas margens dos Rios da Cruz e Espinharas em trechos urbanos de Patos-PB.....	39
Figura 06 – Famílias e número de gêneros e espécies presentes nas amostras de solo + serapilheira coletadas nas margens direita e esquerda dos Rios da Cruz e Espinharas em trechos urbanos de Patos-PB.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Pontos de referência das parcelas e suas respectivas coordenadas geográficas.....	28
Tabela 02 – Famílias, espécies, hábito de crescimento e número de indivíduos presentes nas amostras de solo + serapilheira coletadas nas margens direita e esquerda dos Rios da Cruz e Espinharas em trechos urbanos de Patos-PB.....	36
Tabela 03 – índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equabilidade de Pielou (J') referente às espécies arbóreas adultas e regenerantes presentes no banco de sementes nas matas ciliares dos Rios da Cruz e Espinharas na cidade de Patos, Paraíba.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 OS RIOS E SUA IMPORTÂNCIA NO PROCESSO DE CIVILIZAÇÃO.....	13
2.1.1 Impactos do processo de urbanização sobre os rios.....	15
2.2 A CIDADE DE PATOS (PB) E OS RIOS DA CRUZ E ESPINHARAS.....	17
2.2.1 Os Rios da Cruz e Rio Espinharas.....	18
2.3 MATAS CILIARES.....	19
2.3.1 A importância ecológica de matas ciliares e sua preservação.....	21
2.4 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA.....	21
2.5 REGENERAÇÃO NATURAL.....	23
2.5.1 Banco de sementes.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.2 PONTOS DE COLETAS DE DADOS: MARCAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS.....	26
3.3 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA.....	30
3.4 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DOS INDIVÍDUOS JUVENIS.....	30
3.5 COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO + SERAPILHEIRA PARA ESTUDO DO BANCO DE SEMENTES.....	30
3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	32
3.6.1 Levantamento florístico dos indivíduos adultos e regenerantes.....	31
3.6.2 Identificação das espécies encontradas nas amostras do solo + serapilheira.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DOS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ADULTOS E JUVENIS.....	32
4.2 BANCO DE SEMENTES.....	35
4.3 ANÁLISE DOS ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	41
5 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

CANDEIA NETO, Walter Leandro. **Composição florística arbórea e regenerante de matas ciliares em trechos urbanos de dois rios em Patos – Paraíba, Brasil.** 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), Patos-PB, 2023. 53p.

RESUMO

As civilizações têm estreita relação com os cursos d'água. Além da água potável, muitos elementos em suas margens, tais como áreas propícias à agricultura e à criação de animais, favorecem o desenvolvimento das atividades humanas. No entanto, a ocupação das faixas ribeirinhas, iniciada com a retirada da vegetação arbórea, reduz a biodiversidade e degrada o ambiente. Este estudo teve o objetivo de caracterizar a composição florística de espécies arbóreas e o banco de sementes nas margens dos Rios da Cruz e Espinharas, em Patos-PB, Brasil. As coletas de dados foram realizadas em oito parcelas e em 32 subparcelas nas margens direita e esquerda desses rios, em locais com vegetação arbórea situados entre a ponte do Supermercado Queiroz e a da saída para Campina Grande via Alça Sudeste. Nestas parcelas e subparcelas, os indivíduos de espécies arbóreas (adultos e juvenis) foram caracterizados quanto à altura, diâmetro, família, gênero e espécie, além da densidade de indivíduos. A serapilheira+solo coletada em nas subparcelas foi colocada em bancada do ambiente telado do Viveiro Florestal do CSTR, irrigada diariamente e monitorada em relação à emergência de plântulas, que foram caracterizadas quanto ao número, hábito de crescimento, família, gênero e espécie. Foram calculadas a densidade, a diversidade (Índice de Shannon-Weaver - H') e a equabilidade (índice de Pielou = J') dos indivíduos adultos e regenerantes de espécies lenhosas e das plantas que emergiram da serapilheira+solo. Foram observados 407 exemplares de espécies lenhosas, observando-se baixa diversidade de famílias para adultos (2) e juvenis (5). Do material amostrado de serapilheira+solo emergiram 3.146 indivíduos pertencentes a 23 famílias botânicas, 39 gêneros e 46 espécies, sendo 1404 de espécies subarbustivas, 1272 de herbáceas e 390 de arbóreas, e destes 362 indivíduos eram da espécie exótica *Prosopis juliflora*. Os valores de H' e J' do componente arbóreo adulto foram $H'=1,27$ e $J'=0,65$) e os do componente lenhoso juvenil foram $H'=1,78$ e $J'=0,75$, indicando a ocupação das margens por poucas espécies arbóreas e poucos descendentes. Das plantas que emergiram da serapilheira+solo, notadamente de espécies herbáceas, resultaram os valores $H'=2,52$ e $J'=0,66$, indicando o impacto invasor da *P. juliflora*, que pode estar comprometendo a dispersão e a germinação de sementes de outras espécies lenhosas. A comunidade dos indivíduos adultos e regenerantes de espécies arbóreas das margens dos Rios da Cruz e Espinharas mostrou baixa diversidade, enquanto espécies arbustivas e herbáceas predominaram no banco de sementes, o qual apresenta poucas sementes de espécies arbóreas. Os índices de diversidade dos três componentes (arbóreo adulto e juvenil e do banco de sementes) refletem a baixa riqueza e distribuição dos indivíduos entre as espécies, prejudicadas provavelmente pela invasão da área por *P. juliflora*. São necessárias medidas que assegurem a diversidade biológica da flora arbórea nativa nas margens destes rios e garantam a continuidade dos processos ecológicos e o equilíbrio dos ecossistemas ribeirinhos.

Palavras-chave: Cursos d'água; Ecossistemas ribeirinhos; Matas ripárias

CANDEIA NETO, Walter Leandro. **Floristic composition of adult and juvenile trees of riparian forests in urban stretches of two rivers in Patos – Paraíba, Brazil.** 2023. Dissertation (Master in Forest Sciences) – Federal University of Campina Grande (UFCG), Rural Health and Technology Center (CSTR), Patos-PB, 2023. 53p.

ABSTRACT

Civilizations have a close relationship with water courses. In addition to drinking water, many elements on its banks, such as areas suitable for agriculture and animal husbandry, favor the development of human activities. However, the occupation of riverside areas, which began with the removal of tree vegetation, reduces biodiversity and degrades the environment. The objective of this study was to characterize the floristic composition of tree species and the seed bank along the da Cruz and Espinharas Rivers, in Patos-PB, Brazil. Data collection was carried out in eight plots and in 32 subplots on the right and left banks of these rivers, in sites with tree vegetation located between the bridge of the Queiroz Supermarket and the bridge of the exit to Campina Grande via Alça Sudeste. In these plots and subplots, individuals of woody species (adults and juveniles) were characterized for height, diameter, family, genus and species, in addition to the density of individuals. The litter+soil collected from subplots was placed on a bench in the screened environment of the CSTR Forest Nursery, irrigated daily and monitored for seedling emergence, which were counted and characterized for growth habit, family, genus and species. Density, diversity (Shannon-Weaver Index - H') and distribution evenness (Pielou Index = J') of adult and regenerating individuals of woody species and plants that emerged from litter+soil were calculated. A total of 407 specimens of woody species were observed, with a low diversity of families for adults (2) and juveniles (5). From the litter+soil sampled material, emerged plants totaled 3,146 individuals, distributed in 23 botanical families, 39 genera and 46 species. From that total, 1404 were shrubs, 1272 herbs and 390 tree species, from which 362 individuals were of the exotic tree *Prosopis juliflora*. The H' and J' values of the adult trees were $H'=1.27$ and $J'=0.65$) and those of the juvenile trees were $H'=1.78$ and $J'=0.75$, indicating occupation of the river bank by few species and progenies. From the plants that emerged from the litter+soil, notably herbaceous species, resulted in $H'=2.52$ and $J'=0.66$, indicating the invasive impact of *P. juliflora*, which may be impairing dispersal and germination of seeds of other woody species. The community of adult and regenerating trees on the banks of the Cruz and Espinharas Rivers had low diversity, while shrubs and herbs predominated in the seed bank, and showed few seeds of trees. The diversity indices of the three components (adult and juvenile trees and seed bank) reflect the low richness and distribution of individuals among the species, probably impacted by site invasion by *P. juliflora*. Measures are needed to ensure the biological diversity of the native arboreal flora on the banks of these rivers and guarantee the continuity of ecological processes and the balance of riverside ecosystems.

Keywords: Watercourses; Riverside ecosystems; Riparian forests

1 INTRODUÇÃO GERAL

“O curso da história da humanidade passa pelo leito dos rios, percorre seus meandros, abastece-se com suas águas e corre paralelo às suas margens” (ZANUZO, 2002, p. 9). Os registros em tempos históricos sobre a fixação do homem em determinados ambientes evidenciaram a relação estreita entre as fontes de água e a evolução das primeiras aldeias. Entende-se que os cursos d’água tornaram-se essenciais para o processo de surgimento das civilizações, mediante o acesso à água potável e às terras mais férteis, fundamentais para o desenvolvimento da agricultura.

De acordo com Costa, Souza e Silva (2019), à proporção que a organização das comunidades ao longo dos rios ocorria, aumentavam as alterações no ambiente, provocando impactos negativos à natureza, originados pela ação humana para atender as suas necessidades nas comunidades. Dentre estas mudanças, destacam-se a retirada da vegetação arbórea, o uso da água e dos solos férteis adjacentes às margens dos rios para o cultivo de alimentos destinado a homens e animais, bem como às construções de moradias e estradas.

As matas ciliares, também denominadas de florestas ripárias, ribeirinhas ou de galeria, situadas em torno dos rios, lagos e de outros cursos d’água, desempenham funções primordiais para a proteção dos mananciais, valorização da paisagem e do patrimônio natural, funcionam como corredores ecológicos, ao possibilitar o fluxo da fauna entre fragmentos florestais (DIAS *et al.* 2016; NIEBUHR, 2018).

Atualmente estas florestas encontram-se incluídas no Novo Código Florestal (BRASIL, 2012) e constituem-se por cobertura vegetal nativa ou não, visando a preservação dos recursos hídricos, da paisagem e do fluxo gênico, portanto, devem ser protegidas. Estas áreas têm dimensões variáveis de acordo com a largura dos rios, de faixas de 30 m para rios com menos de 10 m de largura, até 500 m para rios com largura superior a 600 m. No entanto, apesar da existência e importância das legislações protetoras dos recursos florestais no Brasil, percebe-se os efeitos adversos da degradação provocada pela ação humana no ambiente urbano (NIEBUHR, 2018).

Corazza, Kalil e Borowski (2008) chamam atenção para o efeito do processo de urbanização nas margens dos rios, os quais se tornam subordinados a padrões funcionais, tecnicistas ou estéticos, sem levar em consideração suas formas naturais,

tampouco seu papel social para a população. Esta condição reduz as funções dos rios no que se refere a um elemento paisagístico, pois, muitas vezes, a vegetação ciliar se encontra degradada ou suprimida pela evolução das cidades. Pezente (2018) ratifica que as ocupações irregulares no entorno dos reservatórios de água causam a devastação da mata ciliar, principalmente, nas áreas urbanas, pois alteram a dinâmica natural dos rios.

Os Rios da Cruz e Espinharas se localizam na Sub-bacia pertencente à Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu e percorrem o trecho urbano do município de Patos-PB. Possuem regime descontínuo, característico dos encontrados no bioma Caatinga. Esta condição tem uma relação estreita com o clima semiárido, onde há grande variação temporal e espacial da precipitação (MEDEIROS, 2003).

O processo de urbanização e o crescimento da cidade de Patos-PB ocorreu ao longo destes rios, e de forma similar a outras civilizações, desconsiderando o valor ecológico da vegetação que compõe as suas margens. Inicialmente, a vegetação arbórea foi retirada para o cultivo de espécies agrícolas para alimentação humana e forragem para os animais. Estas ações reduziram a presença de árvores nativas e favoreceram o surgimento de exóticas, como a *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba), *Parkinsonia aculeata* L. (Turco) e *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Mata fome).

Nessa perspectiva, enfatiza-se a importância da realização de pesquisas para entender a dinâmica das comunidades vegetacionais em áreas urbanas no semiárido paraibano, ao conhecer as espécies que podem dar continuidade à regeneração natural e, posteriormente, à sucessão ecológica das matas ciliares. Os estudos de regeneração natural tornam-se fundamentais para investigar se há possibilidade das margens dos rios serem repovoadas com espécies nativas, originárias do banco de sementes.

