ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

MARCOS RANGEL MARTINS DE ARAUJO MORAIS

# O GEOPROCESSAMENTO NA DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS NO CÓRREGO TAQUARI EM PALMAS-TO: DE 1990 A 2020.

PALMAS-TO
2021

MARCOS RANGEL MARTINS DE ARAUJO MORAIS

# O GEOPROCESSAMENTO NA DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS NO CÓRREGO TAQUARI EM PALMAS-TO: DE 1990 A 2020.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do **Centro Universitário Católica do Tocantins (UNICATÓLICA),** como requisito para aprovação da disciplina de TCC II.

Orientadora: Prof.ª. Lidiane Batista de Morais

PALMAS-TO
2021

MARCOS RANGEL MARTINS DE ARAUJO MORAIS

# O GEOPROCESSAMENTO NA DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS NO CÓRREGO TAQUARI EM PALMAS-TO: DE 1990 A 2020.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Católica do Tocantins, submetido à Banca Examinadora e considerado aprovado em _____ de _____ de _____.

**BANCA EXAMINADORA**

_____

Prof.ª. Lidiane Batista de Morais
Centro Universitário Católica do Tocantins – Orientador

_____

Prof.ª. Dra. Danielle Soares Magalhaes Ohofugi
Centro Universitário Católica do Tocantins – Avaliadora

_____

Prof. Dr. Thiago Oliveira Bandeira
Centro Universitário Católica do Tocantins – Avaliadora

PALMAS-TO
2021

UniCatólica
Centro Universitário Católica do Tocantins

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família que sempre me apoiou e incentivou para alcançar o sucesso e a realização pessoal. Essa conquista é para você minha eterna mãe: **Antônia Martins de Araújo Morais** (in memoriam), ao meu querido pai: **Francisco Machado Morais**, e meu filho **Heitor Martins Carvalho de Araújo**.

A minha vitória é fruto do amor de vocês.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a **DEUS** pelo imenso cuidado, zelo e amor ao oportunizar essa conquista. Muito obrigada meu Senhor.

Agradeço aos meus pais **Antônia Martins de Araújo Morais (in memoriam) e Francisco Machado Morais** por cada exemplo, dedicação e incentivo indispensáveis para que eu tivesse o privilégio de me tornar um ser humano que busca por melhorias contínuas através do conhecimento. Obrigada pela vida que me deram.

Agradeço ao meu filho **Heitor  Martins Carvalho de Araújo** por entender a minha ausência durante o estudo em cada semestre. Sou orgulhoso por ter você na minha vida meu filho.

Aos professores do **Centro Universitário Católica do Tocantins** que oportunizaram a minha contextualização teórica e prática para fundamentar o meu exercício pessoal e profissional enquanto cidadão para atuar com competências e habilidades na sociedade. Vocês merecem os meus aplausos.

Centro Universitário Católica do Tocantins

Alguns homens veem as coisas como são,
e dizem ‘Por quê?’ Eu sonho com as coisas
que nunca foram e digo ‘Por que não?

(George Bernard Shaw)

## RESUMO

O presente trabalho foi sobre o Geoprocessamento na delimitação das Áreas de Preservação Permanente – APPS no Córrego Taquari em Palmas -TO. Para tanto, buscou nortear a compreensão que no Brasil existe a primeira Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 que promulgou primeiramente o Código Florestal, sendo que posteriormente ratificou-se o referido documento pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, especificamente no art. 3º, inciso II, o qual definiu a Área de Preservação Permanente em todo território brasileiro. Por conseguinte, o impulsionamento para o campo investigativo dessa pesquisa delimitou-se em verificar as condições do uso e ocupação do solo nas questões de preservação do córrego Taquari em Palmas -TO. O referido objeto de estudo está localizado na região sul do município de Palmas - TO, limitado pela área marginal do percurso da Área de Preservação Permanente - APP do Córrego Taquari. Dessa forma, a pergunta investigativa deste estudo consistiu em: quais técnicas de geoprocessamento pode contribuir na delimitação das APPs para análise das condições de uso e ocupação do solo nas questões de preservação do Córrego Taquari em Palmas -TO. Sendo que o objetivo contextualizou em evidenciar técnicas de geoprocessamento que podem contribuir na delimitação das APPs para análise das condições de uso e ocupação do solo do Córrego Taquari em Palmas -TO. A metodologia adotada optou por um instrumento de coleta de dados para evidenciar a preparação e tratamento de arquivos e pesquisa documental, utilizados mediante a necessidade da fundamentação legal que trata sobre as Áreas de Preservação Permanente – APP através de imagens de satélite. Dessa forma conclui-se que a degradação ambiental, por uso e ocupação do solo foi ocorrendo na APP com o crescimento populacional no entorno do Córrego Taquari desde o ano de 1990 ocasionando uma situação agravante quanto as questões ambientais, mesmo diante de um quadro legislativo que prever inúmeros cuidados no que tange a preservação.



**Palavras-chave:** Código Florestal. Ambiente. Imagens. Técnicas.

## ABSTRACT

The present work was on Geoprocessing in the delimitation of Permanent Preservation Areas - APPS in the Taquari Stream in Palmas -TO. To this end, it sought to guide the understanding that in Brazil there is the first Law No. 4,771 of September 15, 1965, which first promulgated the Forest Code, and later ratified this document by Law No. 12,651 of May 25, 2012, specifically in Article 3, item II, which defined the Permanent Preservation Area throughout The Brazilian territory. Therefore, the drive for the investigative field of this research was limited in verifying the conditions of land use and occupation in the preservation of the Taquari stream in Palmas-TO. This object of study is located in the southern region of the municipality of Palmas - TO, limited by the marginal area of the permanent preservation area - APP of the Taquari Stream. Thus, the investigative question of this study consisted of: which geoprocessing technique can contribute to the delimitation of PAPs to analyze the conditions of land use and occupation in the preservation questions of the Taquari Stream in Palmas-TO?. The general objective contextualized in evidencing geoprocessing techniques that can contribute to the delimitation of PAPs for the analysis of the conditions of land use and occupation of the Taquari Stream in Palmas-TO. The methodology adopted opted for a data collection instrument to evidence the preparation and treatment of files and documentary research, used through the need for the legal foundation that deals with the Areas of Permanent Preservation - APP through satellite images. Thus, it is concluded that environmental degradation, due to land use and occupation, has been occurring in the APP with the population growth around the Taquari Stream since the year 1990 causing an aggravating situation regarding environmental issues, even in the face of a legislative framework that provides for numerous care regarding preservation.



**Keywords:** Forest Code. Environment. Images. Techniques.

UniCatólica
Centro Universitário Católica do Tocantins

## LISTA DE FIGURAS


**Figura 1 – Geoprocessamento..... 21**
**Figura 2 – Sistema de Informação – *Geographic Information System*... 22**
**Figura 3 – Funções do SIG..... 23**
**Figura 4 – Carta Imagem do Córrego Taquari ..... 27**
**Figura 5 – Fluxograma dos processos em ordenação..... 31**
**Figura 6 – Imagem Cartográfica – 1990..... 33**
**Figura 7 – Imagem Cartográfica – 1995..... 34**
**Figura 8 – Imagem Cartográfica – 2000..... 35**
**Figura 9 – Imagem Cartográfica – 2005..... 36**
**Figura 10 – Imagem Cartográfica – 2010..... 37**
**Figura 11 – Imagem Cartográfica – 2015..... 38**
**Figura 12 – Imagem Cartográfica – 2020..... 39**
**Figura 13 – Degradação das APP´s – Bacia Córrego Taquari..... 40**

UniCatólica
Centro Universitário Católica do Tocantins

# LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1 – Crescimento das áreas urbanizadas..... 41**
**Gráfico 2 – Agropecuário..... 42**
**Gráfico 3 – Cerrado Sentido Restrito..... 43**

