



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
CAMPUS DO SERTÃO  
LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

**SABRINA DOS SANTOS LIMA**

**IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DAS MATAS CILIARES DO RIO SÃO  
FRANCISCO NO MUNICÍPIO DE PAULO AFONSO - BA**

**DELMIRO GOUVEIA — AL**

**2021**

SABRINA DOS SANTOS LIMA

**IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DAS MATAS CILIARES DO RIO SÃO  
FRANCISCO NO MUNICÍPIO DE PAULO AFONSO-BA**

Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), apresentado ao Curso de Geografia, na Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como requisito parcial para obtenção da graduação em licenciatura plena em Geografia.

Orientador(a): Prof. Dr. Fernando Pinto Coelho

DELMIRO GOUVEIA — AL

2021

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza – CRB-4/2209

L732i Lima, Sabrina dos Santos

Importância da preservação das matas ciliares do Rio São Francisco no município de Paulo Afonso – BA / Sabrina dos Santos Lima. – 2021.

53 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Fernando Pinto Coelho.

Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Geografia. Delmiro Gouveia, 2021.

1. Geografia física. 2. Mata ciliar. 3. Degradação. 4. Rio São Francisco. 5. Desmatamento. 6. Paulo Afonso – Bahia. I. Coelho, Fernando Pinto. II. Título.

CDU: 911.2

## FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR (A): "Sabrina dos Santos Lima"

**"A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DAS MATAS CILIARES DO RIO SÃO FRANCISCO NO MUNICÍPIO DE PAULO AFONSO - BA"** - Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas – UFAL Campus do Sertão.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do Curso de Geografia Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas e aprovado em 07 de dezembro de 2021.

**Banca Examinadora:**



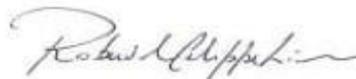
Orientador (a) \_\_\_\_\_

1º Examinador (a) Prof. Dr. Fernando Pinto Coelho  
UFAL /Campus do Sertão



2º Examinador (a) \_\_\_\_\_

Prof. Dra. Elica Amara Cecília Guedes Coelho  
UFAL/ Campus A. C. Simões



3º Examinador (a) \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Roberval Felipe Pereira de Lima  
UFAL/Campus do Sertão

## RESUMO

O rio São Francisco é um dos mais importantes do país, tem um significado histórico no desenvolvimento do território brasileiro, atinge seis estados. Sendo quatro estados da região Nordeste e abastecendo 507 municípios. Por ser um rio perene, permite o abastecimento de água durante todas as estações do ano, principalmente nas áreas em que o clima semiárido é predominante, tornando-se um símbolo econômico, social e cultural. Nas últimas décadas o seu potencial hídrico está decaindo pelos impactos ambientais em suas áreas adjacentes; que vêm ocorrendo com a retirada da mata ciliar para construções de moradias, fábricas, comércios, e uma expansão urbana desordenada gerando um dos principais fatores de degradação. Este trabalho teve como objetivo analisar a quantidade e a densidade das matas ciliares, através de revisão bibliográfica, técnicas de geoprocessamento e análises de imagens de satélites infravermelhos do perímetro marginal do rio em Paulo Afonso. A pesquisa expôs que partes das matas ciliares, estão em situação de degradação; com solos expostos e a vegetação fragmentada. Necessitando de projetos de restauração, e preservação, aliado a conscientização ambiente, principalmente nas escolas.

**Palavras chaves:** Vegetação riparia; Geoprocessamento; Desmatamento, Impactos ambientais e Revitalização.

## ABSTRACT

The São Francisco River is one of the most important in the country, it has a historical significance in the development of the Brazilian territory, reaching six states. Four states in the Northeast region and supplying 507 municipalities. As it is a perennial river, it allows water supply during all seasons of the year, especially in areas where the semiarid climate is predominant, making it an economic, social and cultural symbol. In recent decades its water potential has been declining due to environmental impacts in its adjacent areas; that have been taking place with the removal of riparian forest for the construction of houses, factories, businesses, and a disorderly urban expansion, generating one of the main factors of degradation. The objective of this work was to analyze the quantity and density of riparian forests, through a literature review, geoprocessing techniques and infrared satellite image analysis of the river's marginal perimeter in Paulo Afonso. The research showed that parts of the riparian forests are in a state of degradation; with exposed soils and fragmented vegetation. In need of restoration and preservation projects, combined with environmental awareness, especially in schools.

**Key words:** Riparian vegetation; Geoprocessing; Deforestation, Environmental Impacts and Revitalization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo.....	23
Figura 2 - Pontos de amostragem .....	25
Figura 3 - Vegetação Ciliar na área A1 .....	26
Figura 4 - Queda d'água no rio São Francisco na área A2 .....	26
Figura 5 - Solo descoberto na área A3 .....	27
Figura 6 - Interface do Google Earth.....	29
Figura 7 - Interface do Land Viewer .....	30
Figura 8 – Nível de densidade da vegetação na área A1 .....	31
Figura 9 - Nível de densidade da vegetação na área A2.....	32
Figura 10 - Nível de densidade da vegetação na área A3.....	32
Figura 11 - Localização das áreas de amostragem ao longo do rio.....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Nível de densidade da vegetação ciliar da área A1.....	34
Gráfico 2 - Nível de densidade da vegetação ciliar da área A2.....	35
Gráfico 3 - Nível de densidade da vegetação ciliar da área A3.....	36

## **LISTA DE QUADROS**

- Quadro 1- Dados das análises dos aspectos físicos da área A1, de Junho á Agosto de 2021 ..38
- Quadro 2- Dados das análises dos aspectos físicos da área A2, de Junho á Agosto de 2021 ..40
- Quadro 3- Dados das análises dos aspectos físicos da área A3, de Junho á Agosto de 2021 ..42

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Recomendações de ações para restauração de algumas situações ambientais .....45

## LISTA DE SIGLAS

ABC - Academia Brasileira de Ciências

APPs - Áreas de Preservação Permanente

CAR - Cadastro Ambiental Rural

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETAs - Estações de Tratamento de Água

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NDVI - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

NTU - Unidades Nefelométricas de Turbidez

mg/L - Miligrama por Litro

mm - milímetros

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico

RLs – Reserva Legal

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

S - Siemens

uH - unidade Hazen

µm – Micrómetro

µS/cm – Microsiemens por Centrímetro

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Importância das matas ciliares.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 A degradação das matas ciliares no rio São Francisco .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 A importância das matas ciliares para a qualidade da água .....</b>	<b>15</b>
2.3.1. Parâmetros da qualidade da água em ambientes ciliares .....	16
2.3.2 Parâmetros físicos da água associados a matas ciliares .....	17
2.3.2.1 Temperatura .....	17
2.3.2.2 Turbidez.....	17
2.3.2.3 Cor .....	17
2.3.2.4 Sólidos .....	18
2.3.2.5 Condutividade Elétrica .....	18
2.3.3. Parâmetros químicos da água associados a matas ciliares.....	18
2.3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (PH).....	18
2.3.3.2 Ferro e manganês .....	19
2.3.3.3 Nitrogênio e Fósforo.....	19
2.3.3.4 Oxigênio .....	20
2.3.4 Parâmetros biológicos da água associados a matas ciliares.....	20
2.3.4.1 Microrganismos .....	20
<b>2.4 Legislação de proteção das matas ciliares .....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Descrição da área de pesquisa .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Localização dos pontos de amostragem .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Ferramentas utilizadas para análise de dados .....</b>	<b>28</b>
3.4.1 Google Earth.....	29
3.4.2 Land Viewer .....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Análises dos dados .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Discussões sobre a recuperação e preservação das áreas ciliares .....</b>	<b>43</b>
4.2.1 Análise da preservação das matas ciliares para as áreas A1, A2 e A3 .....	46
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O rio São Francisco representa um simbolismo histórico para a construção do território nacional, interligando a região Sudeste a região Nordeste do país. A relevância do rio consiste no âmbito econômico, ambiental, e cultural. Por ser realizado várias atividades econômicas ao longo do seu percurso, o São Francisco vem enfrentando grandes problemas de degradação: desmatamento, agricultura intensiva, pecuária, despejos de esgoto domésticos, industriais e fertilizantes agroquímicos (ZELLHUBER & SIQUEIRA, 2016).

A degradação do rio é um fator que está aumentando a cada ano, o que afeta diretamente os ecossistemas existentes em seu percurso. O rio São Francisco tem uma importância social fundamental para a região do semiárido nordestino, por que é um rio perene, ou seja, é responsável pelo abastecimento de água de 507 municípios, além de ser responsável pelo fornecimento de energia elétrica através de 9 usinas hidrelétricas.

O problema ocorre na prática com o desmatamento das suas margens, principalmente das matas ciliares afetando diretamente sua função de filtração, que ameniza os efeitos dos poluentes. A retirada dessa vegetação acontece tanto para a extração de madeira como lenha e carvão, (NASCIMENTO, 2001). Apesar da importância cientificamente comprovada com pesquisas e análises, e com a necessidade de proteção ambiental oficializada através do Código Florestal, a degradação dessas matas de galerias vêm acontecendo progressivamente alterando o ciclo hidrológico do rio, que provoca erosão do solo e, conseqüentemente, o assoreamento do rio (MANTOVANI, 1989; LIMA, 1989; MARTINS, 2004).

A fragilidade e diversidade presente nesse ambiente apresenta a necessidade de fiscalização nessas áreas, sendo um fator indispensável para a manutenção do rio, principalmente o rio São Francisco que possui uma bacia hidrográfica com área de 639.219 km<sup>2</sup> de extensão, o que corresponde cerca de 7,5% do Território Nacional, abrangendo parte de seis estados brasileiros (CASTRO & PEREIRA, 2017; MATOS, 2016).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a importância das matas ciliares; analisando a quantidade e densidade dessa vegetação ao longo do leito do rio São Francisco no entorno de Paulo Afonso, analisando ambientalmente a vegetação ripária das margens ribeirinhas do rio.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Importância das matas ciliares

As matas ciliares são faixas de vegetação formadas por comunidades vegetais ao longo dos cursos d'água, que possuem fisionomia e estruturas distintas com espécies capazes de suportar inundações dos solos, influenciando na qualidade do rio e na regulação do ciclo hidrológico, impedindo o aumento ou diminuindo a quantidade de sedimentos das partículas do solo carregado pelo leito do rio agindo como um filtro dos recursos naturais: água e solo (NASCIMENTO, 2001; CASTRO et al. 2013).

Além de facilitar a transferência de nutrientes entre os ecossistemas fluvial e florestal, as zonas ciliares têm como uma de suas utilidades a proteção dos solos contra a erosão, uma vez que suas raízes auxiliam na diminuição do impacto da água, e contribui para as recargas dos lençóis freáticos. Sasaki (2006), Silva (2011); Vaz e Orlando (2012); Souza (2012); Mocellin (2014); e Matos (2016), descrevem a importância das matas ciliares, suas funções e benefícios como fatores indispensáveis para a sobrevivência dos rios, auxiliando na mitigação da temperatura do solo e da água. Apresentam também que a interceptação solar provoca sombras sobre o rio reduzindo a temperatura e a umidade do ar, ou seja, a redução favorece a oxigenação e reduz o estresse dos organismos, diminuindo o calor na superfície, favorecendo a conservação da umidade.

As matas ciliares são consideradas áreas de preservação permanente — APP, no código florestal brasileiro da Lei n.º 12.651/12 que compreendem a área localizada em terreno incluindo a ribanceira do rio, como a planície de inundação. Um dos objetivos dessa lei é a proteção e conservação das áreas de vegetação ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'águas naturais.

Checchia (2003), indica que uma área ciliar doente é caracterizada por: diminuição na produção de serapilheira; redução da qualidade da água; redução na capacidade de armazenamento de água; pouca vegetação para estabilização de taludes e diminuição na capacidade de desacelerar eventos de cheias. O estudo de Checchia (2003), analisa as consequências de ter uma mata ciliar incapaz de exercer suas funções, e enfatiza a importância de uma vegetação saudável capaz de realizar fotossíntese, para a qualidade da água e quantidade, apontando seus principais efeitos em armazenamento, escoamento superficial e infiltração.

Dessa forma, é fundamental o reconhecimento da importância das matas ciliares, para que ocorra a recuperação e proteção dessa vegetação nas margens dos rios, evitando o assoreamento e de forma geral a degradação dos ecossistemas. Nascimento (2001); Souza (2012); Magalhães e Pimentel (2013), descrevem a relevância da vegetação ciliar da seguinte forma: as matas ciliares protegem os recursos naturais, evitando as enxurradas, absorvendo a água das chuvas, funcionando como esponja filtrando os sedimentos. Possibilitando abrigo e sombra com seus galhos e troncos, fornecendo alimentos como frutos e sementes para as faunas terrestre e aquática, tais como aves, mamíferos e peixes.