Desse modo, a partir de observações realizadas ao longo dos Rios da Cruz e Espinharas na zona urbana de Patos-PB e verificando a existência de um grande número de indivíduos de espécies exóticas, em especial entre as pontes que contornam a cidade, surgiu o seguinte questionamento: Qual a composição florística dos indivíduos regenerantes e do banco de sementes das margens destes rios nos trechos compreendidos nas pontes do Jatobá, Queiroz, Alça-Sudeste, Rivaldão, São Sebastião e Juá Doce em Patos, Paraíba, Brasil?

A presente dissertação teve como objetivo caracterizar a composição florística arbórea, juvenil e do banco de sementes das matas ciliares dos Rios da Cruz e Espinharas nos trechos urbanos de Patos-PB.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OS RIOS E SUA IMPORTÂNCIA NO PROCESSO DE CIVILIZAÇÃO

Há cerca de 12.000 anos, o ser humano iniciou um comportamento sedentário marcado pela permanência em determinadas áreas, a partir da instalação de suas primeiras aldeias. O critério fundamental para esta mudança foi a presença de fontes de água que pudessem ser utilizadas das mais diversas formas e garantissem sua sobrevivência, tais como: ingestão, fonte de alimento, irrigação e potencial forrageiro para os rebanhos (CORAZZA; KALIL; BOROWSKI, 2008).

A partir do surgimento dos polos urbanos, as civilizações foram se desenvolvendo ao redor dos rios, gerando uma inter-relação entre os cursos d'água e a cidade. Os vestígios mais antigos referentes às aglomerações humanas com características organizadas, datam de 7000 a.C., referentes ao povoamento de Jericó às margens do Rio Jordão, em uma demonstração de que a presença de uma fonte de água era a condição básica para a fixação do homem em determinada localidade (ZANUZO, 2002).

Os rios surgem como elementos indispensáveis no processo de civilização e sedentarização das populações, do delta do Eufrates, que possibilitaram o surgimento das primeiras civilizações urbanas, herdeiras da cultura de Samarra, no Crescente Fértil (6000 a.C.) (BAPTISTA; CARDOSO, 2016). Os autores afirmam que um processo semelhante ocorreu nos Vales do Indus, dos Rios Amarelo e Nilo (5000 a.C.) com o surgimento de pequenas vilas, que aos poucos evoluíram para grandes cidades. Em ambos os casos, foram utilizados complexos sistemas de irrigação, que exigiram os primeiros esforços do homem para regularizar e sistematizar, de forma correta, o acesso à água.

Costa, Souza e Silva (2019) ressaltam a forte relação na origem e consolidação das cidades do Egito com o Rio Nilo, há aproximadamente, 3200 a.C. Os autores destacam que o rio influenciou o processo de civilização devido às boas condições de sobrevivência favorecidas pelas suas margens, que proporcionavam o desenvolvimento de atividades agrícolas e a criação de animais, decorrentes da disponibilidade de água para irrigação e do solo fértil para o plantio, bem como a obtenção de alimento. Ademais, houve o favorecimento de diversos aspectos culturais da sociedade egípcia, geralmente, relacionados às figuras de deuses e ao Nilo,

enaltecendo cada vez mais o seu valor, lhe conferindo grande importância, uma vez que a região é marcada pela presença do deserto de Saara.

Assim como ocorreu com o Egito, os rios foram marcados como elementos que facilitavam a fixação de pessoas em determinadas localidades, pois favoreciam os meios de movimentação de alimentos, seja pelas suas vias fluviais ou pelas suas margens férteis para a produção agrícola. À proporção que as pessoas se aglomeravam em suas margens, organizavam-se as sociedades ribeirinhas, a formação de vilas e, conseqüentemente, das cidades (PETRUSKI, 2016).

Em todos os continentes são encontrados vários relatos do desenvolvimento de cidades no entorno de pontos estratégicos às margens dos rios, as quais foram beneficiadas pelo conjunto de fatores advindos das condições locais e se convergiram em polos econômicos, demográficos e culturais. Atualmente, estes ambientes constituem as grandes metrópoles do planeta, como o Rio Danúbio na Europa, que margeia ou atravessa oito países e do Mississipi - Missouri no continente americano (ZANUZO, 2002).

As principais bacias hidrográficas do mundo encontram-se no Brasil e, devido à sua extensão territorial, grande parte de suas cidades e capitais de Estado se desenvolveram ao longo dos rios, os quais sofreram alterações acentuadas em seu percurso, visando obter uma interação com a paisagem e as necessidades das localidades nos contextos geográfico, econômico e cultural (NOGUEIRA, 2019).

Os rios apresentaram grande importância na história da colonização do Brasil, como o Tietê, no Estado de São Paulo. De acordo com Zanuzo (2002), este manancial foi a primeira via de penetração dos bandeirantes para o interior do país, à procura de índios para escravizar e, em seguida, para a exploração de ouro. Ao longo dos anos, este rio passou por um intenso processo de retificação de seu curso, cujo objetivo foi reduzir os efeitos negativos das enchentes na área urbana da capital, bem como a ampla utilização de suas águas na construção de barragens, hidrelétricas e hidrovias que beneficiam diretamente a população. Todavia, nos dias atuais, este curso d'água encontra-se susceptível à poluição industrial e urbana em seu trajeto.

O Rio São Francisco, também conhecido como "Rio da Unidade Nacional", desafia a natureza com suas águas percorrendo o sentido contrário do Sul, mais baixo, para o Norte, mais alto, devido à falha geológica denominada "*Depressão Sanfranciscana*" (ZELLHUBER; SIQUEIRA, 2007). Descoberto em 04 de outubro de 1501 por Américo Vespúcio, é considerado o mais extenso do Brasil com 2.830 km.

Este rio atravessa as regiões secas do país, proporcionando boas condições de uso de suas margens com água para irrigação e produção de energia (KIDDY, 2010). Historicamente, tornou-se fundamental na conquista do interior das terras nordestinas, notadamente, no aprisionamento e na escravização de índios, bem como na utilização de suas margens para transporte de alimentos, minérios e rota de migração para os aventureiros (ZANUZO, 2022).

Desse modo, verifica-se que desde o berço da civilização do planeta, os rios são, quase sempre, indutores da ocupação das terras, funcionando como pontos estratégicos para a sobrevivência do homem e o desenvolvimento de suas mais diversas atividades, tornando-se em algumas localidades, símbolos locais, regionais ou nacionais e parte da identidade dos povos.

Embora esta relação seja parte da história e comprove a inter-relação existente entre os rios e o homem civilizado, nota-se que a partir do início da convivência, ambos passaram por fortes transformações em suas margens e seu percurso. Atualmente, apesar do reconhecimento e da maior valoração dos benefícios que os rios e suas margens oferecem, grande parte da população utiliza-os como canais para depósitos de esgoto e lixo, ocupando indevidamente as suas margens, desconsiderando os impactos e as consequências destas ações para os ecossistemas e a própria qualidade de vida do homem (KUNTSCHIK; EDUARTE; UEHARA, 2011).

2.1.1 Impactos do processo de urbanização sobre os rios

Baptista e Cardoso (2016) relatam que de um modo geral, as cidades e os rios, independentemente do tempo e do espaço, tiveram uma trajetória complexa, marcada por diversas formas de interação, baseada na dinâmica e sazonalidade naturais dos corpos de água, bem como das diferentes necessidades e expectativas dos seres humanos. Esta relação é caracterizada por aproximações e antagonismos sucessivos, materializados de acordo com as condições do ambiente ao longo do tempo, nas diversas culturas.

Entende-se que passado o processo da utilização do rio como viabilizador para a formação das cidades, surgem as consequências no meio, provocadas pelos impactos advindos do crescimento urbano, em especial, seu papel como componente modelador das mais belas paisagens. Estes elementos de paisagem, modificados em sistemas fluviais urbanos, naturais ou construídos, aos poucos, se transformaram em

cenários marcados pela concentração da população nas pequenas cidades, bem como nas grandes metrópoles (BAPTISTA; CARDOSO, 2016).

Estas condições podem ocorrer, em sua maioria, nas áreas adjacentes aos rios, uma vez que sua ocupação não foi planejada e na maior parte ocorreu de maneira espontânea, gerando alterações e danos ao meio ambiente. A situação de ocupação das margens dos rios se agrava mais ainda quando há riscos para as habitações. Nestas condições, se observam prejuízos ambientais e danos socioeconômicos severos decorrentes das cheias dos rios que os expõem a vulnerabilidade dos modelos de urbanização e sanitários vigentes (CORAZZA; KALIL; BOROWSKI, 2008).

As cidades brasileiras foram construídas nas margens dos rios e ocupadas, principalmente, por populações de baixa renda, portanto, vulneráveis, tornando a região mais ativa, onde se concentrava a atividade comercial e financeira. Do mesmo modo, verifica-se que em muitas áreas, os rios funcionam como depósito de resíduos sólidos e esgotos. Nesse sentido, além da interferência em seu traçado natural, os ecossistemas de suas margens que dele dependem para sobreviver, são diretamente afetadas, uma vez que as ações antrópicas o transformaram em ambientes frágeis e deteriorados. Esta situação ocorre mesmo diante de leis que defendem os cursos d'água, como o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012).

Carmo (2016) ressalta que o comprometimento da qualidade ambiental nas zonas urbanas, aumenta os riscos aos quais as populações estão submetidas, tais como as inundações e doenças. Nos últimos anos, em decorrência das condições supracitadas, esta problemática tornou-se cada vez mais frequente em áreas urbanas e ribeirinhas no Brasil. Os desastres podem ser consequência da crescente impermeabilização do solo e do processo de urbanização desordenado que alteraram, severamente, o escoamento superficial natural e provocaram a retirada da vegetação que constituía as matas ciliares (ANA, 2000).

Braga (2016) acrescenta que os processos erosivos se agravam quando se consideram o aumento de depósitos de sedimentos provenientes de diferentes fontes que modificam o sistema de drenagem local. Ramos *et al.* (2020) relatam que estes problemas são encontrados na Paraíba e chamam atenção para os graves níveis de degradação presentes nas matas ciliares em diversas bacias e sub-bacias hidrográficas do Estado.

2.2 A CIDADE DE PATOS (PB) E OS RIOS DA CRUZ E ESPINHARAS

O município de Patos-PB localiza-se nas Regiões Geográficas Intermediária e Imediata (antigas Mesorregião e Microrregião de Patos, respectivamente) (IBGE, 2017). O clima quente e seco, característico da região semiárida com temperaturas médias variando de 27°C (janeiro – julho) a 40°C (agosto – dezembro), respectivos períodos chuvosos e secos, favorece a predominância de uma vegetação tipo caatinga arbustiva arbórea, hiperxerófila, caducifólia, adaptada às estas condições e resultado das ações antrópicas inerentes.

Este ambiente ocupa uma área aproximada de 513 km² do vale do Rio Espinharas, contornada pelo Planalto da Borborema a leste e sul, e pelo Pediplano sertanejo na região Centro-Oeste do Estado. Limita-se ao norte com São José do Espinharas e São Mamede, leste com São Mamede, Quixaba e Cacimba de Areia, sul com Cacimba de Areia, São José do Bonfim e Mãe d' Água, e, oeste, com Malta e Santa Teresinha (BELTRÃO *et al.*, 2005). A sede do município, situada a 309,2 km da capital do Estado, abrange 472,892 km² de sua extensão territorial (92,18%), apresenta uma população estimada de 108.766 hab./km² e densidade demográfica de 212,82 hab./km² (IBGE, 2022).

De acordo com Lucena (2015), originou-se no ano de 1752, quando uma família fixou sua moradia no entorno de uma lagoa, próxima ao Rio Espinharas, onde havia uma grande quantidade de patos, sendo esta a inspiração para a nomeação do município. Uma das primeiras providências do casal, foi a construção de uma capela dedicada à Nossa Senhora da Guia, padroeira da cidade até os dias atuais.

A zona urbana do município de Patos foi delimitada em 30 de junho de 1759 com base na Lei 351 de 1959 (FUNES, 2003). A partir desta determinação, foram criados os polígonos de retas, conectando Patos às outras localidades circunvizinhas. Inicialmente, o povoado pertenceu ao município de Pombal, sendo emancipado no ano de 1933, proporcionando a mudança para Vila e demarcação municipal. Em 22 de agosto do mesmo ano foi instalado a Câmara Municipal de Vereadores. Na mudança de status, de Vila para cidade, foi sancionada a Lei de nº 200 de 1955 pelo Presidente do Estado da Paraíba (FUNES, 2003; LUCENA, 2015).

Diante disso, destaca-se o desenvolvimento da cidade de Patos e sua importância nos municípios circunvizinhos, principalmente nos aspectos comerciais e

educacionais que favorecem uma população flutuante em torno de 120 mil habitantes, lhe conferindo o título de “Capital do Sertão”.