UniCatólica
Centro Universitário Católica do Tocantins

# LISTA DE TABELAS

**Tabela 1 – Informações e composições das imagens do satélite..... 30**
**Tabela 2 – Áreas Urbanizadas..... 35**
**Tabela 3 – Agropecuária..... 36**
**Tabela 4 – Cerrado Sentido Restrito..... 37**

UniCatólica
Centro Universitário Católica do Tocantins

## SUMÁRIO


**1 INTRODUÇÃO ..... 13**
**2 OBJETIVOS ..... 17**
2.1 OBJETIVO GERAL ..... 17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 17
**3 REFERENCIAL TÉORICO ..... 18**
3.1 CÓDIGO FLORESTAL NA CONTEMPORANEIDADE - LEI 12.651/2012 18
3.2 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP ..... 20
3.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) ..... 21
3.4 PRÍNCIPIOS PARA APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS DE GEORREFERENCIAMENTO ..... 23
**3.4.1 Clima / Precipitação ..... 23**
**3.4.2 A Bacia Hidrográfica ..... 24**
**3.4.3 O uso e a ocupação do solo ..... 25**
**3.4.4 Vegetação..... 25**
**4 METODOLOGIA ..... 27**
4.1 ÁREA DE ESTUDO ..... 27
4.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS ..... 30
**5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ..... 33**
**CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 45**
**REFERÊNCIAS ..... 46**

# 1 INTRODUÇÃO

Em tempos contemporâneos, muitos aspectos estão ocorrendo na sociedade no que tange ao desenvolvimento econômico atrelado a expansividade do crescimento populacional que doravante acaba influenciando sobre o meio ambiente e os recursos naturais.

Não obstante, a devastação pelo desmatamento, bem como a degradação dos recursos hídricos tornar-se-á uma crescente preocupação que de certa maneira ameaça a humanidade e o ecossistema, causando significativos desiquilíbrios.

Nesse escopo, ver-se a importância de significativas áreas terem a garantia de ser preservada sem a interferência de danos causados pela ação humanística pela busca de espaços para vegetação ou até mesmo pela corrosão ocasionada pelos despejos de esgotos.

Quando desmatadas, degradadas ou indevidamente ocupadas, as Áreas de Preservação Permanente - APPs perdem a proteção, ficando sujeitas aos efeitos de possíveis deslizamentos nos solos ou rochas, acarretando problemas quanto aos sedimentos nos leitos dos rios.

Assim, para assegurar que as Áreas de Preservação Permanente sejam lugares protegidos legalmente, no Brasil instituiu-se primeiramente a Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 que promulgou o Código Florestal, sendo ratificado pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, especificamente no art. 3º, inciso II, no qual definiu Área de Preservação Permanente.

Dessa forma, os impactos que estão cada vez mais presentes nos processos de urbanização corresponde ao expressivo aumento, de construções, de industrialização e de exploração dos recursos naturais, fomentando assim a necessidade de reavaliar as condições de uso para que tais recursos não se esgotem e comprometam a qualidade da vida humana e do ambiente como um todo devem seguir as regulamentações existentes.

Além disso, assegura-se ao meio ambiente a proteção para fins de um acesso livre e de uso consciente, visto que as legitimações preveem qualquer risco emitente e lesivo por meio de infração sejam elas de ordem física ou jurídica.

Para tanto, no ordenamento jurídico brasileiro foram criados órgãos ambientais de caráter federal, estadual e municipal, com a obrigatoriedade de normatizar todos

os princípios que abordam a preservação de ambientes específicos em conformidade com a Lei nº 12.651/12.

Ressalta-se que na referida lei as APPs, são delimitadas como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

No entanto, quando efetivado o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) junto com processamento de imagens temporais os dados apresentam um complô informativo capaz de demonstrar a realidade do atual cenário.

Dessa maneira consubstancia-se comparativos com datas anteriores de forma eficaz, utilizando se da ferramenta dos elencados monitoramentos de imagens amostrais em tempo real, possibilitando assim, a identificação de conflitos de usos do solo por meio de técnicas que apresentam um amplo instrumental para a identificação e mapeamento das APPs.

Frisa-se que os respectivos instrumentos permitem de forma eficaz e relativamente rápida o monitoramento contínuo e consequentemente a identificação conflitante do uso do solo.

Destarte, com base dos dados já processados por técnicos capacitados para a função estabelecida em cada órgão com suas especificidades, ainda torna-se difícil acompanhar o monitoramento para fins de fiscalização e conscientização da população dos que fazem uso da APPs.

Ademais, destaca-se que o território brasileiro devido a sua grande extensão territorial, bem como pelo *déficit* em questões financeiras para a atualização, capacitação e contratação de técnicos em diversos campos para realizar o levantamento analítico para alimentar os dados para esta finalidade ainda é uma ação incipiente no país.

No entanto, no transcorrer do tempo a atividade direta do homem, com as análises das séries temporais em imagens estão sendo alcançadas por meio dos satélites Landsat-7 e, Landsat-8, que possibilita de forma dinâmica acompanhar os processos socioeconômicos e o avanço da mancha urbana, que transformaram as formas de ocupação e uso do solo.

Diante do exposto, apesar de ser uma temática de grande entonação pelas questões ambientais, buscou-se neste estudo a realização organizativa para evidenciar significativas discussões epistemológicas para perdurar acerca dos fatores mitigadores em cima dos impactos ambientais, dentre esses a degradação das Áreas de Preservação Permanente – APP, a ação direta na proteção das margens nos trações hídricos, sejam rios, ribeirões, córregos, e nascentes, levando uma defesa na biodiversidade da fauna e da flora local.

Principalmente pelo avanço da construção civil e ocupação do solo, além do não cumprimento das medidas previstas no código florestal brasileiro no qual ainda ocorrem inúmeras degradações de grandes escalas sem dimensionamento do dano causado.

Sendo assim, o impulsionamento para o campo investigativo dessa pesquisa buscou-se em aportes científicos e doravante empíricos para discorrer sobre a análise das condições de uso e ocupação do solo nas questões de preservação do córrego Taquari em Palmas-TO.

O elencado município de Palmas é cortado por 09 (nove) cursos hídricos organizados dentro do Plano Diretor como áreas de preservação permanente que devem ser respeitadas e preservadas. Além disso, nessa região existem indústrias que ampliam o desenvolvimento do município por meio de projetos no entorno do Córrego Taquari na região sul da cidade.

Trata-se de uma localidade próspera e opcional para o expansivo crescimento no município sabendo-se que aos demais extremos norte com Lago de Palmas -TO, Leste Serra do Lajeado, e ao oeste, Lago de Palmas, ficando assim essa região exposta no sentido ao município vizinho de Porto Nacional -TO.

Além da urbanização existe a intensificação de práticas agrícolas, além dos recursos naturais que vêm sendo explorados sem a devidas orientações corretas no intuito de preservá-los.

Todavia, essas construções irregulares nas margens de áreas de preservação permanente do Córrego Taquari, resultam na degradação ambiental, proporcionando a perda da vegetação remanescente natural da área, possibilitando o assoreamento do curso hídrico.

Desta forma, o escoamento e a drenagem é um dos principais aspectos a serem observados, a fim de se evitar o favorecimento de processos erosivos, nas áreas em torno do córrego.

Para tanto, a pergunta investigativa consistiu em: quais técnicas de geoprocessamento podem contribuir na delimitação das APPs para análise das condições de uso e ocupação do solo nas questões de preservação do Córrego Taquari em Palmas-TO?