## **2.2 A degradação das matas ciliares no rio São Francisco**

O rio São Francisco possui uma área de 639.219 km<sup>2</sup>, que corresponde a cerca de 7,5% do Território Nacional, abrangendo parte de seis estados brasileiros. Conforme os dados de Matos (2016); Castro e Pereira (2017), por ser extenso, o rio está dividido em quatro regiões fisiográficas: Alto São Francisco: da nascente até a cidade de Pirapora (111.804 km<sup>2</sup> — 17,5% em Minas Gerais); Médio São Francisco; estende-se Pirapora (MG) até Remanso (BA) (339.763 km<sup>2</sup> — 53%); Submédio São Francisco; de Remanso até Paulo Afonso (155.637 km<sup>2</sup> — 24,4%); e Baixo São Francisco: de Paulo Afonso (BA) até sua foz divisa (AL/SE) com (32.013 km<sup>2</sup> — 5,1%). Segundo dados do CBHSF (2020), a abrangência dessa área com 505 municípios ressalta a importância desse rio para o país.

Demonstrando a importância do rio São Francisco para o país, e principalmente para região semiárida nordestina que manifesta períodos de estiagem com secas prolongadas os principais usos econômicos do rio correspondem a produção de energia elétrica, agricultura irrigada, mineração, carvoarias e siderurgia, que remetem à permanência de um modelo de exploração econômica, (ZELLHUBER & SIQUEIRA, 2016).

As intensas ações impactantes, vêm aumentando, inúmeros impactos socioambientais. O desmatamento das margens do rio é um dos principais problemas, pois, ocorre intensamente, em todo o seu percurso, “[...] a prática do desmatamento, tanto para a extração madeireira e energética (lenha e carvão), como para dar lugar à implantação de pastagens e atividades agrícolas e, mais recentemente, para a expansão imobiliária” afetando diretamente as matas ciliares (NASCIMENTO, 2001, p.12). Esta vegetação sofre fortes impactos, sobretudo com o avanço desenfreado do crescimento do agronegócio (modelo atual de produção agroindustrial) sendo desenvolvido em grande parte do rio São Francisco (MATOS, 2016).

As matas ciliares, tem a função de proteger rios, nascentes, lagos artificiais ou naturais, Carmo e Bonetto, (2016), refere-se à degradação dessa vegetação pelos usos intensivos da agricultura, pecuária, loteamentos legais, ilegais e a construção de usinas hidrelétricas, que destrói parcialmente essas áreas. Alguns dos maiores impactos descrito por Souza e Kobiyama (2003), atinge a biodiversidade das espécies da fauna e da flora aquática e terrestre, altera os fluxos naturais de escoamento, provoca uma variação da quantidade e do tipo da vegetação ciliar, além da redução das planícies de inundações, o que altera a vazão e a velocidade dos fluxos d'água, ocasionado uma eutrofização e mudanças no ciclo hidrológico de precipitação, evaporação e evapotranspiração.

### **2.3 A importância das matas ciliares para a qualidade da água**

O termo "qualidade de água" está associado às características químicas, físicas e biológicas, portanto é reflexo do uso dos recursos hídricos e do manejo do solo. As matas ciliares têm a função de filtro, retendo, absorvendo e purificando o escoamento superficial, sua eficiência na qualidade da água depende da estrutura, inclinação, comprimento e espécies vegetais, com importância particular na manutenção da qualidade e da quantidade de água, permitindo a estabilidade das margens (HINKEL, 2003; CHECCHIA 2003; VAZ & ORLANDO 2012).

Lima (1989); Kobiyama (2003); Silva (2003); Lima e Zakia (2004); e Secundini (2018), enfatizam as funções hidrológicas das matas ciliares como responsável por manter o fluxo hídrico, estando diretamente ligada ao curso d'água, essa vegetação ripária é responsável por grande parte do regime ambiental do ecossistema aquático.

Conforme Checchia (2003), as pesquisas sobre a influência de zonas ripárias na qualidade da água apresentam sua eficiência para reduzir impactos provenientes de poluição difusa e são exemplos de fontes não pontuais tais como: infiltração de agrotóxicos no solo, esgoto doméstico, chorume do lixo em aterros ilegais ou legais, são exemplos de fontes não pontuais.

Os estudos de Silva (2003), apresentam as principais funções das matas ciliares para a qualidade d'água, composto por vegetação, garantindo que os meandros do rio sejam preservados, sua forma seja mantida e a velocidade do fluxo, seja reduzida. Conseqüentemente, diminui a erosão, aumentando a infiltração da água no solo durante as inundações, fazendo com que o transbordamento seja menor, diminuindo os danos causados. A vegetação ribeirinha atua

como um filtro para reter sedimentos e nutrientes trazidos por mudanças nas atividades agrícolas, desmatamento, entrada de pesticidas, esgotos e outras mudanças.

Segundo estudos de Araújo (2009); Rosa (2013) e Mocellin (2014), as matas ciliares podem ser importantes para a produção de sementes, frutas e alimentação de animais terrestre e aquáticos e também servem como refúgio para os animais mantendo condições para a formação do equilíbrio ambiental. De acordo com Checchia e Guindani (2003) os estudos sobre a influência de zonas ripárias (matas ciliares) para a qualidade da água mostra eficiência para reduzir impactos sobre corpos d'água.

Rodrigues e Leitão (2000); Nascimento (2001); Coelho, Buffon e Guerra (2011); Terassani (2011); Couto (2014); Ferreira e Meneguelli (2017) abordaram as concepções de analisar espécies nativas, confirmando a necessidade de um conhecimento amplo em botânica, ecologia e no ambiente físico. Os autores citaram três formas de recuperar as áreas degradadas através de: regeneração natural, recuperação pelo repouso/isolamento da área; plantio de mudas ou semeadura direta entre as árvores remanescentes, visando aumentar as populações de algumas espécies locais e acelerar a recuperação da área; reflorestamento com espécies nativas ou exóticas, com possibilidades de adaptações às situações de solo e clima do ambiente local, em áreas com elevada degradação e inadequadas para aplicações das técnicas anteriores.

Castro (2012), afirma que a regeneração natural tem o menor custo de restauração e é um processo lento, demorado mas eficiente na proteção dos solos e dos recursos hídricos sendo por isso, importante a criação de um banco de sementes com metodologias eficientes para a recomposição de matas ciliares nativa ou secundária (TERASSANI, 2011).

### 2.3.1. Parâmetros da qualidade da água em ambientes ciliares

A qualidade da água está ligada a um complexo equilíbrio (físicos, químicos e microbiológicos), que reflete os meios de usos durante seu percurso. A vegetação ciliar atua como barreira biogeoquímica para a entrada de espécies químicas filtrando nutrientes como: nitrogênio, fósforo, sais e matéria orgânica dissolvida além de auxiliar na remoção dos sedimentos antes de chegar ao curso d'água (SOUZA, 2012). Dias e Pott (2013); Funasa (2014); Marmontel e Rodrigues (2015) apresenta parâmetros sobre a qualidade da água para o consumo humano. Silva (2011), enfatiza que as áreas onde as matas ciliares foram degradadas ocorreram modificações nos principais parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

### 2.3.2 Parâmetros físicos da água associados a matas ciliares

#### 2.3.2.1 Temperatura

Conforme a Funasa (2014) a temperatura tem variações que são parte do regime climático normal, e influenciam os corpos de água naturais apresentando variações sazonais e diurnas, exercendo influência na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. O aumento da temperatura da água está relacionado a fatores como despejos industriais e retiradas das matas ciliares. Souza (2012), relata que a amplitude térmica das águas superficiais em regiões tropicais são de 2 a 3 °C.

#### 2.3.2.2 Turbidez

A supressão de mata ciliar amplia o número de sedimentos no leito do rio provocando o aumento do material sólido na superfície da água e por consequência diminui a intensidade do feixe de que pode ser explicado pela presença de sólidos em suspensão, em estações chuvosas, causando erosão das margens, em decorrência do manejo inadequado do solo, e do acúmulo de esgotos industriais e doméstico (FUNASA, 2014). Para medir a turbidez é usado a Unidade Nefelométricas de Turbidez (NTU), tradução do inglês Nephelometric turbidity Unit.

Para realizar análise de turbidez na água utilizam-se procedimentos de natureza física, removendo os resíduos sólidos em suspensão, que auxilia nas filtrações e decantações. Segundo dados da Funasa (2014), a turbidez natural das águas está, normalmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades e para fins de potabilidade, devendo esta inferior a 1 unidade.

#### 2.3.2.3 Cor

Secundini (2018) a cor da água está relacionada com a quantidade de ferro e manganês produzida pelo reflexo da luz em minúsculas partículas e dos processos de decomposição de matéria orgânica que ocorrem no meio ambiente, como o desmatamento da vegetação ripária agregando mais matéria orgânica no curso de água. Para medir a cor da água é utilizado uma amostra do padrão de cobalto-platina e os resultados são fornecidos pelas unidades de cor, conhecidas com uH (unidade Hazen).

Segundo dados da Funasa (2014), as variações da intensidade da cor das águas naturais variam de 0 a 200 unidades, dessa forma, o padrão recomendado para potabilidade deve ser inferior a 5 unidades. A cor da água varia entre verdadeira quando persiste após a centrifugação,

e aparente quando removida por centrifugação, devido principalmente a sólidos em suspensão (SOUZA 2012; VAZ e ORLANDO, 2012).

#### 2.3.2.4 Sólidos

Os sólidos contribuem para o assoreamento dos corpos d'água, estando distribuídos da seguinte forma: em suspensão “sedimentáveis e não sedimentáveis” e dissolvidos “voláteis e fixos”. Os sólidos totais dissolvidos incluem partículas de matéria orgânica e sais, e têm relação direta com a cor, esse contexto é característico quando as matas ciliares são desagregadas por intensa precipitação ou rompimento dos taludes marginais de encostas rochosas (SECUNDINI, 2018).

Conforme a Funasa (2014) as partículas dos sólidos dissolvidos possuem diâmetro inferior a 10 – 3  $\mu\text{m}$ , e a entrada desses sólidos na água pode ocorrer de duas formas: natural, com processos erosivos, organismos e detritos orgânicos; e antropogênica com os lançamentos de lixo e esgotos. Mesmo com o processo de filtração permanecem em solução, por isso, segundo Rosa (2013), as matas ciliares contribuem para a diminuição dos sedimentos nos cursos d'água, minimizando a entrada de sedimentos e matéria orgânica.

#### 2.3.2.5 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica indica a capacidade da água de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas relacionadas ao teor de salinidade, que se dissociam em ânions e cátions, podendo ser atribuído aspectos da vegetação ciliar que identificam essas substâncias (MARMONTEL & RODRIGUES, 2015).

Funasa (2014), fornece informações sobre a condutividade elétrica que pode ser apresentada em unidades de resistência Siemens (S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). São recomendados a utilização da unidade (S) que nas águas naturais apresenta condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e em ambientes poluídos pode chegar a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 2.3.3. Parâmetros químicos da água associados a matas ciliares

#### 2.3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (PH)

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio ( $\text{H}^+$ ). O pH fornece

indícios sobre a qualidade hídrica, atuando na concentração de íons de hidrogênio na água, notificando as condições de acidez, alcalinidade ou neutralidade (SOUZA, 2012).

No pH as alterações possuem duas formas: a origem natural, como fotossíntese (associada a vegetação ripária), dissolução de rochas e a antropogênica que ocorre na presença de despejos domésticos e industriais. Conforme a Funasa (2014), altos valores de pH, contribuem para as incrustações. O cálculo abrange a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas).

#### 2.3.3.2 Ferro e manganês

Devido à ausência de mata ciliar, a erosão das margens dos rios aumenta, carregando fragmentos oxidados ou dissolvidos de solos nas estações chuvosas, adicionado com o ferro pode modificar a cor da água. Os estudos realizados pela Funasa (2014), destacam que essas duas substâncias em altas concentrações são encontradas em situações de ausência de oxigênio dissolvido. O padrão recomendado para potabilidade determina valores máximos de 0,3 mg/L para o ferro e 0,1 mg/L para o manganês.