De modo similar à maioria dos centros urbanos, a expansão de Patos-PB ocorreu desordenadamente, ocupando às margens dos Rios da Cruz e Espinharas, e provocou diversos impactos ambientais. Em vários trechos da vegetação ciliar, verifica-se a ausência da vegetação arbórea nativa, a predominância de espécies exóticas, como *Prosopis juliflora* (Algaroba), *Pithecellobium dulce* (Mata-fome) e *Parkinsonia aculeata* (Turco), e áreas utilizadas com o plantio de forrageiras para alimentar animais. Além destes aspectos, muitos são ocupados por construções civis, que avançam cada vez mais no leito dos rios (RAMOS *et al.*, 2020).

2.2.1 Os Rios da Cruz e Rio Espinharas

O município de Patos-PB faz parte da sub-bacia do Rio Espinharas, que integra a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, a maior da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com uma área de 43.681,50 km², sendo 26.183,00 km² (60%) localizadas em terras paraibanas (ANA, 2016). A sub-bacia do Rio Espinharas é tipicamente de regime intermitente, tem o bioma Caatinga e o clima semiárido como predominantes, caracterizados pelas variações climáticas com precipitações concentradas em poucos meses do ano, podendo ocorrer a pluviosidade acima da média regular (700 mm/ano) ou contrastar com anos consecutivos de valores abaixo da média, tendo como consequências, as secas prolongadas e a baixa disponibilidade hídrica (ANA,2016).

No perímetro urbano de Patos-PB, ocorre a confluência entre o Rio da Cruz (nascente no município de Imaculada-PB) com o Rio Farinha (nascente no município Salgadinho-PB), originando o principal recurso hídrico desse território, o Rio Espinharas. Com percurso no sentido sul-norte, corta a cidade de Patos-PB e ao encontrar as águas do Piranhas, no município de Serra Negra do Norte-RN, segue em terras potiguares até desaguar no Oceano Atlântico. Por ser um rio temporário, característico do semiárido, os períodos e as intensidades de cheia são dependentes da precipitação na região (SILVA; LIMA; MENDONÇA, 2014).

Embora este rio seja de grande relevância para o município de Patos-PB, em especial para os proprietários de imóveis próximos às margens, onde deveria ocorrer a mata ciliar, sua localização no perímetro urbano o expõe aos intensos processos de

degradação, marcados pela retirada da vegetação arbórea, que aos poucos, alteram a paisagem e os ecossistemas ribeirinhos (ALVES; MEDEIROS, 2015).

O uso inadequado de seu leito com o despejo de resíduos e esgotos provenientes das residências torna o ambiente insalubre à fauna aquática, favorece o processo de eutrofização das águas remanescentes e prejudica a beleza cênica. Além destes aspectos, verifica-se a grande quantidade de resíduos sólidos depositados inadequadamente nas margens e o avanço de construções civis, comprometendo cada vez mais, os ecossistemas compostos pelo leito do rio e sua mata ciliar (BATISTA, 2022).

2.3 MATAS CILIARES

Denomina-se matas ciliares, florestas ribeirinhas, de galerias ou ripárias, a cobertura florestal que se encontra diretamente ligada à margem de cursos d'água, cuja função é protegê-los (KUNTSCHIK; EDUARTE; UEHARA, 2011). As florestas ribeirinhas foram incluídas no Novo Código Florestal, instituídas pela Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), Art. 3º, II, como Área de Proteção Permanente (APP):

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

De acordo com Botrel (2001), existe uma série de interações entre os fatores bióticos e os abióticos que resultam na heterogeneidade ambiental das matas ciliares nos biomas brasileiros. Estas alterações podem ser verificadas nas variações topográficas, na composição química e física dos solos, na ciclagem de nutrientes e no regime de cheias dos rios.

Estas formações florestais distribuem-se em todos os biomas, representando a biodiversidade florística e favorecendo o desenvolvimento da fauna inerente aos diferentes ecossistemas. Ademais, sua presença proporciona não só a estabilidade dos rios, protegendo-os do assoreamento, mas também a qualidade de vida aquática.

O Art. 4º considera Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200(duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (ALENCAR, 2015, p. 108-139).

Conforme descrito acima, pode-se comprovar que apesar de protegidas por lei, estes ecossistemas florestais encontram-se sujeitos às ações antrópicas, como a retirada da vegetação arbórea nativa e a implementação de práticas agropecuárias, culminando em grandes perdas na biodiversidade e no material genético. Do mesmo modo, Kuntschik, Eduarte e Uehara (2011) destacam os seguintes impactos negativos:

a) **Fragmentação dos habitats:** consequência da redução de áreas de vegetação nativa, pela substituição por outros tipos de uso de solo;

b) **Disseminação de espécies invasoras:** provocada pela introdução e estabelecimento de espécies exóticas que podem substituir as nativas, alterando o funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas;

c) **Erosão:** presente principalmente em locais desmatados ou com uso inadequado do solo para cultivos agrícolas, que favorece o carreamento de sedimentos para leito dos rios e córregos, provocando o assoreamento, impactando todo o ecossistema aquático;

d) **Incêndios:** ocorrem em várias áreas ribeirinhas degradadas com perdas da fauna e destruição da flora;

e) **Poluição da água:** resultado da contaminação química, física, térmica, biológica ou radioativa. Ocorre a partir da descarga dos diversos tipos de materiais capaz de alterar a composição e qualidade da água.

2.3.1 A importância ecológica de matas ciliares e sua preservação

Os impactos negativos provocados pelo homem à natureza podem ser minimizados e controlados com a conservação e/ou preservação das matas ciliares, em especial, devido a presença da serapilheira, pois reduz o escoamento das águas das chuvas e favorece sua infiltração e incorporação no lençol freático. Segundo Botrel (2001), a vegetação presente nas matas ripárias tem grande relevância em ambientes ribeirinhos, uma vez que desempenha diferentes funções, como promover o corredor ecológico e possibilitar a migração e o fluxo gênico entre os fragmentos de diferentes tipos vegetacionais.

Nascimento (2001) acrescenta ainda que as matas ciliares promovem a estabilização de taludes e encostas adjacentes, retêm os sedimentos presentes nas partes mais altas, impedindo que sejam carregados e depositados nos cursos d'água em excesso, além da retenção de poluentes químicos e agrotóxicos, evitando, dessa forma, a contaminação dos rios, córregos e o depósito destes resíduos nos oceanos.

Kuntschik, Eduarte e Uehara (2011) enaltecem mais ainda a importância das matas ciliares ao considerarem o arranjo e a distribuição de suas raízes, as quais formam uma rede que fixa o solo e torna as margens mais estáveis. Para os autores, suas funções e seus efeitos positivos vão além do ambiente, visto que resultam na qualidade de vida das pessoas e no equilíbrio dos ecossistemas, sendo assim, sua preservação é primordial.

Desse modo, a conservação e preservação destes ambientes requer, sobretudo, um diagnóstico capaz de identificar suas características (largura, composição florística, estrutura, ocupação, etc.) (BOTREL, 2001). O autor destaca que a legislação que reconhece as matas ciliares como Áreas de Proteção Permanente, deve ser cumprida, iniciando-se pela identificação das causas da degradação, uma vez que estas fornecem informações para tomada de decisões na aplicação de técnicas de manejo florestal ou conservação.

2.4 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

O conhecimento da composição florística de um ecossistema florestal é fundamental para caracterizar sua formação vegetacional e entender como ocorre a distribuição das famílias e espécies que se encontram em uma determinada área. Nestes estudos, aplicam-se os princípios da fitossociologia, cujo objetivo é obter informações dos padrões estruturais das comunidades vegetais (BRANCALION *et al.*, 2012).

Os dados obtidos nos levantamentos florísticos e fitossociológicos tornam-se importantes para entender o funcionamento dos ecossistemas, planejar sua exploração ou conservação, bem como idealizar teorias responsáveis pela conservação dos recursos genéticos, além de propor medidas visando o restabelecimento de áreas ou fragmentos florestais alterados (TABARELLI; VICENTE, 2002; SOUZA *et al.*, 2017).

Sabidamente, o homem ao ocupar um espaço, altera vários aspectos ecológicos, incluindo sua diversidade florística. No bioma Caatinga, isto pode ser verificado por meio da redução do número de famílias, gêneros e espécies, como consequência do grau de alteração nos ecossistemas florestais (FELFILI *et al.*, 2011). Nos estudos de fitossociologia, são considerados vários aspectos em sua estrutura vertical e horizontal, os quais permitem, além da quantificação de árvores por área, possibilitam caracterizar sua distribuição e agrupamento e calcular a área basal do povoamento (POGGIANI; OLIVEIRA; CUNHA, 1996).

Na organização vertical da floresta, verifica-se a divisão em estratos, altura e diâmetro das árvores, a forma dos troncos e ramos, surgimento de cipós e epífitas, bem como a densidade da cobertura dentro de um certo limite de altura. Os estudos da posição sociológica fornecem informações sobre a composição florística dos estratos do povoamento.

Enquanto na estrutura horizontal, analisa-se os parâmetros de densidade das espécies arbóreas (número de indivíduos da espécie por área), frequência (número de parcelas que uma espécie ocorre, em relação ao número total de parcela) e dominância (área basal da espécie). A partir da soma dos valores destes parâmetros, obtém-se o Índice de Valor de Importância (IVI) (relevância numérica de uma espécie entre árvores de uma comunidade) (POGGIANI; OLIVEIRA; CUNHA, 1996).

Além do conhecimento das comunidades florestais, estes dados são fundamentais para aplicar técnicas de manejo para auxiliar nos modelos exploratórios (MARANGON *et al.*, 2007). Outro dado importante é a caracterização do estágio sucessional e regeneração natural, sendo este referente aos indivíduos juvenis provenientes da germinação das sementes ou da brotação das cepas e raízes de indivíduos presentes nas áreas (FELFILI; REZENE, 2003). As condições ambientais, do clima e do solo, associadas ao nível de intervenções praticadas na área e à resiliência do fragmento florestal, interferem diretamente no sucesso de sua regeneração (LUCENA; ALVES; BAKKE, 2017).

2.5 REGENERAÇÃO NATURAL

A regeneração é um processo natural de uma floresta que possibilita a continuidade das espécies em um determinado ecossistema florestal (KAPPELLE *et al.*, 1996; KLEIN, 1980) e representa o desenvolvimento de indivíduos juvenis que irão ocupar os estágios posteriores. O acompanhamento deste processo permite identificar o nível de perturbação ao qual a área foi submetida, bem como estimar a sua recuperação (FINOL, 1971).

A regeneração natural em matas ciliares é formada por indivíduos juvenis que se encontram nas formações vegetais localizadas ao longo dos cursos d'água, como os rios. Seu dinamismo desempenha importante função ecológica, uma vez que garante a manutenção das matas ciliares que serão responsáveis pela regularização do regime hídrico, manutenção da qualidade da água, estabilização dos solos marginais e diversidade faunística ribeirinha (SALVADOR, 1987).

O processo de regeneração natural se inicia com o depósito de sementes viáveis, presentes na superfície ou no interior do solo de determinada área, constituindo o banco de sementes (KAGEYAMA, 1987). Desse modo, este sistema dinâmico de entradas e saídas de sementes é determinante para a composição florística da comunidade de plantas, que por sua vez, depende das espécies presentes na área ou circunvizinhança, cujas sementes poderão ser depositadas no ambiente pelos agentes dispersores, tais como o vento, a água e os diferentes tipos de animais.

Para Souza e Leite (1994), os estudos de banco de sementes possibilitam também que sejam feitas estimativas dos parâmetros populacionais, imprescindíveis

para efetuar o manejo florestal sustentado. Os autores ressaltam que cada ecossistema apresenta uma dinâmica própria para que ocorra o processo, porém, a princípio, uma alta intensidade de regeneração natural depende do contato das sementes com o solo (banco de sementes), da germinação das sementes que irão compor o banco de plântulas, a sobrevivência destas à herbivoria e da resposta aos fatores ambientais, tais como calor, luz e conteúdo de água no solo.

Todavia, Baider, Tabarelli e Mantovani (2001) enfatizam a relevância de averiguar a intensidade de degradação nos ambientes, pois a velocidade de regeneração está intrinsecamente relacionada com o grau de perturbação na natureza. De acordo com os autores, quanto mais danificado estiver uma área, mais tempo será necessário para que o processo de regeneração ocorra. Outro aspecto a considerar é a resiliência das espécies, ou seja, a capacidade de regeneração mesmo em condições desfavoráveis.

2.5.1 Banco de sementes

O banco de sementes consiste no acúmulo de sementes viáveis presente nas camadas superficiais do solo, cujo processo germinativo irá ocorrer quando as condições ambientais forem favoráveis. Existe uma larga variação dos fatores abióticos e das ações antrópicas que interferem na viabilidade da germinação dos bancos de sementes, bem como em sua composição (BASKIN; BASKIN, 2001).

Pesquisas com banco de sementes no solo possibilitam compreender como ocorre o processo de formação das comunidades florestais. Estes trabalhos permitem a elaboração de projetos para incrementar a capacidade de regeneração das espécies, em especial daquelas que se deseja manter no ecossistema (GARWOOD, 1989).