Dessa forma, para compreensão da temática organizou-se a estrutura na qual a primeira parte é a introdução em que se apresenta a finalidade do objeto pesquisado e os passos do contexto realizado. Na segunda seção enfatizou-se sobre os objetivos do estudo;

A terceira seção pontuou-se todo o referencial teórico para consubstanciar os dados epistemológicos por meio da revisão bibliográfica, e na quarta seção a metodologia aplicada através dos procedimentos.

Na quinta seção enfatizou-se toda a análise e discussão dos dados encontrados par responder o problema e o objetivo geral. E por fim as considerações finais em que o pesquisador ressalta os aportes encontrados no decorrer da pesquisa.

# 2 OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVO GERAL

Evidenciar técnicas de geoprocessamento que podem contribuir na delimitação das APPs para análise das condições de uso e ocupação do solo do Córrego Taquari em Palmas-TO.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as Áreas de Preservação Permanente do córrego Taquari;
- Classificar o uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente do córrego Taquari;
- Descrever os possíveis pontos críticos encontrados na área de preservação permanente do córrego Taquari.

# 3 REFERENCIAL TEÓRICO

## 3.1 CÓDIGO FLORESTAL NA CONTEMPORANEIDADE - LEI 12.651/2012

As legislações ambientais no Brasil, vem ganhando significativos avanços a partir da primeira proposta feita no ano de 1965 com a promulgação da Lei nº 4.771 que determinou o Código Florestal no país, trazendo algumas discussões sobre as normatizações jurídicas no que tange a utilização de recursos naturais.

Os respectivos pressupostos legais direcionavam quanto a preservação e a manutenção do meio ambiente:

> A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em área de preservação permanente, em que somente ocorrerá mediante a autorização específica e nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental (SANTOS, 2015, p. 24).

Dessa forma, o Código Florestal antecipou-se à noção de interesse difuso, e foi precursor da Constituição Federal quando conceituou o meio ambiente como bem de uso comum do povo (MACHADO, 2011).

Nesse sentido, a temática de proteção ao meio ambiente no Brasil perfaz uma mudança por meio de uma primeira iniciativa legal para proteção ao meio ambiente, preservando as florestas, e regularizando a exploração dessas áreas.

Para Valle (2011), define-se como uso nocivo da propriedade o não cumprimento da própria lei, o que podemos considerar como o início da definição da função socioambiental da propriedade. Esclarecendo que este código trazia diversas outras previsões, como a proibição da ocupação de encostas íngremes e a determinação para que proprietários rurais mantivessem uma parte da vegetação nativa de sua fazenda (reserva florestal legal), de forma que em todos os lugares fosse preservada parte das matas existentes.

Nascia assim, no âmbito nacional um Código Florestal, modernizador, com objetivos delimitados para evitar ocupação em áreas frágeis, e ao mesmo tempo obrigar a conservação de uma parcela da flora nativa para garantir um mínimo de equilíbrio ecossistêmico e estimular a plantação e o uso racional das florestas (SOSFLORESTAS, 2011).

Outrossim, Código Florestal norteava-se por meio de fins jurídicos explicitando três pontos fundamentais delineados pelas florestas, as formas de vegetação úteis às terras que revestem e as terras propriamente ditas nos Arts. 2º e 3º especificamente.

> Os art. 2º e 3º determinavam o que eram as florestas de preservação permanente. As elencadas no art. 2º tinham origem legal, enquanto aquelas previstas pelo art. 3º possuíam origem em ato administrativo que assim as declarasse. As áreas de preservação permanente, basicamente, são aquelas protetoras das águas, localizadas ao redor de lagoas e ao longo dos cursos d'água, em distâncias que variam de acordo com a largura do curso. Também são de preservação permanente as vegetações situadas em topos de morros e encostas inclinadas, que evitam erosão e deslizamentos de terra, assim como a vegetação de restinga, fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues, devido à enorme importância de tais habitats para a reprodução da vida animal (BRASIL, 1965, p. 2-3).

Não obstante, essa Lei foi revogada pelo atual Código Florestal, Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012, que promulgou uma série de novos conceitos da esfera florestal.

Sendo que um destes conceitos enfatizou sobre as Áreas de Preservações Permanentes, como um conjunto de áreas protegidas em local de elevada relevância ou fragilidade ambiental (SILVA JUNIOR *et. al.,* 2017).

Doravante os autores frisam que esses lugares podem ser margens de nascentes, riachos rios e lagos, topos de morro, tais áreas podem ou não ser cobertas por vegetação nativa, com a função de preservar os recursos ambientais hídricos, paisagísticos ou de caráter geológico.

Acrescentando sobre as APPs, na ideia de Machado:

> A vegetação, nativa ou não, e a própria área são objeto de preservação não só por si mesmas, mas pelas suas funções protetoras das águas, do solo, da biodiversidade (aí compreendendo o fluxo gênico de fauna e flora), da paisagem e do bem estar humano. A área de preservação permanente - APP não é um favor da lei, é um ato de inteligência social e é de fácil adaptação às condições ambientais (MACHADO, 2007, p. 735)

Torna-se salutar fazer uma contextualização mensurado que o novo Código Florestal legitimado em 2012, trouxe a mesma definição conceitual já definida na Lei 4.771/65 em relação à função ecossistêmica prestada pelas Áreas de Preservação Permanente.

## 3.2 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APP

As áreas de preservação permanente, basicamente, são áreas protetoras das águas, e dos recursos naturais, localizadas nas margens de lagoas, lagos, nascentes e ao longo do curso da d'água, em distâncias marginais que variam de acordo com a largura da lâmina d'água e as características da área, possuindo um papel fundamental na proteção dos rios e na preservação de habitats para a reprodução e manutenção da vida animal.

As APP's são áreas insuscetíveis de exploração, que devem ser preservadas de forma absoluta, isto é, sem sofrer qualquer processo de modificação, pois constituem bens comuns de todos, que visam proteger os recursos hídricos e os leitos dos rios da erosão (MACHADO, 2011).

## 3.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Conforme Röhm (2003, p.1), as primeiras aplicações dos SIGs ocorreram no "início dos anos sessenta do século XX e buscavam soluções para os problemas de gerenciamento de dados espaciais georreferenciados, relativos ao uso da terra, dos recursos naturais e das análises ambientais".

A princípio, a utilização da tecnologia de geoprocessamento era restrita a atividades bélicas que proporcionaram juntamente com os satélites a geolocalização em tempo real de aliados e inimigos.

De acordo com Pena (2021) consiste na etapa de tratamento das informações obtidas por meio do sensoriamento remoto e do GPS para a produção de mapas, cartogramas, gráficos e sistematizações em geral. Tal procedimento consiste no uso de *softwares* especialmente programados para essa função, que são capazes de adicionar legendas e informações diversas sobre o espaço representado. Uma das ferramentas de Geoprocessamento mais conhecidas e utilizadas pelas pessoas é o *Google Earth*, disponibilizado tanto em *software* quanto por meio de acesso à internet.

Dialogando com Pena acerca da definição de geoprocessamento, segundo Lazzarotto (2002, p.1):

> Geoprocessamento é o conjunto de pelo menos quatro categorias de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial: - Técnicas para coleta de informação espacial (Cartografia, Sensoriamento Remoto, GPS, Topografia Convencional, Fotogrametria, levantamento de dados alfanuméricos); - Técnicas de armazenamento de informação espacial (Banco de dados – Orientado a Objetos, relacional, Hierárquico, etc.); - Técnicas para tratamento e análise de informação espacial, como Modelagem de Dados, Geoestatística, Aritmética Lógica, Funções Topológicas, Redes; e – Técnicas para o uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS – Geographic Information Systems, LIS – Land Information System, AM/FM – Automated Mapping/Facilities Management, CADD – Computer- Aided Drafting and Design.

