



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



GABRIELA GOMES RAMOS

**USO DE GEOTECNOLOGIAS NO DIAGNÓSTICO DO COMPONENTE ARBÓREO-
ARBUSTIVO, EM UM TRECHO DE MATA CILIAR DO RIO PIRANHAS, ESTADO
DA PARAÍBA, BRASIL**

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL
2020**

GABRIELA GOMES RAMOS

**USO DE GEOTECNOLOGIAS NO DIAGNÓSTICO DO COMPONENTE ARBÓREO-
ARBUSTIVO, EM UM TRECHO DE MATA CILIAR DO RIO PIRANHAS, ESTADO
DA PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Joedla Rodrigues Lima

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2020

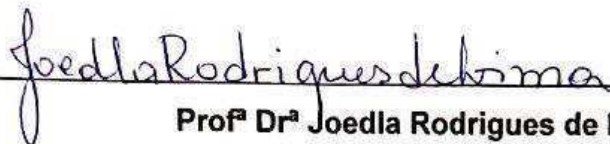
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

- R175u Ramos, Gabriela Gomes
 Uso de geotecnologias no diagnóstico do componente arbóreo-arbustivo, em um trecho de mata ciliar do rio Piranhas, Estado da Paraíba, Brasil / Gabriela Gomes Ramos. – Patos, 2020.
 76f.
- Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2020.
- “Orientação: Profa. Dra. Joedla Rodrigues de Lima”.
- Referências.
1. Riqueza florística. 2. Delimitação. 3. Mata ciliar. I. Título.
- CDU 528.8

GABRIELA GOMES RAMOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Aprovada em: 26 de agosto de 2019.



Profª Drª Joedla Rodrigues de Lima

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

(Orientadora)



Prof. Dr. João Batista Alves

Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG)

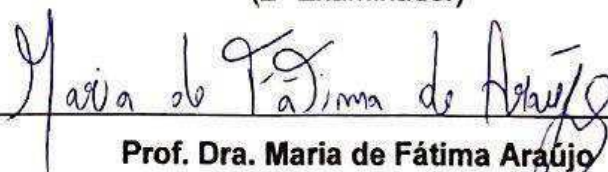
(1º Examinador)



Prof. Dra. Ivonete Alves Bakke

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

(2º Examinador)



Prof. Dra. Maria de Fátima Araújo

Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG)

(3º Examinador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meu alicerce, que me concedeu força e perseverança durante toda a minha vida e principalmente nessa trajetória;

Ao meu filho, Arthur, por ser a razão da minha vida e felicidade e o motivo de eu querer ser melhor sempre;

À minha Mãe, por todo o seu incentivo, paciência, amor, por percorrer cada passo que dei ao meu lado e principalmente por acreditar em mim;

À minha Irmã, por todo o seu apoio, amor e incentivo, mesmo de longe;

Ao meu marido, Vinicius de Sousa, por seu amor, apoio e por estar comigo nos momentos mais difíceis, sempre me incentivando.

Ao meu Pai, por seu incentivo, e avô, José Ramos, e avó, Alice Maria (*in memoriam*), que, desde criança, incentivaram-me a estudar e sempre tiveram por mim um imenso amor;

Aos meus avós, João Gomes e Rosa (*in memoriam*), por seu amor, carinho e incentivo;

A toda a minha família: Tia Gea, Tio Elvis, Tia Val, Tio Lilo, Tio Júnior, Tio Valdir, Tio Cleonácio, Tio Cláudio, Tia Enivanda, Tia Francisca (*in memoriam*), Tio Jailson (*in memoriam*), Tio Clóvis e primos e cunhado, que sempre me apoiaram, incentivaram e contribuíram para minha educação;

À ,professora Joedla Rodrigues de Lima, pela amizade, ensinamentos que irei levar para a vida, paciência e orientação nesta dissertação;

Aos membros da banca examinadora, Professor João Batista e Professoras Ivonete Bakke e Maria de Fátima, Naelza W,anderley pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições e orientação do trabalho;

Aos grandes colegas de turma do mestrado: Gessica, Ramom, Rosivania, Pedro Jorge, Atila, Alex e Noturno, por estarmos juntos durante a caminhada acadêmica e por todo o incentivo, apoio, ajuda e paciência nas horas difíceis;

Aos amigos Rubens, Isabella, Junior, Amanda, Aninha, Debora pela amizade, incentivo, apoio e por proporcionarem os momentos de alegria vividos durante o mestrado;

A todos os professores e funcionários do mestrado em Ciências Florestais, que, de forma positiva, contribuíram para minha formação;

E a todos aqueles que porventura tenha esquecido de citar seus nomes e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e em minha titulação de mestre, meus sinceros agradecimentos.

Dedico este trabalho a minha família, amigos, marido e, em especial, ao meu filho, Arthur Gomes R. de Sousa.

“E o SENHOR Deus fez brotar da terra toda a árvore agradável à vista, e boa para comida; e a árvore da vida no meio do jardim, e a árvore do conhecimento do bem e do mal.”

Gênesis: 1, 11-12

Bíblia Sagrada

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa com as áreas susceptíveis aos processos de desertificação no semiárido brasileiro. Patos. 2020.....	18
Figura 2 – Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Piranhas. Paraíba. 2020.....	23
Figura 3 – Localização da sub-bacia do rio Piranhas e parcelas amostrais da vegetação estudada. Paraíba. 2020.....	39
Figura 4 – Pontos das coletas realizadas ao longo do rio Piranhas. Paraíba. 2020.....	40
Figura 5 – Fitofisionomias dos pontos estudados nas margens do Rio Piranhas. Paraíba. 2020.....	47
Figura 6 – Índice de valor de importâncias das espécies registradas no levantamento florístico. Paraíba. 2020.	49
Figura 7 – Localização da região hidrográfica do Alto Piranhas, Paraíba. Imagem Google Earth, Data: 08/02/2018.....	62
Figura 8 – Mapa de classificação da Área de Preservação Permanente (APP) do Açude São Gonçalo e trecho do rio Piranhas. Imagem Sentinel 2B, Data: 28/06/2018, composição RGB(4-3-2).....	65
Figura 9 – Mapa de uso e ocupação da Área de Preservação Permanente do Açude São Gonçalo e trecho do rio Piranhas. Imagem Sentinel 2B, Data: 28/06/2018, composição RGB(4-3-2).....	67
Figura 10 – Fisionomias dos pontos estudados nas margens do rio Piranhas, Paraíba. Imagens registradas nas datas A(22/03/2018), B(23/05/2018), C e D(10/08/2018).....	68
Figura 11 – Mapa de localização dos pontos 1, 2, 3 e 4 na Área de Preservação Permanente ao longo do rio Piranhas. Imagem Google Earth, Data: 08/02/2018. Paraíba. 2020.....	69
Figura 12 – Agrupamentos das localizações dos pontos em época de estiagem. Paraíba. 2020.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Riqueza florística de fragmentos de mata ciliar ao longo do Rio Piranhas, Paraíba. Patos. 2020.....	45
Tabela 2 – Índices de diversidade de fragmentos de mata ciliar próximo a Sousa, Paraíba. H' – Índice de Shannon-Weaver; C – Índice de dominância de Simpson; J' – Índice de equabilidade de Pielou; QM – Quociente de mistura de Jentsch.....	50
Tabela 3 – Espécies da Regeneração Natural de fragmentos de mata ciliar ao longo do Rio Piranhas, Paraíba.....	51
Tabela 4 – Índices de diversidade de fragmentos de mata ciliar próximo a Sousa, Paraíba. H' – Índice de Shannon-Weaver; C – Índice de dominância de Simpson; J' – Índice de equabilidade de Pielou; QM – Quociente de mistura de Jentsch.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lei de nº 12.727 de 2012 sobre Áreas de Preservação Permanentes...	22
Quadro 2 – Parâmetros fitossociológicos do levantamento florístico de fragmentos de mata ciliar ao longo do Rio Piranhas, Paraíba. NI – Número de Indivíduos; AB – Área Basal; DA – Densidade Absoluta; DR – Densidade Relativa; FA – Frequência Absoluta; FR – Frequência Relativa; DoA – Dominância Absoluta; DoR – Dominância Relativa.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 SEMIÁRIDO NORDESTINO	16
2.2 CAATINGA.....	18
2.2.1 Levantamentos Fitossociológicos na Caatinga.....	20
2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS E A APLICAÇÃO DO CÓDIGO FLORESTAL.....	21
2.3.1 Sub-bacia Hidrográfica Piranhas-Açu	24
2.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA O ESTUDO AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	25
2.4.1 Delimitação em Matas Ciliares	26
3 REFERÊNCIAS	28
CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA, COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E REGENERAÇÃO NATURAL EM FRAGMENTOS DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS, SEMIÁRIDO, BRASIL	36
1 INTRODUÇÃO	38
2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
2.2 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO E REGENERAÇÃO NATURAL	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
3.1 ANÁLISE FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA	45
3.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE REGENERAÇÃO NATURAL.....	52
4 CONCLUSÕES	55
5 REFERÊNCIAS	55
CAPÍTULO 2 - USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TRECHO DA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS, SEMIÁRIDO, BRASIL	59
1 INTRODUÇÃO	61
2 MATERIAL E MÉTODOS	62
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	62
2.2 DELIMITAÇÃO DA MATA CILIAR	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4 CONCLUSÕES	73
5 REFERÊNCIAS	73

RAMOS, G. G. **USO DE GEOTECNOLOGIAS NO DIAGNÓSTICO DO COMPONENTE ARBÓREO-ARBUSTIVO, EM UM TRECHO DE MATA CILIAR DO RIO PIRANHAS, ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL.** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2020, p. 75.

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar fragmentos de mata ciliar, quanto à composição e abundância florística, do componente arbóreo, na sub-bacia do rio Piranhas, estado da Paraíba, bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, utilizando geotecnologias para delimitar a área da rede de drenagem e a mata ciliar. O trabalho foi desenvolvido em trechos do rio Piranhas, iniciando no açude de São Gonçalo localizado próximo ao município de Sousa e seguindo cerca de 15 km a direção da nascente do rio Piranhas, localizada no município de Bonito de Santa Fé. O levantamento fitossociológico e de regeneração natural do componente arbóreo foi feito utilizando parcelas de 200 m², distribuídas sistematicamente na área de estudo, divididas em 4 transectos, cada um com 3 parcelas, totalizando 12. Com base na legislação, as parcelas foram delimitadas com a ferramenta Buffer do QGIS vs 2.18.1, utilizando as imagens Sentinel 2 B. Foi registrado um total de 242 indivíduos, distribuídos em 7 famílias, 13 gêneros e 16 espécies. No levantamento de regeneração natural, foram registrados 128 indivíduos, distribuídos em 17 espécies, em 10 famílias e 14 gêneros, sendo 15 identificados a nível de espécie e apenas 2 não identificadas. Os pontos 1 e 3 se encontravam com o maior número de indivíduos de vegetação aberta e densa, e os pontos 2 e 4 com grandes áreas de cultivo e pastagens. Foram identificados locais em que a faixa destinada à preservação sofria degradação, sendo a vegetação nativa substituída por áreas de cultivo e pastagens. Os impactos ambientais ficam mais evidentes ao modo que nos afastamos do Açude de São Gonçalo, como forma de utilização mais evidente, a supressão vegetal nativa, substituída por agricultura familiar, pastagens e construção de moradias. A mata ciliar do trecho estudado do Rio Piranhas apresenta uma composição florística relativamente baixa quando relacionada com outros trabalhos em matas ciliares de Caatinga, o que demonstra a forte e acentuada antropização dos fragmentos.

Palavras-Chave: Riqueza Florística, Delimitação, Mata Ciliar.

RAMOS, G. G. **USE OF GEOTECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF THE ARBOROUS-ARBUSTIVE COMPONENT, IN A STRETCH OF CILIARY FOREST OF RIO PIRANHAS, STATE OF PARAÍBA, BRAZIL.** Masters Dissertation in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2020, 75 pgs.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate fragments of riparian forest, quantity of composition and floristic quantity, arboreal component, sub-basin of the Piranhas River, state of Paraíba, hydrographic basin of the Piranhas-Açu River, using geotechnologies to delimit an area of the drainage and riparian forest. The work was developed in branches of the Piranhas River, starting in the municipality of São Gonçalo located near the municipality of Sousa and following about 15 km towards the source of the Piranhas River, located in the municipality of Bonito de Santa Fé. The phytosociological and natural regeneration of the tree component, was done using 200 m² plots, systematically distributed in the study area, divided into 4 transects, each with 3 plots, totaling 12. Based on the legislation, how plots were delimited with the QGIS Buffer tool vs 2.18.1 using Sentinel 2 B images. A total of 242 individuals distributed in 7 families, 13 genera and 16 species were recorded. On the survey of natural regeneration, 128 individuals were registered distributed in 17 species in 10 families and 14 genera, 15 of which were registered at the species level and only 2 were not identified. Points 1 and 3 have the largest number of open and dry vegetation, and points 2 and 4 with large areas of cultivation and pasture. Places were selected where the strip intended for preservation suffered from degradation, the native vegetation being replaced by areas of cultivation and pastures. The environmental impacts are more evident in the way to remove sugar from São Gonçalo, as a form of use more evident in the suppression of native vegetation, replaced by family farming, pastures and housing construction. The riparian forest of the section studied in the Piranhas River presents a relatively low floristic composition when used with other works in riparian forests of the Caatinga, or that demonstrates a strong and accentuated anthropization of the fragments.

Keywords: Floristic wealth, delimitation, riparian forest.

1 INTRODUÇÃO

As especificidades das atividades produtoras no Brasil são bem diferentes em cada região e determinam fortemente as disparidades locais e regionais, interferindo no desenvolvimento do país (FURTADO, 1980; BUAINARN; GARCIA, 2013).

Neste contexto, está inserida a região semiárida brasileira, que tradicionalmente expressa facetas da pobreza rural, fruto histórico de poucos e ineficientes incentivos ao crescimento da economia e inclusão social. Mais recentemente, vê-se uma certa mudança nesse cenário, com introdução de novas ações por parte de órgãos de governo e das políticas públicas.

Segundo o Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (2011), das famílias cadastradas no cadastro único, que estão localizadas no semiárido, 20% apresentam renda per capita mensal média de até meio salário mínimo, e 32% dos beneficiários da previdência social residem no meio rural, o que leva os produtores rurais a investirem na agricultura familiar de subsistência (BUAINAÍN; GARCIA, 2013).

Entretanto, a economia foi pouco impulsionada e não acompanhou a dinâmica populacional em expansão. A base econômica da região se deu através da criação de rebanhos de bovinos e caprinos, polos de irrigação, beneficiados a partir da construção de açudes. Um crescimento da economia que acompanhe o crescimento populacional é determinante para a inclusão social. Contudo, um fator limitante é a exploração de recursos naturais, visto que pode e tem levado à degradação ambiental. Nesse sentido, o estudo e o monitoramento de remanescentes de vegetação são de extrema importância para garantir a sustentabilidade. Para tal, uma das formas de se realizar isso é utilizando métodos de sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto é uma geotecnologia que nos permite interpretar dados da superfície terrestre e identificar o uso e ocupação da terra (CARVALHO; CHAVES, 2018).

A aplicação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) garante o mapeamento de áreas com maior precisão, além de realizar a delimitação de diversas categorias, seguindo as legislações que, muitas vezes, apresentam-se de modo subjetivo, a exemplo das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), devido à grande disparidade de onde deveria estar conservado e o nível de degradação em que se encontram (NOWATZKI; SANTOS; PAULA, 2010).

De acordo com Cruz, Souza e Jesus (2011), os índices de vegetação são cada vez mais utilizados, pois fornecem a caracterização e delimitação da vegetação, com o emprego de imagens de satélites e *softwares* especializados.

Diante da importância de conhecer e analisar as áreas de matas ciliares do bioma Caatinga ainda pouco estudadas, o presente estudo procura responder às seguintes questões: Qual a delimitação da mata ciliar do rio Piranhas, partindo do Açude São Gonçalo até a sua nascente, tendo como base o Código Florestal Lei nº 12.651/2012? E qual a diversidade e riqueza florística de fragmentos pré-selecionados nesta área?

Não há estudos com a temática de delimitação e análise florística da mata ciliar em trechos específicos nessa região do rio Piranhas. Diante dessa lacuna, é de grande importância estudar as Áreas de Preservação Permanente, a fim de garantir a conservação ambiental das mesmas. Entre os diversos tipos de usos da terra que se veem na sub-bacia do rio Piranhas, destaca-se a forte pressão de sistemas de irrigação para produção agropecuária nas várzeas do perímetro irrigado do Açude de São Gonçalo, no município de Sousa-PB. Essa área perfaz uma área total de 6.335,74 hectares (ha), utilizando os métodos de inundação e aspersão para o cultivo de coco e banana (TCE, 2012).

A degradação ambiental acarreta impactos negativos ao meio ambiente e, conseqüentemente, para a qualidade de vida da população. Daí a importância de se conhecerem os processos de estruturação da mata ciliar, realizando as correlações entre os fragmentos estudados, registrando espécies ecologicamente mais importantes da comunidade vegetal, buscando a sua preservação e manutenção dos processos ecológicos comuns a este ecossistema.

Para suprir parte desta lacuna e contribuir para a recuperação ambiental, este estudo visou trazer conhecimento sobre os processos ecológicos que ocorrem nesses ecossistemas, dando subsídios para a realização de futuros trabalhos, como a preservação, conservação e recuperação da mata ciliar dessa região.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar fragmentos de mata ciliar, quanto à composição e riqueza florística, na microbacia do rio do Piranhas, sub-bacia do rio Piranhas-Açu, no município de Sousa, Paraíba, e delimitar, utilizando geotecnologias, um trecho da mata ciliar do rio Piranhas/PB.

Para facilitar seu entendimento, o presente trabalho está estruturado em três partes. Na primeira, encontra-se o embasamento teórico referente ao semiárido nordestino, bioma caatinga e uma breve explanação sobre levantamentos fitossociológicos, bacias hidrográficas e geotecnologias. A segunda e terceira partes estão divididas em capítulos que trazem resultados do levantamento florístico e fitossociológico em trechos de Área de Preservação Permanente no rio Piranhas (Capítulo I) e resultados de delimitação de Área de Preservação Permanente e classificação de uso e ocupação da terra em um fragmento de mata ciliar do rio Piranhas e o Açude de São Gonçalo, Paraíba (Capítulo II).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SEMIÁRIDO NORDESTINO

O semiárido brasileiro possui cerca de 1.128.697 km² de extensão, o que equivale a 13,3% do território brasileiro, sendo bastante diversificado, o que possibilitou a determinação de unidades geossistêmicas, como a depressão sertaneja, planaltos sedimentares, da borborema, com coberturas calcárias, maciços serranos e residuais, chapada diamantina, encostas do planalto baiano, tabuleiros pré-litorâneos e parte da planície costeira (MIN, 2017).