Almeida-Cortez (2004) afirma que as sementes presentes no solo podem ser alóctomas (vindas de outras áreas) e autóctomas (da localidade), com características de transitórias (sementes com curta viabilidade que germinam dentro de um ano) e persistentes (com longevidade superior a um ano, mesmo em condições adequadas à germinação). Além dessas particularidades, é importante analisar as estações do ano, em especial no semiárido, onde os aspectos climáticos influenciam o ritmo das fenofases das espécies e, conseqüentemente, a produção e dispersão das sementes.

Para Kitagima (1999), a regeneração natural via sementes de uma área depende da quantidade de diásporos dispersos e encontrados no interior do solo. O autor destaca quatro critérios responsáveis pelo processo, independente da origem do distúrbio ter sido natural ou antrópico: a) a colonização e o estabelecimento de populações; b) a manutenção da diversidade de espécies; c) o estabelecimento de grupos ecológicos; d) a restauração da riqueza de espécies (UHL *et al.*, 1981; GARWOOD, 1989).

Um dos problemas verificados no banco de sementes de várias áreas da caatinga é a alteração na composição e diversidade florística e na regeneração dos indivíduos nativos devido a predominância de espécies invasoras, como relatado nos trabalhos de Fabricante *et al.* (2009); Fabricante; Andrade (2014), Andrade, Fabricante; Oliveira, (2010), Ramos (2016); Feitosa; Andrade, (2016); Sousa; Andrade; Xavier (2016) em áreas invadidas com *Parkinsonia aculeta*, *Ipomoea carnea*, *Prosopis juliflora*, *Cryptostegia madagascariensis*, respectivamente. Em todos estes trabalhos, além da forte alteração na composição florística, houve redução significativa na densidade e na estrutura das comunidades autóctones, comprometendo dessa forma o equilíbrio dos ecossistemas naturais.

No semiárido brasileiro, várias espécies arbóreas começam seu processo reprodutivo (floração, frutificação e dispersão de sementes) na estação seca do ano. Esta estratégia torna-se importante para que a germinação das sementes depositadas no solo ocorra no início da estação chuvosa, onde as condições no ambiente encontram-se favoráveis. Este comportamento deve estar relacionado às características das sementes transitórias de diversas espécies, comprovado pela imediata germinação das sementes e pelo vasto banco de plântulas em povoamentos nativos da caatinga com a presença das chuvas (COSTA; ARAÚJO, 2003; RAMOS, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na mata ciliar dos Rios da Cruz e Espinharas, em seus trechos urbanos que cortam a cidade de Patos-PB, nas respectivas coordenadas geográficas: 07°03'32"S; 37°17'03"W e 07°02'18.96"S; 37°16'41.84"W.

O município de Patos-PB faz parte da sub-bacia do Rio Espinharas e Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. O Rio Espinharas, formado na zona urbana de Patos-PB, pela junção dos Rios da Cruz e Farinha, corta a cidade no sentido sul-norte até desaguar no Rio Piranhas, em Serra Negra do Norte-RN. Apesar de seu regime intermitente, cujo volume de água é fortemente influenciado pela precipitação da região, este manancial é o principal recurso hídrico do município (SILVA; LIMA; MENDONÇA, 2014).

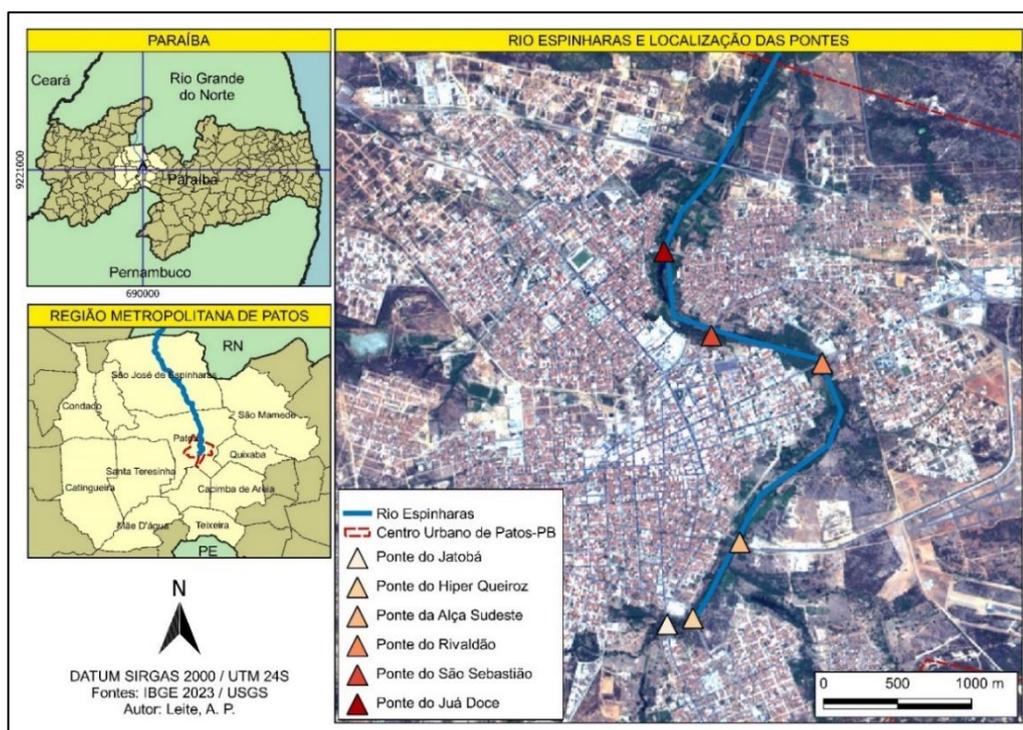
Na mata ciliar do percurso estudado deste rio, constatou-se uma grande quantidade de espécies arbóreas exóticas, *Leucaena leucocephala* (Lam.) (Leucena), *Parkinsonia aculeata* L. (Turco), *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba) e *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth (Mata-fome), bem como as capineiras de *Pennisetum purpureum* Schum (Capim elefante), comumente utilizadas para alimentação de animais. As árvores nativas são encontradas em menor abundância, representadas por *Myracondruon urundeuva* Allemão (Aroeira), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. (Angico), *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (Juazeiro) e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (Jurema-preta).

Em vários trechos das margens da floresta ripária, verifica-se o descumprimento à legislação do Novo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012), para rios com largura entre 50 a 200 metros, que determina uma faixa de 100 m destinada às Áreas de Proteção Permanente (APP). Estes ambientes estão sendo ocupados pela construção civil próximo ao leito do rio.

3.2 PONTOS DE COLETAS DE DADOS: MARCAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

Nos trechos dos rios localizados na área urbana de Patos-PB, encontram-se seis pontes, sendo uma no Rio da Cruz e as demais no Rio Espinharas. Estas pontes foram utilizadas como pontos de referência para estudo da vegetação arbórea, regenerante e do banco de semente das margens dos dois rios (Figura 01).

Figura 01 – Localização dos Rios da Cruz e Espinharas e as respectivas pontes no trecho urbano de Patos-PB.



As pontes foram georreferenciadas e entre elas, foram alocadas oito parcelas com dimensões de 20 x 20 m (400 m²), conforme a Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC, 2005) para o levantamento fitossociológico e a identificação das espécies arbóreas presentes entre os trechos de cinco pontes. Todas as parcelas foram georreferenciadas, demarcadas, utilizando fita métrica (200 m), e identificadas com piquetes e placas de alumínio (Tabela 01).

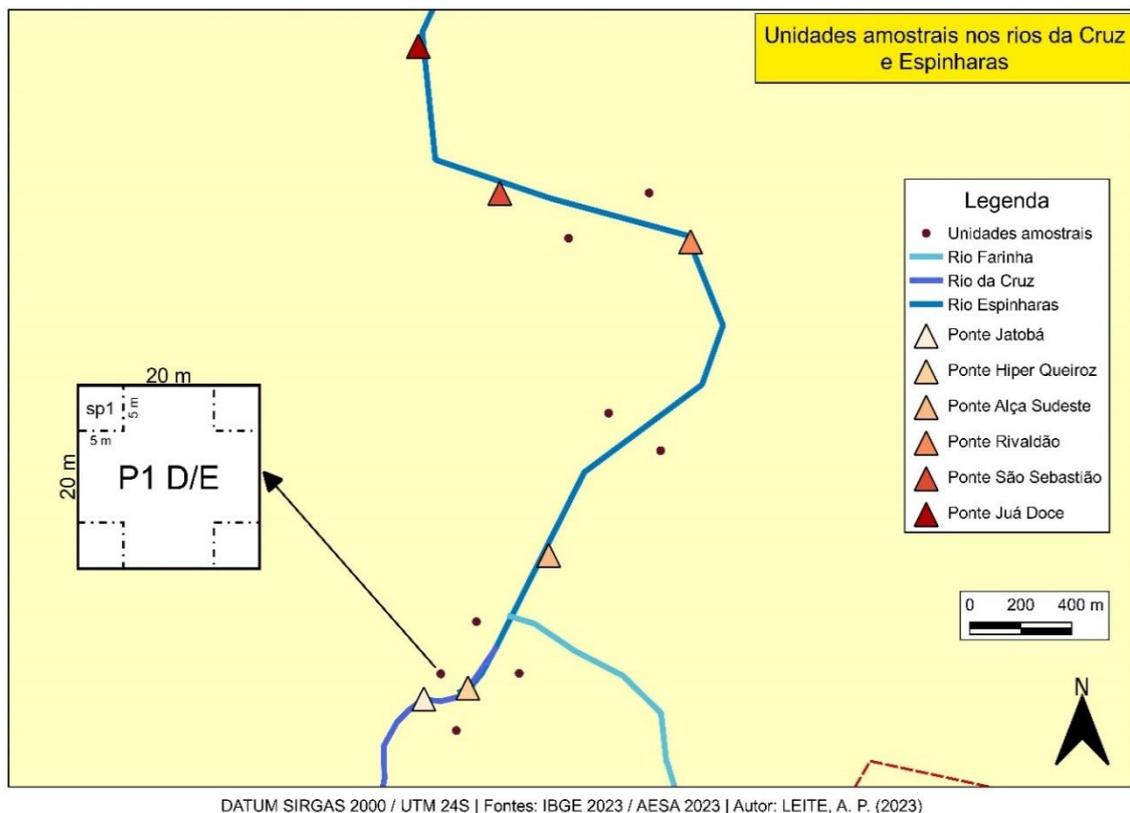
Tabela 01 – Pontos de referência das parcelas e suas respectivas coordenadas geográficas.

Pontos de referência	Parcelas	Coordenada Margem Esquerda	Coordenada Margem Direita
Ponte do Jatobá e Hiper Queiroz	*Parcela 1 e 2	7° 2'16.99"S e 37°16'37.68"O	7° 2'20.64"S e 37°16'38.90"O
Hiper Queiroz e Alça Sudeste	Parcela 3 e 4	7° 2'8.86"S e 37°16'33.15"O	7° 2'12.64"S e 37°16'32.02"O
Alça Sudeste e Rivaldão	Parcela 5 e 6	7° 1'44.42"S e 37°16'16.59"O	7° 1'45.48"S e 37°16'11.11"O
Rivaldão e São Sebastião	Parcela 7 e 8	7° 1'16.49"S e 37°16'23.79"O	7° 1'14.59"S e 37°16'13.18"O

*Parcela no Rio da Cruz.