Doravante o autor evidencia para compreensão a figura 1 a seguir para evidenciar as definições supracitadas anteriormente.

**Figura 1 – Geoprocessamento**




**Fonte:** Lazzarotto (2002)

Com o avanço da tecnologia aplicada ao geoprocessamento e com o aumento da qualidade da resolução de satélites essa tecnologia se tornou primordial nos dias atuais.

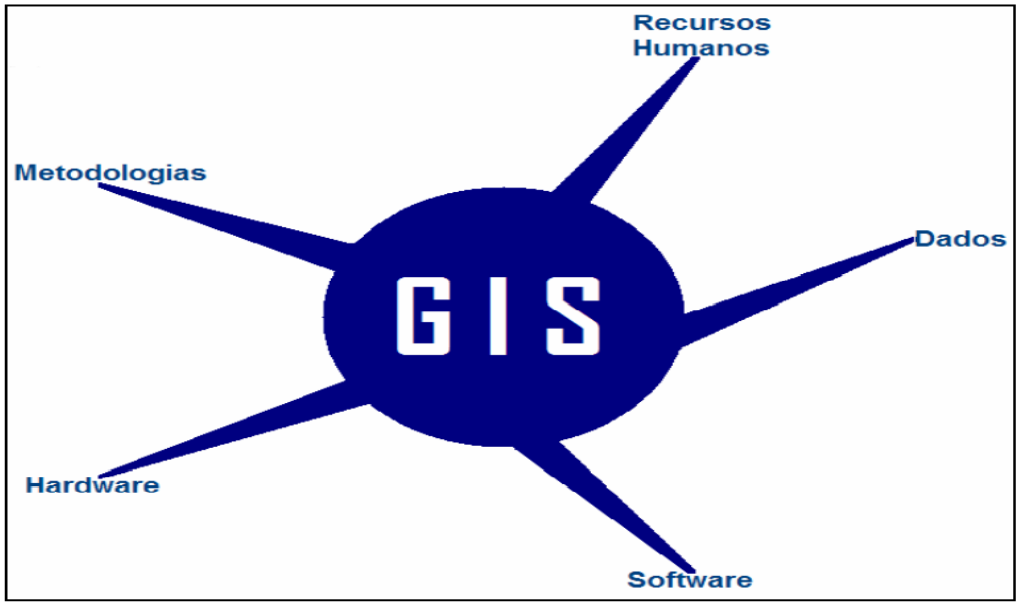
Todavia, ressalta-se mediante a ideia de Câmara (2005, p. 2):

> O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos.

Sua aplicação pode ser estendida a diversas áreas e ciências e dentre elas, a aplicação em análises ambientais, essa aplicação permite a obtenção de dados geográficos exatos juntamente com a aplicação ao Sistema de Informações Geográficas – SIG.

Nesse sentido, frisa-se que o SIG é caracterizado pela divisão sistematizada por software, hardware, dados, metodologias e recursos humanos (LAZZAROTTO, 2002). Partindo dessa organização o autor contextualiza-se a figura 2, para evidenciar o Sistema de Informação Geográfica que em muitas literaturas está representado pela sigla em inglês (GIS).

**Figura 2 – Sistema de Informação Geográfica - *Geographic Information Systems***



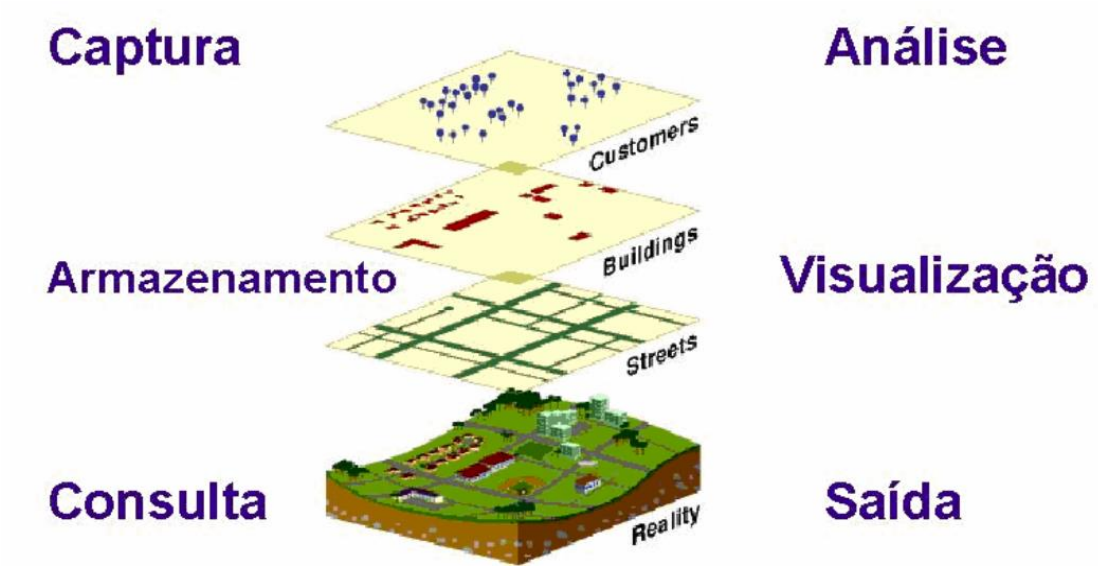

**Fonte:** Lazzarotto (2002)

Para Silva e Zaidan (2010), o geoprocessamento como uma tecnologia é consubstanciado como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigido em torno de um instrumental tornado disponível pela engenhosidade humana.

Sendo assim, o SIG possui em sua práxis significativas funções para a sua aplicabilidade que podem ser classificadas para a captura de dados, a efetivação de análises, além do armazenamento de dados, um mapeamento por meio da visualização e a consulta e a saída resultante das informações para demonstrar uma determinada realidade.

Neste escopo tornar-se-á salutar delinear a figura 3 que apresenta na ideia Serra (2003, p. 3) “as funções do SIG para comprovar o armazenamento informativo que consubstancia dados para o campo analítico”.

**Figura 3 – Funções do SIG**




**Fonte:** Serra (2003)

Destarte, pode-se nortear que o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um gerenciamento de bases por intermédio de uma sistemática de ferramentas adequadas no qual a propositura de sua aplicabilidade consiste no uso de técnicas para desenvolver análises precisas acerca dos dados alcançados.

## 3.4 PRÍNCIPIOS PARA APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS DE GEORREFERENCIAMENTO

### 3.4.1 Clima / Precipitação

O clima é um fator que sempre deve ser levantado e considerado nas obras de engenharia, principalmente em nosso país que possui grande extensão territorial, e por consequência alta variabilidade climática.

No cenário da cidade em que localiza-se o objeto do estudo, tem-se basicamente duas estações, sendo uma seca e outra chuvosa, o que pode influenciar diretamente nos projetos e cronogramas de execução.

Há um estreito vínculo entre chuvas intensas e os movimentos de massas, sendo a água da chuva considerada um grande elemento desencadeador de processos de instabilidade.

Essa relação pode se manifestar na elevação do grau de saturação do solo, que desencadeia perda de “coesão aparente”, no surgimento de pressão neutra, que desencadeia a diminuição da pressão efetiva, no aumento no peso do solo devido à elevação do grau de saturação, no surgimento de pressões hidrostáticas sobre o maciço devido ao acúmulo de água em fendas e trincas, e no aumento da percolação devido ao fluxo subterrâneo da água (FIORI, 2015).

Neste diálogo com Fiori, para Silva (2008), ainda que a água das chuvas pode levar ao enfraquecimento dos materiais, ocasionado pelo intemperismo químico, além de ocasionar erosões superficiais, que agem diretamente no talude, quanto mais desprotegido estiver o solo.