O domínio das caatingas semiáridas é apresentado como uma das três regiões semiáridas do planeta que estão separadas entre si, ocupando domínios geográficos com condições térmicas, hidroclimáticas e fisiográficas diferentes (AB' SABER, 1974).

A região semiárida se destaca por apresentar um clima característico, responsável por mudanças na paisagem, elementos como a vegetação, adaptada às condições de cada área, os processos de formação de relevo, a escassez de chuvas, o que resulta em rios intermitentes (ARAÚJO, 2011).

Segundo Troleis; Santos (2011), nesses ambientes, a vegetação é escassa, com predomínio de espécies xerófilas, solos geralmente rasos, com déficit hídrico na região, grande variação térmica, baixa pluviosidade, diferentemente de florestas tropicais úmidas (CONTI, 1997).

O clima da região semiárida apresenta características específicas, como temperaturas médias anuais acima de 20° C, precipitações entre 250 e 800 mm, embora, em brejos e matas úmidas, a precipitação possa variar acima da média, de acordo com a distribuição do relevo, fluxos de massa de ar, direção dos ventos e entre outros (ANDRADE; LINS, 2005).

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (2017), a redelimitação do semiárido nordestino e o polígono das secas renova os critérios de inclusão dos municípios que delimitam o semiárido. Entre os diversos critérios, os mais importantes e utilizados foram: a precipitação média anual inferior a 800 mm; índice de aridez de até 0,5, calculado através do balanço hídrico, e, por fim, o risco de seca maior que 60%, tendo como base dados entre 1961 e 1990.

O semiárido apresenta grandes riquezas com os recursos naturais existentes, o que representa uma alternativa para o desenvolvimento da região, mas, por outro

lado, gera uma problemática para o meio ambiente, pois a forma como esses recursos são explorados está longe do desejado para modelos de desenvolvimento sustentável, o que acarreta várias consequências para o meio ambiente a curto e longo prazo (ARAÚJO, 2011).

De acordo com Vidal (2001), a economia dessa região é representada basicamente pela pecuária bovina e caprina, além da agricultura e exploração de espécies xerófilas, para, principalmente, a produção de energia. A alta densidade demográfica do semiárido indica um equilíbrio com a utilização dos recursos e a disponibilidade desses, entretanto, com o avanço dessas práticas ao longo dos anos, o semiárido já apresenta vulnerabilidades quanto à disponibilidade dos recursos e os períodos de estiagem.

O desmatamento, a remoção dos solos, a contaminação e exploração dos recursos hídricos para a irrigação, a utilização da vegetação para geração de energia a extração de minerais representam práticas de exploração não sustentáveis, já totalizando cerca de 240 mil km² de área, com um grau elevado de desertificação, no submédio do São Francisco, Seridó e Cariri (IBGE, 2010).

Entretanto, o desenvolvimento local pode ser realizado através de políticas públicas direcionadas para a neutralização dos efeitos negativos das secas, por meio de projetos regionais que têm como objetivo a criação de mecanismos de processos produtivos inovadores e sustentáveis, destacando práticas com espécies nativas e o manejo sustentável, artesanato, captação e abastecimento de água, valorizando e ressaltando a importância da cultura regional (ARAÚJO; ARRUDA, 2011).

Segundo Araújo; Silva (2013), há o investimento em técnicas na irrigação, cujo objetivo é o favorecimento dos agricultores para cultivarem espécies com maior valor econômico e que necessitem de maior volume de água para seu desenvolvimento e crescimento, como também garantir a expansão dos produtos para o mercado exterior, o que favorece o desenvolvimento dos cultivos.

Na década de 70, os investimentos na agricultura irrigada foram ampliados, incentivando o crescimento e dinâmica da região semiárida. Com os bons resultados obtidos na produção agrícola, pode-se vir a adotar o uso de maquinários de alta tecnologia, aumentando o rendimento para atender o mercado interno e externo (SILVA; REZENDE; SILVA, 2000).

Boa parte do território do semiárido é formado pelo bioma Caatinga, o que nos traz taxonomias e classificações de territórios que estão intimamente relacionadas com a identidade regional (MEDEIROS et al., 2012).

2.2 CAATINGA

O bioma possui cerca de 844.853 km², estende-se pelos estados da região nordeste e o norte de Minas Gerais, com vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, caracterizada por espécies caducifólias expostas à deficiência hídrica, devido à baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas, forte sazonalidade, altas insolações e elevada taxa de evapotranspiração e baixa capacidade de retenção de água dos solos (ARAÚJO; ALBUQUERQUE; CASTRO, 2007; SILVA et al., 2004; IBGE, 2004).

Aproximadamente 4.891 espécies, 176 famílias, 1.231 gêneros já foram registrados no Bioma Caatinga, incluindo várias espécies novas que foram recentemente encontradas (FLORA DO BRASIL, 2020). Entretanto, o bioma é o menos estudado entre as regiões naturais do Brasil, com poucos estudos relacionados às principais cidades da região, além de possuir menos de 2% do seu território protegido por unidades de conservação e continua passando por processos de degradação ambiental (LEAL; TABARELLI; SILVA; SANTOS; TABARELLI 2003; ROCHA, 2011).

Na perspectiva geológica, a região nordeste do Brasil apresenta 22 unidades geoambientais, segundo o zoneamento agroecológico do nordeste do Brasil, realizado pela Embrapa (2000). No bioma Caatinga, as chamadas depressões sertanejas são a maior unidade geoambiental e estão situadas em um complexo de mosaico geológico, com rochas cristalinas, principalmente gnaisses e xistos, a exemplo da ocorrência das classes de solos Luvisolos, Planossolos e Neossolos Litólicos (MAIA; BEZERRA; SALES, 2010).

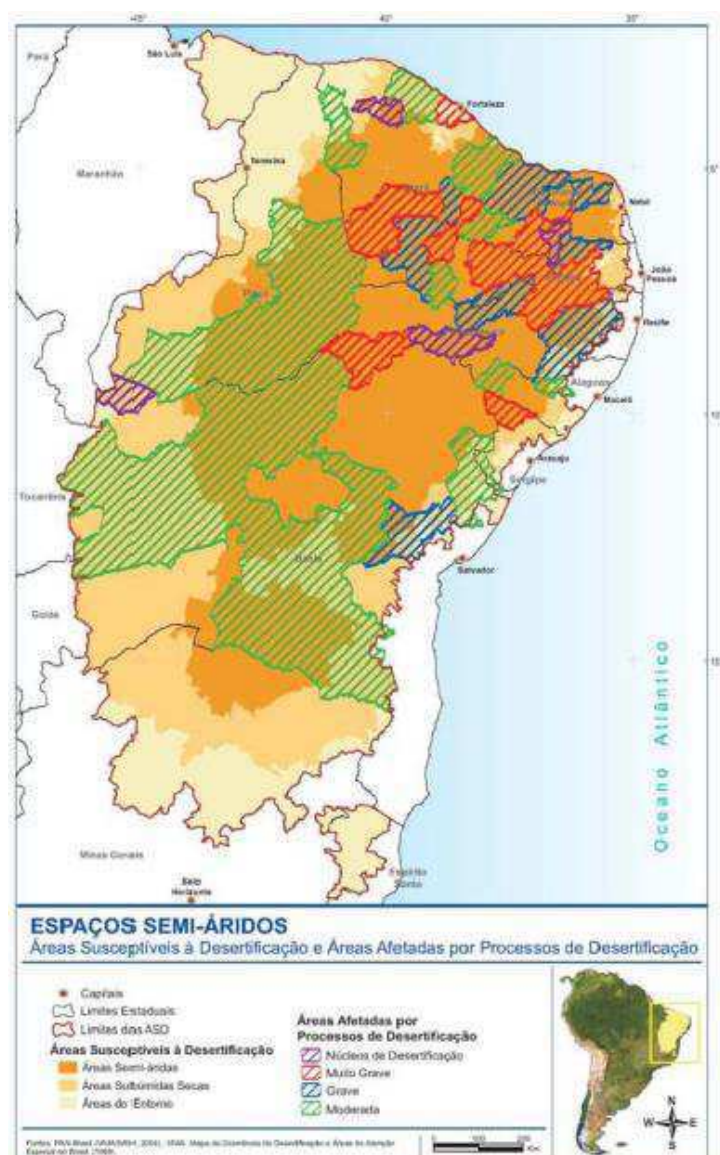
Esse ecossistema vem sendo alterado pelo uso inadequado dos recursos naturais, principalmente com a transformação das florestas nativas em campos agrícolas, grandes áreas dedicadas à pecuária, entre outros usos, o que acarreta mais de 15% do bioma com zonas de desertificação (ARAÚJO, 2009).

De acordo com Brasileiro (2009), cada vez mais vêm surgindo áreas com predisposição à expansão de áreas degradadas ou desérticas no bioma Caatinga.

Dessa maneira, tem aumentado o interesse de cientistas e pesquisadores em compreender os processos naturais e antrópicos que ocorrem nessa área.

Na Paraíba não é diferente essa realidade, com uma das maiores áreas afetadas por processos de desertificação (Figura 1), cuja ocorrência se dá pelas práticas agrícolas, desmatamento para venda de lenha e carvão, pecuária, compactação, infertilidade e salinização do solo e processos erosivos, práticas comuns na região (GALVÃO; RODRIGUES, 2005).

Figura 1 – Mapa com as áreas susceptíveis aos processos de desertificação no semiárido brasileiro. Paraíba. 2020.



Fonte – (GALVÃO; RODRIGUES, 2005).

Cerca de 93% dos municípios da Paraíba encontram-se como áreas susceptíveis à desertificação, destacando-se os municípios de Catolé do Rocha, Cajazeiras, Sousa, Patos, Piancó, Itaporanga e, principalmente, estão situados na microrregião do Cariri Velho (MEDEIROS et al., 2012).

A desertificação é um processo que vem desencadeando mudanças nas estruturas das comunidades vegetais (SOUZA; MENEZES; ARTIGAS, 2015). Segundo Souza (2011), a ocorrência ou ausência de determinadas espécies é avaliada como um indicador de degradação ambiental. Além disso, os estudos sobre plantas que colonizam áreas antropizadas trazem grande relevância para o conhecimento de espécies e estratégias de recuperação de áreas degradadas. Para tanto, é preciso conhecer e, para isso, há os levantamentos fitossociológicos, que determinam a estrutura das florestas e distribuição das espécies.

2.2.1 Levantamentos Fitossociológicos na Caatinga

Estudos sobre a flora são de extrema importância para compreender a distribuição das espécies e a estruturação das comunidades florestais (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Para tal, Rodal, Sampaio e Figueiredo (2013) destacam que a composição de área é dada através da listagem de táxons feita a partir de coletas e inventários das espécies vegetais.

De acordo com Araújo (2009), estudos sobre a composição florística da Caatinga vêm sendo realizados através de inventários da flora para compreender as características fenológicas e importância econômica nesses ambientes. Em algumas regiões, estudos já foram realizados e são utilizados para a identificação e delimitação das ocorrências das espécies vegetais (SAMPAIO et al., 2002; SAMPAIO; GAMARRAS-ROJAS, 2002; LACERDA et al., 2005; SANTOS et al., 2007; FERRAZ; ALBUQUERQUE; MEUNIER, 2006; MOURA; MELO; SCHLINDWEIN, 2007; SILVA; SALES, 2008; SILVA; SANTOS; TABARELLI, 2003; ABREU; SALES, 2008), que deram grande importância sobre o conhecimento da estrutura da vegetação da Caatinga.

Estudos fitossociológicos são realizados para o conhecimento das relações que existem entre as populações e sua abundância, podendo se destacar alguns desses estudos na Caatinga (PEREIRA et al., 2002; ALCOFORADO-FILHO; LEAL;

TABARELLI; SILVA, 2003; NASCIMENTO; RODAL; CAVALCANTE, 2003; ANDRADE et al., 2005; FABRICANTE; ANDRADE, 2007; RODAL; MARTINS; SAMPAIO, 2008; CANTALICE et al., 2008).

Estudos sobre o tipo de vegetação, os processos de estruturação da comunidade vegetal, importância das espécies dentro do ecossistema e recuperação em matas ciliares do bioma Caatinga ainda são escassos, mas alguns já foram realizados como os de: Silva et al. (1995); Nascimento et al. (1999); Nascimento; Rodal; Cavalcanti (2003); Lacerda et al. (2005); Andrade et al. (2006); Ferraz; Albuquerque; Meunier (2006); Garcia et al. (2010); Trovão; Freire; Melo (2010); Bessa; Medeiros (2011); Barbosa et al. (2014); Sousa et al. (2019).

Lacerda et al. (2010) e Silva et al. (1995) ressaltam a importância do conhecimento florístico e processos ecológicos das matas ciliares da Caatinga, facilitando a recuperação e conservação desses ecossistemas. Bessa e Medeiros (2011) salientam que, em levantamentos quantitativos em matas ciliares de Caatinga, o método de parcelas multiplicadas é o recomendado para esses ecossistemas.

Esses ecossistemas se destacam na utilização desses recursos e principalmente nas bacias hidrográficas, onde conseguem fazer a manutenção da qualidade e volume da água, sendo de grande importância a preservação dessas faixas (SOUSA et al., 2019).

2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS E A APLICAÇÃO DO CÓDIGO FLORESTAL

Segundo a Lei de nº 9.433, promulgada em 1997, no Brasil, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Para Rodrigues e Leitão Filho (2001), a definição de bacia hidrográfica é dada por um conjunto de áreas drenadas por um curso d'água e seus afluentes, que estão situadas na parte mais alta do relevo, formada por divisores de água de precipitações, sendo escoadas na superfície, formando os rios ou infiltrando no solo para a manutenção de lençol freático e nascentes.

No mesmo sentido, as bacias hidrográficas sendo compostas por sub-bacias e microbacias que, para Faustino (1996) e Rocha e Kurtz (2001), são áreas de

drenagem de rios e riachos principais, sendo definidas por diferentes unidades de medidas territoriais, de acordo com o ponto de saída do canal coletor.

Uma bacia hidrográfica é considerada como unidade geomorfológica fundamental, pois suas características irão regular o fluxo superficial das águas (PISSARRA; POLITANO; FERRAUDO, 2004; TEODORO et al., 2007).

As bacias hidrográficas devem ser visualizadas como unidades de planejamento e gestão ambiental, devendo ter seus atributos ambientais analisados, tendo em vista o uso, proteção e conservação dos recursos (LOPES, 2018).

A estruturação das bacias hidrográficas está relacionada a dois componentes: a superfície de vertentes e a rede de drenagem, que fazem a confluência para o leito do rio (TUCCI, 2014).

Segundo Silva, Cunha e Krinski (2016), há uma busca pela obtenção de resultados significativos com a aplicação da nova Lei de nº 12.651/12, que busca a ampliação dos sistemas de recursos hídricos, comitês de bacias e proteção dos recursos naturais.

É imprescindível entender que qualquer alteração causada nas áreas ciliares das bacias hidrográficas provoca mudanças diretamente na dinâmica dos rios, lagos, áreas urbanas com os elementos de fluxo de energia, material dissolvido e sedimentos (SILVA; CUNHA; KRINSKI, 2016).

Eugênio et al. (2010) destacam que deve haver o equilíbrio entre os fatores de proteção dos rios, que são eles o solo protegido com a vegetação nativa, permitindo a contenção dos sedimentos, a ciclagem dos nutrientes, melhorando assim a qualidade e quantidade de água nas bacias hidrográficas.

Em área de alta relevância ecológica, como as matas ciliares, é importante a sua conservação, pois elas atuam também como corredor ecológico, podendo ocorrer migrações de espécies tanto vegetais como animais no chamado fluxo gênico. Desse modo, quando essas áreas são perturbadas, todo o ecossistema sofre algum tipo de desequilíbrio (RODRIGUES, 2013).

A Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, apresenta novas diretrizes com relação à preservação e conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP's), conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Lei de nº 12.651, de 2012, sobre Áreas de Preservação Permanentes.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO	DETALHAMENTO
Área de Proteção Permanente – APP – Art.º 4	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;
	II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:	a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
		b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
	III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;	
	IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;	
	V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;	
	VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;	
VII - os manguezais, em toda a sua extensão;		
VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;		
IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;		
X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;		
XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.		

Fonte – (SILVA, 2014).

A determinação das APP's estabelece a aplicação do código florestal em vigor no âmbito das bacias hidrográficas, em virtude do fortalecimento da proteção das matas ciliares e o conhecimento de seus recursos para um desenvolvimento sustentável (RODRIGUES, 2013).

2.3.1 Sub-bacia Hidrográfica Piranhas-Açu

A sub-bacia hidrográfica do rio Piranhas está inserida na bacia hidrográfica Piranhas-Açu, a maior da região atlântico nordeste setentrional, com área total de aproximadamente 43.700 km². Está inserida totalmente no semiárido nordestino, já a Bacia Piranhas-Açu está no semiárido nordestino e se estende pelo Rio Grande do Norte e a Paraíba, sendo considerado um rio intermitente (Figura 2) (ANA, 2016).

Figura 2 – Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Piranhas. Paraíba. 2020.



Fonte – (ANA, 2016).

O rio Piranhas-Açu nasce no município de Bonito de Santa Fé, na Paraíba, seguindo seu fluxo natural até entrar no Rio Grande do Norte, que desagua no litoral do Estado, próximo à cidade de Macaú, podendo ser caracterizado como um rio intermitente (PARAÍBA, 2006). Possui uma área total de 43.681,50 km², onde 60% está inserida na Paraíba, e os 40% no Rio grande do Norte (BRASIL, 2011).

O rio se divide em três regiões: região hidrográfica do Alto Piranhas, Médio Piranhas e Baixo Piranhas e estão sequencialmente situadas na Paraíba e no estado

potiguar (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Farias (2004) ressalta as características do rio Piranhas:

O rio Piranhas recebe contribuições significativas de quatro cursos d'água na sua margem esquerda: Riacho do Juá, Caiçara, Cajazeiras e Riacho Grande, na sua margem direita recebe seis contribuições quais sejam, Riacho do Domingos, São Domingos, Mutuca, Logradouro, Catolé e Bonfim, seu perfil longitudinal possui o alto curso bastante declivoso, apresentando um comprimento de aproximadamente 33 km com declividade média de 9,10 m/km, o médio curso com declividade média de 1,66 m/km, já para toda a bacia tem um comprimento de 87 km, já o baixo curso bastante plano apresenta uma declividade de 0,10 m/km em 58 km de comprimento (FARIAS, 2004, p. 16).

Na análise da cobertura vegetal, destaca-se uma vegetação do tipo hiperxerófila, com maior dominância de espécies arbustivo-arbóreo. Nos pontos da região hidrográfica do Alto Piranhas, são evidenciadas algumas espécies, como a *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & GP Lewis, *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Combretum leprosum* Mart., *Aspidosperma pyriforme* Mart., *Ziziphus joazeiro* Mart., *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, *Cereus jamacaru* DC. e a *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore (BRASIL, 2011; COSTA, 2011).