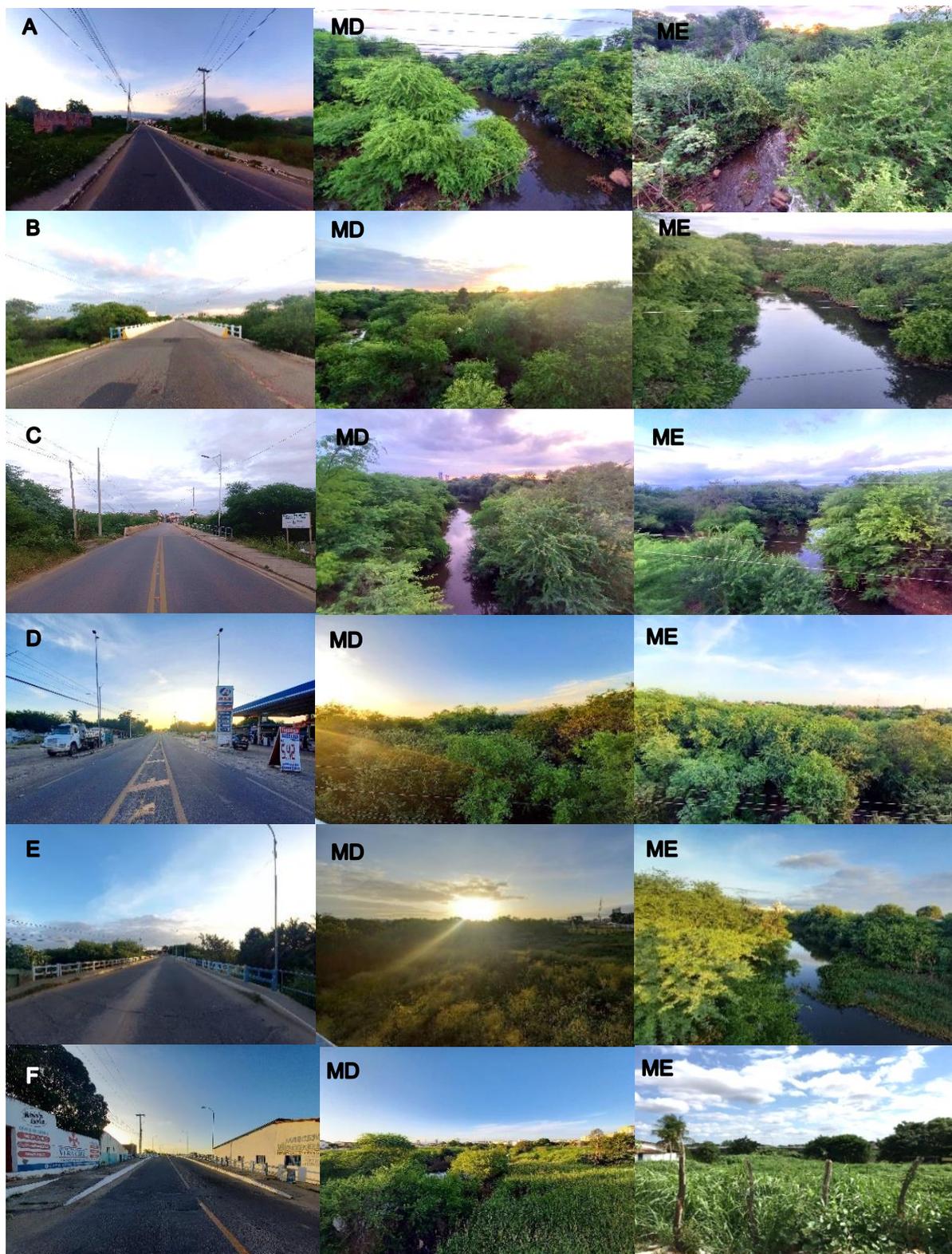
Em cada uma das oito parcelas foram marcadas nos quatro cantos, 32 subparcelas de 5 m x 5 m (RMFC, 2005) para a contagem e medição dos indivíduos regenerantes (indivíduos arbóreos jovens) e coleta de amostras de solo + serapilheira para estudos do banco de sementes, de acordo com a localização da unidade amostral: P(1-4) D/E sp(1-4), onde P = Parcela (1- 4 em cada margem direita (D) ou esquerda (E)) e sp = subparcela (1 – 4 em cada parcela) (Figura 02).

Figura 02 – Localização das parcelas e subparcelas ao longo dos Rios da Cruz e Espinharas para coleta de dados da vegetação arbórea e regeneração natural.



A marcação das parcelas foi realizada a partir de 50 m de distância do nível máximo que a água atinge durante o período chuvoso, usando como exigência, a presença de indivíduos arbóreos. Os trechos sem a condição mencionada acima foram caracterizados quanto a ocupação das terras (Figura 03).

Figura 03 – Pontes sobre os Rios da Cruz e Espinharas: Jatobá (A), Queiroz (B), Alça Sudeste (C), Rivaldão (D), São Sebastião (E) e Juá Doce* (F) em Patos-PB, nas Margens Direita (MD) e Esquerda (ME).



Fonte: O autor (2023).

*Não ocorreu a coleta do material devido a ausência de vegetação arbórea e presença de plantações.

Nas oito parcelas (quatro em cada margem) foram mensurados todos os indivíduos arbóreos que apresentaram Circunferência a Altura do Peito (CAP) $\geq 6,0$ cm a 1,30 m do solo (RMFC, 2005). As plantas foram identificadas em campo pelo nome popular, de acordo com as características dendrológicas de folha, flor, fruto, casca, cheiro e caule. Os dados de circunferência foram transformados em DAP (Diâmetro a Altura do Peito) utilizando a expressão $DAP = CAP/\pi$. Para os indivíduos com bifurcação abaixo de 1,30 m, foram medidos os fustes com maiores diâmetros para obtenção do diâmetro equivalente (Deq) pela fórmula $d_{eq} = \sqrt{\sum DAP^2}$ (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2012).

3.4 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DOS INDIVÍDUOS JUVENIS

Nas 32 subparcelas (quatro em cada parcela de ambas as margens) foram identificadas por comparação com árvores adultas, as características morfológicas (tronco e folhas) de todos os indivíduos arbóreos juvenis, e mensurados o diâmetro ao nível do solo (DNS) e a altura do ramo mais alto. Estas medições foram feitas utilizando um paquímetro digital (mm) e uma régua retrátil de alumínio graduada (cm).

3.5 COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO + SERAPILHEIRA PARA ESTUDO DO BANCO DE SEMENTES

Nas subparcelas foram coletadas, em dezembro de 2021, antes do período chuvoso da região, 32 amostras de solo + serapilheira na profundidade de 0-5 cm, utilizando uma moldura de ferro de 30 cm x 50 cm (totalizando 4,8 m²) para acompanhamento da germinação das sementes presentes no banco de sementes.

O material foi acomodado em sacos plásticos, devidamente identificado de acordo com a parcela e a posição da subparcela P(1-4) D/E sp(1-4), e conduzido ao Viveiro Florestal onde permaneceu protegido de umidade para ativação do banco de sementes.

Na primeira semana de fevereiro de 2022, as amostras foram dispostas em bandejas plásticas, identificadas e perfuradas para evitar o excesso de água, e acomodadas em bancadas de alvenaria em ambiente telado (sombrite com fator de

redução solar de 50%), irrigadas manualmente todos os dias e realizado o rodízio uma vez por semana, a fim de reduzir a ação de heterogeneidade ambiental.

O experimento foi diariamente acompanhado até o início de fevereiro de 2023, para verificar a emergência e contagem das plântulas e realizar a coleta do material fértil, com o respectivo preparo das exsiccatas para identificação das espécies. Além disso, ocorreu o registro e a anotação de todas as informações referentes ao comportamento do banco de sementes. Após um período de dez dias consecutivos sem a germinação de sementes, as bandejas foram recolhidas, o material descartado e o experimento foi desativado.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

3.6.1 Levantamento florístico dos indivíduos adultos e regenerantes

Os dados obtidos no levantamento florístico dos indivíduos adultos e regenerantes presentes nas parcelas e subparcelas, por meio do programa Mata Nativa (2016), e sucessivamente, organizados em tabelas e gráficos. De modo similar, foram avaliadas a riqueza de espécies pelo Índice de Shannon-Weaver (H') e a uniformidade destas na área pelo Índice de Equabilidade de Pielou (J), conforme descrição das fórmulas abaixo.

$$H' = \frac{[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)]}{N} \quad (2)$$

H' = Índice de Shannon-Wiener;

n_i = Número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

S = número total de espécies amostradas;

\ln = logaritmo de base neperiana;

$$J = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (2)$$

H_{max} = $\ln(S)$;

J = Equabilidade de Pielou;

S = número total de espécies amostradas;

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener.

3.6.2 Identificação das espécies encontradas nas amostras do solo + serapilheira

As espécies encontradas no banco de sementes foram classificadas de acordo com o hábito em arbóreas, arvoretas, arbustivas, subarbustivas, herbáceas e trepadeiras. A lista de espécies e nomes científicos foram organizados por ordem alfabética de família, conforme o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016) e Flora do Brasil (2020), respectivamente. As exsiccatas foram realizadas com amostras de cada espécie encontrada, depositadas no Herbário Rita Baltazar, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB.

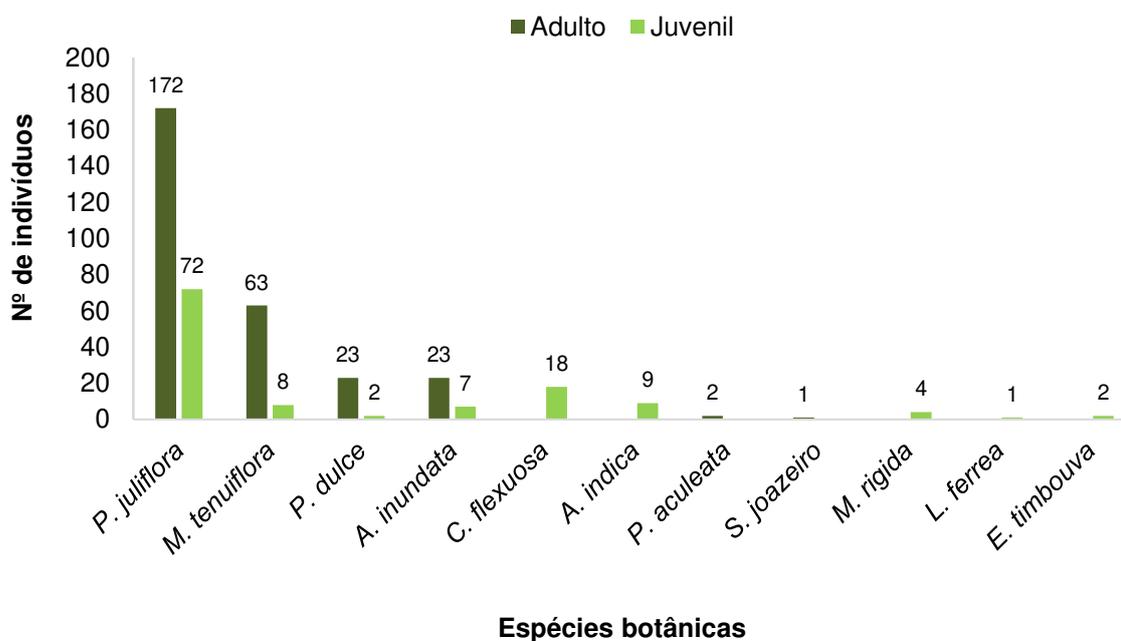
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DOS INDIVÍDUOS ARBÓREOS ADULTOS E JUVENIS

Nos trechos urbanos estudados da mata ciliar dos Rios da Cruz e Espinharas foram registrados 407 indivíduos arbóreos em uma área de 0,32 ha referente às oito parcelas, equivalente a uma densidade de 1271,9 plantas/ha. Destes, foram quantificados 284 adultos (871,5 adultos/ha) com valores médios de altura e Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de 4,5 m e 5,66 cm, respectivamente, distribuídos nas margens direita (118) e esquerda (166).

Nas 32 subparcelas (800 m²), 123 juvenis (384,4 regenerantes/ha) foram mensurados, medindo 0,86 m e 10,72 mm de Diâmetro a Nível do Solo (DNS), sendo 60 e 63, nas respectivas margens direita e esquerda (Figura 04).

Figura 04 – Número de indivíduos arbóreos adultos e juvenis nas parcelas e subparcelas da mata ciliar dos Rios da Cruz e Espinharas na cidade de Patos-PB.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Os indivíduos adultos foram representados apenas pela Fabaceae, com Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), Mata-fome (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.), Muquém (*Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W.Grimes) e Turco (*Parkinsonia aculeata* L.), e a Rhamnaceae, com Juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild). Nos juvenis, a Fabaceae é representada pelas mesmas espécies, exceto *P. aculeata*, acrescentando Pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P.Queiroz) e Tamboril (*Enterolobium timbouva* Mart.). Além dessa família, nota-se a ocorrência de espécies pertencentes à Capparaceae, com Feijão-bravo (*Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl), Meliaceae com Nim (*Azadirachta indica* A.Juss.) e Chrysobalanaceae com Oiticica (*Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance).

Analisando os dados, verifica-se o baixo número de famílias (5) e espécies botânicas (11) nos trechos estudados da mata ciliar dos rios. Apesar da ocorrência de espécies nativas, três e seis, respectivamente para os adultos e regenerantes, de acordo com o catálogo Flora do Brasil (2020), constata-se a predominância de 280 indivíduos exóticos (68,8%), prevalecendo nos dois estádios de desenvolvimento, com 197 adultos (70,4%) e 83 juvenis (29,6%).

Diante desse cenário, observa-se a modificação nos ambientes ripários ao longo do tempo e a redução da vegetação nativa nos centros urbanos. Esta problemática ocorre mediante a retirada das espécies arbóreas para atender as diferentes demandas das sociedades contemporâneas, voltadas à agricultura, pecuária e às construções. No entanto, a exploração dos recursos florestais tem impactado a manutenção e o bom funcionamento dos ecossistemas, especialmente, devido a introdução de indivíduos exóticos.