#### 2.3.3.3 Nitrogênio e Fósforo

Segundo a Funasa (2014) os elementos químicos nitrogênio e fósforo são considerados nutrientes importantes para o crescimento de algas e plantas aquáticas, e podem ser encontrados no ambiente aquático em diversas formas:

- Nitrogênio molecular ( $N_2$ ): o nitrogênio está sujeito a perdas para a atmosfera. Algumas espécies de algas concentram o nitrogênio atmosférico, permitindo o seu crescimento mesmo quando as outras formas de nitrogênio não estão disponíveis na massa líquida;
- Íon amônio ( $NH_4^+$ ): forma reduzida do nitrogênio, encontrada em condição anaerobiose, ou seja, o crescimento microbiano aumenta os substratos nas raízes das plantas estimulando o consumo de oxigênio; serve, ainda, como informativo da emissão de efluentes de elevada carga orgânica; essa categoria inclui as matas ciliares ribeirinhas.
- Íon nitrato ( $NO_3^-$ ): forma oxidada de nitrogênio, encontrada em condições de aerobiose. O nitrogênio é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento

plantas aquáticas, algas e macrófitas, sendo facilmente assimilável nas formas de amônio e nitrato.

- O fósforo em pequena quantidade é um nutriente importante para o crescimento das plantas aquáticas, pode ser encontrado no meio aquático de duas formas: orgânico solúvel (matéria orgânica dissolvida) ou particulado (biomassa de micro-organismos); inorgânico solúvel (sais de fósforo) ou particulado (compostos minerais, como apatita). Plantas do ecossistema fluvial em matas de galerias estão associadas a esses nutrientes.

Souza (2012) relata em seu trabalhos níveis excessivos dessas substâncias nas águas superficiais, ocasionado pelo uso de adubos nitrogenados e fosfatados contribuindo para o incremento desses nutrientes no solo, os quais, carregados com a água da chuva, têm sua concentração elevada na água. Seu excesso na água pode levar à proliferação exagerada de algas, ou a eutrofização.

#### 2.3.3.4 Oxigênio

O oxigênio na água varia com a altitude, a temperatura e a salinidade. A recomendação que os teores mínimos fiquem entre 2 mg/L - 5 mg/L, para a manutenção da vida aquática aeróbica, (FUNASA 2014). Portanto, a prática de retirar as matas ciliares reduz a oxigênio dissolvido, permitindo o crescimento de minerais na água como cálcio, sódio, potássio e magnésio.

#### 2.3.4 Parâmetros biológicos da água associados a matas ciliares

##### 2.3.4.1 Microrganismos

Os microrganismos desempenham diversas funções importantes, principalmente as relacionadas com a transformação da matéria orgânica nos ciclos biogeoquímicos. Portanto, vegetação ciliar desmatada e sobreposta na superfície do rio pode acelerar a proliferação de nutrientes no meio aquoso (FUNASA 2014). Níveis altos de nutrientes e turbidez na água podem aumentar a sobrevivência de bactérias, incluindo as patogênicas, proporcionando uma elevada fonte de nutrição e reduzindo a quantidade de luz solar. Secundini (2018) a redução da luz solar afeta a atividade fotossintética ocasionada pela presença de microalgas e plantas aquáticas e, conseqüentemente, a produção de oxigênio na água, afetando o equilíbrio do ecossistema.

## 2.4 Legislação de proteção das matas ciliares

O Brasil é caracterizado por sua enorme extensão territorial, e uma extensa biodiversidade, distribuídas pelas várias regiões do país, e as matas ciliares estão inseridas nesse contexto. Dessa forma, a legislação brasileira tenta assegurar a proteção e a conservação dessas áreas, com lei vigente em todo território nacional (LINDNER e SILVEIRA, 2003).

Silva et al. (2012), em conjunto com a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – (SBPC) e a Academia Brasileira de Ciências – (ABC), aborda sobre o Código Florestal com o intuito de melhorar a legislação vigente, que resultem em aperfeiçoamentos para a preservação e conservação ambiental. O documento define que as áreas de proteção permanente (APP) são insubstituíveis devido a sua biodiversidade e endemismo, além dos sistemas ecossistêmicos essenciais desempenhando funções como a estabilização de encostas, controle hídrico, a manutenção da população de polinizadores e de ictiofauna. No meio científico há um consenso que, para seu equilíbrio e funcionalidade de uma APP, precisam ser conservados ou restaurados, se degradados historicamente.

O Código Florestal de 1965 ficou vigente até 2012, substituído pela Lei n.º 12.651/2012 pelo Congresso Nacional, que passou a ser o novo regramento jurídico a dispor sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil. A nova lei mantém os principais instrumentos do Código Florestal da Lei n.º 4771/65 os APPs e as RLs (CHIAVARI & LOPES, 2015).

No Art. 4.º da Lei n.º 12.651/12, “Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros”. Apesar da Lei n.º 12.651/12 ter mantido as metragens de APP da Lei n.º 4771/65, a alteração do parâmetro para sua medição acarreta redução substancial de áreas protegidas.

Os rios com alterações em períodos de cheia, terão uma parte significativa da área de preservação permanente inundada, afetando as funções ecológicas. Retirar a proteção de olhos d’águas intermitentes: no art.4º, IV — as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’águas perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (ELLOVITCH & VALERA, 2013).

Segundo a EMBRAPA (2021), foi necessário a criação do Cadastro Ambiental Rural - (CAR), que trata-se de um sistema de registro eletrônico, para reunir as informações das propriedades rurais, formando uma rede de dados para o monitoramento, controle,

planejamento ambiental e combate ao desmatamento. A criação de um projeto para incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente e que visa incentivar a adoção de tecnologias para reduzir impactos ambientais é outro ponto de destaque do Código Florestal.

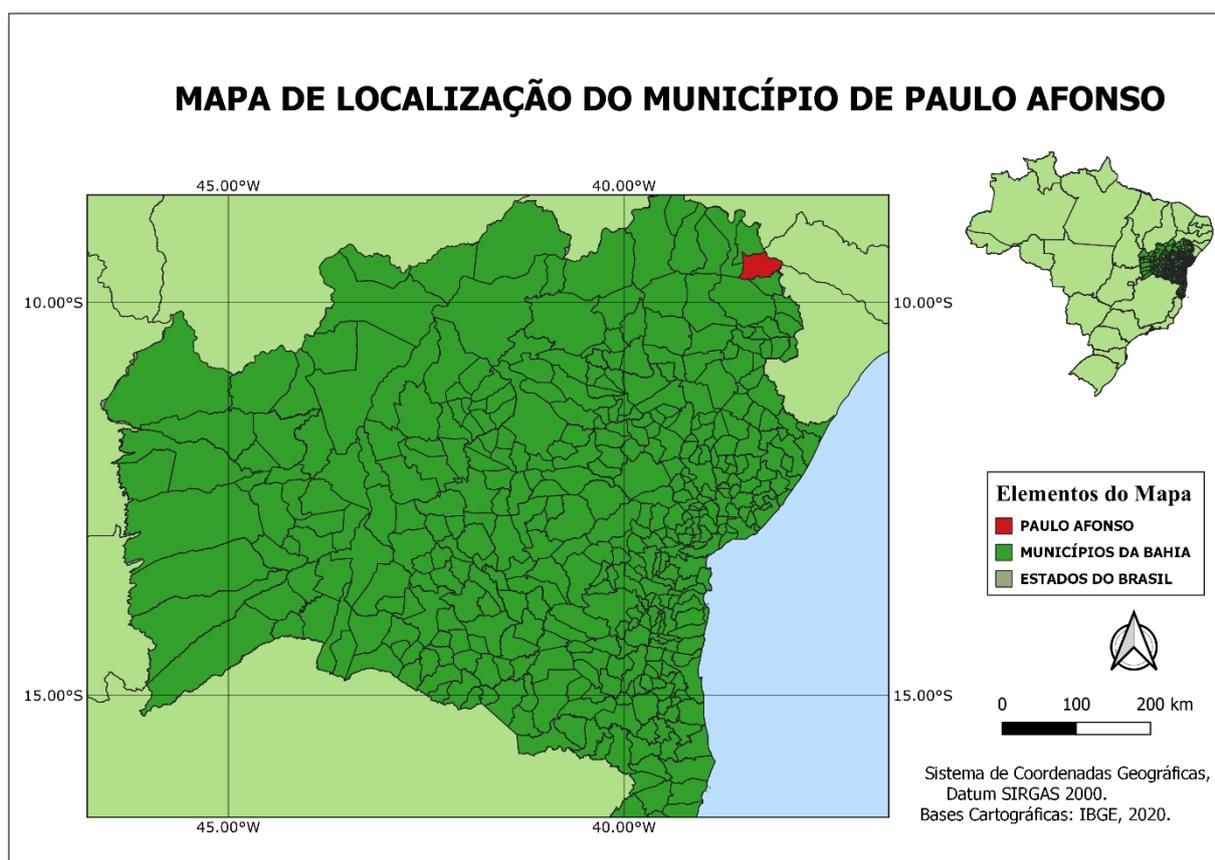
O problema é que o Código Florestal, regido pela Lei no 12.651/2012, já foi significativamente flexibilizado em comparação ao antigo código, regulamentado pela Lei no 4.771/65/1965. Dessa forma, são previstas perdas de serviços ecossistêmicos, devido à redução na proteção de áreas ripárias, gerando apenas impactos positivos para o grande agricultor, aumentando as áreas agricultáveis e expansão da fronteira agropecuária (ATTANASIO et al., 2012; LOURENÇO et al., 2016).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição da área de pesquisa

O município de Paulo Afonso (Figura 1), está localizado na mesorregião do Estado da Bahia, possui uma área territorial de 1.544,38 km<sup>2</sup>, sua população estimada para o ano de 2021 é de 119.213 habitantes, segundo dados do IBGE. Paulo Afonso é conhecido por suas usinas hidrelétricas, totalizando cinco usinas. O município fica no nordeste do estado baiano, fazendo divisa com o estado de Alagoas e próximo aos limites dos estados de Sergipe e Pernambuco. Suas coordenadas geográficas são: latitude: 9° 24' 39" sul, longitude: 38° 14' 9" oeste, e 250 metros do nível do mar.

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: Autora, (2021).

Segundo dados do IBGE (2021), as atividades econômicas em Paulo Afonso desenvolvem principalmente os setores de administração pública, agropecuária e industrial. Os

dados econômicos apontam que as atividades da pecuária envolvem a piscicultura com a criação de tilápias e a fabricação de rações com participação significativa na economia do município.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico — PMSB (2018), a rede hidrográfica do território de Paulo Afonso é composta por um complexo de curso d'água que inclui rios, córregos e riachos cujos principais são: o São Francisco; o rio do Sal, os riachos da Morena, Baixo da Besta Grande e Baixo da Jurema. Sendo o rio São Francisco como o responsável pelo abastecimento de água potável.

As construções das usinas hidrelétricas ocasionaram alguns impactos ambientais no rio, dentre eles o processo de erosão pela água e o depósito de sedimentos que provoca diminuição no fluxo de água do rio, o escoamento que acontece de maneira lenta, gerando o aprofundamento do leito e o alargamento das margens. Segundo Santos (2014), as mudanças realizadas nos rios, afeta a vida aquática, principalmente dos peixes, o ciclo migratório pode sofrer alteração, tais como procriação, metamorfose, etc. Por consequência, algumas espécies de peixes podem desaparecer devido à não adaptação às mudanças de temperaturas.