Essas erosões podem criar cicatrizes erosivas, também chamadas de ravinas ou voçorocas, que posteriormente podem evoluir para movimentos de massa, como os escorregamentos. Considerando-se assim, a água, como o mais importante agente natural desencadeante na ocorrência dos movimentos de massas.

Neste escopo, para a análise da estabilidade das áreas de proteção o fator climático, de maneira central o estudo das precipitações, como séries históricas, precipitações anuais máximas e máximas diárias, podem guiar o desenvolvimento de projetos geotécnicos, se tornando indispensáveis.

### 3.4.2 A Bacia Hidrográfica

A forma da terra, tais como os desníveis dos terrenos, orientam os cursos d’água e determinam a bacia hidrográfica, localizado num ponto mais baixo da paisagem.

Segundo ANA (2011) bacia hidrográfica é a região compreendida por um território e por diversos cursos d’água. Da chuva que cai no interior da bacia, parte escoa pela superfície e parte infiltra no solo.

A água superficial escoa até um curso d'água (rio principal) ou um sistema conectado de cursos d'água afluente; essas águas, normalmente, são descarregadas por meio de uma única foz (ou exultório) localizada no ponto mais baixo da região.

Da parte infiltrada, uma parcela é evaporada por meio de transpiração da vegetação e outra é armazenada no subsolo compondo os aquíferos subterrâneos.

### 3.4.3 O Uso e a ocupação do solo

Com a crescente urbanização e o acelerado crescimento populacional levaram ao uso acentuado do solo. Segundo Schlindwein *et al.* (2007) a termo "uso e cobertura do solo" é um conceito híbrido, formado por três palavras: uso, cobertura e solo.

O primeiro termo diz respeito ao que o homem constrói ou insere sobre a superfície ou como manejar o solo como agricultura, pastagens, cidades, entre outros.

O segundo se refere aos atributos físicos da superfície terrestre como florestas, campos, desertos. Por último o solo é a camada superficial da crosta terrestre oriundo da decomposição da rocha-matriz, sob influência do clima e de processos físicos, químicos e biológicos, no qual os vegetais se desenvolvem.

Em áreas nativas, o efeito da ação humana, na busca por recursos naturais varia de acordo com o grau de biodiversidade do ambiente e as características das espécies, onde por vezes, quando os processos naturais de ocupação sejam bruscamente modificados ou interrompidos, as consequências podem atingir ao nível de extinção de espécies nativas ou mesmo a propagação de alguma espécie invasora, causando desequilíbrio ambiental (BASTOS; ABILHOA, 2004).

### 3.4.4 Vegetação

A vegetação é consensualmente considerada a proteção natural dos solos e como mencionado anteriormente, os solos desprotegidos se tornam mais propícios a processos erosivos e eventualmente a processos de movimentos de massas.

As florestas desempenham um papel importante na proteção do solo e a retirada dela, seja por desmatamentos ou aberturas de clareiras pode levar a erosões ou movimentos coletivos de solo.

Todavia, é difícil precisar as influências da cobertura vegetal na estabilidade de taludes, mesmo assim, alguns pontos importantes devem ser analisados, como a resistência do sistema solo-raiz, o peso da cobertura vegetal e a força de arrasto do vento sendo aplicada nas copas das árvores (FIORI, 2015).

Dois pontos que podem ser destacados quanto a relação da cobertura vegetal e a estabilidade dos solos é que ocorre uma prevenção quanto a erosão superficial já que a vegetação diminui a velocidade do escoamento da água das chuvas e consequente desagregação pelo impacto das gotas de chuva no solo.

Além disso pode ocorrer o rebaixamento do lençol freático, diminuindo as pressões no solo. Esse rebaixamento acontece devido aos efeitos da transpiração e interceptação da vegetação (SILVA, 2008).

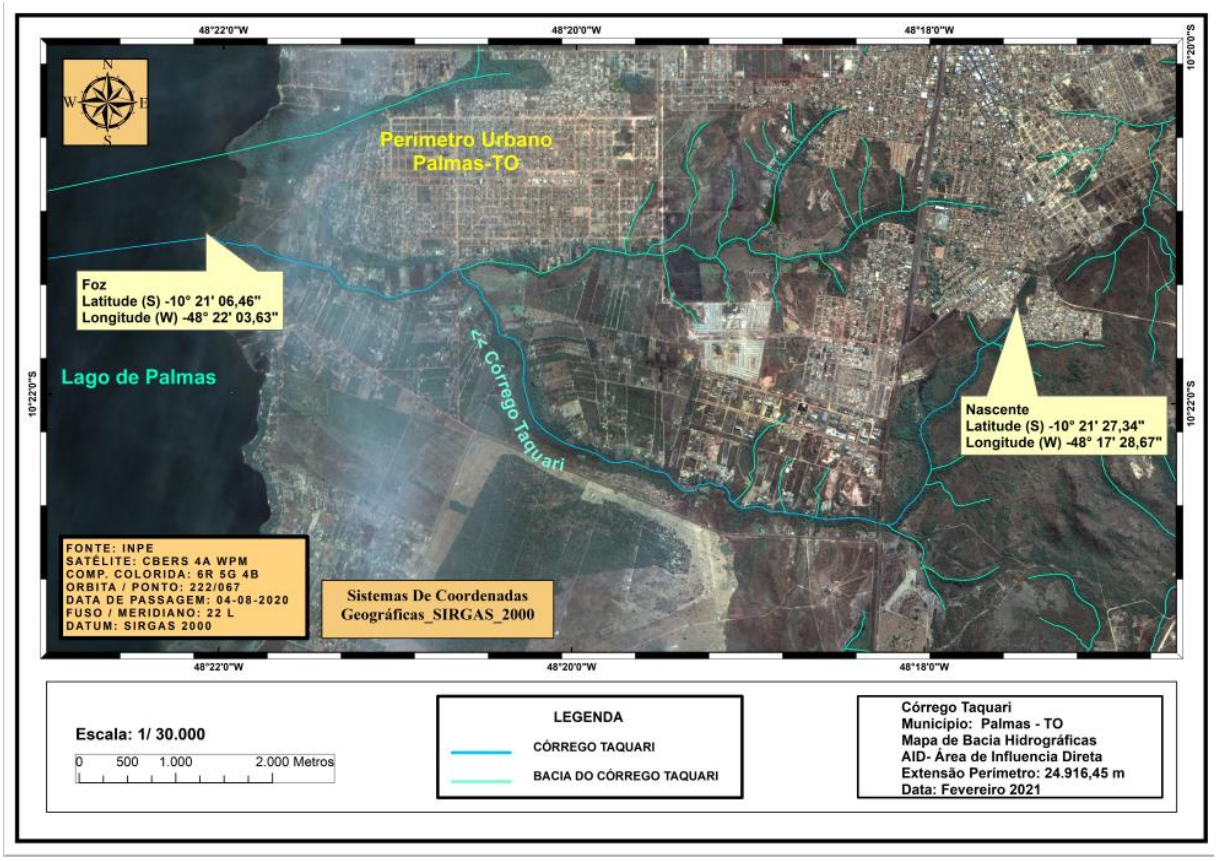
A vegetação é um fator visivelmente importante na prevenção dos movimentos de massas, visto que ela se alia na estabilidade de taludes protegendo o solo e minimizando os efeitos do principal agente desencadeante que são as precipitações.

# 4 METODOLOGIA

## 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O objeto de estudo está localizada na região sul do município de Palmas – TO, se limita a área marginal do percurso da Área de Preservação Permanente - APP do Córrego Taquari, o percurso do córrego se perfaz a partir das suas nascentes que estão localizadas na região sul do município, o trajeto do córrego segue pela direção norte e se estende por aproximadamente 15.878 metros até desaguar no Lago de Palmas-TO, conforme figura 4.