De acordo com Lima *et al.* (2021), a riqueza e diversidade de árvores exóticas nas cidades desencadeia efeitos negativos à natureza, principalmente, à biodiversidade, pois considera-se que a invasão biológica destes indivíduos se intensifica, inibindo a sucessão e a regeneração ecológica das espécies nativas. Este comportamento ocorre pela sua capacidade de se estabelecer, adaptar e reproduzir de maneira dominante nos habitats, considerando o rápido crescimento, eficiência na dispersão de sementes, tolerância a herbivoria e alta capacidade de regeneração. Ademais, a invasão biológica pode favorecer a degradação do habitat, que associado à ausência de predadores naturais, tornam estes indivíduos, capazes de suprimir a abundância da flora nativa.

As espécies mais abundantes no presente trabalho foram a exótica *P. julliflora* com 244 indivíduos e a nativa *M. tenuiflora* com 71. Considerando os dois estádios, tem-se 172 e 63 adultos, e 72 e 08 regenerantes, respectivamente.

Popularmente conhecida como Algaroba, esta árvore ocorre naturalmente no México, América Central e norte da América do Sul e foi introduzida na região semiárida do Brasil em 1942, em Serra Talhada-PE. Atualmente, encontra-se distribuída no Nordeste, onde populações expressivas têm sido registradas nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe (LORENZI *et al.*, 2003).

Além disso, esta espécie ocorre, geralmente, nos nichos antropizados e próximos aos cursos d'água, como os rios. A invasão biológica concentra-se nas suas margens, minimizando drasticamente a riqueza de árvores nativas e comprometendo a regeneração natural das florestas ribeirinhas. A ocupação desses ambientes ocorre devido à alta capacidade de emergência de plântulas da *P. julliflora* e facilitada pelos animais que consomem suas vagens e tornam-se dispersores potenciais de suas sementes (LIMA, 2005).

Apesar da abundância de *P. julliflora*, a espécie nativa *M. tenuiflora* destacou-se com o segundo maior número de indivíduos nas parcelas e subparcelas, devido a característica de pioneirismo em estágios iniciais de sucessão e em ambientes degradados. Esta espécie, denominada como Jurema-preta, tem alto potencial madeireiro, podendo ser utilizada para produção de energia, estacas e mourões, devido a madeira resistente e de grande durabilidade natural. Ademais, suas folhas, ramos finos e sementes são consumidos pelos rebanhos e suas flores são consideradas melíferas. É também indicada para reflorestamentos heterogêneos para fins de preservação (LORENZI, 2009).

A menor quantidade de indivíduos de *M. tenuiflora* (71) em relação a *P. julliflora* (244) pode ser justificado devido a capacidade de formação de florestas densas pela espécie exótica, que reduz a luminosidade e dificulta o desenvolvimento das espécies nativas, especialmente, da *M. tenuiflora*, por ser heliófila em todas as fases de vida.

Diante disso, os resultados obtidos assemelham-se aos de Carmo (2016) e Marques *et al.* (2020) nas respectivas matas ciliares do Cariri Ocidental Paraibano e no Rio Sucurú em Coxixola-PB, onde verificou-se a dominância e colonização de espécies invasoras, como a *P. julliflora*, devido as condições favoráveis proporcionadas pela umidade, profundidade e deposição de materiais nos solos

destes ambientes. Esta condição difere de povoamentos florestais da Caatinga devido a disponibilidade hídrica ser restrita ao período chuvoso, presença de solos rasos e com baixo teor de matéria orgânica.

4.2 BANCO DE SEMENTES

A emergência das plântulas contidas nas amostras de solo + serapilheira coletadas nos trechos urbanos dos Rios da Cruz e Espinharas, que contornam a cidade de Patos-PB, teve início na mesma semana após a acomodação e irrigação das bandejas no ambiente telado do Viveiro Florestal.

Diante do acompanhamento do banco de sementes, após, aproximadamente um ano, verificou-se que a sua composição florística na área amostrada resultou em 3146 indivíduos, pertencentes a 23 famílias botânicas, 39 gêneros e 46 espécies (Tabela 02).

Tabela 02 – Famílias, espécies, hábito de crescimento e número de indivíduos presentes nas amostras de solo + serapilheira coletadas nas margens direita e esquerda dos Rios da Cruz e Espinharas em trechos urbanos de Patos-PB.

Família/Espécie	Hábito	Direita	Esquerda	Total
Aizoaceae				
<i>Trianthema portulacastrum</i> Linn. (Bishkhapra)	Erva	33	8	41
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Subarbusto	206	146	352
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Subarbusto	539	330	869
<i>Amaranthus blitum</i> L.	Subarbusto	0	13	13
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Subarbusto	6	9	15
Apocynaceae				
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Arbusto	0	14	14

Continua...

Continuação...

Família/Espécie	Hábito	Direita	Esquerda	Total
Asteraceae				
<i>Bidens pilosa</i> L.	Subarbusto	8	5	13
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Subarbusto	0	7	7
<i>Egletes viscosa</i> (L.) Less	Erva	4	2	6
<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch.Bip.	Subarbusto	0	4	4
Boraginaceae				
<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger	Subarbusto	0	11	11
Commelinaceae				
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Erva	0	4	4
Convolvulaceae				
<i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) Hallier f.	Trepadeira	0	8	8
Curcubitaceae				
<i>Momordica charantia</i> L.	Trepadeira	0	16	16
Cyperaceae				
<i>Cyperus entrerianus</i> Boeckeler	Erva	0	12	12
<i>Cyperus difformis</i> L.	Erva	0	4	4
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Erva	2	13	15
Euphorbiaceae				
<i>Bernardia sidoides</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	Erva	0	9	9
<i>Cnidocolus urens</i> (L.)	Arbusto	0	1	1
<i>Euphorbia ophthalmica</i> Pers.	Erva	38	53	91
<i>Jatropha molissima</i> (Pohl) Baill.	Arbusto	1	0	1
Fabaceae				
<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	Árvore	0	14	14
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Árvore	182	180	362
<i>Mimosa pudica</i> L.	Árvore	0	1	1
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Árvore	9	4	13
<i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene	Erva	2	4	6
Lythraceae				
<i>Ammannia coccinea</i> Rottb.	Arbusto	1	2	3
Lamiaceae				
<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	Subarbusto	12	4	16
Malvaceae				
<i>Corchorus aestuans</i> L.	Subarbusto	1	25	26
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Erva	0	163	163
<i>Sidastrum micranthum</i> (St.-Hil.) Fryxell	Subarbusto	46	32	78
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Arbusto	1	1	2
Nyctaginaceae				
<i>Boerhavia difusa</i> L.	Erva	3	1	4
Onagraceae				
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	Arbusto	24	11	35

Continua...

Continuação...

Família/Espécie	Hábito	Direita	Esquerda	Total
Poaceae				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Erva	4	5	9
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv.	Erva	24	279	303
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Erva	94	286	380
Portulacaceae				
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Erva	0	1	1
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Erva	61	41	102
<i>Portulaca halimoides</i> L.	Erva	5	1	6
Phyllanthaceae				
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Erva	7	11	18
Rubiaceae				
<i>Hexasepalum teres</i> (Walter) J.H.Kirkbr.	Erva	0	3	3
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	Erva	10	5	15
Solanaceae				
<i>Physalis pubescens</i> L.	Erva	13	57	70
Urticaceae				
<i>Pilea hyalina</i> Fenzl	Erva	0	1	1
Zygophyllaceae				
<i>Kallstroemia tribuloides</i> (Mart.) Steud.	Erva	8	1	9
Total por Margem		1344	1802	
Total de Indivíduos			3146	

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O início do processo germinativo e a emergência das plântulas na primeira semana, após a ativação do banco de sementes, está diretamente relacionada à irrigação das amostras. Este comportamento é similar aos observados em ambientes de Caatinga, que depois do início do período chuvoso, o solo ressequido se reveste de plântulas e altera a paisagem em respostas às condições favoráveis, especialmente, a umidade do solo (COSTA; ARAUJO, 2003; RAMOS, 2016).

Verificou-se que 42,7% das plantas emergidas nas amostras de solos encontram-se na margem direita e 57,3% na esquerda. Considerando o total de indivíduos emergidos nas subparcelas (4,8 m²) tem-se uma densidade de 655,4 indivíduos/m², porém, ao analisar separadamente, notou-se 280 e 375,42 indivíduos/m² para as margens direita e esquerda, respectivamente.

A menor quantidade de plantas na margem direita pode estar associada à presença de pequenas propriedades que utilizam a água para irrigação de cultivos

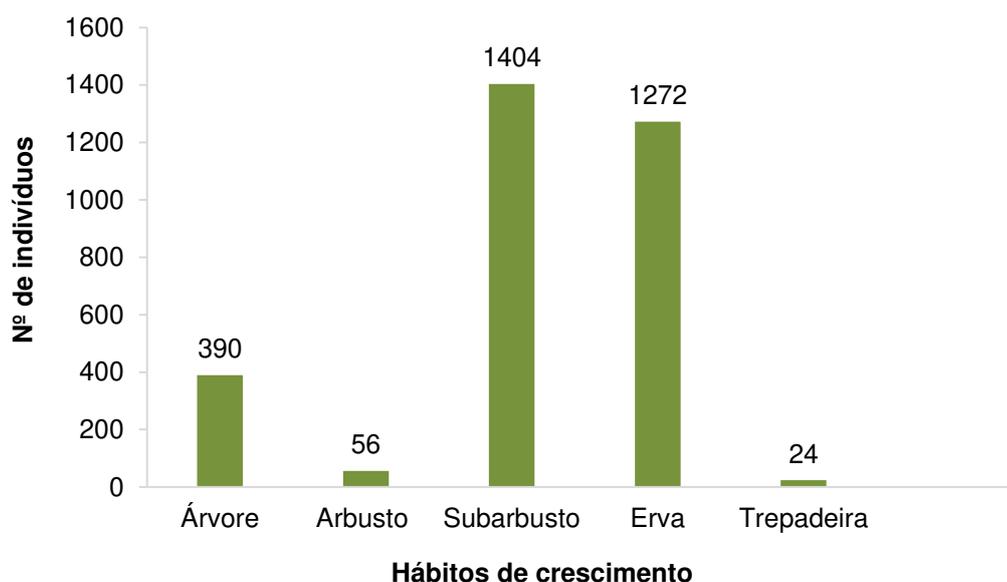
agrícolas e forrageiros. Estas práticas causam a grande redução de espécies florestais e impactam diretamente a regeneração da vegetação da mata ciliar.

A densidade de indivíduos encontrada neste estudo é inferior aos resultados de Pereira *et al.* (2010) em trabalho desenvolvido nas margens do Rio Capivari-MG, ocupadas por pastagem, diferenciando-se pelo estado de degradação em que se encontravam. Os autores registraram densidades de 2.332 plantas/m² em ambiente perturbado, porém em bom estado de conservação, e 1.896 indivíduos/m² em uma área erodida desprovida de vegetação.

A densidade de plantas/m² verificada neste trabalho encontra-se de acordo com os padrões descritos por Garwood (1989), ao informar que esta pode variar de 25 a 1000 e de 3000 a 8000 plantas/m² em florestas topicais primitivas e vegetação secundária, respectivamente.

Ao analisar a densidade das plantas de acordo com o hábito de crescimento, percebeu-se que os subarbustos e ervas predominam com 292,5 e 265 indivíduos/m², respectivamente, enquanto que as árvores tem uma densidade de 81,25 plantas/m² (Figura 05).

Figura 05 – Número de indivíduos de acordo com o hábito de crescimento presente nas amostras de solo + serapilheira coletadas nas margens dos Rios da Cruz e Espinharas em trechos urbanos de Patos-PB.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A maior ocorrência de subarbustos e ervas deve estar associada às consequências da retirada da vegetação arbórea para diversas potencialidades, com destaque para fins energéticos e uso das toras para estacas, mourões e construção civil. Ademais, a ausência do componente arbóreo facilita a conversão das áreas em pastagem e plantios de espécies agrícolas e forrageiras, além da construção de prédios nas margens dos rios. Ramos *et al.* (2020) verificaram nos rios estudados, os problemas descritos, acrescentando o despejo de resíduos sólidos e esgoto no leito e nas faixas marginais do rio. Diante desse cenário, entende-se que estes comportamentos podem afetar diretamente os aspectos ecológicos e sociais da cidade de Patos-PB.