Essa região possui clima tropical, temperatura entre 24 e 28° C e dois açudes de gestão estadual, o Engenheiro Ávidos, localizado no município de Cajazeiras, com capacidade máxima de volume de 255 km³, e o São Gonçalo, que está situado no município de Sousa, com capacidade máxima de 446 km³ (ANA, 2016).

De acordo com a Agência Nacional das Águas, no plano de recursos hídricos, foi destacado o uso e ocupação do solo, com as principais atividades de irrigação, agricultura, caatinga aberta e solo exposto (ANA, 2016).

2.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA O ESTUDO AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Segundo Tucci (2014), a análise de bacias hidrográficas caracteriza o sistema físico desde a entrada da água até a sua saída, mediante precipitação e escoamento

superficial, sendo feita a interposição pelos volumes evaporados, transpirados e infiltrados.

A percepção dos elementos fisiográficos de uma bacia hidrográfica é imprescindível para o seu monitoramento e caracterização. Dessa forma, a análise desses ecossistemas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) amplia a obtenção de dados e informações de forma rápida e com precisão, anteriormente realizados através de levantamentos a campo, que demandavam custos e muito tempo (FITZ, 2008).

Diante das tecnologias que são utilizadas atualmente, tem-se o sensoriamento remoto, utilizado para a medição de propriedades físicas de um produto feito a distância, sendo sua base a aquisição de dados gerados a partir de satélites em órbita, através de radiação eletromagnética (NOVO, 2008; ROSA, 2009).

As informações adquiridas através de imagens de satélites são mais homogêneas que as obtidas em estações convencionais, pois fornecem um maior número de dados sobre a cobertura, permitindo serem analisados de forma temporal e alta resolução espacial (STEINKE, 2004).

A utilização de informações sobre a cobertura vegetal das bacias hidrográficas é tida como um indicador de qualidade ambiental, o que vem trazendo cada vez mais estudos nesses ecossistemas de delimitação de APP's com o uso do SIG (CRUZ; SOUSA; JESUS, 2011).

2.4.1 Delimitação em Matas Ciliares

A delimitação de habitats geomorfológicos proporciona incentivos para a identificação de áreas com maior relevância ecológica para preservação de espécies da fauna e flora (LOBÃO; VALE, 2008). A delimitação e quantificação dos recursos naturais de APP's integram um sistema de dados espaciais e numéricos, o que permite a consulta, manipulação e recuperação de dados, criando novas informações espaciais (CÂMARA, 1993).

Segundo Mello e Victoria (2010), os mapas fornecidos pela rede hidrológica nacional encontram-se com escalas pouco precisas e não apresentam diversos cursos d'água, a exemplo de rios de primeira ordem. Além do mais, as APPs não são

representadas de forma correta, sendo as margens dos rios condicionadas à largura dos canais.

A delimitação de APP's nas margens dos rios menores representa grande insegurança quanto a sua representatividade em mapas de redes hidrológicas, sendo imprescindível definir a largura da faixa de preservação da cobertura vegetal existente (JACOVINE et al., 2008).

3 REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, São Paulo, Geomorfologia: 43 p. 1974.
- ABREU, M.C.; SALES, M. F. *Oxalis* L. (Oxalidaceae) em Pernambuco. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, p. 395-412, 2008.
- ALCOFORADO-FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasílica**, v. 17, p. 287-303. 2003.
- ANA (Agência Nacional de Águas). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2016, 160 p.
- ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: VASCONCELOS-SOBRINHO, J. **As regiões Naturais do Nordeste: o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE, 2005. p. 95-138.
- ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NASCIMENTO, I. S.; FABRICANTE, J. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; BARBOSA, M. R. V. Análise florística e estrutural de matas ciliares ocorrentes em brejo de altitude no município de Areia, Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 1, p.31–40, 2006.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, v.11, p. 253-262, 2005.
- ARAUJO, G. M. **Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas**. 68 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica**, n. 5, p. 89-98, 2011. Disponível em: <http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf> Acesso em 26 de jun. de 2017.
- ARAÚJO, J. M.; ARRUDA, D. B. Práticas de sustentabilidade no semiárido nordestino: direito ao desenvolvimento econômico-sustentável. **Veredas do Direito**, v.8, n.16, p.235-260, 2011. Disponível em: <<file:///D:/Docs/Downloads/225-947-2-PB.pdf>> Acesso em 26 de jun. de 2017.
- ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P.; CASTRO, C.C. Dynamics of Brazilian caatinga - a review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecosystems and Communities**, United Kingdom, v.1, p. 15-29, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282363215_Dynamics_of_Brazilian_Caati>

nga_-_A_Review_Concerning_the_Plants_Environment_and_People> Acesso em: 01 de jul de 2017.

ARAÚJO, G. J. F.; SILVA, M. M. Crescimento econômico no Semiárido brasileiro: o caso do polo frutícola Petrolina/Juazeiro. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, p. 246-264, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/18291/12824>> Acesso em: 30 de jun. de 2017.

BARBOSA, A U. N.; GONÇALVES, M. P. M.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. P.; GRUGIKI, M. A. Florística e fitossociologia de fragmento florestal em área ciliar sob invasão biológica de *Cryptostegia madagascariensis* Bojerex Decne. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS. 8, 2014, Recife: Pernambuco, **Anais...** Recife: SBPCF, 2014. p. 535-539.

BESSA, M. A. P.; MEDEIROS, J. F. Levantamento Florístico e Fitossociológico em Fragmentos de Caatinga no município de Taboleiro Grande-RN. **GEO temas**, v. 1, n. 2, p. 69-83, 2011.

BRASIL. **Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 01 de jul. 2017.

_____. Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **Açude Piranhas**. 2011. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem%20da%20Paraiba/piranhas.htm>> Acesso em 01 de jul.de 2017.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia plena**, v. 5, n. 5, p. 1-12, 2009. Disponível em: <[file:///D:/Docs/Downloads/629-2087-1-SM%20\(1\).pdf](file:///D:/Docs/Downloads/629-2087-1-SM%20(1).pdf)> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

BUAINARN, A.M.; GARCIA, J.R. Pobreza rural e desenvolvimento do semiárido nordestino: resistência, reprodução e transformação. In: Miranda C, Tibúrcio B (eds) **A nova cara da pobreza rural**: desenvolvimento e a questão regional. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Brasília: IICA, p. 217–305, 2013.

CÂMARA, G. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica: visão atual e perspectivas de evolução. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 2., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: USP, 1993.

CANO, W. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil 1930-1995**. 2ª edição. Campinas, Editora Unicamp, 1998.

CANTALICE, R.; SILVA, M. D. R. O.; RODRIGUES, J. J. V.; RODAL, M. J. N.; PESSOA, L. M. Estrutura lenhosa e hidrodinâmica do escoamento superficial em uma área de caatinga. **Revista Caatinga**, v.21, p. 201-211, 2008. Disponível

em:<<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/211/436>>
Acesso em: 01 de jul. de 2017.

CARVALHO, A.P.R.; CHAVES, J.M. Difusão do sensoriamento remoto em município interiorano: experiência em escola de Pé de Serra – Ba – Brasil. **Sustainability, Agri, Food and Environmental Research**, v. 6, n. 2, p. 69 – 82, 2018.

CONTI, J. B. As consequências de uma relação conflituosa Homem x meio: desmatamento e desertificação. In: CONTI, J. B. **A geografia física e as relações sociedade/natureza no mundo tropical**. USP: São Paulo, p. 19-22, 1997.

COSTA, F. C. P. **Inventário da vegetação ciliar do açude de abastecimento Engenheiro Ávidos em um trecho pertencente ao parque ecológico Engenheiro Ávidos, Cajazeiras, Paraíba, Brasil**. 2011. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais), Faculdades Integradas de Patos, Cajazeiras, 2011.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, A. M. B.; JESUS, J. S. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japarutuba-Mirim em Sergipe. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Paraná: Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. Artigos, p. 1357-1364. CD-ROM, On-line.

Disponível em: < www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0811.pdf > Acesso em: 29 de maio de 2017.

EMBRAPA, **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e grossocioeconômico**. 2000. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1105780/zoneamento-agroecologico-do-nordeste-diagnostico-do-quadro-natural-e-agrossocioeconomico> > Acesso em: 16 de set. de 2019.

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; MOULIN, J. V. Confronto do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio alegre no município de Alegre, Espírito Santo. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 110-126, 2010. Disponível em: < <http://www.mundogeomatica.com.br/Publicacoes/Artigo17.pdf>> Acesso em: 19 de março de 2020.

FABRICANTE, J.R; ANDRADE, L.A. Análise estrutura de um remanescente no Seridó paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, p. 321-347, 2007.

FARIAS, S. R. A. **Operação integrada dos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FERRAZ, J.S.F.; ALBUQUERQUE, U.P.; MEUNIER, I.M.J. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do Riacho do Navio, Floresta, Pernambuco. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, p. 1-10. 2006.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FREITAS W. K.; MAGALHÃES L. M. S. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520-540, 2012.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 17. ed. São Paulo, Editora Nacional, 1980.

GALVÃO, A. C.; RODRIGUES, R. F. **Nova delimitação do semi-árido Brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 117 p.

GARCIA, L. M.; SILVA, R. F.; ROMAGNOLO, M. B.; RODRIGUES, K. F. Levantamento florístico e fitossociológico de um remanescente de mata ciliar na região norte do estado do Paraná, Brasil. In: V MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2010, Maringá, Pará. **Anais...** Maringá: VMITIC. 2010.p. 1-5.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em: 26 de jun de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2004**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/biomas.pdf> Acesso em: 16 de set de 2019

JACOVINE, L. A. G.; CORRÊA, J. B. L.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; COELHO, F. M. G.; PAIVA, H. N. Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do rio Pomba-MG. **R. Árvore**, v.32, n.2, p.269-278, 2008.

LACERDA, A.V.; NORDI, N.; BASBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 647-656, 2005.

LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M.; SOARES, J. J.; BARBOSA, M. R. V. Flora arbustiva-arbórea de três áreas ribeirinhas no semiárido paraibano, Brasil. **Biota Neotropica**, v.10, n. 4, p. 275-284, 2010.

LACERDA, A.V.; NORDI, N.; BASBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 647-656, 2005.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. M. C. Delimitação de habitats geomorfológicos na região do Parque Estadual de Morro do Chapéu – PEMC/BA. **GeoTextos**, vol. 4, n. 1 e 2, p. 77-96, 2008. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/3297/2410>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

LOPES, E.R.N. **Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes, parâmetros e técnicas para a gestão ambiental de bacias hidrográficas**. 173 f. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’. Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, 2018.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; SALES, V. C. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. **Revista de Geografia**, n. 1, p. 6-19, 2010. Número especial.

MDS – **Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome**. MDS em números – 2011. Disponível em: <www.mds.gov.br> Acesso em: 19/10/2018.

MEDEIROS, L. R. A.; ISMAEL, L. L.; BRASILIANO, L. N.; SCHMIDT FILHO, R. Desertificação na Paraíba: diagnóstico e perspectivas. **Revista Verde**, v.7, n.1, p. 239-248, 2012. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

MELLO, J. S.; VICTORIA, D. C. Delimitação das áreas de proteção permanente da bacia hidrográfica do Ji-Paraná. In: CONGRESSO DE INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2010. Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, p. 1-5, 2010.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova delimitação do Semiárido**. MIN: Brasília, 2017, 63 p. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/Rela%C3%A7%C3%A3o_de_Munic%C3%ADpios_Semi%C3%A1rido.pdf> Acesso em: 04 de set. de 2019.

MOURA, D.C.; MELO, J.I.M.; SCHLINDWEIN, C. Visitantes Florais de Boraginaceae A. Juss. no Baixo Curso do Rio São Francisco: Alagoas e Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p. 285-287, 2007.

NASCIMENTO, M. P.S.C.B.; NASCIMENTO, H.T.S.; OLIVEIRA, M.E.A.; CARVALHO, J.H.; ALCOFORADO FILHO, F.G.; SANTANA, C.M.M. Levantamento preliminar, identificação botânica e valor nutritivo de plantas forrageiras nativas na bacia do Parnaíba. In: ARAÚJO, F.D.; PRENDERGAST, H.D.V.; MAYO, S.J (eds). **Anais do I Workshop Geral**. Kew, Royal Botanic Gardens, p. 22-32. 1999.

NASCIMENTO, C.E.S.; RODAL, M.J.N.; CAVALCANTI, A.C. Fitossociologia de um remanescente de caatinga, associado a um gradiente ambiental à margem do rio São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p. 271-287, 2003.

NOVO, E. M. L. M. Princípios físicos. In: NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2008. p. 11-49.

NOWATZKI, A.; SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V. Utilização do SIG na delimitação das áreas de preservação permanente (APP's) na bacia do Rio Sagrado (Morretes/PR). **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n1/08.pdf> > Acesso em: 05 de Jun. de 2017.

PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas. **Plano estadual dos recursos hídricos**. 2006. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/perh.htm>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A.; BARBOSA, M.R.V.; SAMPAIO, E.V.S.B. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, p. 357-369, 2002.

PISSARA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n. 2, p. 297-305, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/1437>> Acesso em: 30 de out de 2018.

ROCHA, J. G. **Modelagem de conhecimento e métricas de paisagem para identificar e analisar padrões espaciais em ambiente de caatinga**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

RODAL, M. J. N., MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.192-205, 2008.

ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: UFSM, 2001. 302 p.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B., FIGUEIREDO, M. A. **Manual Sobre Métodos de Estudo Florístico e Fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: SB, 2013. 24 p.

RODRIGUES, M. A. Áreas consolidadas no Código Florestal (Lei 12.651/2012): uma vergonha sem precedentes no direito ambiental brasileiro. **Revista de Direito Ambiental**, v. 18, n. 69, p.345-356, 2013. Disponível em: <<http://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/77899> > Acesso em: 01 de jul. de 2017.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia, MG: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 320 p.

SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. **Vegetação e Flora da caatinga**. Recife, Associação Plantas do Nordeste. p. 199. 2002.

SAMPAIO, E.V.S.B.; GAMARRAS-ROJAS, C.F.L. Uso das plantas em Pernambuco. In: J.M. SILVA e M. TABARELLI (Org.) **Diagnóstico da biodiversidade do estado de Pernambuco**. Recife, SECTMA. 2002. p. 633-673.

SANTOS, J.M.F.F.; ANDRADE, J.R.; LIMA, E.N.; SILVA, K.A.; ARAÚJO, E.L. Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 855-857, 2007.

SILVA, M.P. **A Reforma do Código Florestal e Aplicação Prática das Novas Regras no Âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá – SC**. 2014. 43 fls. TCC (Curso Pós Graduação em Direito Ambiental) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SILVA, M. P.; CUNHA, Y. M.; KRINSKI, S. Reforma do código florestal e aplicação prática no âmbito da bacia hidrográfica do rio Araranguá-SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 22, p. 162-178, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/tecnoambiente/article/viewFile/2969/2753>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

SILVA, F. C.; FONSECA, E. P.; SOARES-SILVA, L. H.; MULLER, C.; BIANCHINI, E. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do Rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, Município de Sapopema, PR. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 289-302. Abril. 1995.

SILVA, J. M. A.; REZENDE, A. M.; SILVA, C. A. B. Condicionantes do Desenvolvimento do Pólo Agroindustrial de Petrolina/Juazeiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 31, n. 1 p. 48-64, 2000. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjE1dHxpbUAhVDWD4KHee_DgQQFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.bn.gov.br%2Fprojwebren%2FExec%2FartigoRenPDF.aspx%3Fcd_artigo_ren%3D175&usq=AFQjCNGUWyh6Dp5ATB6RPIkPblmaN4ah4A&cad=rja> Acesso em: 30 de jun. de 2017.

SILVA, M. J.; SALES, M. F. Sinopse do gênero *Phyllanthus* (Phyllanthaceae). **Rodriguesia**, v. 59, p. 407-422, 2008.

SILVA, R. A.; SANTOS, A. M. M; TABARELLI, M. Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagens da caatinga. In: LEAL, I; TABARELLI, M; SILVA J.M.C. (eds). **Ecologia e Conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, p. 335-365, 2003.

SOUSA, G. G. R. ALVES, J. B.; SILVA, F. G.; LUCENA, M. F. A.; LEITE, M. J. H.; PIMENTEL, M. S. Floristic survey of the riparian forest of the espinharas river and its tributaries in the urban area of the municipality of Patos-PB. **ASIAN ACADEMIC RESEARCH JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY**, v. 6, p. 11-47, 2019.

SOUZA, B. I. Uso da vegetação e solos em áreas susceptíveis à desertificação na Paraíba/Brasil, **GEOgraphia**, n. 13, vol. 25, p. 77-105, 2011. Disponível em: <<http://www.geographia.uff.br/index.php/geographia/article/view/406>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

SOUZA, B. I.; MENEZES, R.; ARTIGAS, R. C. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones Geográficas**, Boletim 88, p. 45-59, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S018846111630005X>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. 201 f. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia) – UNB/Instituto de Ecologia, Brasília, 2004.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **REVISTA UNIARA**, n.20, p. 137-157, 2007. Disponível em: <<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236/191>> Acesso em: 26 de junho de 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO. **Relatório de Auditoria Operacional nas Várzeas de Sousa**. TCE: Paraíba, 2012, 52 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/gabri/Downloads/5piva.pdf>> Acesso em: 04 de setembro de 2019.

TROLEIS, A. L.; SANTOS, A. C. V. **Estudos do Semiárido**. 2. ed., Natal: EDUFRN, 2011, 168 p.

TROVÃO, D. M. B. M.; FREIRE, A. M.; MELO, J. I. M. Florística e fitossociologia do componente lenhoso da mata ciliar do riacho de Bodocongó, Semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 78-86, abr./jun., 2010.

TUCCI, C. E. M.(Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014, 145 p.

VIDAL, F. C. B. **Nordeste do Brasil – atualidade de uma velha questão: vicissitudes da teoria do subdesenvolvimento regional no contexto do capitalismo contemporâneo**. 2001. 327 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001. Disponível em: <<http://www.adm.ufba.br/pt-br/publicacao/nordeste-brasil-atualidade-velha-questao-vicissitudes-teoria-subdesenvolvimento-regional>> Acesso em: 30 de jun. 2017.

CAPÍTULO I

**ESTRUTURA, COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E REGENERAÇÃO NATURAL EM
FRAGMENTOS DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA SUB-BACIA
DO RIO PIRANHAS, SEMIÁRIDO, BRASIL**

ESTRUTURA, COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E REGENERAÇÃO NATURAL EM FRAGMENTOS DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS, SEMIÁRIDO, BRASIL

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento fitossociológico e de regeneração natural em fragmentos de mata ripária, em trecho do rio Piranhas. Para tanto, foram analisados 4 fragmentos, com distância de 5 quilômetros entre cada trecho, partindo do Açude de São Gonçalo em direção à nascente do rio Piranhas, sendo utilizadas 12 parcelas de 200m² cada, avaliando altura e diâmetro de espécies arbóreas e arbustivas. No levantamento da regeneração natural dentro das parcelas, foram realizadas subparcelas de 5x5 m, com indivíduos de circunferência ao nível do peito (CNS < 6 cm) e altura mínima de 0,5 m, sendo divididas em classes e forma da regeneração. Foi registrado um total de 242 indivíduos, distribuídos em 7 famílias, 13 gêneros e 16 espécies. No levantamento de regeneração natural, foram registrados 128 indivíduos, distribuídos em 17 espécies, em 10 famílias e 14 gêneros. A mata ciliar do trecho estudado do rio Piranhas apresenta uma composição florística relativamente baixa quando relacionada com outros trabalhos em matas ciliares de Caatinga, o que demonstra a forte e acentuada antropização dos fragmentos com agricultura e pecuária e a alta susceptibilidade das mesmas.