### **3.2 Localização dos pontos de amostragem**

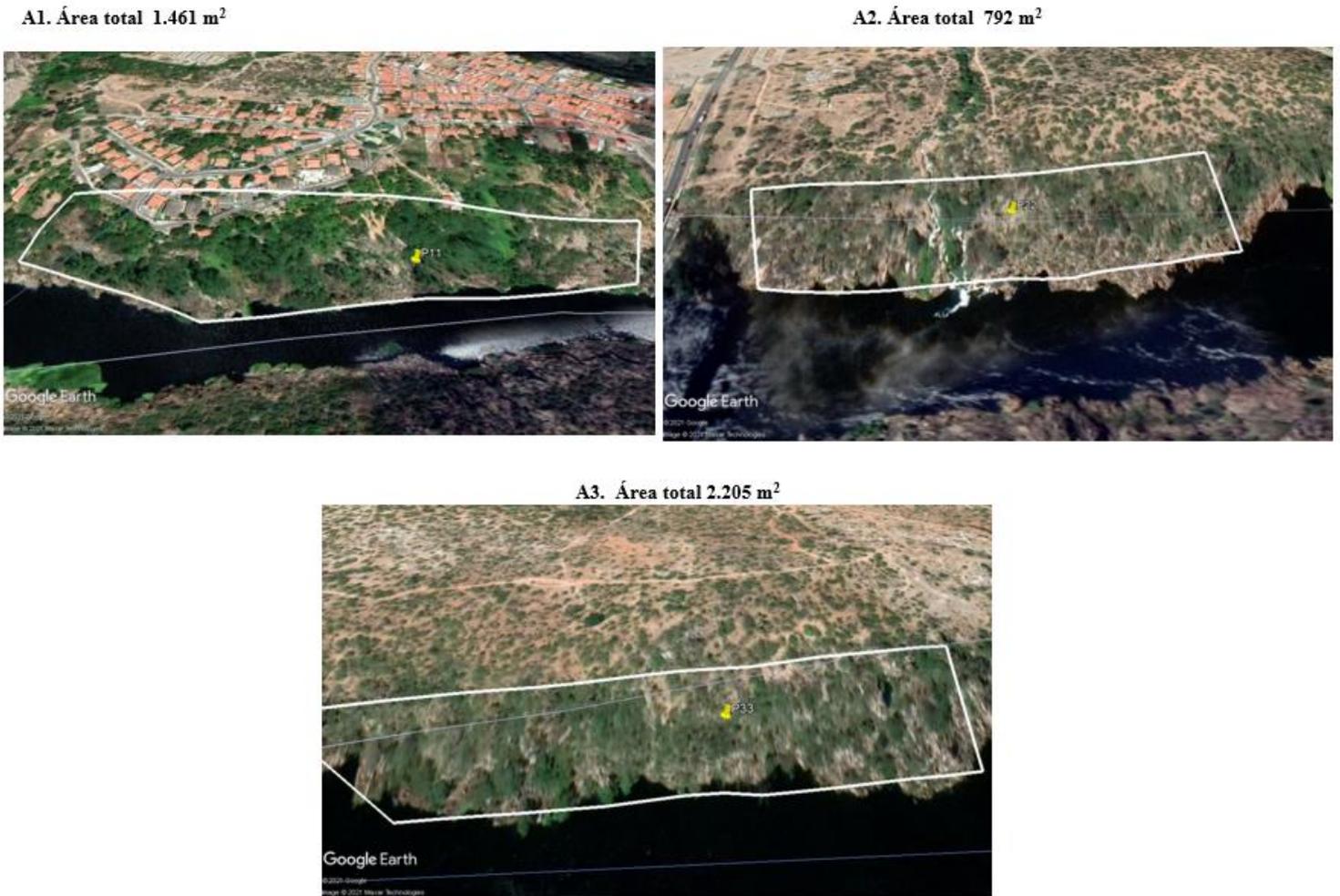
A pesquisa foi realizada de forma remota e dividida em duas etapas: análise da vegetação da margem do rio, utilizando meios tecnológicos e a pesquisa bibliográfica sobre a vegetação nativa do rio.

Foi escolhida a margem direita do rio São Francisco, dividida em três pontos. Essa divisão ocorreu para facilitar a análises de quantidade e densidade das matas ciliares. Foram considerados os aspectos característicos da margem do rio (com presença ou ausência de mata ciliar); trecho com área ciliar contínua e homogênea e trecho contínuo e sem mata ciliar. Os pontos escolhidos estão localizados nas coordenadas geográficas:

- Primeira área, latitude  $9^{\circ} 24' 30.32''\text{S}$  e longitude  $38^{\circ} 12' 15.86''\text{O}$ ;
- Segunda área, latitude  $9^{\circ} 25' 12.85''\text{S}$  e longitude  $38^{\circ} 12' 0.26''\text{O}$ ; e o
- Terceira área, na latitude  $9^{\circ} 25' 19.87''\text{S}$  e longitude  $38^{\circ} 11' 33.31''\text{O}$ .

As imagens foram retiradas do Google Earth, assim como as análises de perímetro.

Figura 2 - Pontos de amostragem



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

A área A1, esta, localizado na Vila São Francisco, que fica entre a Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso I e IV. Esse local foi escolhido para observar como a interação e a intervenção dos meios externos e como as construções residenciais interferem no crescimento da vegetação ciliar. A área A2, tem uma pequena queda d'água e uma vegetação fragmentada. A área A3, apresenta pouca vegetação, com o solo mais visível.

Figura 3 - Vegetação Ciliar na área A1



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

A figura 4, mostra a queda d'água na área A2, que vem da cidade direto para o rio São Francisco. Neste local a vegetação é fragmentada, com presença de pequenos arbustos e plantas baixas de tronco retorcido. Esse local fica próximo à Ponte Metálica Dom Pedro II, que faz a divisa entre Bahia e Alagoas.

Figura 4 - Queda d'água no rio São Francisco na área A2



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

A área A3 fica a 3 km de distância do centro de Paulo Afonso, o solo é mais visível e o local no entorno não possui construção civil, apenas algumas estradas de terra como mostra a figura 5. Por ser o ponto mais distante do perímetro urbano, as análises realizadas neste local foram apenas para identificar existia alteração na quantidade, e variação de densidade da vegetação ciliar em relação ao A1 e A2.

Figura 5 - Solo descoberto na área A3



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

### 3.3 Vegetação nativa do rio São Francisco

A vegetação nativa do rio São Francisco faz parte do bioma caatinga, sendo considerado um ecossistema único por sua heterogeneidade, apresentando uma significativa presença de espécies, endêmicas, ou seja, possui uma biodiversidade de vegetação única, encontradas somente nesse bioma (FREIRE et al. 2015). O solo é raso e rochoso, interfere na capacidade de armazenagem da água no subsolo, porém, os solos são bastante férteis, com uma vegetação semelhante à Savana Estépica (estacional — decidual).

A vegetação consiste, em plantas xerófilas, ou seja, adaptadas ao clima seco e à pouca quantidade de água, com variações nas suas características: algumas têm raízes que capturam o máximo de água da chuva, outras, possuem recursos para diminuir a transpiração com poucas folhas e espinhos. Berto (2019) na caatinga a vegetação pode ser dividida em três composições: as árvores de 8 a 12 metros de altura, os arbóreos; os arbustivos, com vegetação de 2 a 5 metros; e o herbáceo, abaixo de 2 metros.

As principais características da vegetação neste local são árvores de cascas grossas, hastes com espinhos e folhas pequenas, troncos tortuosos e com espinhos. O caimento das folhas é um mecanismo para diminuir os processos de fotossíntese e evitar a perda d'água.

Segundo Berto (2019), alguns cactos apresentam características únicas, a exemplo o mandacaru (*Cereus jamacaru*), que suas folhas são modificadas em espinhos para evitar que a planta perca água pelo processo de transpiração.

Na área de estudo a vegetação apresenta-se de forma fragmentada e diferenciada em fisionomia e composição florística nas encostas íngremes e no cânion. Segundo Freire et al. (2015), a fitofisionomia arbustiva e subarbustiva presente nas margens do rio São Francisco estão as plantas das famílias: Boraginaceae; Verbenaceae; Acanthaceae; e Portulacaceae.

Entre as espécies endêmicas destacam-se: *Pilosocereus piauhyensis* (Cactaceae); *Cnidocolus quercifolius* Pohl (Euphorbiaceae); *Aspidosperma pyriforme* (Apocynaceae); *Cereus jamacaru* DC; *Neoglaziovia variegata* Mez.; *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae); *Argyrovernonia harleyi*; *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill; *Crotalaria holosericea* Nees & C. Mart; *MacLeish* (Asteraceae); *Tillandsia recurvata* L.; *Senna trachypus* (Benth.); *Indigofera microcarpa* Desv.; Rowley, *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill; e *Pilosocereus gounellei*.

### 3.4 Ferramentas utilizadas para análise de dados

A metodologia investigada com técnicas de geoprocessamento captaram imagens de satélite que serviram para analisar a quantidade da vegetação ciliar, a análise foi realizada por imagens de sensoriamento remoto, permitindo acesso a informações de fenômenos terrestres, sem o contato direto com o objeto estudado, através de técnicas disponíveis em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). De acordo com os autores Mascarenhas et al (2009); Bacani et al (2015) e Silva (2015), o sensoriamento remoto, é um conjunto de técnicas e procedimentos efetuados para obter imagens ou dados através de sensores conectados nos mais variados níveis de aquisição. Esta técnica destaca-se por possibilitar a visualização de um recorte espacial de

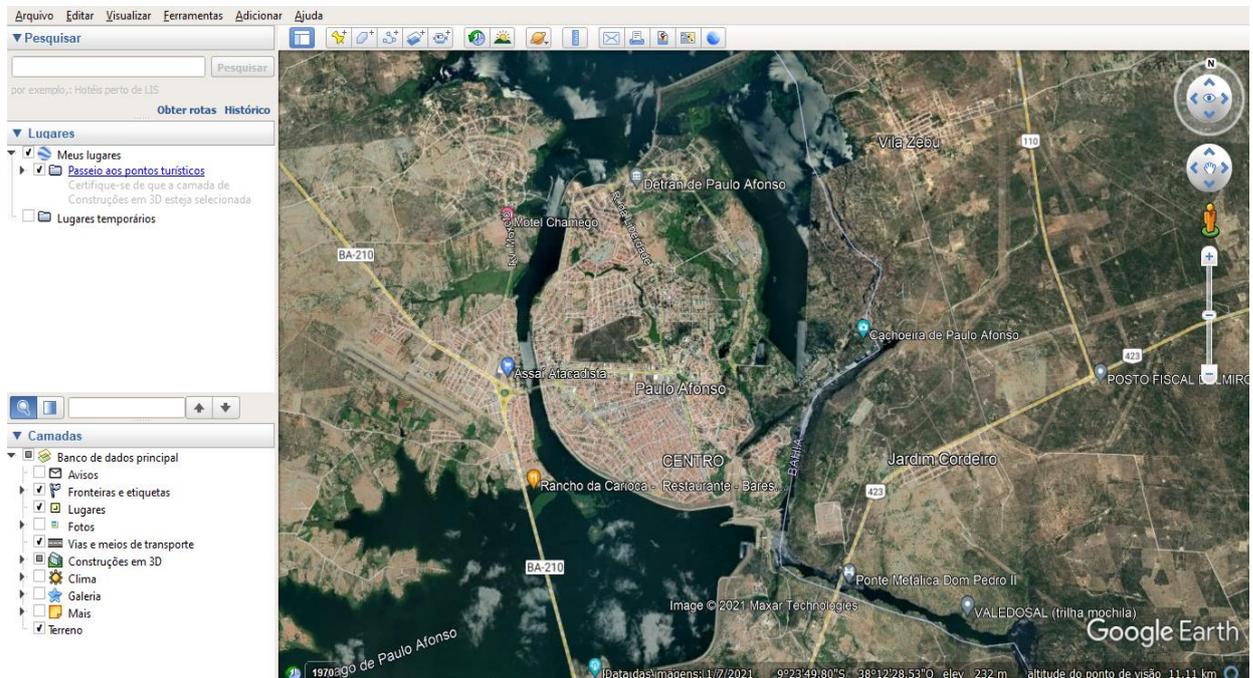
diferentes escalas, disponibilizando resultados em infravermelho (FLORENZANO, 2011; MESQUITA, CRUZ & PINHEIRO 2016).

### 3.4.1 Google Earth

A primeira ferramenta utilizada para a pesquisa foi o Google Earth, que é um programa de software que permite a visualização do globo terrestre com funções que auxiliam na captura de imagens de satélite, dimensões de área, georreferenciamento de pontos de coordenadas geográficas e altitude.

Este programa foi usado para as escolhas dos pontos de amostragem, utilizando os aspectos da vegetação e influências externas, como a interação da população na área A1. Na (figura 6), a interface do programa, possibilita a criação de mapas, comparação das imagens temporal, tornando possível analisar o nível de degradação e transformações dos lugares, apresenta as coordenadas geográficas de cada ponto, além, de oferece recursos 3D na visualização de edifícios.

Figura 6 - Interface do Google Earth



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

Na pesquisa foram usados os recursos de: marcações de locais, limites e marcadores, terreno, e a régua para medir o comprimento e a distância de cada ponto. Todas as marcações

foram assinaladas conforme realização das análises, e as imagens foram salvas em alta resolução para mostrar todos os detalhes.

### 3.4.2 Land Viewer

O Land Viewer é uma plataforma de base de dados da empresa EOS — EOS Data Analytics, que permite a observação de imagens de satélite com recursos de pesquisas, processamentos e análises, por meios dos satélites: Landsat-7, Landsat-8, Modis e o Sentinel-2. Para esta pesquisa foi escolhido o satélite Landsat 8, que possui um sensor infravermelho térmico (TIRS), em que foram feitas as análises de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) que significa, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada.

Esta plataforma permite avaliar as condições vegetais das imagens geradas por sensores remotos sendo possível identificar as áreas degradadas, problemas no crescimento da vegetação, e no solo.