Estas situações acentuam os níveis de perturbação das margens dos dois rios em estudo, impedindo o estabelecimento de grupos ecológicos arbóreos e a restauração da riqueza de espécies, normalmente, verificados na regeneração natural de florestas. Por outro lado, as espécies subarbutivas, arbustivas e herbáceas, colonizadoras de ambientes perturbados, apresentam características que favorecem a grande quantidade de indivíduos em uma área. Dentre elas, destaca-se a ampla plasticidade de sobrevivência em diferentes ambientes, grande produção e dispersão de sementes, facilidade de emergência, ciclo de vida curto e ausência de palatabilidade encontrada em muitas espécies, impedindo o seu consumo pelos animais.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com outros estudos desenvolvidos em rios da região semiárida, como os de Marques *et al.* (2020), ao relatarem que a exploração das margens do Rio Sucurú em Coxixola-PB, está diretamente relacionada às condições favoráveis destes ambientes. Os autores afirmaram que as áreas marginais dos rios proporcionam maior segurança hídrica, solos mais profundos e férteis, decorrentes da deposição de materiais durante o período chuvoso, quando os córregos se encontram com água corrente. No entanto, considera-se o beneficiamento dos agricultores e criadores de animais, em especial no semiárido, uma vez que as margens dos rios temporários, contrastam com a paisagem seca, devido a reduzida disponibilidade de água e solos mais rasos.

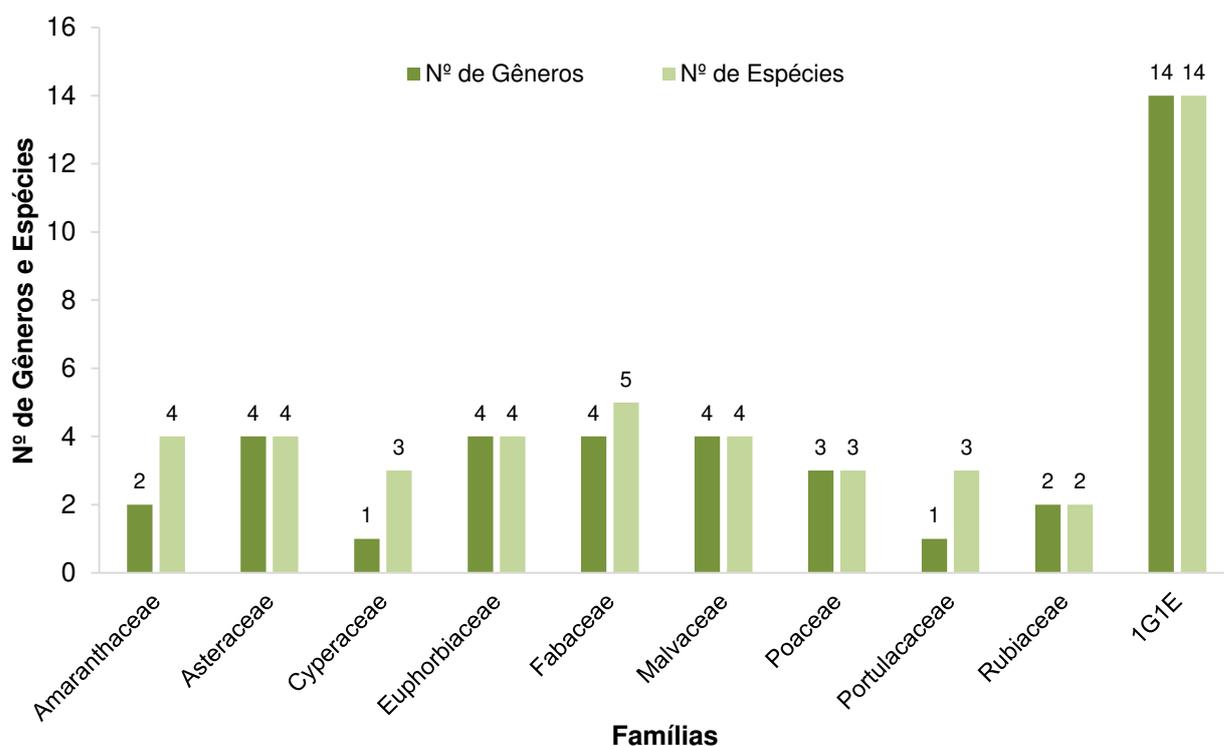
A ocupação das margens do açude de Orós-CE por espécies com ciclos curtos por agropecuaristas, chamou a atenção de Lima (2021) ao analisar os riscos desta atividade. Para o autor, além do desmatamento, a utilização de agrotóxicos de forma

irregular, relatado por 80% dos entrevistados, afeta seriamente os ecossistemas locais pela contaminação do solo e eutrofização de rios e açudes.

Além disso, observa-se a predominância (92,8%) da *P. julliflora* com 362 indivíduos na densidade das arbóreas (81,25 plantas/m²). Sabidamente reconhecida como espécie invasora, esta planta tem sua dispersão favorecida pelos animais que ao consumirem suas vagens, disseminam as sementes por meio de suas fezes. Estas sementes se beneficiam das condições proporcionadas pelo esterco, atingem os maiores índices de germinação e de sobrevivência das plântulas (RIBASKI *et al.*, 2009).

Dentre as 23 famílias encontradas nas amostras de solo das margens dos rios, 14 foram representadas apenas por um gênero e uma espécie (1G1E). As que apresentaram o maior número foram a Fabaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae e Asteraceae (Figura 06).

Figura 06 – Famílias e número de gêneros e espécies presentes nas amostras de solo + serapilheira coletadas nas margens direita e esquerda dos Rios da Cruz e Espinharas em trechos urbanos de Patos-PB.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Das quatro famílias com o maior número de gêneros e espécies, destaca-se a Fabaceae com 396 plantas distribuídas em quatro gêneros e cinco espécies, seguida pela Malvaceae (269), Euphobiaceae (102) e Asteraceae (30), todas com quatro gêneros e quatro espécies. Estas famílias são comumente predominantes em banco de sementes de diferentes ambientes de caatinga com níveis de ocupação e perturbação variados (FERREIRA *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2010).

Embora a Amaranthaceae tenha ocorrido com dois gêneros e quatro espécies, apresenta um grande número de indivíduos (1249), representando 39,7% de todas as plantas presentes nas amostras. Esta família possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em zonas tropicais e subtropicais, com ocorrência em ambientes áridos e semiáridos em solos salinos e degradados que se encontram em desequilíbrio (FLORA DO BRASIL, 2020). As espécies *A. tenella* e *A. brasiliana* têm alto valor medicinal com potencial na cicatrização, como anti-inflamatório e antibacteriano (SOUZA, 2016). Devido a facilidade de germinação de suas sementes, são consideradas invasoras em áreas onde a vegetação nativa é inexistente ou escassa.

4.3 ANÁLISE DOS ÍNDICES ECOLÓGICOS

A diversidade da comunidade vegetal encontrada nas margens dos rios e sua distribuição foram estimados pelos Índice de diversidade de Shannon-Weaver e de Equabilidade de Pielou (J') (Tabela 03).

Tabela 03 – Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equabilidade de Pielou (J') referente às espécies arbóreas adultas e regenerantes presentes no banco de sementes no solo em trechos de matas ciliares dos Rios da Cruz e Espinharas na cidade de Patos, Paraíba.

Componente	Índice de Shannon-Weaver (H')	Índice de Equabilidade de Pielou (J')
Adulto	1,27	0,65
Regenerante	1,78	0,75
Plântulas em geral	2,52	0,66

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Os resultados obtidos podem ser considerados baixos quando comparados com outros estudos realizados por Gomes *et al.* (2014) em mata ciliar de ambientes de transição entre Caatinga e Cerrado (BA) e Duarte *et al.* (2022), em Santana do São Francisco (SE), cujos valores foram $H = 3,62$ e $J = 0,90$ e $H = 3,74$ e $J = 0,79$, respectivamente. Índices semelhantes a estes indicam uma alta diversidade, estabilidade e abundância das espécies que ocupam as margens dos rios, situação contrastante aos desse trabalho, onde as margens encontram-se ocupadas por poucas espécies arbóreas e seus descendentes.

A menor diversidade nos trechos urbanos dos Rios da Cruz e Espinharas, deve-se, provavelmente, a maior concentração dos indivíduos de *P. julliflora*, espécie exótica com potencialidade de invasão biológica. Esta planta pode sobreviver em áreas caracterizadas pelos prolongados períodos de seca e pela indisponibilidade hídrica, o que facilita o seu estabelecimento e compromete a sobrevivência de espécies nativas. Além disso, entre os ambientes que podem favorecer a sua colonização, destacam-se as áreas degradadas, como as ribeirinhas sob forte pressão do pastejo e processo de urbanização.

Considera-se a menor diversidade de espécies arbóreas adultas relacionadas às regenerantes. Este comportamento pode ser justificado mediante a resistência de algumas sementes às condições do semiárido, permanecendo por mais tempo no solo e tornando-se menos atrativas aos predadores.

Ademais, muitas sementes destas espécies tem o processo germinativo relacionado diretamente às condições de luminosidade, em especial, as pioneiras, que na ausência destas condições podem retardar a emergência das plântulas e germinarem quando for suprida a ausência da luz. Ainda pode-se considerar a presença de sementes dormentes e com alta longevidade, que mesmo viáveis, não germinam, mantendo-se por períodos mis prolongados no solo. Todos estes fatores influenciam diretamente na diversidade e na riqueza das espécies compõem as margens dos rios, em especial, o componente arbóreo em seus estádios adulto e juvenil.

5 CONCLUSÃO

A composição florística arbórea dos indivíduos adultos e regenerantes das margens dos Rios da Cruz e Espinharas tem baixa diversidade de espécies.

No banco de sementes predominam os estratos subarbustivo e herbáceo com pouca representatividade do arbóreo, apenas da família Fabaceae.

Os índices de diversidade dos três componentes (arbóreo adulto e juvenil e banco de sementes) refletem a baixa riqueza e distribuição das espécies que podem estar prejudicadas pela ocupação desordenada da *P. juliflora*.

São necessárias medidas que assegurem a diversidade biológica da flora arbórea nativa nas margens dos Rios da Cruz e Espinharas, e garantam a continuidade dos processos ecológicos e o equilíbrio dos ecossistemas ribeirinhos.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, G. V. **Novo Código Florestal Brasileiro**: Ilustrado e de fácil entendimento. Vitória: Autor, 2015. 313 p.
- ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. *In*: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Recife: [s. n.], 2004. p. 225-235.
- ALVES, J. B.; MEDEIROS, F. S. Impactos ambientais e delimitação da área de preservação permanente do Rio Espinharas no trecho urbano de Patos-PB. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 2, p. 107-130, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6547810>. Acesso em: 4 de novembro de 2022.
- ANA. **Agência Nacional de Águas**. Uso múltiplos – Prevenção de inundações, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 02 de dezembro de 2022.
- ANA. **Agência Nacional de Águas. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu**: Resumo Executivo. Brasília DF, 2016. 167 p. il. Disponível em: Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 07 de abril de 2023.
- 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 Botânica Brasílica** (Impresso), v. 23, p. 935-943, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n4/v23n4a04.pdf>>. Acessado em: 21/06/2023.
- APG, IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [s. l.], 2016. Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/2016_GROUP_Botanical%20Journal%20of%20the%20Linnean%20Society.pdf. Acesso em: 15 de maio de 2021.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic forest regeneration in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.61, n.1, p.3544, fev. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71082001000100006>. Acesso em: 07 de abril de 2023.
- BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 124–153, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/2693>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. **Academic Press**, New York, 2001. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19980707223>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

BATISTA, A. W. **Composição florística e regeneração natural da mata ciliar de dois rios urbanos no semiárido paraibano**. 2022. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Campina Grande. (No prelo).

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; SOUSA, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. F. L. Projeto cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do Município de Passagem, estado da Paraíba. **CPRM/PRODEEM**, Recife, 2005. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/16243/1/Rel_Patos.pdf. Acesso em: 20 de junho de 2021.

BOTREL, R. T. **Fragmentação florestal no município de Ingai – MG**: composição florística, estrutura da comunidade arbórea e etnobotânica. 2001. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/36913>. Acesso em: 16 de junho de 2021.

BRAGA, J. O. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF**. 2016. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso. (TCC) Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Brasília, DF. 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/19267/1/2016_JuliaOliveiraBraga.pdf. Acesso em 04 de dezembro de 2022.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R. GANDOLFI, S. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração**. In Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados; Martins, S., Ed.; Editora UFV: Viçosa, Brasil, 2012; pp. 262–293. Disponível em: [http://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206\(2\).pdf](http://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206(2).pdf). Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

BRASIL. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 11 de maio de 2021.

CARMO, I. C. L. **Caracterização do estrato regenerante em uma área ciliar de caatinga degradada no Cariri Ocidental Paraibano**. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Agroecologia) – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé - PB, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/5133>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

CENGİZ, B. Urban river landscapes. **Advances in landscape architecture**. IntechOpen, 2013.