Palavras-chave: Caatinga, Vegetação Ripária, Levantamento Fitossociológico.

STRUCTURE, FLORISTIC COMPOSITION AND NATURAL REGENERATION IN FRAGMENTS OF PERMANENT PRESERVATION AREA OF THE RIO PIRANHAS SUB-BASIN, SEMIARID, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this work was to carry out a phytosociological and natural regeneration survey in fragments of riparian forest, in a stretch of the Piranhas River. For this purpose, 4 fragments with a distance of 5 kilometers between each section were analyzed, departing from the São Gonçalo Reserve towards the source of the Piranhas River, using 12 plots of 200m² each, evaluating the height and diameter of tree and shrub species. In the survey of natural regeneration within the plots, 5x5 m subplots were performed with individuals with circumference at chest level (CNS <6 cm) and minimum height of 0.5 m, being divided into classes and how the regeneration occurs. A total of 242 individuals were registered, distributed in 7 families, 13 genera and 16 species. In the survey of natural regeneration 128 individuals were registered, distributed in 17 species in 10 families and 14 genera. The riparian forest of the studied section of the Piranhas River presents a relatively low floristic composition when related to other works in riparian forests of Caatinga, which demonstrates the strong and accentuated anthropization of the fragments with agriculture and livestock and their high susceptibility.

Keywords: Caatinga, Riparian Vegetation, Phytosociological Survey.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ab'Saber (1977) e Prado (2003), a Caatinga é reconhecida como uma região ecológica localizada no semiárido nordestino brasileiro. E possui uma vegetação predominante de floresta tropical sazonalmente seca (PENNINGTON; LAVIN; OLIVEIRA-FILHO, 2009; SILVA et al., 2017).

Segundo Giuliatti et al. (2004), a caatinga apresenta uma diversidade de espécies, na qual muitas são endêmicas do bioma, já outras podem esclarecer a dinâmica histórica entre as relações biogeográficas da vegetação da caatinga.

A escassez de água, alta intensidade de raios solares, baixas precipitações e altas temperaturas caracterizam a região como semiárida (CARVALHO, 2018), o que resulta em uma vegetação que, de acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), seguindo a definição de florestas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), é do tipo savana estépica, espinhosa e decidual, entretanto possui também áreas restritas de brejos e com bolsão climático mais amenos (SFB, 2010).

Em meio a tanta aridez, as bacias hidrográficas manifestam-se como fundamentais para a sobrevivência da população da região de caatinga, fornecendo recursos hídricos para grande parte dessa população, favorecendo a abertura de poços, barramentos de água em açudes e reservatórios de água para suprir necessidades antrópicas no período de seca.

No entanto, essas características hidroclimáticas da regiões trazem muitos problemas para a ocupação humana, isso devido aos solos serem pouco permeáveis. Nesse sentido, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos descreve os solos da Caatinga como possuindo um horizonte A fraco, pobre em matéria orgânica, sendo pedregoso e pouco profundo, o que dificulta a infiltração e armazenamento da água nos lençóis freáticos (LIMA, 2009).

Outro fator de grande importância é a vegetação nessas faixas, as zonas ripárias, pois contribuem com a proteção das nascentes, manutenção da qualidade e volume da água, barreira física contra sedimentos da erosão e herbicidas, ciclagem dos nutrientes do solo, manutenção da biodiversidade, fluxo gênico, além de facilitarem a perda por interceptação das copas das árvores, contribuindo para a não ocorrência de enchentes (FONSECA et al., 2017).

A grande biodiversidade da Caatinga em espécies vegetais e animais acaba por conseguir sustentar diversas atividades econômicas voltadas para fins agropecuários e agrosilvipastoris, além das indústrias nos ramos alimentício, farmacêutico, cosmético e químico. Entretanto, os sistemas agrosilvipastoris são pouco difundidos e necessitam de maior incentivo de políticas públicas (CARVALHO, 2018).

Análises qualitativas e quantitativas fornecem conhecimentos sobre a flora, a fisionomia e a estrutura da vegetação da região, especialmente em áreas de alta relevância ecológica, em que não são encontrados estudos sobre essa composição. Estudos fitossociológicos caracterizam as etapas sucessionais das espécies vegetais e buscam descrever e compreender a associação dessas espécies na estrutura dos ecossistemas, o que fornece subsídios para trabalhos com regeneração natural, recuperação de áreas degradadas em sintonia com a ecologia e biologia vegetal estudada.

Alicerçados nesta contextualização, o objetivo deste trabalho foi avaliar fragmentos de mata ciliar quanto à composição e abundância florística e de regeneração natural, na sub-bacia do rio Piranhas, no município de Sousa, Paraíba.

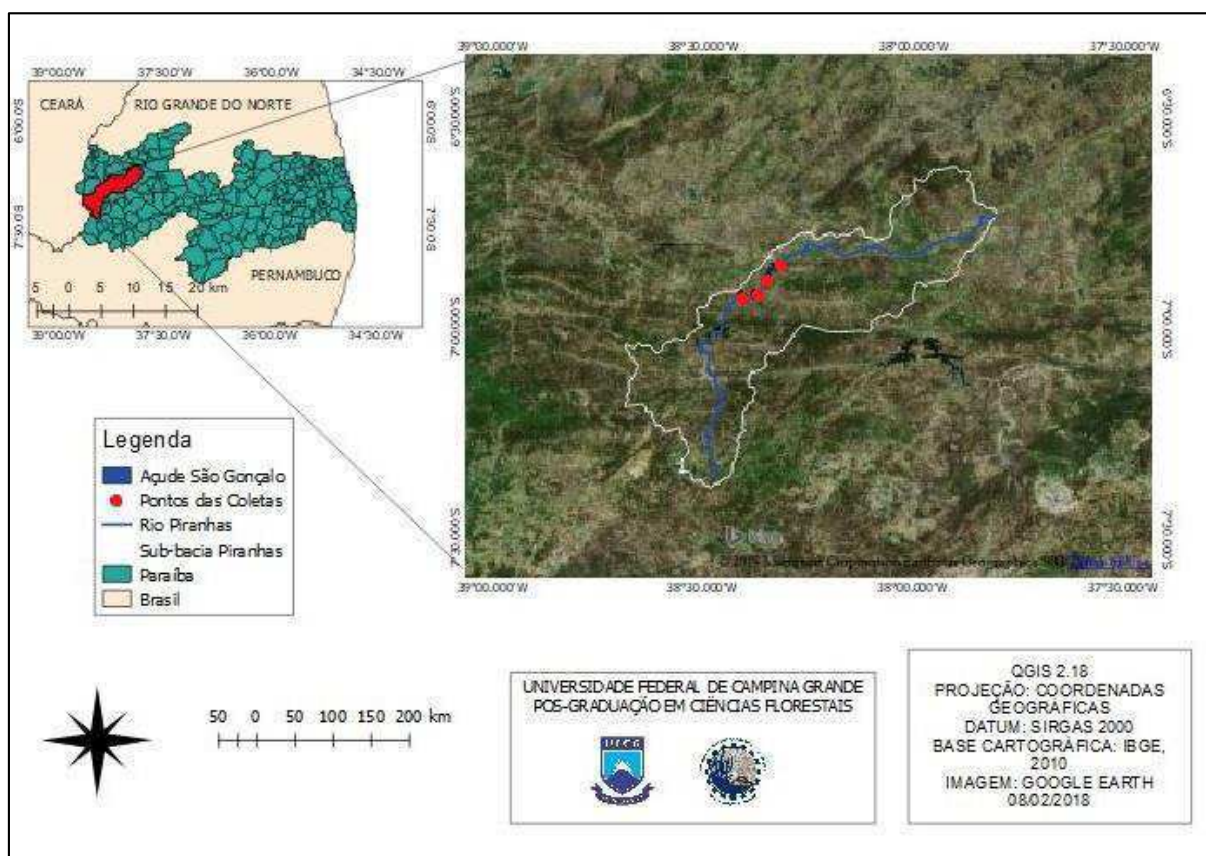
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em trechos da vegetação ripária do rio Piranhas, precisamente em fragmentos da região hidrográfica do Alto Piranhas (6°51'19.55"S e 38°19'20.61"O). Foram analisados 4 fragmentos, com distância de 5 quilômetros entre cada fragmento, em um trecho partindo do Açude de São Gonçalo em direção à nascente do rio Piranhas (Figura 3), onde se avalia a influência dos impactos do antropismo sofridos pela vegetação ao longo das margens do rio Piranhas.

A sub-bacia do rio Piranhas possui área total de 2.562 km², percorrendo 19 municípios paraibanos, com clima As, com verão seco, segundo a classificação de Köppen, com temperatura variando entre 25° C a 28° C, estando inserida na depressão sertaneja setentrional, apresentando uma extensa planície baixa, com relevo suave-ondulado (Figura 3) (ALVARES et al., 2014; ANA, 2016).

Figura 3 – Localização da sub-bacia do rio Piranhas e parcelas amostrais da vegetação estudada. Paraíba. 2020.



Fonte – (RAMOS, 2020).

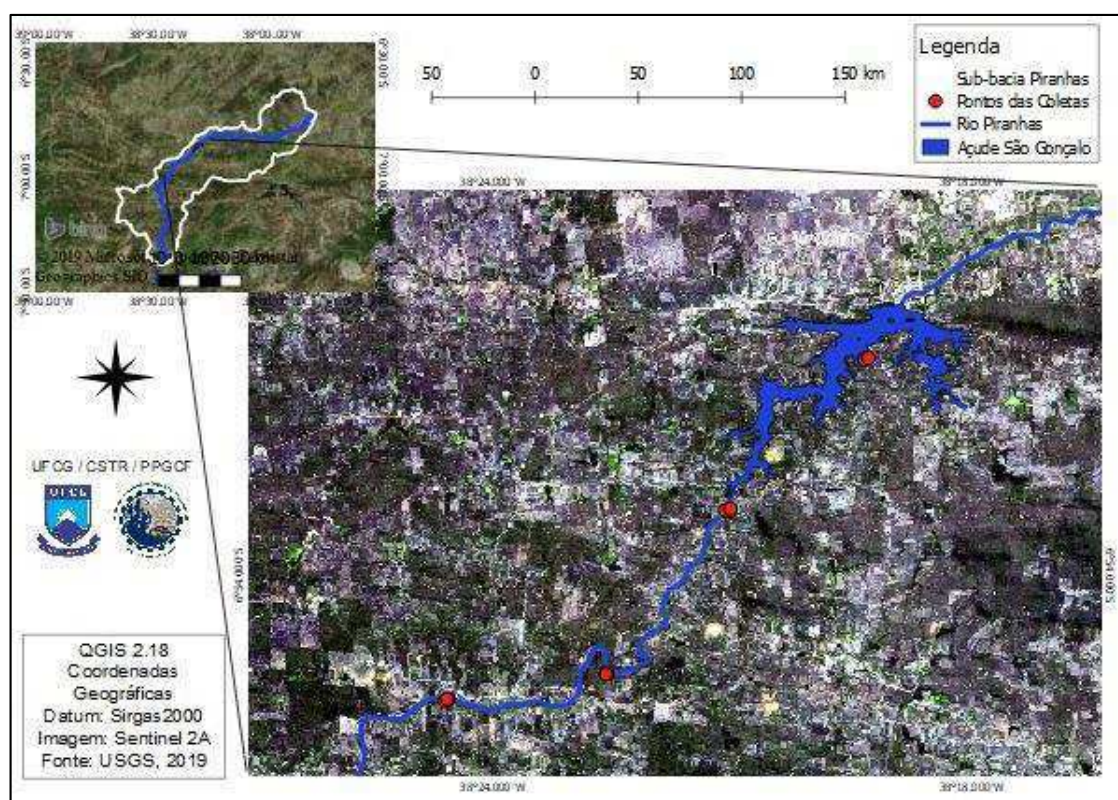
Segundo a ANA (2016), os solos da região do Alto Piranhas se caracterizam como Luvisolos Crômico, Planossolos Hidromórfico, Neossolos Litólico e Argissolos Vermelho-Amarelo, uma vegetação hiperxerófila com espécies caducifólias, precipitação média anual de 800 mm, sendo má distribuída entre os meses de fevereiro a abril, com elevada evapotranspiração, com o valor médio anual de 2.937 mm (FARIAS, 2004; ANA, 2016).

O açude São Gonçalo conta com uma área irrigada de 4.104 ha, associada ao perímetro irrigado, as várzeas de Sousa, situadas em terrenos de escudos cristalinos. Seus sistemas de irrigações principais são feitos pelo pivô central, pela superfície e microaspersão, sendo que as principais culturas agrícolas utilizadas na região são o milho, feijão e coco (LIMA; BARBOSA; DANTAS NETO, 1998; ANA, 2016).

2.2 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO E REGENERAÇÃO NATURAL

O levantamento fitossociológico foi realizado entre os meses de março a agosto de 2018, nos fragmentos, de acordo com a metodologia de Rodal; Sampaio e Figueiredo (2013), em que foram utilizadas parcelas de 10 x 20 metros (200m²), sendo distribuídas sistematicamente na área de estudo em transectos de 3 parcelas cada, totalizando 12 parcelas (2400m²) (Figura 4). O componente avaliado foi o arbóreo e arbustivo, as variáveis estudadas foram altura e diâmetro, com critérios de inclusão para os indivíduos de circunferência ao nível do solo (CNS) acima de 6 centímetros e altura acima de 1 metro.

Figura 4 – Pontos das coletas realizadas ao longo do Rio Piranhas. Paraíba. 2020.



Fonte – (RAMOS, 2020)

Para o levantamento da regeneração natural, foi seguida a metodologia da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005), onde foram instaladas subparcelas de 5x5 m (25m²) para avaliar a ocorrência das espécies regenerantes, com critério de inclusão de fuste com circunferência ao nível do peito (CAP) menor que 6 cm e altura mínima de 0,5 m, sendo registrada apenas a espécie e classe de altura, sendo classe 1 – Altura de 0,5 até 1,0 m e classe 2 – Altura acima de 1,0 até CAP = 6 cm. Também foi identificado se a regeneração era originária por semente ou rebrota de toco.

Os parâmetros fitossociológicos adotados e suas respectivas fórmulas podem ser expressos por Capelo (2003) e Felfili e Resende (2003). Os valores de densidade dão sentido ao tamanho das populações que compõem a fitocenose. Densidade Absoluta (Dabs) – É o número de indivíduos (ni) de cada espécie encontrada em uma unidade de área amostral (A).

$$Dabs = \frac{ni}{A} \quad (1)$$

Onde: ni – N.º de indivíduos de cada espécie;
A – Área amostral.

Densidade Relativa (DR%) – É o número de indivíduos amostrados de uma espécie (ni) em relação percentual ao número total de indivíduos de todas as espécies presentes (N).

$$DR\% = \frac{ni \times 100}{N} \quad (2)$$

Onde: ni – N.º de indivíduos amostrados de uma espécie;
N – Percentual do número total de indivíduos de todas as espécies.

Os dados da frequência estimam a probabilidade de encontrar uma dada espécie em unidade amostral. Frequência Absoluta (Fabs) – É a ocorrência de cada espécie em algumas ou todas as amostras (nº de ocorrências da espécie) em relação ao número total de unidades amostrais (Nº total de amostras).

$$Fabs = \frac{N^\circ \text{ de ocorrências da espécie}}{N^\circ \text{ total de amostras}} \quad (3)$$

Frequência Relativa (FR%) – É o número de ocorrências de uma espécie (nº de ocorrências da espécie) em relação percentual ao número total de ocorrências de todas as espécies (Nº total de ocorrências).

$$FR\% = \frac{N^{\circ} \text{ de ocorrências da espécie} \times 100}{N^{\circ} \text{ total de ocorrências}} \quad (4)$$

Os valores da dominância estimam a taxa de ocupação do ambiente por uma dada espécie ou vegetação. Dominância Absoluta (Doabs) – É dada pela área basal (ab) da espécie por unidade de área amostral (A).

$$Doabs = \frac{ab}{A} \quad (5)$$

Onde: ab – Área basal individual
A – Unidade de área amostral

Dominância Relativa (DoR%) – É dada pela área basal (ab) de uma espécie em relação percentual ao total de áreas basais de todas as espécies.

$$DoR\% = \frac{AB \times 100}{AB_{tot}} \quad (6)$$

Onde: AB – Área basal da espécie.
AB_{tot} – Área basal de todas as espécies.

O índice de valor de importância permite representar o valor de importância ecológica de cada espécie na comunidade. Valor de Importância (V I) – A soma dos valores relativos de dominância, frequência e dominância estabelecem o valor de importância da espécie na comunidade.

$$V I = (FR\% + DR\% + DoR\%) \quad (7)$$

O Índice de Shannon-Weaver (H') atribui que os indivíduos são amostrados de forma aleatória, oriundos de uma população infinitamente maior, assumindo que todas as espécies são representadas na amostragem.

$$H' = - \sum_{i=0}^n p_i \quad (8)$$

Onde: H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver;
 p_i – proporção da espécie i .

$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad (9)$$

Onde: N – número total de indivíduos de todas as espécies;
 n_i – número total de indivíduos para cada espécie.

O Índice de dominância de Simpson (C) é expresso para gerar um número crescente com o aumento da diversidade. Fortemente influenciado pela abundância das principais espécies e não pelo número de espécies.

$$C = 1 - \sum_{i=0}^S \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (10)$$

Onde: I = medida de dominância;
 C = índice de dominância de Simpson;
 n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;
 N = número total de indivíduos amostrados;
 S = número de espécies amostradas.

O Índice de equabilidade de Pielou (J') retrata a distribuição do número de indivíduos em relação às espécies. Varia de 0 a 1, sendo 1 o valor máximo em que todas as espécies possuem o mesmo número de indivíduos.

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (11)$$

Onde: J' = índice de Equabilidade de Pielou;
 $H'_{\max} = \ln(S)$;
 S = número de espécies amostradas;
 H' = Índice de Diversidade de Shannon.

O Quociente de Mistura de Jentsch (QM) corresponde ao número total de espécies em relação ao número de indivíduos que foram amostrados nos fragmentos. Quanto maior a mistura, maior será a diversidade.

$$QM = \frac{S}{n} \quad (12)$$

Onde: S = número total de espécies;
n = número de indivíduos.