A interface do programa apresenta recursos para várias categorias de imagens, e realizar análises de temperatura, umidade, comparação temporal, e o histórico do índice de vegetação.

Figura 7 - Interface do Land Viewer



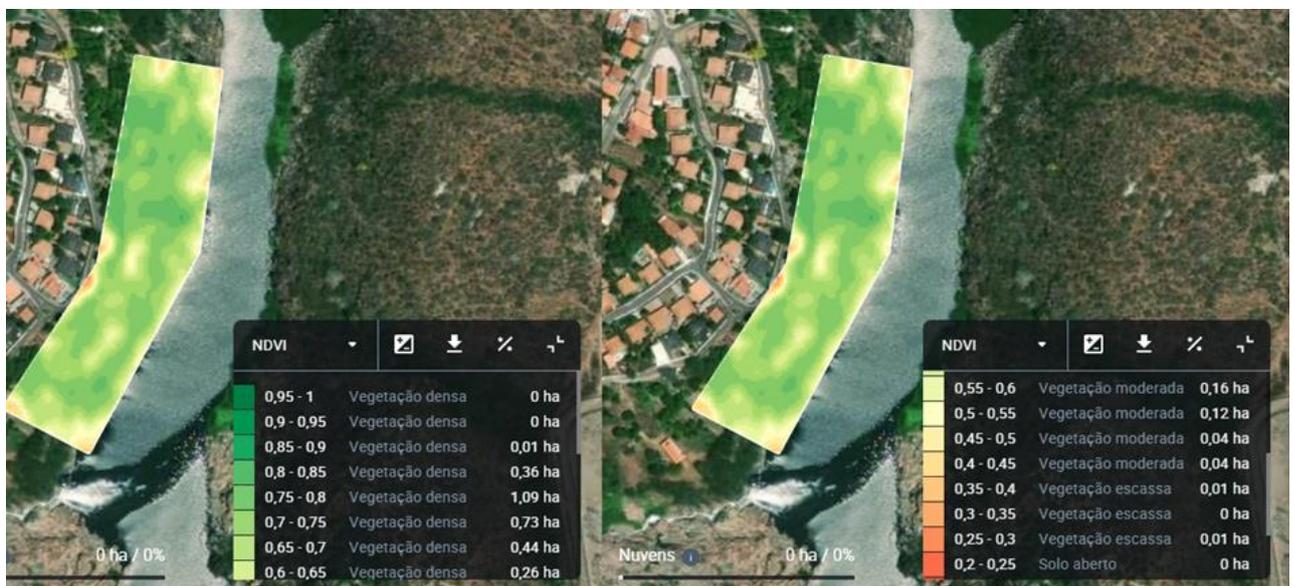
Fonte: Land Viewer, 2021. Adaptação autora, (2021).

Para elaborar os índices de vegetação é aplicado o modo multiespectral que examina aspectos da radiação infravermelha, luz solar ou ultravioleta. No Landsat 8 é usado um canal

de ondas correspondendo ao infravermelho contendo a seguinte fórmula de entrada:  $NDVI = \frac{\text{Infravermelho} - \text{Vermelho}}{\text{Infravermelho} + \text{Vermelho}}$ , com 30 metro de resolução.

As imagens abaixo (Figura 8), (Figura 9), e a (Figura 10), mostram os níveis de densidade da vegetação nos pontos de amostragens e a quantidade dessa vegetação. A figura 8, mostra que a área A1, e o único dos três pontos de amostragens que apresenta nível baixo em relação à falta de vegetação. Com base nas imagens de satélite, as análises foram feitas classificando a vegetação em quatro níveis: densa, moderada, escassa, e com solo exposto.

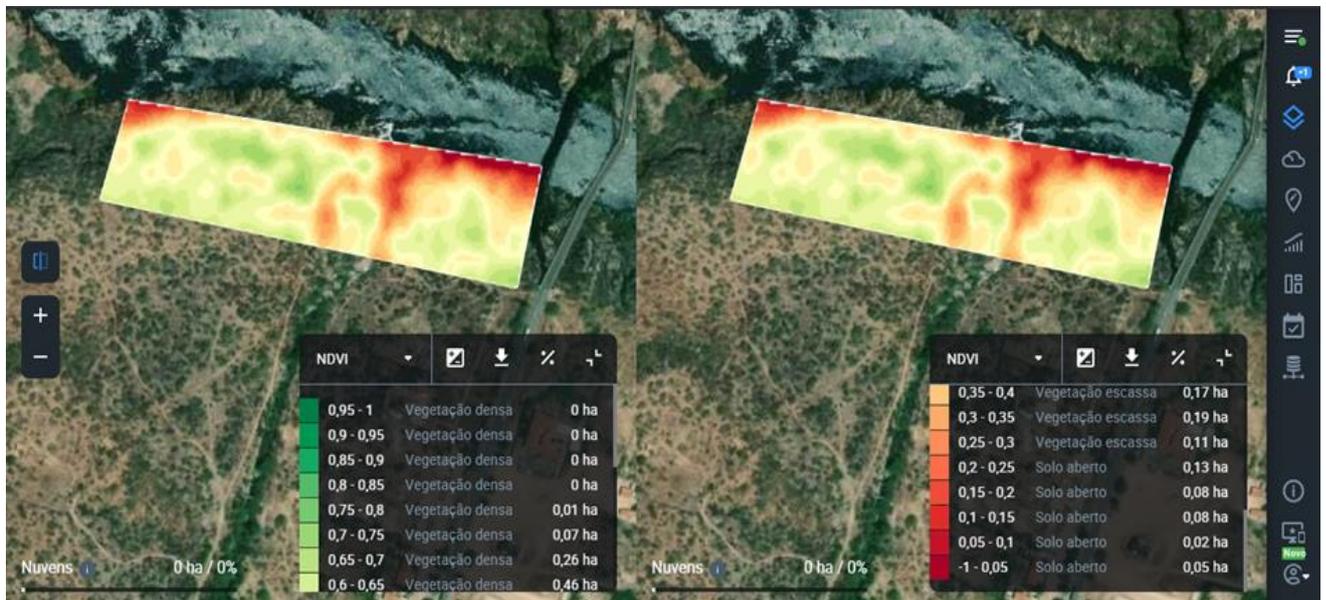
Figura 8 – Nível de densidade da vegetação na área A1



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

Na área A2, os níveis de vegetação apresentam variação em quantidade e densidade diferente da área A1 que apresentou uma vegetação mais uniforme.

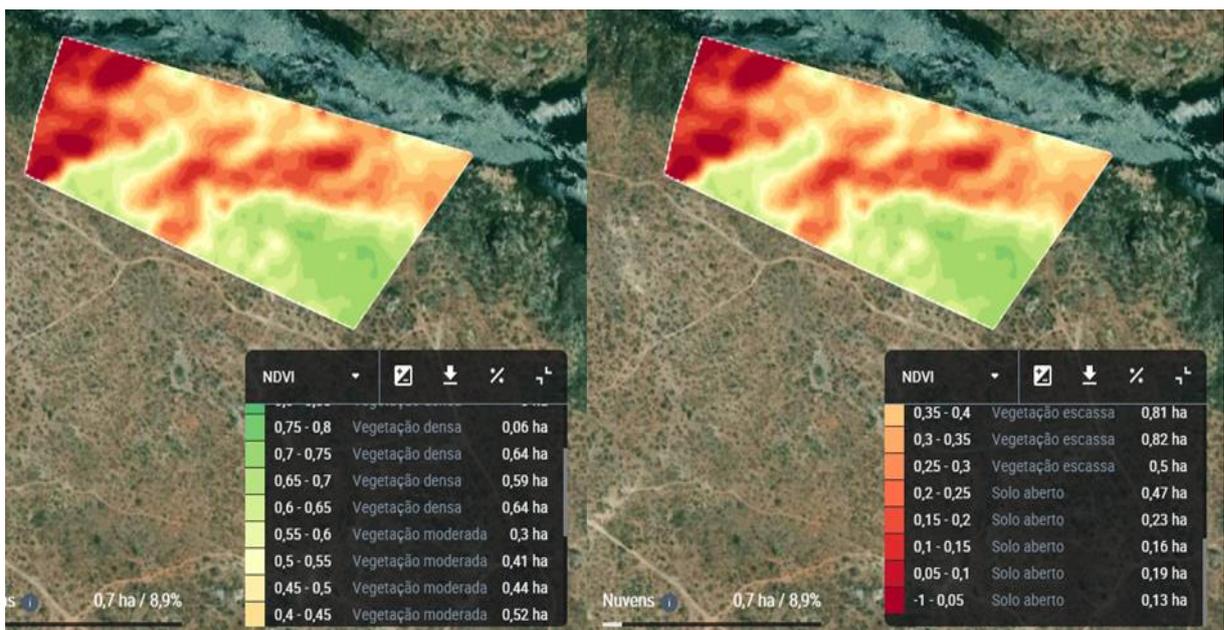
Figura 9 - Nível de densidade da vegetação na área A2



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

A Área 3 é o ponto com os níveis de degradação mais elevado com vegetação escassa e solo exposto, em relação aos outros pontos de amostragens.

Figura 10 - Nível de densidade da vegetação na área A3



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Paulo Afonso - BA localizado no baixo São Francisco, apresenta diversidade florística do bioma caatinga. A localização das áreas de estudos foi escolhida estrategicamente para analisar a densidade dessa vegetação ao longo do rio (Figura 11).

Figura 11 - Localização das áreas de amostragem ao longo do rio



Fonte: Google Earth, 2021. Adaptação autora, (2021).

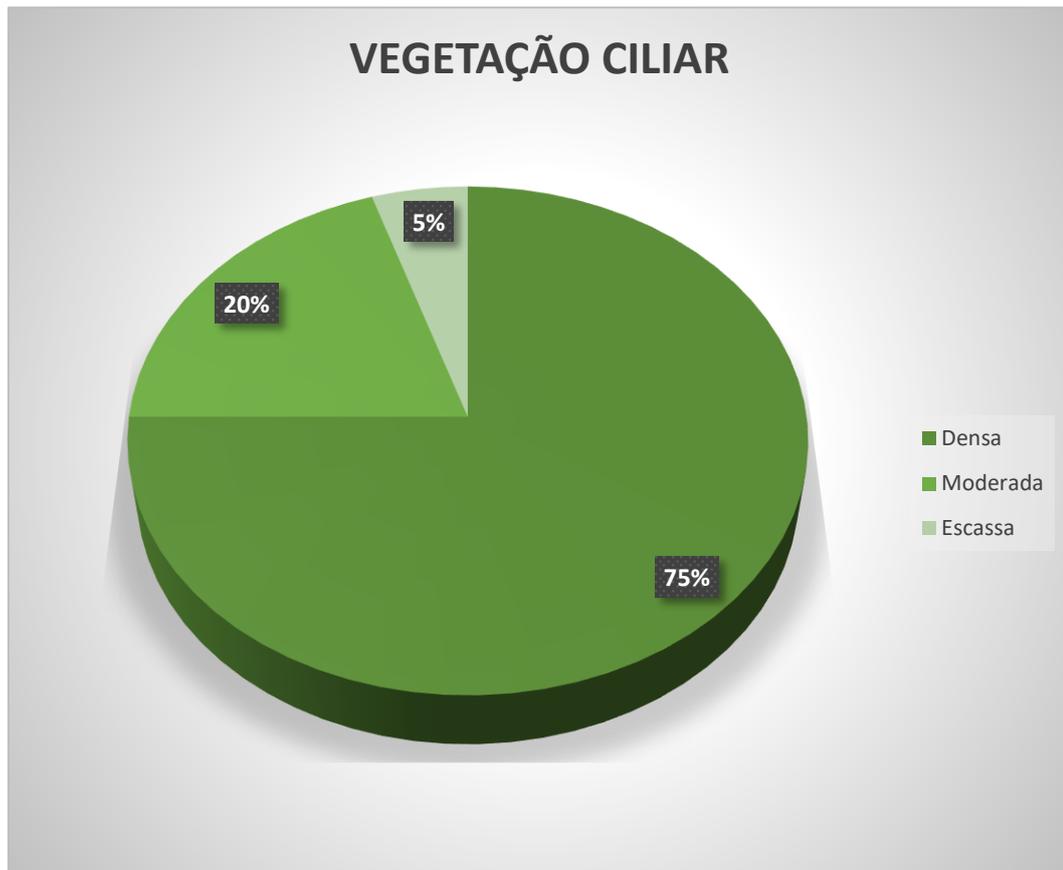
Os fatores utilizados para as análises incluem a classificação da vegetação em quatro níveis: densa, moderada, escassa, e com solo exposto. Foram observados aspectos característicos da margem do rio tais como: presença ou ausência de mata ciliar; divididos em trecho com área ciliar contínua homogênea e trecho contínuo em mata ciliar. As áreas escolhidas foram consideradas pela distância do perímetro urbano, para verificar se os pontos mais distantes possuem menos degradação.