CORAZZA, J. R. M.; KALIL, R. M. L.; BOROWSKI, G. C. Rios urbanos e o processo de urbanização: o caso de Passo Fundo, RS. **OLAM Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v. 8, n. 1, p. 137, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/olam/article/view/1156>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

COSTA, B. S. S.; SOUZA, P. A.; SILVA, R. R. Diagnóstico ambiental e análise temporal do Córrego Bananal, município Gurupi, Tocantins. **Ambiência**. Guarapuava, (PR) v.15 n.1 p. 173 - 193 Jan/Abr 2019. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/4647%C2%A0>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

COSTA, R. C.; ARAÚJO, F. C. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 259-264, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/JPLdLqWxj5CBSHMkfjZbZYx/?lang=pt>. Acesso em: 07 de junho de 2021.

DIAS, P. A. S.; FRANCISCONI, A.F.; AMÉRICO, C.; SILVA, T.C.F. Diagnóstico da área de preservação permanente de um trecho de afluente do rio Sorocaba. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.24; p. 2016. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/>. Acesso em 10 de maio de 2022.

DUARTE, J. M. M.; FERREIRA, R. A.; JESUS, J. B.; GAMA, D. C.; MARROQUIM, P. M. G.; ALMEIDA, E. S. Banco de plântulas e sucessão ecológica em fragmento de mata ciliar no Baixo São Francisco. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 10, p. e05-e05, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/enflo/article/view/70578>. Acesso em: 22 de mai. 2023.

FABRICANTE, R; ANDRADE, L. A; FEITOSA, R. C; OLIVEIRA, L. S. B. Respostas da *Parkinsonia aculeata* L. ao corte e queima em área invadida no agreste paraibano. **Agrária (Recife. Online)**, v. 4, p. 293-297, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1190/119012585011.pdf>>. Acessado em: 21/06/2023.

FABRICANTE, J. R; ANDRADE, L.A. Estrutura e dinâmica de populações infestantes de *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) em áreas de Caatinga, Brasil. *Gaia Scientia (UFPB)*, v. 8, p. 326-337, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/19338/12524>>. Acessado em: 21/06/2023.

FEITOSA, T. A; ANDRADE, L. A. Could biological invasion by *Cryptostegia madagascariensis* alter the composition of the arbuscular mycorrhizal fungal community in semi-arid Brazil?. **Acta Botânica Brasílica**, v. 30, p. 93-101, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v30n1/0102-3306-abb-30-01-00093.pdf>>. Acessado em: 21/06/2023.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos: V I**. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2011.

FELFILI, J. M.; REZENE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: UNB, 2003. 68 p. v. 5. (Comunicações Técnicas Florestais).

FERREIRA, C. D.; SOUTO, P. C.; LUCENA, D. S.; SALES, F. C.V.; SOUTO, J. S. Florística do banco de sementes no solo em diferentes estágios de regeneração natural de Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p. 562 - 569, 2014. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/>. Acesso em: 12 de maio de 2023.

FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezolana**, [s. l.], v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=017769>. Acesso em: 06 de junho de 2021.

FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 19 de mai. 2023.

FUNES – **Fundação Ernani Sátyro – Patos**. Disponível em: <https://www.funes.pb.gov.br/a-cidade-de-patos/> Acesso em 05 de abril de 2023.

GARWOOD, N. C. Tropical soil banks: a review. *In*: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil banks**. [S. l.]: Academic Press, 1989. p. 149-209. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/MWL94QzYFVgrRTvWGjKWP6p/?lang=en>. Acesso em: 06 de junho de 2021.

GOMES, F. S.; GUEDES, M. L.; VALADÃO, R. M.; PRATES, A. R.; COSTA, M. A. Florística e estrutura de um trecho de mata ciliar do rio Carinhanha, Feira da Mata, Bahia, Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 3, p. 41-55, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/194983279>. Acesso em: 22 de mai. 2023.

IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017**. IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro, RJ. IBGE, 2017.

IBGE. **Patos (PB) - Cidades e Estados 2022**. IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/patos/panorama>. Acesso em: 07 de abril de 2023.

KAGEYAMA, P. Y. **Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas**. Revista IPEF, n. 53. p. 7-35. 1987.

KAPPELLE, M.; GEUZE, T.; LEAL, L.; CLEF, M. Successional age and forest structure in a Costa Rica upper montane Quercus forest. **Journal of Tropical Ecology**, [s. l.], v. 12, p. 681-698, 1996. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-tropical-ecology/article/successional-age-and-forest-structure-in-a-costa-rican-upper-montane-quercus-forest/9E35B31306A949D543D9D2FA0B38B7FD>. Acesso em: 06 de junho de 2021.

- KIDDY, E. W. O rio São Francisco: geografia e poder na formação da identidade nacional brasileira no século XIX. **RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico**. Ano XII Ed. Esp. Dez. p. 22-29. 2010. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/234553953.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2023.
- KITAJIMA, K. Seed and Seedling Ecology. *In*: PUGNAIRE, F. I.; VALLADARES, F. **Functional Plant Ecology**. 2. ed. [S. l.: s. n.], 1999. cap. 18, p. 549-566. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781420007626-18/seed-seedling-ecology-kaoru-kitajima>. Acesso em: 06 de junho de 2021.
- KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, [s. l.], v. 32, p. 165- 389, 1980.
- KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T. H. K. **Matas ciliares** [recurso eletrônico]. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. Ed. atualizada. São Paulo: SMA, 2011. 84 p. il.
- LIMA, P. C. F. **Manejo de áreas individuais de algaroba**. Relatório Final. Petrolina-PE: EMBRAPA, 2005.
- LIMA, C. L.; OLIVEIRA, F. H.; SOTHE, C.; ALVES, F. E. Ocorrência da espécie arbórea exótica invasora *Hovenia dulcis* no estado de Santa Catarina. *Ciência e Natura*, v. 43, p. 01-34, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/42748>. Acesso em: 19 de maio de 2023.
- LIMA, M. V. Atividade pecuária e a transformação da mata ciliar do açude Orós/CE: Um trabalho com alunos e pequenos pecuaristas. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais – PR, v. 7, n. 9, p. 91148-91162, 2021. Disponível em <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/36217/pdf>. Acesso em 21 de maio de 2023.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. v.2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2009.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. N.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2003.
- LUCENA, D. **Patos de todos os tempos**. A capital do Sertão da Paraíba. [S. l.]: A União, 2015. 620 p.
- LUCENA, S. L.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A. Regeneração natural da vegetação arbóreo arbustiva de Caatinga em face de duas formas de uso. **ACSA**, Patos-PB, v.13, n.3, p.212222, Julho-Setembro, 2017. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/viewFile/887/pdf>. Acesso em: 07 de abril de 2023.
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um

fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Cerne**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74413210.pdf>. Acesso em: 14 de junho de 2021.

MARQUES, F. J.; CABRAL, A. G. A.; LIMA, C. R.; FRANÇA, P. R. C. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas margens do rio Sucuru em Coxixola, Paraíba: reflexos da antropização. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20058-20072, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8926>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

MATA NATIVA. **Interpretação dos Índices de Diversidade de espécies obtidos em Levantamento Fitossociológico – Parte 1**, 2016. Disponível em: <http://www.matanativa.com.br/blog/interpretacao-dos-indices-de-diversidade-de-especies-obtidos-em-levantamento-fitossociologico/>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

MEDEIROS, Y. D. P. Análise dos impactos das mudanças climáticas em região semiárida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. 8, p. 127-136, 2003. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/36/fb7b2c76e1b83262bde76b4f93e3a774_ad74cc57c35d5ffadf821e6fec5ea330.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2021.

MESQUITA, F. N.; SILVESTRE, K. S.; STEINKE, V. A. Urbanização e degradação ambiental: análise da ocupação irregular em áreas de proteção permanente na região administrativa de Vicente Pires, DF, utilizando imagens aéreas do ano de 2016. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 3, p. 722-734, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234021>. Acesso em 16 de abril de 2023.

NASCIMENTO, C. E. S. **A importância das matas ciliares**: rio São Francisco. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2001. 26 p.: il. Disponível em: http://www.cpatia.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC179.pdf. Acesso em 17 de junho de 2021.

NIEBUHR, P. M. **Manual das Áreas de Preservação Permanente**: Regime jurídico geral, espécies, exceções com doutrina e jurisprudência. Belo Horizonte: Fórum, 2018.

NOGUEIRA, V. S. De sitiante a moradores de vila: o projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste brasileiro e as novas territorialidades. **Novos Cadernos NAEA**, v. 22, n. 3, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php>. Acesso em: 24 de mai. 2023.

PETRUSKI, R. M. Um rio... Nilo, um deus... Hapi, uma deusa... Anuket e um festival. **Revista Mundo Antigo** – Ano v, v. 5, n. 11 – Dez. – 2016. Disponível em: <http://www.nehmaat.uff.br/revista/2016-2/artigo01-2016-2.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

PEREIRA, I. M.; ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A. Banco de sementes do solo, como subsídio à recomposição de mata ciliar. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4,

p. 721-730, out./dez. 2010. Disponível em:
<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/20324>. Acesso em 22 de maio de 2023.

PEZENTE, M. F. M. **Relação entre urbanização e rios**: um estudo da cidade de Francisco Beltrão (PR). 2018.2015p. Dissertação em arquitetura e urbanismo/UFSC. Florianópolis/PR, 2018. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198544>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R. E.; CUNHA, G. C. **Práticas de ecologia florestal**. DOCUMENTOS FLORESTAIS. Piracicaba v.16, n1 p.44, 1996. Disponível em:
<http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap16.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

RAMOS, G.G.; ALVES, J. B.; ARAÚJO, M. F.; FERREIRA, V.S.G.; PINTO, M.G.C; LEITE, M. J. H. 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 jul. 2020. Disponível em:
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14094>. Acesso em: 07 de abril de 2023.

RAMOS, T. M. **Reprodução assexuada de *Ipomoea carnea* Jacq e a sua influência no banco de sementes em áreas de caatinga no sertão paraibano**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos PB. Disponível em:
http://www.cstroid.sti.ufcg.edu.br/ppgcf/dissertacoes/documentos_2016/talyttamenezesramos/arquivo.pdf. Acesso em: 16 de junho de 2021.

RMFC - Rede de Manejo Florestal da Caatinga. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. Comitê Técnico Científico. - Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21 p.: Il. Disponível em:
https://www.academia.edu/attachments/34377800/download_file?st=MTU1ODIwNTc3MiwxNzcuNzkuMzcuMjA5LDY2MDUxMjU0&s=swptoolbar&ct=MTU1ODIwNTc3MSwxNTU4MjA1ODMxLDY2MDUxMjU0. Acesso em: 15 de maio de 2021.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, C. E. S. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira**. Embrapa: Comunicado Técnico. 2009

SALVADOR, J. L. G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios SP.**, CESP, Série Divulgação e Informação, 105. 29p. 1987.

SILVA, R. M. P.; LIMA, J. R.; MENDONÇA, I. C. Alteração da cobertura vegetal na Sub-Bacia do Rio Espinharas de 2000 a 2010. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.202–209, 2014. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/cxjhmXQV4MHDzyfz7YN4TzP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 de abril de 2023.

SOARES; C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

SOUSA, F.Q; ANDRADE, L.A; XAVIER, K.R.F. *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.: impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga.

Agrária (Recife. Online), v. 11, p. 39-45, 2016. Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/pdf/1190/119045655007.pdf>>. Acessado em: 21/06/2023.

SOUZA, L. G. F. **Efeito de ações antrópicas sobre o banco de sementes de uma mata ciliar em floresta tropical sazonal seca (Caatinga)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18352>. Acesso em 21 de maio de 2023.

SOUZA M. P.; COUTINHO, J. M. C. P.; SILVA, L. S.; AMORIM, F. S.; ALVES, A. R. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v.12, n 2, p. 210-217, 2017. Disponível em:

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4588/4355>. Acesso em: 16 de junho de 2021.

SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Manejo Florestal para conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Informativo SIF**, n. 2, 1994.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. **Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da caatinga**. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; AMARRAROJAS, C. F. L. (Org.). *Vegetação e flora da caatinga*. Recife: APNE/CNIP H. G.; RIGOTTI, J. A. Análise comparativa de estratégias de restauração de rios urbanos. **ANAIS... XIV ENAU - Encontro Nacional de Águas Urbanas e IV SRRU - Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos**. Brasília- DF, 2022. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13947>. Acesso em 05 de abril de 2023.

UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, H.; MURPHY, P. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 69, p.631-649, 1981. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/2259689?seq=1>. Acesso em: 06 de junho de 2021.

ZANUSO, C. C. **Os Rios e as Cidades**. São Paulo: Forma Comunicação, 2002. 119 p.

ZELLHUBER, A.; SIQUEIRA, R. Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização. **Revista Crítica de Humanidades**. n. 227. May, p. 3-23. 2007.

Disponível em: <https://vlex.com.br/vid/rio-sao-francisco-em-788825725>. Acesso em 06 de abril de 2023.