A coleta dos espécimes botânicos foi realizada quinzenalmente, do mês de março a agosto de 2018 e, após confecção de exsicatas, foram tombadas ao acervo do herbário CSTR da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB. Esta metodologia foi realizada de acordo com Judd et al. (2009) e IBGE (2012). A identificação das espécies foi realizada por análise morfológica dos caracteres reprodutivos e vegetativos, consultas a bibliografias especializadas, por guia de imagens, comparação entre exsicatas, chaves de identificação e a especialistas da área botânica. A listagem foi elaborada conforme a classificação de Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009), a nomenclatura e autores, hábitos ou formas de vida estarão conforme a lista de espécies da flora do Brasil (2020).

Foram analisadas a composição, a riqueza, a abundância e a distribuição das espécies para compreender a estrutura e a diversidade florística das comunidades vegetais, subsidiando estudos sobre o manejo, conservação e/ou preservação desses ecossistemas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA

Foi registrado um total de 242 indivíduos e 17 espécies, distribuídas em 7 famílias e 13 gêneros. Dentre as famílias, aquelas que se destacaram pelo maior número de espécies foram a Fabaceae, com 5 spp.; Anacardiaceae, com 3 spp., e Euphorbiaceae, com 2 spp. As demais apresentam apenas 1 espécie cada uma (Tabela 1). Três indivíduos necessitam ainda de identificação em nível de espécie.

Tabela 1. Riqueza florística de fragmentos de mata ciliar ao longo do rio Piranhas, Paraíba. 2020.

Família/Espécie	Nome Popular	Hábito	P1	P2	P3	P4
Anacardiaceae						
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	Arbóreo				X
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajarana	Arbóreo				X
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciriguela	Arbóreo				X
Apocynaceae						
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Flor de Seda	Arbustivo		X		
Combretaceae						
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Arbustivo	X		X	
Chrysobalanaceae						
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	Oiticica	Arbóreo			X	X
Burseraceae						
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Imburana	Arbóreo	X			
Euphorbiaceae						
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	Arbustivo	X	X		
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão Bravo	Arbóreo	X			
Fabaceae						
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Arbóreo	X			
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó	Arbóreo	X			
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	Catingueira	Arbóreo	X			
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema Preta	Arbóreo	X	X	X	X
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema Branca	Arbóreo	X		X	X
Indeterminada I		Arbóreo		X		
Indeterminada II		Arbóreo		X		

Indeterminada III

Arbóreo

X

 Fonte – (RAMOS, 2020).

Em outros levantamentos florísticos realizados em vegetação ripária de Caatinga, é observado que o número de espécies pode variar de 17 a 61 famílias e 7 a 54, nos respectivos trabalhos de Oliveira et al. (2009) e Trovão, Freire e Melo (2010). Nesses trabalhos, a família Fabaceae é que apresenta maior número de espécies. Outros autores, também, fizeram levantamentos semelhantes, tais como: Santos e Vieira, (2006) e Bessa e Medeiros, (2011).

As áreas estudadas no Alto Piranhas expressaram valores baixos de espécies refletindo a pouca riqueza florística do trecho.

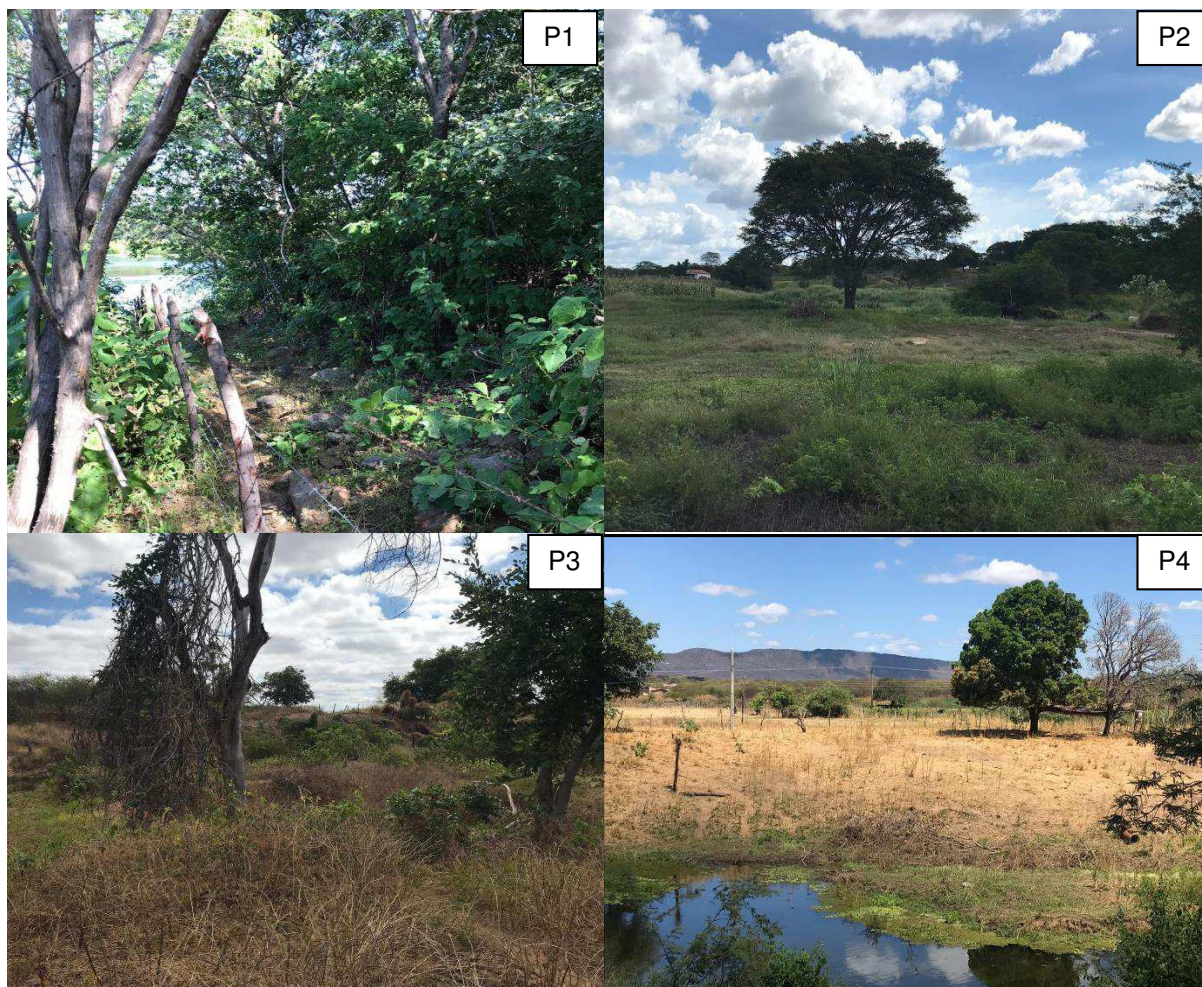
Os pontos 2 e 3 apresentaram poucas espécies, possivelmente devido às intensas atividades agropecuárias, desmatamento e queimadas. Em áreas de caatinga preservada como as encontradas na Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN, Fazenda Almas, no Cariri Paraibano, foram registradas por Barbosa et al. (2007) 67 espécies, números bem mais significativos dos que aqui foram encontrados.

O maior número de espécies foi registrado no ponto 1, com 9 espécies, e o ponto 4, com 6 espécies. Dentre elas, a única que foi registrada em todos os pontos foi a *M. tenuiflora*, característica de áreas em transição sucessionais, sendo classificada como espécie pioneira, apresentando sistema radicular profundo, podendo se desenvolver em solos degradados ou em solos em processo de recuperação (AZEVEDO et al., 2012).

A segunda espécie com maior ocorrência foi a *P. stipulacea*, em 3 pontos. Segundo Almeida et al. (2017), é uma espécie do componente arbóreo de pequeno porte, nativa da Caatinga e se distribui em grande parte da região Nordeste do Brasil.

O ponto 1 registou 167 indivíduos, dentre esses, o Marmeleiro, com 73 indivíduos, e a *M. tenuiflora*, com 45 indivíduos. Os demais pontos 2, 3 e 4 registraram 44, 10 e 21 indivíduos, respectivamente, onde a *M. tenuiflora* apresentou os maiores valores de indivíduos, seguido pelo *C. blanchetianus*.

Figura 5 – Fitofisionomias dos pontos estudados nas margens do Rio Piranhas, Paraíba. 2020.



P1 (24 M 0574867 E 9242180 S 250 M); **P2** (24 M 0571768 E 9238697 S 272 M); **P3** (24 M 0568880 E 9234977 S); **P4** (24 M 0565084 E 9234335 S). Fonte – (Ramos, 2020)

A flora listada nos diferentes pontos estudados demonstra a diferença de vegetação nos mesmos, sendo a vegetação de maior porte aquela situada próxima ao Açude de São Gonçalo (Figura 5.P1). Isso ocorre devido à pouca presença de pecuária e agricultura na área. Quando questionados, os residentes relataram que a maioria dos familiares trabalhavam em empregos fixos nos municípios próximos, portanto não conseguiam conciliar a agricultura com seus empregos, revelando poucas atividades agropecuárias na área, o que acarreta uma composição e estrutura bastante heterogênea nas diferentes áreas.

Segundo Silva et al. (2017), a Caatinga possui uma região bem determinada, tendo desenvolvido tradições culturais importantes, fortes e resilientes fundamentadas na pecuária e agricultura de subsistência. Segundo os autores, isso se deu devido à

grande miscigenação dos povos, o que está sendo alterado devido às poucas condições de trabalho dos agricultores, além de optarem por oportunidades fora da zona rural, desfavorecendo assim as tradições culturais. Entretanto, se as pessoas hoje estão trabalhando em outros setores e menos na área rural, então há uma chance, talvez, em longo prazo, de essas áreas se recuperarem. A análise da estrutura das comunidades vegetais revelou os seguintes resultados (Quadro 2, Figura 6 e Tabela 2).

Quadro 2 – Parâmetros fitossociológicos do levantamento florístico de fragmentos de mata ciliar ao longo do Rio Piranhas, Paraíba. NI – Número de Indivíduos; AB – Área Basal; DA – Densidade Absoluta; DR – Densidade Relativa; FA – Frequência Absoluta; FR – Frequência Relativa; DoA – Dominância Absoluta; DoR – Dominância Relativa.

Espécies	NI	AB	DA	DR (%)	FA	FR (%)	DoA	DoR (%)
<i>M. tenuiflora</i>	86	0,59	195,45	35,54	296,14	35,54	1,34	9,24
<i>C. blanchetianus</i>	83	0,20	188,64	34,30	285,81	34,30	0,45	3,11
<i>A. colubrina</i>	9	0,41	20,45	3,72	30,99	3,72	0,94	6,49
<i>C. leprosum</i>	31	0,18	70,45	12,81	106,75	12,81	0,41	2,81
<i>C. bracteosum</i>	2	0,06	4,55	0,83	6,89	0,83	0,15	1,00
<i>B. cheilantha</i>	3	0,01	6,82	1,24	10,33	1,24	0,03	0,18
<i>P. stipulacea</i>	4	0,09	9,09	1,65	13,77	1,65	0,20	1,39
<i>M. indica</i>	2	0,39	4,55	0,83	6,89	0,83	0,88	6,09
<i>S. mombin</i>	5	1,61	11,36	2,07	17,22	2,07	3,66	25,25
<i>S. purpurea</i>	2	0,97	4,55	0,83	6,89	0,83	2,21	15,24
<i>C. procera</i>	2	0,05	4,55	0,83	6,89	0,83	0,10	0,72
<i>M. rigida</i>	3	0,64	6,82	1,24	10,33	1,24	1,46	10,07
<i>C. leptophloeos</i>	1	0,06	2,27	0,41	3,44	0,41	0,14	0,99
<i>J. molíssima</i>	4	0,02	9,09	1,65	13,77	1,65	0,05	0,36
Não Ident. 1	1	1,08	2,27	0,41	3,44	0,41	2,45	16,86
Não Ident. 2	3	0,00	6,82	1,24	10,33	1,24	0,01	0,04
Não Ident. 3	1	0,01	2,27	0,41	3,44	0,41	0,02	0,16
TOTAL	242	6,380	550,00	100,00	833,333	100,00	14,50	100,00

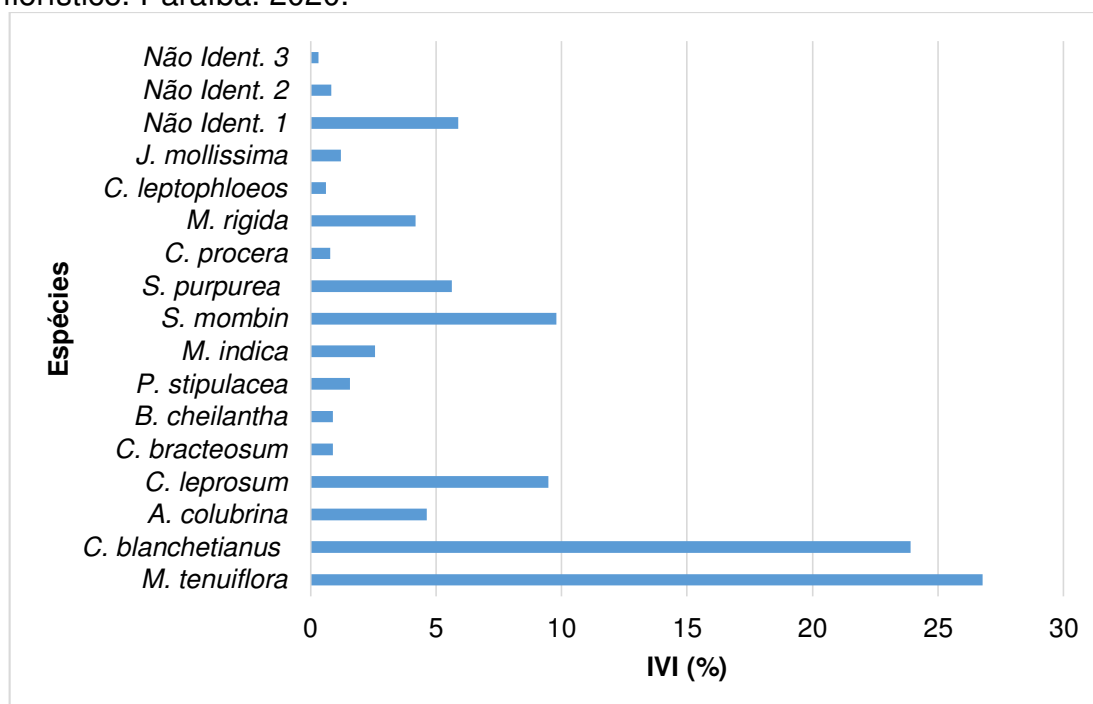
Fonte – (RAMOS, 2020).

Entre as espécies mais abundantes nos fragmentos, foram identificadas a *M. tenuiflora*, a *C. blanchetianus* e a *C. leprosum*, espécies com maiores valores de densidade e frequência. As demais apresentaram entre 1 e 9 indivíduos. A maior área basal foi observada para a *S. mombin* e, conseqüentemente, o maior valor de dominância, o que representa uma maior taxa de ocupação do ambiente por essa espécie.

No levantamento de Santos e Vieira (2006), foram registrados 300 indivíduos pertencentes a 61 espécies, um baixo número de indivíduos e alto número de espécies para três fragmentos de mata ciliar, o que ressalta que nem sempre um maior número de espécie significa maior número de indivíduos.

As espécies *C. bracteosum* e *P. stipulacea* também foram registradas no levantamento de Trovão, Freire e Melo (2010), além da espécie *M. rígida*, que é característica de mata ciliar, sendo nativa da Caatinga. Esta espécie pode ser utilizada na medicina popular, indústria de cosméticos, o que oferece um grande potencial para arborização urbana, recuperação de áreas degradadas e exploração econômica de forma sustentável (SANTOS et al., 2017).

Figura 6 – Índice de valor de importâncias das espécies registradas no levantamento florístico. Paraíba. 2020.



Fonte – (RAMOS, 2020).

O maior IVI foi da espécie *M. tenuiflora*, seguido por *C. blanchetianus*, que demonstram o valor de importância ecológica dessas espécies, observando a sua distribuição não apenas do ponto de vista horizontal ou vertical, mas pelo somatório das análises dos parâmetros fitossociológicos.

Segundo Rodal, Sampaio e Figueiredo (1992), a riqueza florística das áreas de mata ciliar na caatinga é resultado dos fatores de topografia, tipo, profundidade e permeabilidade do solo e do índice pluviométrico.

S. mombin e *C. leprosum* também obtiveram valores expressivos de importância ecológica, ao contrário da maioria das espécies que apresentaram índices de VI inferiores a 10, indicando uma pequena participação relativa destas nas comunidades. Outro fato importante é o baixo número de táxons, o que evidencia a susceptibilidade desses pontos de estudo a agressões ambientais. Na Tabela 2, estão apresentadas os índices de diversidade dos fragmentos de mata ciliar.

Tabela 2 – Índices de diversidade de fragmentos de mata ciliar próximo a Sousa, Paraíba. H' – Índice de Shannon-Weaver; C – Índice de dominância de Simpson; J' – Índice de equabilidade de Pielou; QM – Quociente de mistura de Jentsch.

Pontos	(H')	(C)	(J')	(QM)
Ponto 1	1,45	0,30	0,66	0,05
Ponto 2	1,03	0,46	0,64	0,11
Ponto 3	1,33	0,28	0,96	0,4
Ponto 4	1,59	0,27	0,82	0,33
Área Total	1,73	0,26	0,61	0,07

Fonte – (RAMOS, 2020)

Para o índice de Shannon-Weaver, quanto maior o valor, maior será a diversidade florística, logo observa-se que os maiores valores foram os pontos 1 e 4, resultando na maior riqueza e uniformidade de espécies na área, do que os demais pontos, entretanto apenas o 2 apresentou baixa diversidade entre os fragmentos.

Já para o índice de dominância, destacou-se o ponto 2, com uma diversidade maior que os outros pontos. Uma possível explicação para esse valor foi devido ao registro de espécies, com diâmetro superior àquele encontrado em outros pontos, favorecendo a dominância da espécie na área.

Rodal, Sampaio e Figueiredo (2013) relatam que uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância, o que explica os pontos 1 e 4, que apresentaram menores valores apresentados na Tabela 2.

Avaliando o índice de equabilidade de Pielou, foi observado que o ponto 3 foi o que mais se aproximou de 1, revelando que as espécies encontradas são igualmente abundantes, entretanto, quando foi avaliada a área total, o valor de J' foi menor, demonstrando que, nos fragmentos estudados, há diferenças de abundâncias de espécies entre os pontos.

Segundo Rodal, Sampaio e Figueiredo (2013), o QM gera uma ideia da composição florística da floresta, indicando em média o número de árvores de cada espécie que pode ser encontrada no povoamento. Portanto, foi observado que, para todos os pontos, os valores foram considerados baixos, o que classifica a área com a uma baixa diversidade de espécies, sendo menor no ponto 1, devido ao elevado número de indivíduos de poucas espécies.