Nas análises de Índice de Vegetação da Diferença Normalizada-(NDVI), foi constatado que as variações de densidade e quantidade da vegetação ciliar, são contrárias as perspectivas que afirmam que quanto mais longe a área ciliar for do perímetro urbano será menos degradada

#### 4.1 Análises dos dados

No caso da margem direta do rio São Francisco, as três áreas escolhidas, mostraram diferenciação. O gráfico 1 apresenta os níveis de NDVI da área A1, sendo esta a área mais próxima das residências.

Gráfico 1 - Nível de densidade da vegetação ciliar da área A1

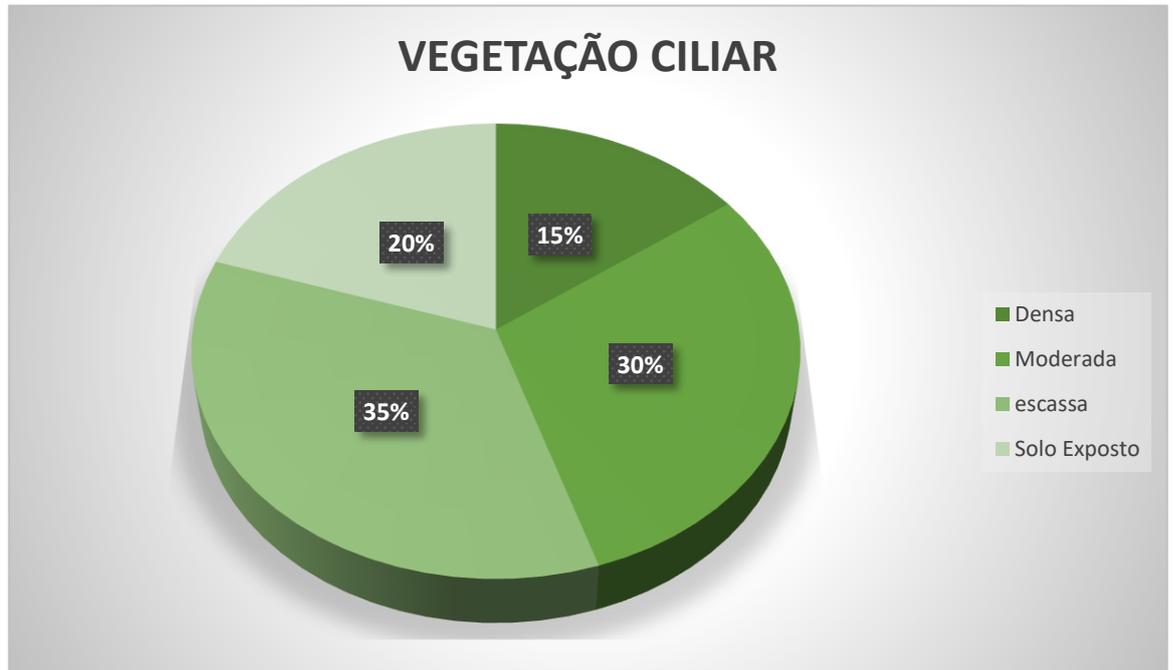


Autora, (2021)

Na área A2 os resultados de densidade e quantidade sofrem uma queda comparado a área A1. O gráfico 2 mostra que a variação dos níveis de densidade estão mais visíveis, evidenciando no quarto nível de avaliação, o solo exposto.

A área A2 corresponde a 792 m<sup>2</sup> que, mesmo possuindo uma queda água no meio do local indicado, o percentual de solo exposto foi alto, comparado a área A1 que não apresentou sinais de solo exposto. Isso ocorre porque a vegetação nessa área apresenta uma classificação de arbusto pequeno, cactos como o Xique- Xique (*Pilosocereus gounellei*).

Gráfico 2 - Nível de densidade da vegetação ciliar da área A2

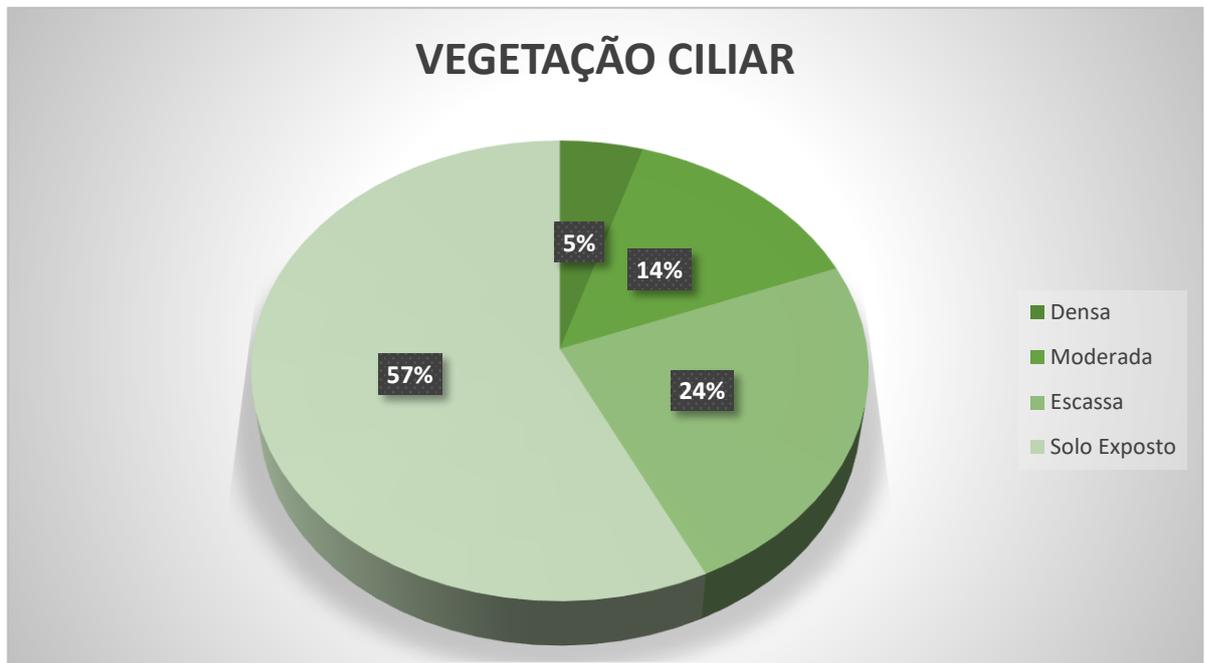


Autora, (2021)

As duas primeiras áreas de análises estão mais próximo ao perímetro urbano, diferente da área A3, que fica a 3 km de distância do centro de Paulo Afonso e nas proximidades possui pequenas estradas de terra. As análises realizadas pelo programa Land Viewer, mostraram que o A3, é a área com o maior nível de degradação, e possui 2.205 m<sup>2</sup>, ou seja, é a maior área analisada, o percentual de quantidade de mata ciliar densa é irrelevante comparado ao tamanho total da área de estudo. A presença da vegetação densa é encontrada mais distante da margem do rio.

Rocha (2009), aborda os fatores físicos que influenciam a estabilidade da margem, como: altura, geometria e formação, possuindo relação com as características do barranco, ou seja, a composição dos solos influencia na densidade da vegetação. Os fatores hidrológicos, geológico e topográfico influenciam na ocorrência de mata ciliar, a exemplo: volume de água superficial; composição química e biológica do solo; altitude, e inclinação do relevo (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Gráfico 3 - Nível de densidade da vegetação ciliar da área A3



Autora, (2021).

Na comparação dos três gráficos é possível ter uma visão geral do tamanho da degradação das áreas analisadas. Foram reunidas todas as informações retiradas das imagens de satélite, mostrando a diferença entre as áreas de pesquisas, conforme os indicadores característicos da margem do rio.

Dessa forma a área A1 foi classificada como o trecho que apresenta mata ciliar contínua e homogênea, a área A2 trecho com mata ciliar contínuo e com presença de degradação, área A3 com ausência e mata ciliar fragmentada.

Por meio do Land Viewer, utilizando a ferramenta de monitoramento de safra, foi possível verificar as áreas de estudos nos meses de junho a agosto de 2021, destacando os aspectos físicos com ligação direta com a densidade dessa vegetação (Quadro 1). Os aspectos observados foram:

- NDVI;
- Temperatura máxima e mínima;
- Umidade do solo na zona radicular;
- Vento;

- Umidade;
- Estresse pelo calor e frio.

Os dados dos quadros foram elaborados pela ferramenta de monitoramento da safra. As análises dessa ferramenta são feitas diariamente a medida que a área é escolhida, e desta forma facilitou as observações das mudanças de quantidades nos últimos três meses. Para adaptação dos quadros foi selecionado um dia da semana, visando uma comparação, mais ampla em relação às diferenças de um mês para outro.

A (Quadro 1), mostra os dados da área A1, onde pode ser observado o melhor nível de quantidade e densidade com as avaliações de NDVI. Os dados das análises gerais também destacaram que as mudanças de fatores físicos, durante os três meses observados, não sofreram alterações significativas.

Santos et al. (2011) e Carvalho (2016), destacam a importância da umidade do solo para o crescimento e preservação das plantas, e a relação com a intensidade pluviométrica, além da topografia e da classificação dos solos.

Wagatsuma (2002), relata a relação dos aspectos físicos para a qualidade das vegetações ciliares e a contribuição dessa vegetação, com suas funções de filtro evitando os assoreamentos dos rios e fornecendo nutrientes demonstrando que esta é uma relação de troca de benefícios.

Podemos destacar essa relação na comparação dos resultados da área A1, destacou que 75% da vegetação analisada está em condições saudáveis e homogêneas com os dados pluviométricos (precipitações) baixo, considerando menos de 5 mm nos últimos três meses (Gráfico 1 e Quadro 1),

Quadro 1- Dados das análises dos aspectos físicos da área A1, de Junho á Agosto de 2021

Data	Tipo de dados	NDVI	t°C Máx	t°C Mín	Umidade da superfície do solo (%)	Umidade do solo na zona radicular (%)	Vento (m/s)	Umidade (%)	Precipitação (mm)	Estresse pelo calor	Estresse pelo frio
28/08/2021	Vegetação	0,58	31,2	23,2	7,7	8,81	4,6	63,9	0,4	0	0
16/08/2021	Vegetação	0,61	31	21,8	12,01	9,99	5,7	65,2	0	0	0
08/08/2021	Vegetação	0,68	29,1	21	14,52	10,49	4,1	62,8	0	0	0
02/08/2021	Vegetação	0,56	28,9	20,5	17,06	13,54	4,6	71	0	0	0
29/07/2021	Vegetação	0,71	33,1	21,2	12,05	12,93	3,6	66,7	0	0	0
20/07/2021	Vegetação	0,62	30,5	22,3	13,59	13,52	4,1	72,2	0	0	0
12/07/2021	Vegetação	0,73	29,4	21,9	11,08	15,09	4,6	72,3	0	0	0
04/07/2021	Vegetação	0,69	28,6	21,9	12,14	12,36	3	73,5	0	0	0
29/06/2021	Vegetação	0,74	30,6	21	9,97	14,51	4,1	69,3	0	0	0
21/06/2021	Vegetação	0,68	30,3	22,8	10,34	13,45	3,1	74,7	2,3	0	0
15/06/2021	Vegetação	0,72	30,1	22,4	12,18	13,84	4,6	73	0	0	0
09/06/2021	Vegetação	0,74	30,2	22,2	13,6	15,05	5,7	70,6	0	0	0

Fonte: Land Viewer, monitoramento de safra, 2021; adaptado pela Autora, (2021).

Verificamos na (Quadro 2), que a área 2 estudada foi a única a apresentar stress de calor e frio o que pode ser justificado por ser esta a única área que possui uma queda d'água no meio e o nível de densidade da vegetação encontra-se em 45% ou seja, entre densa e moderada. Outro dado importante é o da precipitação pluviométrica que um único dia na área A2, ultrapassou a área A1.

As características gerais nas áreas 1 e 2, diferem, começando com a formação vegetal, na qual a área A1 apresenta uma vegetação com folhas, arbustos arredondadas, o que proporciona uma cobertura e filtro para a radiação solar, enquanto a área A2, expõe a vegetação com fisionomia, mas típica de caatinga, com aparência seca e galhos sem folhas.