**Figura 4 – Carta Imagem do Córrego Taquari**




**Fonte:** Adaptado de INPE (2021)

A figura 4 demonstra uma imagem do satélite CBERS 4ª WPM do Córrego Taquari e da Bacia do Córrego Taquari, com as coordenadas geográficas da Foz no que concerne a Latitude (S) -10º 21’ 06,46” e a Longitude, (W) -48º 22’ 03,63”

possibilitando a compreensão do Perimétro Urbano no entorno do campo de estudo. Na imagem verifica-se também informações quanto a Nascente ao demonstrar a Latitude (S) -10º21” 27,34” e Longitude (W) -48º 17” 28,67”.

Todavia, para evidenciar os dados acerca da referida bacia hidrográfica do Córrego Taquari, utilizou-se os dados documentais de Hidrografia disponibilizadas pela Secretaria de Estado da Fazenda e Planejamento (SEFAZ, 2020), constituído por arquivos da Base de dados Geográficos do estado do Tocantins, também foram utilizados dados contendo informações de relevos Geologia e Declividade situado na bacia hidrográfica.

De acordo com Tucci (2014) também diz que a bacia hidrográfica é a área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exultório.

A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exultório. A ordem dos cursos d’água pode ser determinada seguindo os critérios introduzidos por Horton (1945) e Strahler (1964).

Utilizou-se neste trabalho a classificação apresentada por Strahler (1964), em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem.

Segundo Gribbin (2014) os elementos de uma bacia hidrográfica são linha imaginária, curso d’água e exultório. Ademais a linha imaginária delineia o limite da bacia de drenagem, sendo denominada divisor da bacia ou divisor de águas e determinada pela topografia da região.

O curso d’água é onde a bacia começa sendo que o exultório da bacia fica denominado como o ponto inicial que constitui o ponto de análise (ponto de saída) do escoamento produzido por ela.

A princípio, a utilização da tecnologia de geoprocessamento é limitada para as funções bélicas que possibilitam aos satélites a geolocalização em tempo real de aliados e inimigos.

Não obstante, com o avanço da tecnologia aplicada ao geoprocessamento e com o desenvolvimento qualitativo da resolução de satélites essa tecnologia se tornou essencial para eventuais atividades das mais variadas finalidades.

Assim, sua aplicação encontra no localizador em tempo real para veículos de automotores, monitoramento, e visibilidade com estados climáticos, em aplicações em análises ambientais, essa aplicação permite a obtenção de dados geográficos exatos juntamente com a aplicação ao sistema de informações geográficas – SIG.

Segundo Carvalho, Cruz e Nobre (1996) os métodos de análise de distribuição espacial, classificação de uso e cobertura do solo são especialmente úteis nas seguintes situações: na delimitação de áreas segundo a intervenção pretendida (buffers); quando o evento em estudo é gerado por fatores ambientais de difícil detecção.

Através da obtenção dos dados geográficos disponibilizados pela base de dados do governo estadual, adicionando os arquivos nos formatos, com uma leitura através do software ArcGis 10.3, complementando as informações já tratadas para seus devidos georreferenciamento de pontos e polígonos definidos dentro do programa específico, com imagem devidamente tratada obtém-se o processo de vetorização das camadas pertencentes ao resultado final dos dados com total de informações complementares no que tange a AcsGIS como finalidade prevista.

Quando reunidos em conjunto pode-se aplicar as ferramentas de delimitação SIG dentre elas a *Buffer, Trace, Clip, Erase.* Dessa forma torna-se salutar compreender a definição dos respectivos termos para assim ter o entendimento da aplicabilidade dessa ferramenta.

- BUFFER - é uma pequena área de memória ultra-rápida usada para melhorar a velocidade de acesso a um determinado dispositivo. É encontrado em HDs, gravadores de CD, modems, e muitos outros. Apesar de serem sinônimos, o termo "buffer" é mais usado em relação aos dispositivos anteriormente citados enquanto o termo "cache" é mais usado com relação aos processadores e memória RAM (MORIMOTO, 2015);
- TRACE – é uma ferramenta que facilitam a vida e o trabalho e fazem muita diferença em um pacote GIS. Uma delas se destaca com facilidade. Esta ferramenta possibilita de uma maneira que não poderia ser mais simples, reconstruir polígonos, ajustar bases de dados ou mesmo gerar novos polígonos e linhas a partir de *layers* base ou mesmo arquivos CAD, etc. (FOREST-GIS, 2020);

- CLIP - Ferramenta usada para extrair de um *layer* de entrada as feições que se sobrepõe com um segundo *layer*. Só funciona com polígonos e os atributos do *layer* de entrada são preservados na saída (FOREST-GIS, 2020);
- ERASE: Ferramenta que possibilita apagar de uma camada de entrada de uma segunda camada chamada *Erase Feature*. O resultado é um *layer* de saída que é o *layer* de entrada com o *erase layer* removido da mesma (FOREST-GIS, 2020).

Além disso, a utilização do software QGIS 3.10.3-A Coruña, que realiza o tratamento e a mesclagem das bandas para conclusão e fusão das imagens obtidas para consubstanciar os resultados para análise.

Teixeira e Christofoletti (1997) afirmam que na utilização em SIG “buffer” significa uma forma de análise de proximidade onde zonas de uma determinada dimensão são delimitadas em volta de uma feição ou de um elemento geográfico, levando-se em conta um determinado atributo.

## 4.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

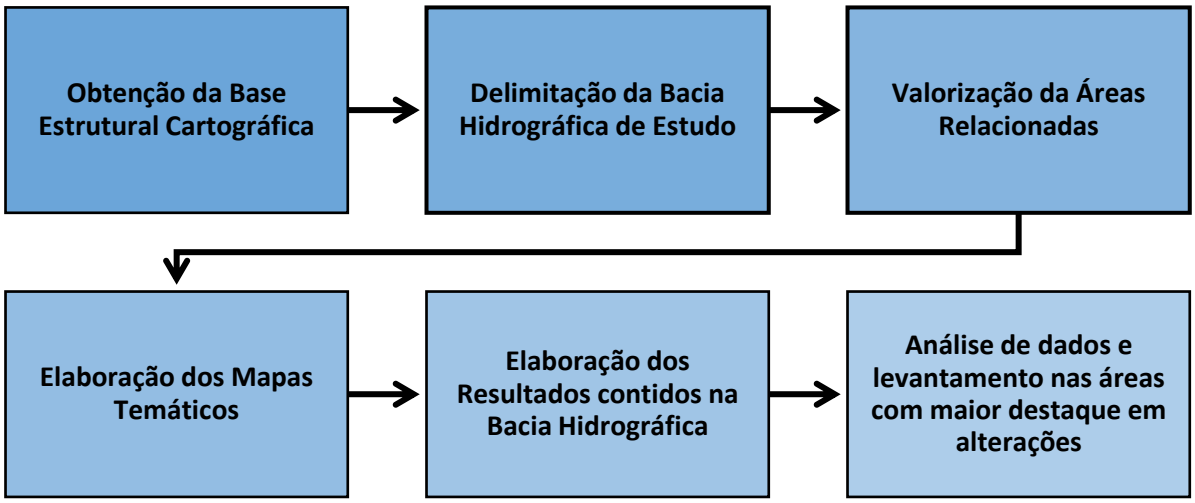
O instrumento de coleta de dados partiu da preparação e tratamento de arquivos e pesquisa documental, que foi utilizada mediante a necessidade da fundamentação legal que trata sobre as Áreas de Preservação Permanente – APP, a utilização de imagens de satélite nos últimos anos da pesquisa trata se alta resolução visando uma melhor definição e delimitação, utilizando fonte de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – (INPE), da cobertura do solo, outro instrumento que foi utilizado é o da coleta de dados espaciais nos órgãos ambientais sendo eles municipais, estaduais e federais mediante a base cartográficas e de dados geográficos de maneira georreferenciadas em formato *raster* e *shapefile* para melhor dinâmica de funcionalidade, do processamento e aplicação ao Sistema de Informações Geográficas - SIG.