3.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE REGENERAÇÃO NATURAL

Além das espécies registradas em campo, no levantamento fitossociológico foram registradas as espécies de regeneração natural em todos os pontos, obtendo um total de 128 indivíduos, distribuídos em 17 espécies, em 10 famílias e 14 gêneros, sendo 15 identificadas em nível de espécie, e apenas 2 não identificadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Espécies da Regeneração Natural de fragmentos de mata ciliar ao longo do Rio Piranhas, Paraíba. 2019.

Família/Espécie	Nome Vulgar	P1	P2	P3	P4
Anacardiaceae					
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajarana				X
Apocynaceae					
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Flor de Seda		X		
Combretaceae					
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	X			X
Chrysobalanaceae					
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	Oiticica				X

Euphorbiaceae					
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Velame	X	X	X	
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	X	X		
Fabaceae					
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	Catingueira	X			
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingazeiro	X			
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema Preta	X	X		
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema Branca				X
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algaroba	X			
Lamiaceae					
<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	Alfazema Braba			X	X
Malvaceae					
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malva-Preta			X	X
Rhamnaceae					
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro			X	X
Urticaceae					
<i>Urtica dioica</i> L.	Urtiga			X	X
Indeterminada I			X		
Indeterminada II				X	

Fonte – (RAMOS, 2020).

As espécies *P. juliflora*, *Z. joazeiro*, *U. dioica* e *I. vera* não foram registradas no levantamento fitossociológico. A família que apresentou o maior número de espécies (5) foi a Fabaceae, igualmente ao levantamento fitossociológico dos componentes lenhosos.

Fonseca et al. (2017) registraram cerca de 96 espécies, distribuídas em 37 famílias, porém a família com o maior número de espécies foi a Myrtaceae, diferentemente do presente trabalho, que destacou a Fabaceae.

Foram registradas as espécies *C. heliotropiifolius*, *M. suaveolens arbustivas* e *S. rhombifolia*, sendo um subarbusto nos fragmentos, como *C. heliotropiifolius*, *M. suaveolens* e *S. rhombifolia*, características de áreas de caatinga. Soares Filho et al. (2016) também encontraram essas espécies em seu levantamento florístico, sendo

importantes na proteção do solo e banco de sementes para estabelecimento de novas espécies, dando subsídios, assim, para os processos de restauração ecológica.

Os pontos 1 e 4 (Tabela 3) apresentaram o maior número de espécies em regeneração, devido à presença de indivíduos arbóreos de pequeno e médio porte, fazendo com que o banco de sementes possa emergir.

Apenas 15 indivíduos foram originados de rebrota de tocos, e o restante (113) foram por semente, o que indica pouca utilização dos recursos madeireiros nas áreas, que apresentaram, pelo índice volumétrico no levantamento fitossociológico, baixo potencial madeireiro. As espécies que apresentaram maior número de regeneração por rebrota foram a *M. tenuiflora* e *C. jacobinensis*, demonstrando seu potencial madeireiro.

Para analisar a diversidade da área foram calculados os índices de diversidade (Shannon, Pielou, Mistura de Jentsch e Simpsons) para cada ponto estudado e para a área total (Tabela 4).

Tabela 4 – Índices de diversidade de fragmentos de mata ciliar próximo a Sousa, Paraíba. H' – Índice de Shannon-Weaver; C – Índice de dominância de Simpson; J' – Índice de equabilidade de Pielou; QM – Quociente de mistura de Jentsch. Paraíba.2019.

Pontos	(H')	(C)	(E)	(QM)
Ponto 1	1,60	0,24	0,82	0,23
Ponto 2	1,37	0,29	0,85	0,23
Ponto 3	1,26	0,38	0,70	0,12
Ponto 4	1,98	0,15	0,95	0,33
Área Total	2,30	0,14	0,81	0,13

Fonte – (RAMOS, 2020).

Analisando o Índice de Shannon-Weaver, o ponto 4 (Tabela 4) apresentou a maior diversidade entre as espécies na área, agora observando a área total, o valor de H' foi maior que todos os pontos, demonstrando que há igualdade entre as espécies raras e abundantes.

Já para o Índice de dominância de Simpson, foi observado que a dominância das espécies foi maior no ponto 3 (Tabela 4), entretanto os valores foram bastante próximos. Ao avaliar a área total, o valor diminuiu, indicando que a área possui uma

pequena diversidade, considerando que uma comunidade de espécie possui maior diversidade quando sua dominância for menor.

Na Equabilidade de Pielou, apresentaram-se valores altos de abundância de espécies, sendo que o ponto 3 (Tabela 4) foi o menor, indicando poucas espécies registradas na área, em cujo local foi observado que a maioria das espécies são igualmente abundantes nos fragmentos.

Na análise do quociente de mistura de Jentsh, os valores encontrados foram baixos (Tabela 4), o que demonstra que a intensidade de mistura de espécies na área é baixa, sendo considerada uma área de baixa diversidade florística.

4 CONCLUSÕES

A mata ciliar do trecho estudado do rio Piranhas apresenta uma composição florística baixa quando relacionada com outros trabalhos em matas ciliares de Caatinga. Acredita-se que esta baixa riqueza se deve à forte e acentuada antropização dos fragmentos, com a prática da agricultura e pecuária e a alta susceptibilidade das mesmas devido às características edafoclimáticas.

A *M. tenuiflora* demonstrou ser a espécie com o maior valor de importância ecológica da área, ocorrendo em 3 dos 4 fragmentos estudados. Na regeneração natural, os valores dos índices demonstraram que as espécies ocorrem em praticamente todos os pontos, entretanto há uma baixa diversidade florística entre eles.

Os fragmentos encontram-se em estágio de sucessão primária. Os índices de diversidade tanto no levantamento fitossociológico como no de regeneração natural indicaram que a área apresenta baixa diversidade de espécies nos pontos e na área total.

5 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação. São Paulo. Instituto de Geografia/USP. Geomorfologia, v. 52 p. 1-21, 1977.

ALMEIDA, J.P.N.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; OLIVEIRA, F.A.; FERREIRA, H.; LEITE, M.S. Production of *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke seedlings irrigated with fish farming wastewater. **Rev. bras. eng. agric. ambient.**, v.

21, n. 6, jun., 2017. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v21n6/1415-4366-rbeaa-21-06-0386.pdf>> Acesso em: 22 de out. de 2018.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2016, 160 p.

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p 105-121. 2009.

AZEVEDO, S.M.A.; BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A.; FREIRE, L.O. Crescimento de plântulas de Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) em solos de áreas degradadas da Caatinga. **Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 150-160, jul/set., 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/gabri/Downloads/EAPT-2011-745.pdf>> Acesso em 22 de out de 2018.

BARBOSA, M.R.V.; LIMA, I.B.; LIMA, J.R.; CUNHA, J.P.; AGRA, M.F.; THOMAS, W.W. Vegetação e flora no cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 313-322, 2007.

BESSA, M.A.P.; MEDEIROS, J.F. Levantamento florístico e fitossociológico em fragmentos de caatinga no Município de Taboleiro Grande-RN. **GEO Terras**, v. 1, p. 69-83, 2011.

CAPELO, J. **Conceitos e métodos da Fitossociologia. Formulação contemporânea e métodos numéricos de análise da vegetação**. Estação Florestal Nacional (Ed), Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Oeiras, 2003. 107 p.

CARVALHO, F. **Biomass do Brasil**. Viçosa: Mata Nativa, 2018, 43 p.

FARIAS, S. R. A. **Operação integrada dos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

FELFILI, J. M.; RESENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. 1. ed. Brasília: UNB, 2003. 68 p.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 06 Maio 2018.

FONSECA, D.A.; BACKES, A.R.; ROSENFELD, M.F.; OVERBECK, G.E.; MULLER, S.C. Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 521-534, abr.-jun., 2017.

GIULIETTI, A.M.; BOCAGE NETA, A.L.; CASTRO, A.A.J.F.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; SAMPAIO, E.V.C.B.; VIRGÍNIO J.F.; QUEIROZ, L.P.; FIGUEIREDO, M.A.; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapa de Biomas do Brasil. Escala 1:5.000**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, p 000, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. IBGE. Brasil: Rio de Janeiro, 2012. 271 p.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre, 2009, 632 p.

LIMA, J. R. **Diagnóstico do solo, água e vegetação em um trecho do Rio Chafariz - Santa Luzia (PB)**. 2009 (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

LIMA, J. R.; BARBOSA, M. P.; DANTAS NETO, J. Avaliação do incremento de açúcares e sua relação com o uso do solo, através do uso de imagens TM/Landsat-5: Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 243-245, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v2n2/1415-4366-rbeaa-02-02-0243.pdf>> Acesso em: 01 de jul. de 2017.

OLIVEIRA, E. B.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C.; RÊGO, P. L. Estrutura fitossociológica de um fragmento de mata ciliar, Rio Capibaribe Mirim, Aliança, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, p. 167-172, 2009.

PENNINGTON, R.T., LAVIN, M., OLIVEIRA-FILHO, A.T. Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annu Rev Ecol Evol Syst**, v. 40, p. 437–457, 2009.

PRADO D. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R., TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (eds) Ecologia e conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife, p. 3–73, 2003.

REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. (Org.) Comitê técnico científico, Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005, 28 p.

RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema Caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1992. 24 p.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B., FIGUEIREDO, M. A. **Manual Sobre Métodos de Estudo Florístico e Fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: SB, 2013. 24 p.

SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de matas ciliares dos Rios São Francisco, Cochá e Carinhanha, norte de

Minas Gerais, Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 4, p. 1-21, 2006.

SANTOS, R.G.; ALBUQUERQUE, C.C.; CIPRIANO, A.K.A.L.; DANTAS, I.M.; MESQUITA, M.V.; SILVA, K.M.B. Emergência de *Licania rígida* Benth (Chrysobalanaceae) em função do tratamento pré-germinativo e do tempo de armazenamento. **HOLOS**, Ano 3, v. 5, p. 27-36, 2017.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Florestas do Brasil em resumo - 2010**. Brasília: SFB, 2010, 152 p.

SILVA, J.M.C.; BARBOSA, L.C.F.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (eds.) **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Cham: Springer p. 3-22, 2017.

TROVÃO, D. M. B. M.; FREIRE, A. M.; MELO, I. J. M. M. Florística e fitossociologia do componente lenhoso da mata ciliar do Riacho de Bodocongó, semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, p. 78-86, 2010.

CAPÍTULO II

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TRECHO DA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS, SEMIÁRIDO, BRASIL

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM TRECHO DA SUB-BACIA DO RIO PIRANHAS, SEMIÁRIDO, BRASIL

RESUMO

A delimitação de habitats geomorfológicos proporciona a identificação de áreas com maior relevância ecológica. O objetivo deste trabalho foi delimitar, utilizando geotecnologias, a rede de drenagem e fragmentos da mata ciliar da sub-bacia do alto Piranhas/PB. O trabalho foi desenvolvido em trechos do rio Piranhas, iniciando no açúde de São Gonçalo, próximo ao município de Sousa, Paraíba, e seguindo cerca de 20 km a direção da nascente do rio, localizada no município de Bonito de Santa Fé. Foram utilizadas as imagens dos satélites Sentinel 2 B, e a composição de RGB (vegetação, corpos hídricos e solo) foi a RGB: 4 – 3 – 2. As Áreas de Preservação Permanente da sub-bacia foram desenhadas utilizando a ferramenta de delimitação (Buffer). Os layouts dos mapas foram confeccionados no software QGIS versão 2.18.1. Os dados cartográficos gerados se deram no sistema de referência datum SIRGAS2000 e em coordenadas geográficas. Foram identificados locais em que a faixa destinada à preservação sofria degradação. Os impactos ambientais ficam mais evidentes ao modo que se afasta do Açude de São Gonçalo, pondo em evidência a supressão da vegetação nativa, substituída pela pequena agricultura, pastagens e construção de moradias. Os pontos 1 e 3 se encontravam com o maior número de indivíduos de vegetação aberta e densa, e os pontos 2 e 4 com grandes áreas de cultivo e pastagens. Há uma escassez de vegetação nativa, pelo uso inadequado do solo em alguns pontos da Área de Preservação Permanente, em contraposição ao que rege a legislação.

Palavras-Chave: Delimitação, Sensoriamento remoto, Mata ciliar.

USE OF GEOTECHNOLOGIES FOR DETERMINATION OF PERMANENT PRESERVATION AREAS IN A SECTION OF THE PIRANHAS SUB-BASIN, SEMIARID, BRAZIL

ABSTRACT

The delimitation of geomorphological habitats provides the identification of areas with greater ecological relevance. The objective of this work was to define, using geotechnologies, the drainage network and fragments of the riparian forest in the upper Piranhas/PB sub-basin. The work was developed in stretches of the Piranhas River, starting at the São Gonçalo dam, close to the municipality of Sousa, Paraíba and following about 20km in the direction of the source of the river, located in the municipality of Bonito de Santa Fé. The images from the Sentinel 2 B satellites were used, the RGB composition (vegetation, water bodies and soil) was RGB: 4 - 3 - 2. The areas of permanent preservation of the sub-basin were designed, using the delimitation tool (Buffer). The map layouts were made using the QGIS software version 2.18.1. The cartographic data generated was given in the SIRGAS2000 datum

reference system and in geographic coordinates. Locations were identified in which the strip intended for preservation suffered degradation, the environmental impacts are more evident as it moves away from the São Gonçalo Dam, in evidence the native vegetation suppression, replaced by small agriculture, pastures and housing construction. Points 1 and 3 met the largest number of individuals with open and dense vegetation, and points 2 and 4 with large areas of cultivation and pastures. There is a shortage of native vegetation due to inadequate use of the soil in some points of the Permanent Preservation Area in contrast to what is governed by the legislation.

Keywords: Delimitation, remote sensing, riparian forest.

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) apresenta, como um dos seus objetivos, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos de forma sustentável e toma, como unidade de gestão, a bacia hidrográfica, para, inclusive, reduzir ou minimizar os impactos ambientais causados nos ecossistemas pelas ações antrópicas (BRASIL, 1997).

Segundo Araújo (2018), muitas vezes, essas ações refletem no desaparecimento de espécies devido à exploração desordenada e falta de práticas adequadas de manejo e reflorestamento, o que acaba modificando a paisagem.

A dinâmica das paisagens é bem mais complexa devido a sua heterogeneidade e esta vem sendo alterada cada vez mais pelas ações humanas, em decorrência da grande exploração dos recursos naturais. Segundo Oliveira et al. (2010), a caracterização da paisagem e o monitoramento das regiões úmidas é de grande importância para a gestão de recursos naturais. Dessa forma, o sensoriamento remoto vem sendo amplamente utilizado no monitoramento espaço-temporal dos recursos naturais.

No semiárido brasileiro não é diferente, ocorrem muitas práticas de exploração, principalmente em ambientes inundados, as chamadas matas ciliares. Uma das principais práticas é a substituição da vegetação nativa para o uso de atividades agrícolas, o que deixa o solo desprotegido e propenso à erosão, causando o assoreamento e eutrofização de mananciais e diminuição da calha dos rios (VALLE JUNIOR et al., 2011).

Segundo Araújo et al. (2018), esses ambientes são de grande importância por serem responsáveis pelo equilíbrio ecológico de determinadas regiões, servindo como

corredor ecológico de disseminação de espécies pelo vento, água e animais, além de serem protetores e mantenedores da qualidade da água e do solo.

A distribuição de água no semiárido brasileiro acaba por apresentar uma situação especial devido às variações climáticas existentes na região. A geologia determina as condições de esgotamento rápido da água no solo, atribuindo aos corpos hídricos (rios, açudes) uma característica muito presente nos municípios da região (MACEDO, 2014).

Desse modo, encontra-se a bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, localizada entre os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, inserida no semiárido nordestino. Nessa região, as principais precipitações se concentram nos meses de fevereiro a abril. A geomorfologia está associada aos terrenos cristalinos, os solos são jovens, caracterizados, em geral, por serem rasos e com baixa capacidade de armazenamento de água, justificando a característica predominante dos rios da região, que são intermitentes (ANA, 2016).

Na unidade de planejamento hidrológico do Alto Piranhas, precisamente localizado no distrito de São Gonçalo, está situado o açude São Gonçalo, responsável por abastecer os seus municípios próximos, como Sousa, Cajazeiras, Marizópolis, além do uso em cultivos, em perímetros irrigados, sendo as principais culturas a de banana e a de coco (ANA, 2016).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi delimitar utilizando geotecnologias, a rede de drenagem e fragmentos da mata ciliar da sub-bacia do Alto Piranhas/PB.

2 MATERIAL E MÉTODOS

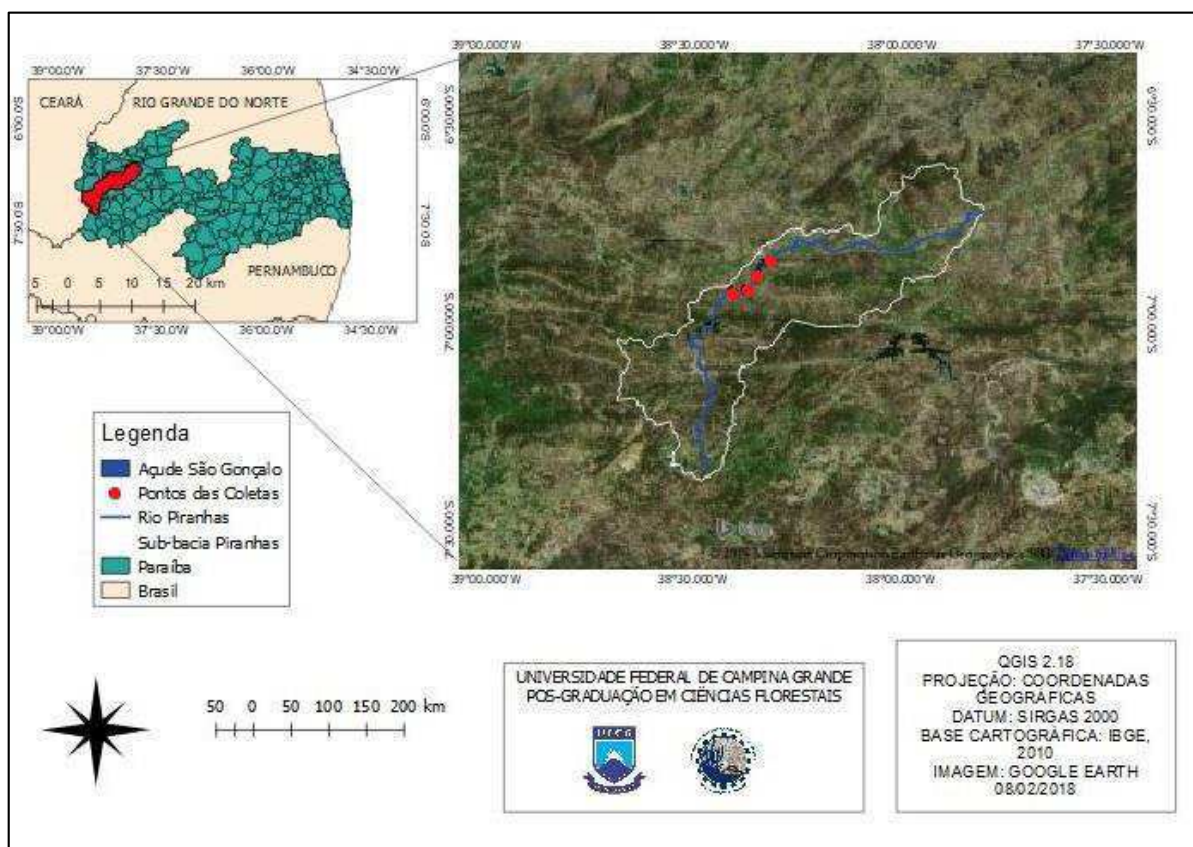
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em trechos do rio Piranhas, precisamente em fragmentos da região hidrográfica do Alto Piranhas, iniciando no açude São Gonçalo, localizado no distrito de São Gonçalo, próximo ao município de Sousa, Paraíba, e seguindo cerca de 20 km a direção da nascente do Rio Piranhas, localizada no município de Bonito de Santa Fé.