Freire et al. (2015) e Gariglio et al. (2010), descrevem a caatinga como uma vegetação de arbustos e árvores decíduais, que perdem suas folhagens na estação do verão e recupera no inverno. É considerado um bioma heterogêneo fisionomicamente, pois, a variação da vegetação depende dos aspectos físicos do ambiente, o que é característico de vegetação ciliar nativa da caatinga.

Quadro 2- Dados das análises dos aspectos físicos da área A2, de Junho á Agosto de 2021

Data	Tipo de dados	NDVI	t°C Máx	t°C Mín	Umidade da superfície do solo (%)	Umidade do solo na zona radicular (%)	Vento (m/s)	Umidade (%)	Precipitação (mm)	Estresse pelo calor	Estresse pelo frio
27/08/2021	vegetação	0,37	32,2	22,8	8,33	9,52	5,1	65,6	0	0	0
18/08/2021	vegetação	0,33	30,6	20,9	9,55	10,95	7,2	65,1	0	1	0
10/08/2021	vegetação	0,29	29,7	21,8	10,95	12,61	5,1	70,4	0	0	0
02/08/2021	vegetação	0,22	28,8	20,4	16,85	13,39	4,6	71,2	0	0	0
31/07/2021	vegetação	0,58	28,5	21,5	10,56	10,26	5,6	75,7	5,9	0	1
22/07/2021	vegetação	0,33	29,2	22,3	11,47	13,29	6,2	64,9	0	0	0
12/07/2021	vegetação	0,28	29,3	21,9	9,97	11,48	4,6	72,4	0	0	0
06/07/2021	vegetação	0,47	28,8	21,5	17,05	14,32	3,1	75,1	0	1	0
26/06/2021	vegetação	0,31	30,2	22,7	13,54	10,43	3,1	74,9	0	0	0
17/06/2021	vegetação	0,52	28,5	22,6	10,97	12,78	5,7	73,5	0	0	0
08/06/2021	vegetação	0,37	30,2	22,9	11,74	11,92	4,1	71,1	0	0	0
01/06/2021	vegetação	0,22	28,7	23,1	14,12	14,54	4,1	71,4	0,1	0	0

Fonte: Land Viewer, monitoramento de safra, 2021; adaptado pela Autora, (2021).

A (Quadro 3) destaca os dados dos aspectos físicos da área A3 no qual podemos identificar que em relação a precipitação durante o período de observação não houve nenhum estresse por frio ou calor.

Os dados dos quadros mostram como os fenômenos físicos afetam a distribuição, quantidade e densidade da vegetação ciliar, mesmo na área A3 sendo a mais distante da interferência humana e não possuir degradação para fins econômicos como agricultura.

O período estudado destacou baixo nível de NDVI, com variações nas últimos três meses entre mínimo de 0,19 nm e máximo de 0,48 nm.

Em relação à fisionomia da vegetação a área A3 é igual a área A2, porém, fragmentada e degradada na maior parte. Wagatsuma (2002), relata que a temperatura do solo e umidade são reflexos de insolação, influenciando no desenvolvimento das vegetações.

Considerando que a vegetação da área A3 possui 57% do solo exposto pela falta de mata ciliar, esse solo é considerado fragilizado, interferindo nas funções de transportar água, armazenar e transferir calor. A falta de vegetação implica no aumento do processo de erosão, e do escoamento superficial (SOUZA, 2012).

Quadro 3- Dados das análises dos aspectos físicos da área A3, de Junho á Agosto de 2021

Data	Tipo de dados	NDVI	t°C Máx	t°C Mín	Umidade da superfície do solo (%)	Umidade do solo na zona radicular (%)	Vento (m/s)	Umidade (%)	Precipitação (mm)	Estresse pelo calor	Estresse pelo frio
26/08/2021	Vegetação	0,29	32,1	22,6	10,25	11,53	6,2	68	0	0	0
18/08/2021	Vegetação	0,29	30,6	20,9	9,85	11,39	7,2	65,1	0	0	0
10/08/2021	Vegetação	0,41	29,7	21,8	11,39	13,09	5,1	70,4	0	0	0
02/08/2021	Vegetação	0,22	28,8	20,4	17,31	13,86	4,6	71,2	0	0	0
29/07/2021	Vegetação	0,46	33	21,2	14,43	11,65	3,6	67	0	0	0
19/07/2021	Vegetação	0,48	31	22,1	11,71	14,39	4,1	71,3	0	0	0
11/07/2021	Vegetação	0,37	28,2	22,1	16,59	15,96	3,4	75,4	0	0	0
05/07/2021	Vegetação	0,21	28,9	21,7	11,09	12,32	3,1	73,3	0	0	0
30/06/2021	Vegetação	0,34	28,8	21,6	10,98	10,81	3,6	73,4	0	0	0
21/06/2021	Vegetação	0,47	30,2	22,7	13,47	11,85	3,1	74,9	0	0	0
13/06/2021	Vegetação	0,19	31,2	21,4	9,95	13,97	3,2	68,9	0	0	0
06/06/2021	Vegetação	0,25	29,4	22,3	12,24	12,18	3,4	72	0	0	0

Fonte: Land Viewer, monitoramento de safra, 2021; adaptado pela Autora, (2021).

As variações de densidade da vegetação entre área A2 e A3, indicaram que o nível de densidade da área A3 está abaixo dos demais. A falta de precipitação é um fator a ser considerado assim como a falta de monitoramento para elaboração de um plano de conservação dessas áreas.

#### **4.2 Discussões sobre a recuperação e preservação das áreas ciliares**

Aragão (2009), Matos (2016) e Freire et al. (2015), em seus estudos de levantamento florístico do baixo São Francisco, apresentaram as principais famílias nativas da vegetação caatinga encontradas na região.

Na pesquisa de Matos (2016), baseada no estudo de Aragão (2009), 13 anos depois do levantamento florístico, foram encontradas as famílias: Fabaceae; Malvaceae; Cyperaceae; Asteraceae; Rubiaceae; Myrtaceae; Solanaceae; Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Poaceae. A proposta dos autores para recuperação das vegetações ciliar foi o reflorestamento.

Rodrigues et al. (2007) aponta que a metodologia de recuperação das matas ciliares por meio do reflorestamento deve priorizar a vegetação nativa e a criação de meios para preservar essas áreas, como a criação de trilhas ecológicas. O planejamento de restauração, porém, tem que incluir a possibilidade do reflorestamento misto, caso, o nativo não consiga conter a degradação das áreas ciliares, visando reconstruir baseado na vegetação ciliar predominante nas áreas de proteção permanente (TERASSANI 2011).

Para iniciar esse planejamento algumas ações são necessárias para conhecer que ambiente está, degradado dentre essas ações estão: escolher as espécies para o plantio, a distância de uma para outra e analisar a condição do solo, uma vez que para isso, é necessário realizar um diagnóstico ambiental para determinar a forma de recuperação do meio degradado o qual consiste na avaliação do solo, análises climáticas, topográficas, caracterização da fauna e flora, e a medição do nível de contaminação.

Terassani (2011), destaca que a criação de um banco de sementes para recomposição das matas ciliares, facilita a identificação, na execução do reflorestamento. Na metodologia implantada por Rodrigues et al. (2007), a prática do zoneamento ambiental das áreas ciliares, objetivou analisar o potencial de auto recuperação ou resiliência da vegetação para elaboração de mapas temáticos, identificando os prontos mais fragilizados.

A (tabela 1) abaixo, expõe algumas ações destacadas por Rodrigues et al. (2007), realizadas na restauração florestal, levando em consideração as seguintes situações:.

- a – Ação prioritária (incondicional): a ação deve ser adotada sem necessidade de monitoramento prévio;
- b – Ação complementar (condicional): a adoção dessa decisão é dependente do monitoramento prévio da área, mas só não será adotada se os resultados do monitoramento indicarem a possibilidade de dispensa;
- c – Ação facultativa: pode ou não ser adotada, dependendo do monitoramento prévio;
- d – Considera-se isolamento, nesse caso, a série de procedimentos necessários para o impedimento de qualquer fator de degradação oriundo da área agrícola do entorno;
- e – Plantio Total está sendo considerado nessa tabela como o plantio de espécies nativas regionais com elevada diversidade, combinada em grupos ecológicos com cerca de 1.666 indivíduos/ha (espaçamentos 3x2m);
- f – Nas áreas abandonadas (agrícolas ou pastoris) ocupadas com gramíneas agressivas não foi considerada dentre as ações de restauração a indução da regeneração natural com revolvimento do solo para evitar o favorecimento da germinação dessas gramíneas do banco de sementes;
- g – Considera-se como plantio em Sistema de Cultivo Mínimo aquele realizado em linha, com baixo revolvimento do solo e com prévio controle de gramíneas com herbicida foliar, evitando assim a indução do banco de sementes de gramíneas agressivas;
- h – Considera-se plantio em Sistema Tradicional o plantio com preparo prévio do solo de forma tradicional, através de roçagem, gradagem em área total e aplicações repetidas e sequenciais de herbicidas para o controle de competidores. O controle de competidores com herbicidas foliares é feito inicialmente em área total e posteriormente de forma dirigida. Faculta-se ao agricultor o plantio de espécies agrícolas nas entrelinhas do plantio de espécies nativas, por tempo determinado, como estratégia de controle de competidores e, portanto, de manutenção da área em restauração;
- i – Nos casos de pastos, o isolamento refere-se ao impedimento do acesso do gado às Áreas de Preservação Permanente (cercamento). Rodrigues et al. (2007, p.13).

Tabela 1 - Recomendações de ações para restauração de algumas situações ambientais

Situações em APPs	Ação Prioritária <sup>a</sup> (Incondicional)	Ação Complementar <sup>b</sup> (condicionado a monitoramento prévio)	Ação facultativa <sup>c</sup>
Campo úmido antrópico originado por assoreamento sem ou com baixa regeneração natural de espécies arbóreas	<b>1</b> – Isolamento <sup>d</sup> e retirada dos fatores de degradação, <b>2</b> - Restauração da faixa de proteção do entorno (APP) <b>OU</b> <b>1</b> - Isolamento e retirada dos fatores de degradação, <b>2</b> - Restabelecimento do leito do curso d'água, <b>3</b> - Plantio total <sup>e</sup> na nova faixa de proteção do entorno (APP).		
Campo úmido antrópico originado por assoreamento com elevada regeneração natural de espécies arbóreas	<b>1</b> - Isolamento e retirada dos fatores de degradação, <b>2</b> -Restauração da faixa de proteção do entorno (APP).		
Área abandonada <sup>f</sup> , sem ou com baixa regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ou não isolada na paisagem regional	<b>1</b> - Isolamento e retirada dos fatores de degradação, <b>2</b> - Plantio total em sistema de cultivo mínimo <sup>g</sup> .	<b>3</b> - Introdução de elementos atrativos da fauna, para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia, etc.).	
Área abandonada com elevada massa de gramíneas, sem ou com baixa regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, isolada ou não isolada na paisagem regional	<b>1</b> - Isolamento e retirada dos fatores de degradação, <b>2</b> - Plantio total em sistema tradicional <sup>h</sup> .	<b>3</b> - Introdução de elementos atrativos da fauna, para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia, etc.).	<b>4</b> - Faculta-se ao agricultor o plantio de espécies agrícolas na entrelinhas do plantio de espécies arbóreas nativas, por tempo determinado, como estratégia de controle de competidores na manutenção da restauração.
Pasto sem ou com baixa regeneração natural de indivíduos juvenis de espécies arbustivo-arbóreas, isolado ou não isolado na paisagem regional	<b>1</b> - Isolamento e retirada dos fatores de degradação <sup>i</sup> , <b>2</b> - Plantio total em sistema de cultivo mínimo.	<b>3</b> - Introdução de elementos atrativos da fauna, para função de nucleação (poleiros naturais e/ou artificiais, galharia, etc.).	

Fonte: Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ/USP); Rodrigues et al. (2007).

Dessa forma, as ações de restauração dependem da situação em que as matas ciliares estão no momento do diagnóstico ambiental, podendo variar os objetivos de restauração, por exemplo: resgate da diversidade vegetal, proteção da área e recuperação das áreas sem potencial de auto recuperação.

#### 4.2.1 Análise da preservação das matas ciliares para as áreas A1, A2 e A3

As áreas analisadas A1, A2 e A3, estão localizadas na margem direita do rio São Francisco, no seu curso baixo, no município de Paulo Afonso — BA. Considerando a importância do rio São Francisco, no âmbito econômico, ambiental, e cultural, a preservação das matas ciliares é uma questão para o conhecimento de toda a sociedade, principalmente, para a população ribeirinha.