Esses dados e arquivos são compostos pelas seguintes informações:

- Base hidrográfica do Córrego Taquari.
- Base do plano diretor do município de Palmas – TO.
- Base vetorial do zoneamento urbano.
- Base cartográfica declividade da área do estudo.
- Base de dados em formato raster da cobertura do solo na área do estudo.

- Imagens temporal de satélite LANDSAT-7, e, LANDSAT-8.
- Imagens temporal de satélite CBERS4A WPM L4 DN.

**Figura 5 - Fluxograma dos processos em ordenação**




**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Para aquisição da base cartográfica na finalidade de gerar os mapas temáticos de uso e ocupação do solo, buscou-se por dados formatos em *shapefile,* adquiridos no site da Secretaria da Fazenda e Planejamento (SEPLAN, 2012), por meio dos arquivos pós-processados, disponível para ampla atividade, sem a necessidade de processamento e tratamento na delimitação apresentada pelo site.

Além das atribuídas camadas de Hidrografia, zoneamento urbano, e da declividade, para junto complementar a faixa contínua de relevo a partir das curvas de níveis apresentadas, com os valores da altitude, identificada.

Os softwares computacionais, utilizados são: *ArcGis versão 10.1, Google Earth, AutoCad, QGIS 3.10.3-A Coruña,* e, o *Trackmaker PRO*. Após devidamente com base de dados baixados, importados para software *ArcGis versão 10.1*, determinado o fuso com a definição da projeção (Coordenadas Geográficas do Tipo Latitude Longitude – Datum: SIRGAS 2000 – Projeção: UTM Sul, Zona 22: 54W a 48W), visando o bom desempenho do programa, capaz de calcular e dimensionar áreas e distâncias, através de comandos, próprios e automáticos, no tratamento de imagens obtidas pelo site do *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.*

Não obstante, foi empregado para este trabalho bandas compostas 6, 5,4 RGB, do satélite CBERS 4ª WPM L4 DN, para o ano de 2020, para os demais anos anteriores, ocorreu a mesclagem das bandas 2, 4, 7 RGB, dos satélites LANDSAT-7, e, LANDSAT-8, para essa etapa de mesclagem utiliza-se o software *QGIS 3.10.3-A Coruña,* capaz de executar o pós-processamento e composição das bandas, dos satélites, com intuito de amostragem visual, na cobertura vegetal, para elaboração dos resultados, fez-se composição infravermelho e composição de falsa cor.

**Tabela 1 – Informações e Composições das imagens do satélite**

| Ano de Passagem Imagem | Resolução Geométrica | Satélite | Composição Bandas – RGB | Composição Bandas RGB – Falsa Cor |
|---|---|---|---|---|
| **1990** | **30 metros** | **LANDSAT -5** | | **7-4-2** |
| **1995** | **30 metros** | **LANDSAT -5** | | **7-4-2** |
| **2000** | **15 metros** | **LANDSAT-7** | **2-4-7** | |
| **2005** | **15 metros** | **LANDSAT-7** | **2-4-7** | |
| **2010** | **15 metros** | **LANDSAT-7** | **2-4-7** | |
| **2015** | **15 metros** | **LANDSTA-8** | **2-4-7** | |
| **2020** | **2 metros** | **CBERS4A** | **3-2-1+PAN** | |

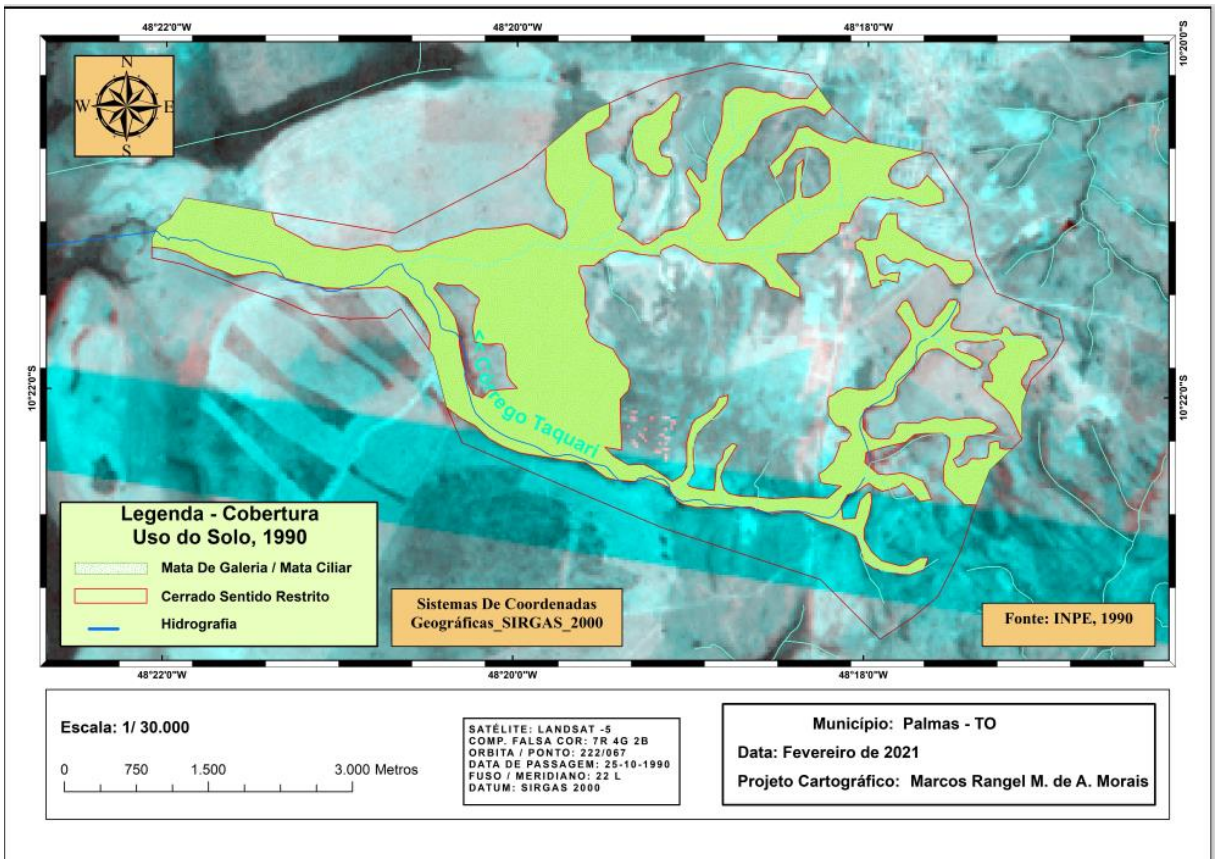
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

# 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para evidenciar todos os aportes necessários para análise e discussão dos resultados nesse estudo, elaborou-se por meio de imagens do geoprocessamento de satélite, fazendo um panorama através dos anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020 que viabilizou detalhes para nortear informações sobre a temática da pesquisa em conformidade com os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, todavia elaborado pelo autor.

Nesse sentido, apresenta-se a seguir na figura 6 a Imagem Cartográfica referente ao ano de 1990.