A sub-bacia do rio Piranhas possui área total de 2.562 km², abrangendo 19 municípios paraibanos, com clima As, com verão seco, segundo a classificação de Köppen, com temperatura variando entre 25° C a 28° C, estando inserida na

depressão sertaneja setentrional. Apresenta uma extensa planície baixa, com relevo suave-ondulado (Figura 7) (ALVARES et al., 2014; ANA, 2016).

Figura 7 – Localização da região hidrográfica do Alto Piranhas, Paraíba. Imagem Google Earth, Data: 08/02/2018.



Fonte – (RAMOS, 2020).

Segundo ANA (2016), os solos da região do Alto Piranhas se caracterizam como Luvisolos Crômico, Planossolos Hidromórfico, Neossolos Litólico e Argissolos Vermelho-Amarelo, uma vegetação hiperxerófila com espécies caducifólias, precipitação média anual de 800 mm, sendo distribuídas entre os meses de fevereiro a abril, com elevada evapotranspiração, com o valor médio anual de 2.937 mm, com vegetação classificada como Caatinga floresta estacional e formações pioneiras com influência fluviomarinha (FARIAS, 2004; SILVA et al., 2013; ANA, 2016).

O açude de São Gonçalo está situado na unidade de planejamento hidrológico do Alto Piranhas. Em 1889, foram realizados os primeiros estudos para a construção do Açude, entretanto as obras só foram iniciadas em 1921, sendo sua inauguração oficial em 1936, e, em 1973, foi inaugurado o perímetro irrigado de São Gonçalo

(SILVA; BRAGA; BRAGA, 2011). No presente momento obras no açude são realizadas para manutenção e melhoria do mesmo.

O açude São Gonçalo destina-se a fornecer água para irrigar 4.104 ha, abastecendo o perímetro irrigado das várzeas de Sousa, situado em terrenos de escudos cristalinos. Seus sistemas de irrigação principais são o pivô central, irrigação superficial e microaspersão. As principais culturas agrícolas utilizadas na região são o milho, feijão e coco (LIMA; BARBOSA; DANTAS NETO, 1998; ANA, 2016).

Segundo Silva, Braga e Braga (2011), o perímetro irrigado de São Gonçalo é formado principalmente por fruticultura, com capacidade de demanda hídrica de 44,6 milhões de m³, com áreas de vegetação nativa e agricultura de sequeiro (SILVA et al., 2013).

2.2 DELIMITAÇÃO DA MATA CILIAR

Inicialmente delimitou-se o trecho determinado entre o açude São Gonçalo e a respectiva rede de drenagem à montante, utilizando a ferramenta buffer no software QGIS versão 2.18.21, de largura de 50m, respeitando a calha do rio e obedecendo à Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que determina uma área de preservação de 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura.

Em relação ao reservatório, considerou-se a redação dada pela Lei nº 12.727/2012, no Art. 5º, quando afirma que, na implantação de reservatório d'água artificial destinado à geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição de Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.

Após a delimitação, realizou-se o recorte nas imagens utilizadas para classificação do uso e cobertura da terra das áreas de preservação dos perímetros urbano e rural.

Um fragmento de Áreas de Preservação Permanente da sub-bacia foi desenhada utilizando a ferramenta de delimitação (Buffer), construído a partir de um polígono entre os elementos geométricos que representaram o curso d'água, com as larguras determinadas anteriormente.

As imagens dos satélites Sentinel 2 B são disponibilizadas pelo U. S. Geological Survey (USGS) e foram adquiridas no endereço eletrônico <http://earthexplorer.usgs.gov/>. As imagens possuem resolução espacial de 10 m nas bandas do visível ao infravermelho. Nesta pesquisa, utilizou-se uma cena do dia 20/02/2018, com órbita ponto de T24MWT.

A composição para identificar os alvos (vegetação, corpos hídricos e solo) foi a RGB: 4 – 3 – 2. A classificação foi concebida pelo método de segmentação de imagens, consiste na divisão ou separação da imagem em regiões de atributos similares ou de mesmas características (JENSEN, 2009).

O procedimento foi realizado pelo algoritmo do Orfeo Toolbox, instalado no QGIS vs 2.18.1. A classificação teve o intuito de qualificar os usos e ocupações da Área de Preservação Permanente ao longo do trecho estudado.

Através das coletas realizadas na área, foi possível determinar o uso e ocupação da Área de Preservação Permanente.

Efetivada a classificação, foram gerados “shapifile” de classes de uso e cobertura da terra. Para comprovação e controle das classes geradas pela classificação, verificou-se em campo as áreas correspondentes ao longo do rio Piranhas e no Reservatório São Gonçalo.

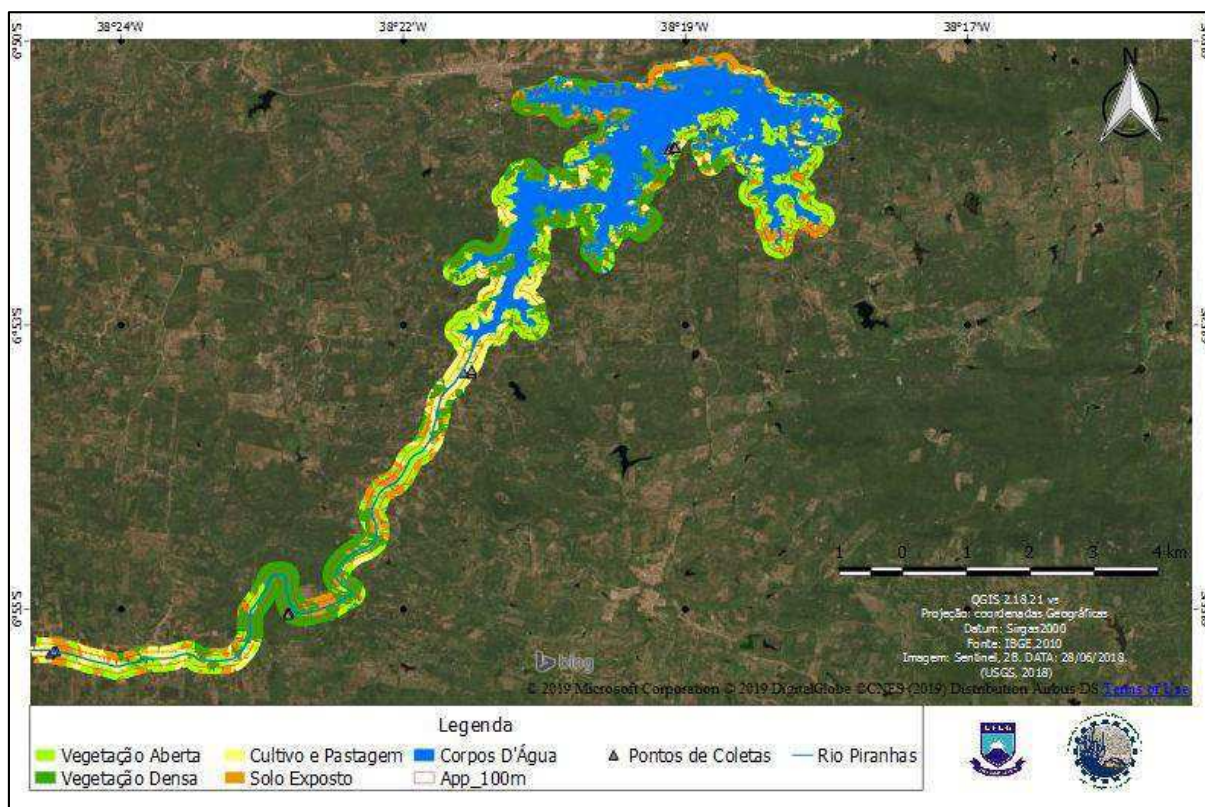
A partir da delimitação da Área de Preservação Permanente (mata ciliar), foram produzidos mapas temáticos que permitem observar as principais atividades realizadas na área.

Os *layouts* dos mapas foram confeccionados no *software* QGIS versão 2.18.1. Todos os dados cartográficos gerados estão no sistema de referência datum SIRGAS2000 e em coordenadas geográficas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados dos mapeamentos realizados, os quais tiveram como base as imagens de satélites, a área estudada apresenta diversidade do uso e ocupação, como se observa na Figura 8.

Figura 8 – Mapa de classificação da Área de Preservação Permanente (APP) do Açude São Gonçalo e trecho do Rio Piranhas. Imagem Sentinel 2B, Data: 28/06/2018, composição RGB(4-3-2). Paraíba. 2020.



Fonte – (RAMOS, 2020).

A classificação foi dividida em vegetação aberta, vegetação densa, cultivo e pastagem e solo exposto. Dentre essas, destacam-se, no entorno do açude São Gonçalo, a vegetação densa e a aberta.

Em observação *in loco*, incluindo diálogo com os residentes da zona rural, próximo ao açude São Gonçalo, os mesmos relatam que não têm a agricultura familiar como sua principal fonte de renda, mas sim de empregos nos municípios próximos, como Sousa e Cajazeiras, o que justifica a menor utilização da terra e, portanto, o maior índice de vegetação densa e aberta.

Siqueira et al. (2018) destacam que, para a garantir sua sobrevivência e de seus familiares, muitos agricultores que viviam da agricultura irrigada optam por procurar emprego nas cidades vizinhas e até mesmo em outros estados, devido aos grandes problemas ambientais causados à biota do solo e à fauna, decorrentes da contaminação de produtos químicos. Diminui-se a produtividade e os agricultores acabam optando por outras atividades ou atividades complementares.

Quando comparados com o Código Florestal (12.651/2012), pode-se observar que muitas áreas estão sendo utilizadas indevidamente, para a agricultura, pecuária, pastagem e construções de moradias, sendo que deveriam ser áreas protegidas para a manutenção da biodiversidade desses ecossistemas. Cabe às autoridades competentes tomar medidas emergentes para o cumprimento da legislação.

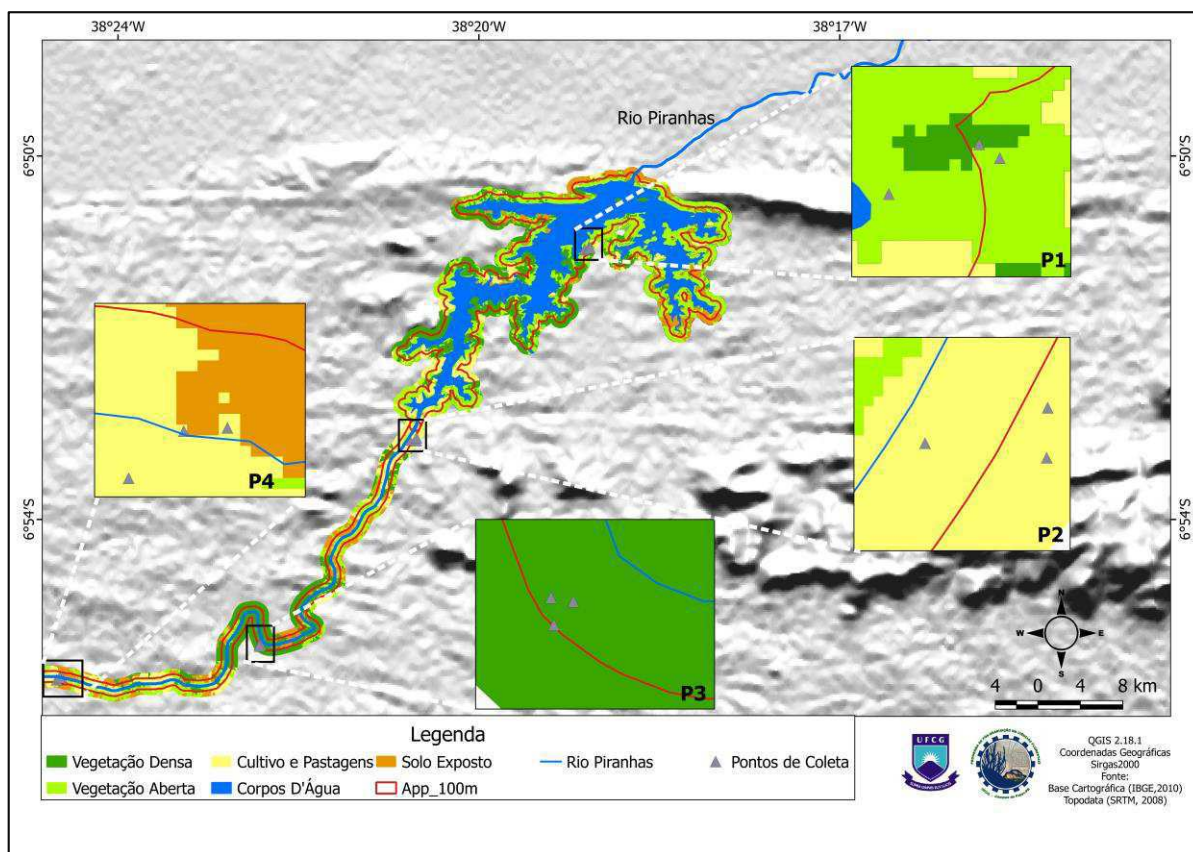
Haas et al. (2018) encontraram as mesmas características da mata ciliar em sua delimitação da sub-bacia do lajeado pardo, noroeste do RS. A delimitação de APPs é de extrema importância para o diagnóstico do potencial risco natural e pelo uso e ocupação do solo, que afetam toda a bacia hidrográfica e os seus recursos utilizados no manejo de bacias.

Segundo Silva et al. (2011), o que causa a ausência da mata ciliar é o uso das áreas naturais para a agricultura, pecuária, loteamentos e construções de hidroelétricas, o que contribui para a redução da vegetação.

Calheiros et al. (2004) destacam as principais funções da mata ciliar, como manter o equilíbrio hidrológico através da estabilização das margens dos rios, controle do aporte de nutrientes, filtragem, controle da temperatura dos ecossistemas aquáticos e barragem contra o carregamento de sedimentos, evitando o assoreamento das microbacias hidrográficas.

Foram identificadas as áreas situadas entre os pontos de coleta em que a faixa destinada à preservação sofre degradação, dentre elas, destacam-se os pontos 2 e 4, onde os impactos ambientais ficam mais evidentes ao modo que se afasta do Açude, cujas ações antrópicas destacam-se, a supressão da vegetação nativa, substituída por pequenas agriculturas, pastagens e construção de moradias (Figura 9).

Figura 9 – Mapa de uso e ocupação da Área de Preservação Permanente do Açude São Gonçalo e trecho do Rio Piranhas. Imagem Sentinel 2B, Data: 28/06/2018, composição RGB(4-3-2). Paraíba. 2020.



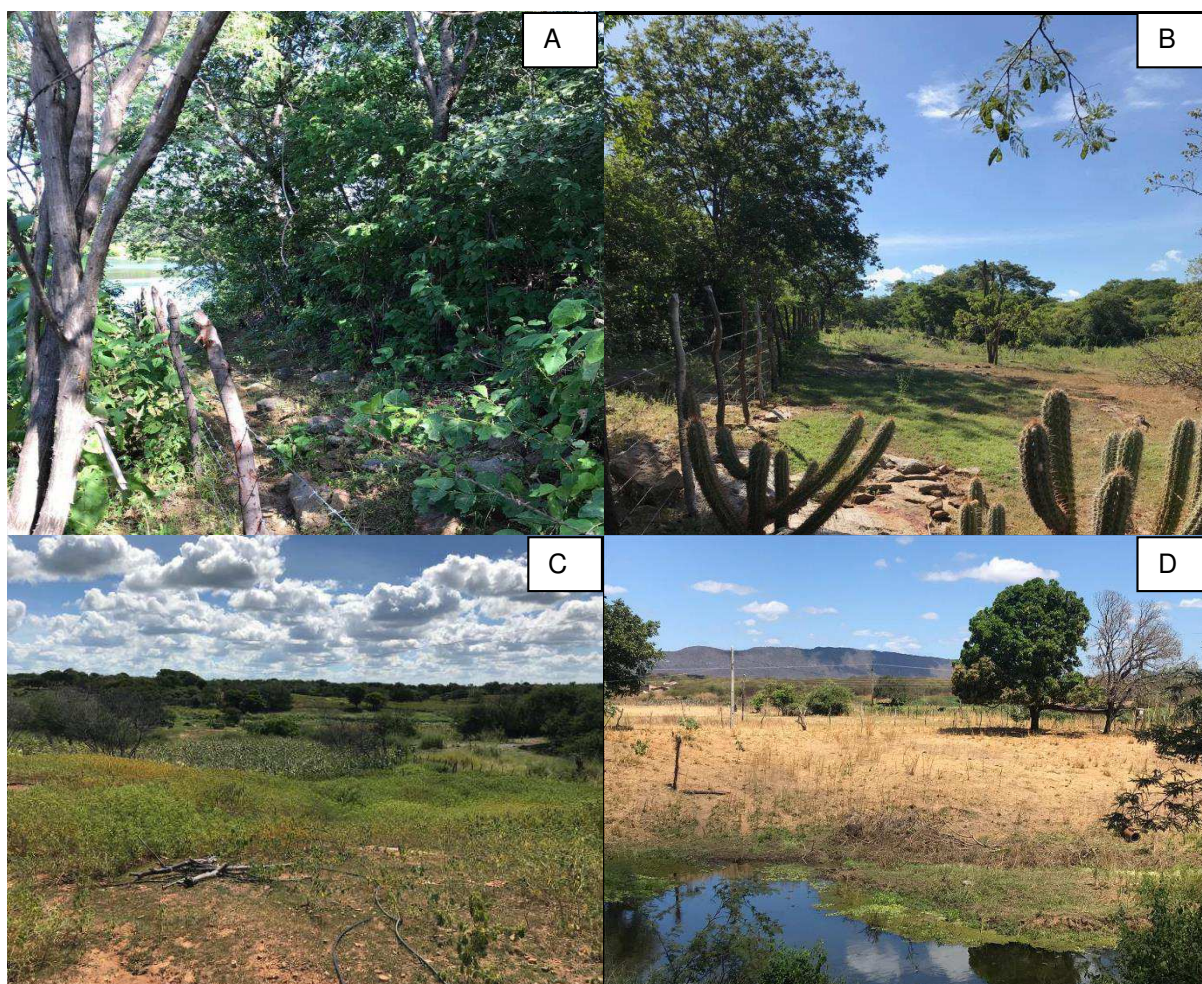
Fonte – (RAMOS, 2020).