A região estudada faz parte da Unidade de Conservação de Proteção Integral do Monumento Natural do Rio São Francisco, englobando o município de Paulo Afonso — BA; Piranhas, Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia — AL; e Canindé de São Francisco — SE. A criação da unidade de preservação, pretende promover a preservação dos ecossistemas, estimular pesquisas científicas e possibilitar as atividades de educação ambiental.

Dessa forma, a criação de projetos incentivando a preservação das matas ciliares, principalmente, nas áreas estudadas neste trabalho, mostrando que possuem potencial para elaboração de trilhas ecológicas e atividades de escaladas, promovendo a unificação da preservação com o desenvolvimento econômico para a região, na tentativa de reverter, por exemplo, a situação da área A3, em que as análises das imagens de satélite demonstram um nível de degradação elevado, considerando as outras áreas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa permitiu analisar as condições das matas ciliares ao longo do leito do rio São Francisco, visando ressaltar a importância dessa vegetação, principalmente, para a qualidade da água, destacando os benefícios de uma vegetação saudável. Destacou a importância da mata ciliar, principalmente, no rio São Francisco que é um dos mais importantes do Brasil e responsável pelo abastecimento de água, energia, além de outras atividades econômicas, como o turismo, e a pesca.

Durante esta pesquisa foi constatado que as matas ciliares no município de Paulo Afonso, precisam de fiscalização e planejamento para projetos de proteção, visto que das áreas analisadas, apenas a área A1, demonstrou baixo nível de degradação. A área A3 foi a, mas degradada, mesmo sendo o ponto de análise mais distante do centro e da população, onde os índices de densidade de vegetação demonstraram que 57% de sua área possui solo exposto. A área A2 foi considerada moderada, possuindo 35% de solo exposto e 20% de vegetação escassa.

A utilização do programa de software o Land Viewer, uma plataforma de base de dados, que captura imagens de satélite em tempo real, e do Google Earth permitiu a visualização do globo terrestre, dimensões de área, e o georreferenciamento de pontos de coordenadas geográficas.

Os resultados obtidos através das análises demonstraram que o clima é um dos fatores predominantes para a densidade da vegetação, mesmo a mata ciliar sendo composta pelo bioma caatinga, característico pela adaptação aos períodos de secas.

A fiscalização, o monitoramento e o desenvolvimento de projetos que visem a preservação e restauração da vegetação ciliar é imprescindível, bem como a criação de parcerias com escolas, para o ensino de conscientização ambiental, aulas de campo para ressaltar a importância da vegetação, elaboração de trilhas ecológicas, promovendo a preservação e a economia do município.

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, A. G. **Estabelecimento de espécies florestais nativas, em área de restauração ciliar no Baixo Rio São Francisco**. (Dissertação Mestrado em Agro- ecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. p. 61, 2009.
- ARAÚJO, G. M. **Matas ciliares da caatinga: florísticas, processos de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas**. Dissertação (mestrado em botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, p.70, 2009.
- ATTANASIO, C. M. et al. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Rev. Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p.493-501, 2012.
- BACANI, V. M. et al. Sensoriamento Remoto e Sig Aplicados à Avaliação da Fragilidade Ambiental de Bacia Hidrográfica. **Mercator**. Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 119-135. aug. 2015.
- BERTO, I. R. **Uma abordagem sobre a biodiversidade e conservação da caatinga por meio de práticas pedagógicas em uma escola pública no município de Cuité-PB**. Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, p. 85,2019.
- BRASIL, Código Florestal Brasileiro. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm) Acesso: 05 junho 2021.
- BRASIL, **LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/14771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm) Acesso: 05 junho 2021.
- CARMO, S. E.; BONETTO, N. C. F. **Implementação de matas ciliares para recuperação e reabilitação de recursos hídricos**. ebiocarmo@gmail.com Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz. p.13, 2016.
- CARVALHO, A. A. **Dinâmica espaço-temporal da umidade do solo em área de cultivo de palma forrageira sob diferentes regimes hídricos e sistemas de plantio**. Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF, Juazeiro - BA, p. 57, 2016.
- CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. Revitalização do Rio São Francisco. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, p. 69-76, 2017.
- CASTRO, D. **Práticas para restauração da mata ciliar**. / organizado por Dilton de Castro; Ricardo Silva Pereira Mello e Gabriel Collares Poester. - Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, p. 60 2012.
- CASTRO, M. N. et al. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Revista Eletrônica de educação da Faculdade Araguaia**. v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013.

COELHO, R. C. T. P.; BUFFON, I.; GUERRA, T.; Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 1, p. 104-117, 2011.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO SÃO FRANCISCO-CBHSF. **Principais Características da Bacia**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/>  
Acesso em: 12 de março de 2020.

COUTO, G. M. **Modelos de recuperação florestal em áreas ciliares no rio Tracunhaém - PE**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 88, 2014.

CHECCHIA, T. **Influência da zona ripária sobre os recursos hídricos: Aspectos quantitativos e qualitativos**. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, p. 87-101, 2003.

CHECCIHA, T; GUINDANI, A.A. **Sustentabilidade ambiental na zona ripária: uma abordagem emergética**. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, p. 139-147, 2003.

CHIAVARI, J.; LOPES, C. L. **Novo Código Florestal – parte I: decifrando o novo Código Florestal**. Rio de Janeiro: Input; NAPC/PUC-Rio; CPI, p. 22, nov. 2015.

DIAS, A. C.; POTT, A. A. Influência da Mata Ciliar na Qualidade das Águas do Córrego Bom Jardim – BRASILÂNDIA/MS: Estudos Iniciais. **IX FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA**. v. 9, n. 2, p. 01-16, 2013.

ELLOVITCH, M. F.; VALERA, C. A. Manual Novo Código Florestal. **Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, CGB Artes Gráficas Ltda. Belo Horizonte. p. 76, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Entenda a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012**. Disponível: [www.embrapa.br/codigoflorestal/entenda-o-codigo-florestal](http://www.embrapa.br/codigoflorestal/entenda-o-codigo-florestal). Acesso em: 23 maio de 2021.

FERREIRA, S. de S.; MENEGUELLI, A. Z. Diagnóstico ambiental de um fragmento de mata ciliar do Rio Urupá no município de Urupá - RO. **Revista Saberes da UNIJIPA**, Ji-Paraná, v. 5, n. 1, p. 13-27, jan./jun. 2017.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3 ed, São Paulo: Oficina de Texto, p. 123, 2011.

FREIRE, N. C. F. et al. Monumento Natural do Rio São Francisco: Os magníficos paredões rochosos e o grande espelho d'água. In: FREIRE, Nelson Cabral Ferreira. (Cord.). **Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga**. Recife, p. 37, 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília - Ministério da Saúde p.112, 2014.

GARIGLIO, M. A. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, DF, p. 368, 2010.

HINKEL, R. **Vegetação Ripária: Funções e Ecologia**. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, p. 40-48, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades: Município de Paulo Afonso/Panorama**. IBGE, 2021.

KOBIYAMA, M. **Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos**. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, p. 01-13, 2003.

LINDNER, E. A.; SILVEIRA, N. F. Q. **A Legislação Ambiental e as Áreas Ripárias**. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, p. 49-63, 2003.

LIMA, W.P. **Função Hidrológica da Mata Ciliar**. In: BARBOSA, L.M. (coord.) **Simpósio sobre Mata Ciliar**. Campinas: Fundação Cargill. **Anais**: p. 25-42. 1989

LIMA, W.P.; Zakia, M.J.B. **Hidrologia de Matas Ciliares**. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2ª ed, p. 33 – 44, 2004.

LOURENÇO, S. T. S. et al. **Diagnóstico ambiental de um fragmento de mata ciliar do Rio Tocantins**. **Rev. Enciclopédia Biosfera**, v.13, n. 24, p.1189-1201, 2016.

MAGANHAES, S. E. F.; PIMENTEL, R. M. M. **Matas Ciliares – Análise Histórica dos Estudos Relacionados ao Tema**. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 06, n. 01. p. 49 – 57, 2013.

MANTOVANI, W. **Conceituação e fatores condicionantes**. In: BARBOSA, L.M. (Coord.) **Simpósio sobre Mata Ciliar**. Campinas, Fundação Cargill. **Anais**. p.11-19, 1989.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. **Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar**. **Rev. Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. 1ª ed. Viçosa, Aprenda Fácil Editora, v. 1. p. 255, 2004.

MASCARENHAS, L. M. et al. **Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na Bacia do Rio Araguaia**. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21 (1), p. 5-18, Abr. 2009.

MATOS, G. M. A. **Mata Ciliar em Processo de Recuperação no Baixo Rio São Francisco: Florística e Fitossociologia**. São Cristóvão: (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade).UFS, p. 78, 2016.

MESQUITA, E. A.; CRUZ, M. L. B.; PINHEIRO, L.R Ó. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento das formas de uso da terra na área de preservação permanente (APP) da lagoa do Uruaú–Beberibe/CE. **Revista Geonorte**, v.3, n.5, p. 1509-1518, 2016.

MOCELLIN, G. M. **Conscientização da importância da mata ciliar no ensino fundamental na região rural do município de Colombo- PR**. Monografia de especialização – Universidade Federal do Paraná, Colombo, p. 57, 2014.

NASCIMENTO, C. E. S. **A importância das matas ciliares: rio São Francisco**. Ed 1, Petrolina- PE: Embrapa – semiárido, p. 26, 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. Lavras-MG, **Rev. Cerne**, 1 (1), p. 64-72, 1994.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE PAULO AFONSO – BA. Produto 2: **Diagnóstico da Situação de Saneamento Básico**, p.451, 2018.

ROCHA, I. P. **Relação entre a erosão marginal, atributos físicos do solo e variáveis hidrológicas e climáticas do baixo São Francisco sergipano**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão, p. 74, 2009.

RODRIGUES, R. R. et al. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.55, p. 7-21, 2007.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO, Filho H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP. 2000.

ROSA, M. D. A importância das matas ciliares na tutela jurídica dos corpos d'água. **Rev. Campo Jurídico**, Barreiras, v. 1, p. 53-84, 2013.

SANTOS, P. F. **Impactos ambientais na biota na construção de Usinas Hidrelétricas - UHE: O caso do Rio São Francisco**. Dissertação (mestrado) - Universidade Católica do Salvador, p. 150, 2014.

SANTOS, T. E. M. Et al. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.15, n.7, p. 670–679, 2011.

SASSAKI, R. **A importância da conservação das matas ciliares. O caso do Ribeirão das Marrecas – Londrina PR**. Monografia de Bacharelado em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina PR. p. 81, 2006.

SECUNDINI, W. H. **Importância da mata ciliar (ripária) na qualidade da água de abastecimento do rio piava no ponto de Captação de Umuarama – PR.** Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. p.74, 2018.

SILVA, A. G. L. **Uso e ocupação do solo na bacia do Jacarecica considerando aspectos legais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

SILVA, J. A. A. et al. **O Código Florestal e a Ciência:** contribuições para o diálogo. 2.ed. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. p. 294, 2012.

SILVA, J. M. O. Uso do sensoriamento remoto para a estimativa da temperatura de superfície na Microbacia do Rio Granjeiro/Crato – Ceará. **Rev. Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 2, p. 130 – 144, 2015.

SILVA, R. V. **Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias:** uma revisão. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental., p. 74-86, 2003.

SOUZA, M. C. **Influência da mata ciliar na de da água de trecho do rio Jacarecica. Maceió/AL** – Dissertação Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos e Saneamento/UFAL. p. 171, 2012.

SOUZA, D. P.; KOBAYAMA M. **Ecoengenharia em zona ripária: renaturalização de rios e recuperação de vegetação ripária.** In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC. Universidade Federal de Santa Catarina., p. 121-131, 2003.

TERASSANI, A. **Produção didática pedagógica:** unidade temática. In: O professor PDE e o desafios da escola. Universidade Estadual de Maringá – Paraná, volume 1, p. 1 – 17, 2011.

VAZ, L.; ORLANDO, P. H. K. Importância das matas ciliares para manutenção da qualidade das águas de nascentes: Diagnóstico do ribeirão Vai -Vem de Ipameri - GO. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**, Uberlândia, p. 20, out. 2012.

WAGATSUMA, L. S. **Avaliação de influências da mata ciliar e agricultura sobre temperatura e umidade do solo através do monitoramento em campo, no município da lapa – Paraná.** Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, p.107, 2002.

ZELLHUBER, A.; SIQUEIRA, R. Rio São Francisco em Descaminho: degradação e revitalização. Cadernos do CEAS: **Revista crítica de humanidades**, n. 227, p. 3-24, 2016.