Os pontos que se destacaram por possuir uma maior faixa de vegetação foram os pontos 1 e 3, em contraposição aos pontos 2 e 4, que apresentaram fortes áreas de pastagem e cultivos. Quando observada a mata ciliar como um todo, pode-se ver uma faixa de vegetação entre áreas cultivadas, o que leva a crer que essa área ainda permanece com vegetação nativa. Em seu estudo, Zakia et al. (2009) observaram que, enquanto o código florestal determina uma faixa de proteção ao longo dos cursos d'água, as áreas que são de fato importantes para as microbacias se encontram agrupadas de forma diferente.

Mendes, Reis Filho e Espindola (2019) verificaram que, na APP do Rio Poti, no município de Teresina-PI, prevalece área ocupada por cobertura vegetal com remanescentes de vegetação de Caatinga ocupando uma parte na zona rural e outra na urbana, entretanto há partes em que o solo exposto e áreas edificadas se destacam pelo grande número de ocupação.

Atualmente o código florestal diminuiu os limites dessas faixas de proteção no ano de 2012, deixando as áreas mais vulneráveis (HAAS et al., 2018). E, observando-se na Figura 9, verifica-se que existem mais áreas de cultivo e solo exposto juntos do que a vegetação nativa nessas faixas (Figura 10).

Figura 10 – Fisionomias dos pontos estudados nas margens do Rio Piranhas, Paraíba. Imagens registradas nas datas A(22/03/2018), B(23/05/2018), C e D(10/08/2018). Paraíba.2020.



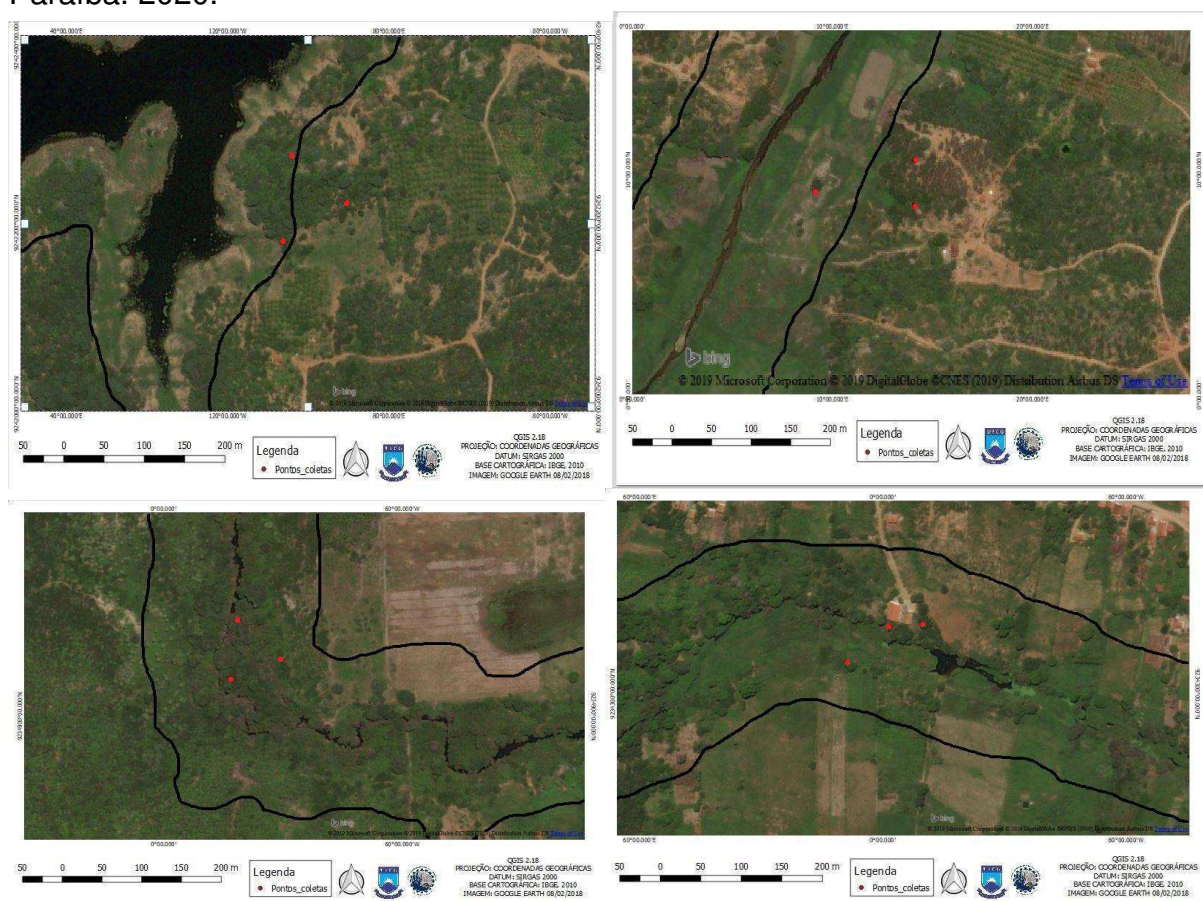
A (24 M 0574867 E 9242180 S 250 M); **B** (24 M 0571768 E 9238697 S 272 M); **C** (24 M 0568880 E 9234977 S); **D** (24 M 0565084 E 9234335 S). Fonte – (RAMOS, 2020)

Nas imagens, pode-se observar: a vegetação densa (A) com um número elevado de indivíduos, sendo eles de pequeno e médio porte; a vegetação aberta (B) representando áreas que estão em fase de restauração por possuírem principalmente espécies pioneiras, como a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (Jurema Preta), em grande número e cultura de pastagens (C), muitas vezes, pela agricultura familiar. E, em

sequência, observam-se áreas extensas de plantações e o Solo Exposto (D), sendo que por muitas vezes, a área apresenta estágio avançado de degradação, onde se verifica o alto grau de erosão das margens dos rios e próximos a eles, tornando o rio assoreado, além de retirar a camada mais rica em nutrientes do solo e redução da biodiversidade.

Na Figura 11 destaca-se a localização dos pontos ao longo do rio Piranhas, sendo observadas, com mais clareza, as condições da Área de Preservação Permanente do fragmento estudado.

Figura 11 - Mapa de localização dos pontos 1, 2, 3 e 4 na Área de Preservação Permanente ao longo do Rio Piranhas. Imagem Google Earth, Data: 08/02/2018. Paraíba. 2020.



Fonte – (RAMOS, 2020).

O ponto 1 se destacou pelo maior número de indivíduos e pela vegetação densa e bem próxima, o cultivo e as pastagens, além do desmatamento verificado em três pontos de coleta, assim como Nascimento (2018), em sua pesquisa de APP, no rio Piranhas-Açu, na comunidade de Arapuá-Ipangaçu/ RN, na qual encontrou pouca

vegetação e áreas cercadas de bovinos, além da produção agrícola. O referido autor identificou que, em 2018, havia uma boa área com campo de pastagem e de vegetação pouco densa, possivelmente o que é mais encontrado é a produção agrícola irrigada.

O mesmo ocorre ao longo do rio Piranhas, com faixas de perímetros irrigados, com Melo Filho et al. (2019) destacando que o perímetro irrigado produz: coco, maracujá, banana, goiaba, milho, arroz, feijão, algodão herbáceo, capim de corte, entre outras, além da pecuária leiteira e produção de carnes, sendo a captação de água feita do açude de São Gonçalo levada diretamente pelos canais principais, para bombeamento.

O ponto 2 foi onde mais se observou a interferência de ações antrópicas, pois é quase inexistente a ocorrência de indivíduos da vegetação nativa. Segundo Zakia et al. (2009), os canais intermitentes são de extrema importância para a correta produção do escoamento direto nas microbacias, portanto sua conservação e proteção são fundamentais para a manutenção de sua saúde.

Pode-se observar também o uso inadequado em Área de Preservação Permanente das faixas marginais dos rios, onde se visualizam atividades agrárias, como a pecuária e construções rurais.

Mesquita, Cruz e Pinheiro (2012) observaram que as modificações impressas no entorno da lagoa acarretam as transformações da paisagem e comprometem a qualidade ambiental, assim como no rio Piranhas, onde ocorre o desequilíbrio ecológico na área.

O ponto 3 apresentou uma maior faixa de vegetação, entretanto próximo aos pontos de amostragem, foi observado o cultivo de *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore (Carnaúba) dentro da APP, fator determinante no processo de degradação ambiental, pois os agricultores utilizam as matas ciliares para o cultivo de milho, banana, feijão, entre outros, por serem naturalmente úmidas e favorecerem o desenvolvimento dessas atividades, fazendo com que as espécies nativas sejam removidas para o cultivo destas.

Uma grande dificuldade é encontrada na presença de agricultura próxima aos cursos d'água, onde ocorre o escoamento de fertilizantes e agrotóxicos, o que aumenta a contaminação das águas e eutrofização dos ambientes aquáticos, fazendo com que diminua a qualidade das águas dos rios (SIQUEIRA et al., 2018).

Segundo Valle Junior et al. (2011), as grandes atividades agropecuárias quando associadas às queimadas e à exploração florestal, são consideradas os principais agentes causadores da degradação e perturbação em ecossistemas de bacias hidrográficas.

No ponto 4, foram observadas muitas espécies frutíferas, as quais foram introduzidas pelos moradores da região, visto o que foi relatado pelos mesmos, além das atividades de pesca e lazer no período chuvoso.

Tais ações interferem nos processos ecológicos da área, uma vez que, por exemplo, retirando-se a vegetação nativa e introduzindo outras espécies como a *Spondias mombin* L. (Cajarana), há a tendência de uma nova organização da fauna e flora (ARAÚJO, 2018).

Santos, Pessi e Loverde-Oliveira (2018) destacam que a introdução de espécies por ação antrópica é uma grande ameaça à diversidade biológica, resultado encontrado também em seu estudo, podendo ocorrer a perda de *habitat*, de grande importância para os fragmentos florestais. Para que isso não ocorra, seus componentes (ecossistema, comunidade e espécie) devem estar em boas condições.

Figura 12 – Agrupamentos das localizações dos pontos em época de estiagem. Paraíba. 2020.



Fonte – (GOOGLE EARTH, 2020).

A Figura 12 representa as áreas no momento de estiagem, com pouca vegetação e áreas com muito solo exposto. Destaca-se o ponto 3, onde se verifica a diferença no porte da vegetação.

4 CONCLUSÕES

A delimitação do trecho estudado da mata ciliar do rio Piranhas mostra que há áreas com uma grande perturbação causada por ações antrópicas, entretanto há áreas com vegetação densa nas APP's. Na questão das áreas antropizadas, há uma contradição quando comparado ao código florestal, que determina que essas faixas de proteção não deveriam estar com esses níveis de degradação ambiental.

Foi exposto que o cultivo e pastagens são as formas de utilização da terra que mais caracterizam o uso inadequado da área que é considerada como faixa de proteção e que o seu uso incorreto representa uma ameaça à conservação dos recursos naturais desta região.

Existem conflitos entre o uso e ocupação das áreas e a necessidade de proteção das Área de Preservação Permanente do rio Piranhas, no trecho estudado. Com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, possibilitou-se a identificação e verificação dos níveis de ocupação na APP provocados pelas modificações na paisagem.

Sendo vista a importância deste tema nesta região, torna-se necessário o desenvolvimento de novos estudos como também a construção e disponibilização de ferramentas importantes para o manejo, caracterização, uso e ocupação do solo.

5 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2014.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piencó-Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2016, 160 p.

ARAUJO, J.K.P.; SANTOS, D.S.; BEZERRA, R.N.O.; ARAUJO, J.S.O.; BRITO, M.S.; BARBOSA, F.M.; GOMES, A.C.; MACEDO, R.O.; LACERDA, A.V. Estrutura e padrões de distribuição espacial de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabales:Fabaceae) presente no estrato regenerante em área de mata ciliar no Cariri

Ocidental Paraibano. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 9, p. 231-238, 2018. Disponível em: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://revista.ecogestaobrasil.net/v5n9/v05n09a14.pdf&hl=pt_BR> Acesso em: 03 de jul de 2019.

ARAUJO, J.S.O. **Análise do Componente Arbustivo-arbóreo regenerante em área de mata ciliar degradada no Cariri Paraibano**. 40 p. 2018. (Monografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé, 2018.

BRASIL. **Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 10 de jan. 2019.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 04 de jul. de 2019.

CALHEIROS, R.O.; TABAI, F.C.V.; BOSQUILIA, S.V.; CALAMARI, M. Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida). **Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiá – CTRN**. Piracicaba, 2004.

FARIAS, S. R. A. **Operação integrada dos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

HAAS, A.; CONCEIÇÃO, S.R.; DESCOVI FILHO, L.; HENKES, J.A. Delimitação e caracterização de app através do uso de um sistema de informação geográfica (SIG): o caso das app's nos cursos de água da sub-bacia do lajeado pardo, noroeste do RS. **R. gest. sust. ambient.**, v. 7, n. 3, p.640-649, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/leonidas_filho2/publication/329454195_delimitacao_e_caracterizacao_de_app_atraves_do_uso_de_um_sistema_de_informacao_geografica_sig_o_caso_das_app's_nos_cursos_de_agua_da_sub-bacia_do_lajeado_pardo_noroeste_do_rs/links/5c09b673299bf139c74463be/delimitacao-e-caracterizacao-de-app-atraves-do-uso-de-um-sistema-de-informacao-geografica-sig-o-caso-das-apps-nos-cursos-de-agua-da-sub-bacia-do-lajeado-pardo-noroeste-do-rs.pdf> Acesso em 14 de jun de 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva sobre recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. 585p.

LIMA, J. R.; BARBOSA, M. P.; DANTAS NETO, J. Avaliação do incremento de açudes e sua relação com o uso do solo, através do uso de imagens TM/Landsat-5: Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 243-245, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v2n2/1415-4366-rbeaa-02-02-0243.pdf>> Acesso em: 01 de jul. de 2018.

MACEDO, H.P. **Uma nova agenda para o semiárido do Nordeste**. Rio de Janeiro. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. p. 389-408.

MELO FILHO, V.C.; VIEIRA, A.S.; MEDEIROS, A.C.; MOREIRA, A.R.; MARACAJA, P.B. Análise da pegada hídrica no perímetro irrigado de São Gonçalo, localizado no sertão paraibano. **GAS – Grupo de Gestão Ambiental no Semiárido**, v. 1, n. 1, p. 14-24, 2019. Disponível em:< <http://150.165.111.246/revista-ccjs/index.php/rima/article/view/4/3> > Acesso em 13 de jun de 2019

MENDES, I.L.F.; REIS FILHO, A.A.; ESPINDOLA, G.M. Uso do SIG na delimitação e mapeamento das áreas de preservação permanente do rio Poti (Teresina/PI). **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 864-875, jan. 2019. Disponível em:< <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1030/900>> acesso em: 19 de Mar. de 2020.

MESQUITA, E.A.; CRUZ, M.L.B.; PINHEIRO, L.R.O. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento das formas de uso da terra na área de preservação permanente (APP) da Lagoa do Uruaú – Beberibe/CE. **Revista Geonorte**, Ed. Especial, v. 2, n. 4, p. 1509-1518, 2012. Disponível em:< <file:///C:/Users/gabri/Downloads/2238-1-6500-1-10-20160223.pdf>> Acesso em 14 de jun de 2019.

NASCIMENTO, A.P.P. **Análise multitemporal das matas ciliares do município de ipanguaçu-rn pelo uso do processamento digital de imagens**. 2018. 19f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

OLIVEIRA, T. H.; MACHADO, C. C. C.; SILVA, J. S.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M.; SILVA, B. B. Índice de Umidade (NDWI) e Análise Espaço-Temporal do Albedo da Superfície da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 55-69, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/geografiafisica/article/view/12202/14782>> Acesso em: 15 de jun de 2018.

SANTOS, J.W.M.C.; PESSI, D.D.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.M. Caracterização da flora arbórea na mata ciliar do córrego Arareau no perímetro urbano de Rondonópolis (Mato Grosso). **Biodiversidade**, v. 17, n. 1, p. 127-142, 2018. Disponível em:< <http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/6542/4259> > Acesso em 15 de jun de 2019.

SILVA, B.B.; BRAGA, A.C.; BRAGA, C.C. Balanço de radiação no perímetro irrigado São Gonçalo-PB mediante imagens orbitais. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 145-152, 2011. Disponível em:< <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2282/4764>> Acesso em 3 de jul. de 2019

SILVA, B.B.; GALVÍNCIO, J.D.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; MACHADO, C.C.C.; OLIVEIRA, L.M.M.O.; MOURA, M.S.B. Determinação por sensoriamento remoto da produtividade primária bruta do perímetro irrigado São Gonçalo-PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 1, p; 57-64, 2013. Disponível em:< file:///C:/Users/gabri/Downloads/434_SILVA.pdf > Acesso em 04 de jul de 2019.

SILVA, T.C.; RAMOS, M.A.; ALVAREZ, I.A.; KIILL, L.H.P.; ALBUQUERQUE, U.P. Representações dos proprietários e funcionários de fazendas sobre as mudanças e

conservação da vegetação ciliar às margens do rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 11, n. 2, p. 279–285, 2011. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58191/1/Artigo-Kiill.pdf>> Acesso em 14 de jun de 2019.

SIQUEIRA, E.C.; SILVA, S.N.; LOPES, F.G.; ANDRADE, F.E.; BRAGA, C.F. Avaliação dos impactos da seca no perímetro irrigado de são Gonçalo-PB. **Revista Principia**, n. 40, p. 21-27, 2018. Disponível em:< <http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/1285/860>> Acesso em 13 de jun de 2019.

U.S. G.S. **Department of the Interior**. U.S. Geological Survey. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 13 de agosto de 2018.

VALLE JUNIOR, R.F.; VAL, B.H.P.; CARMO, D.A.; SOUZA, M.A.S.C.; ABDALA, V.L. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica do córrego Jataí. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 153-157, 2011. Disponível em:< <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1965/4749>> Acesso em 3 de jul de 2019.

ZAKIA, M.J.B.; FERRAZ, F.F.B; RIGHETTO, A.M.; LIMA, W.P. Delimitação da zona ripária em uma microbacia. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 1, 51-61, 2009.