**Figura 6 – Imagem Cartográfica – 1990**



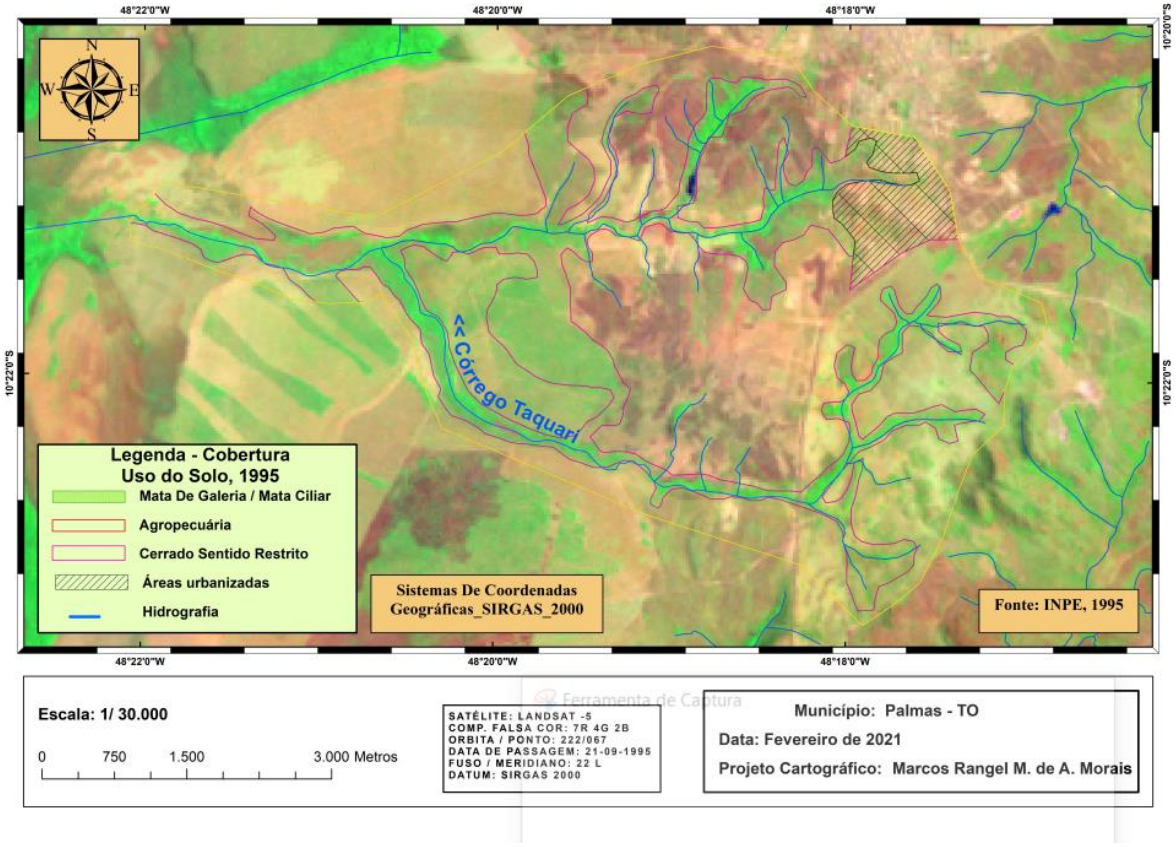

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Na imagem pode-se observar conforme demonstrando que no ano de 1990 as questões de solo, da mata ciliar e a hidrografia do Córrego do Taquari no município de Palmas. Destaca-se no respectivo ano da imagem o total de áreas de APP´s da Bacia do Córrego do Taquari correspondia ao total de 233, 98084 hectares.

Na visão de Schaffer, Rosa e Servulo, et al. (2011), a mata ciliar são áreas no entorno de nascentes e nas margens de riachos, rios e lagos – naturais ou artificiais – são Áreas de Preservação Permanente (APPs), locais onde não é permitida a exploração de madeira.

O projeto cartográfico apresentado pelo autor da pesquisa foi contextualizada por meio do Satélite Landsat-5, com composições em uma mesclagem de cores numa configuração em três bandas especificadas em 7R, 4G e 2B pelo programa ArcGIS formada pela imagem da orbita/ponto de 222/067. Sendo que a data de passagem foi em 25 de outubro de 1990 em um fuso de 22 de latitude. Em seguida discorre-se a figura 7 referente a imagem do ano de 1995.

**Figura 7 – Imagem Cartográfica – 1995**



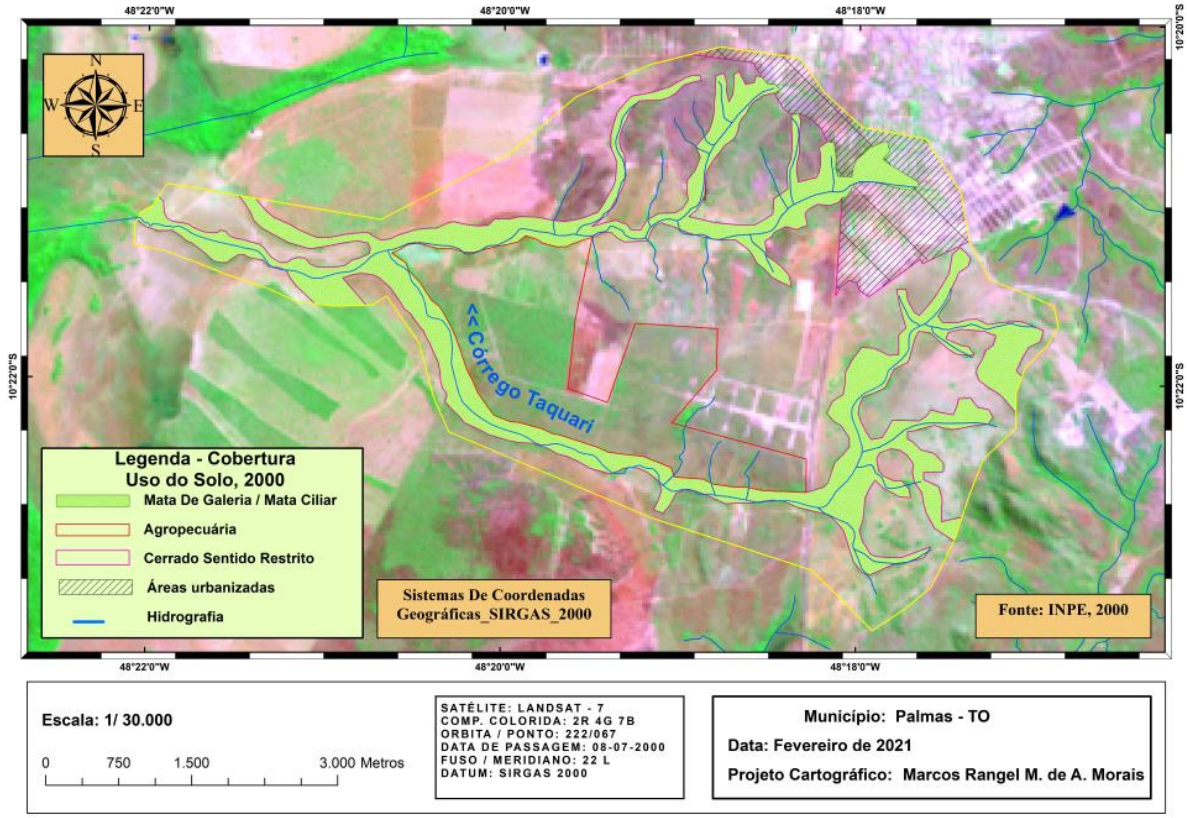

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Percebe-se na figura o iniciar de uma mudança na localidade quanto a Mata ciliar a partir do ano analisado da imagem. Seguindo a mesma sistemática do projeto apresentado anteriormente no qual obteve-se a partir dos dados do Satélite Landsat-5, pelas composições no que tange a cor pelas bandas em 7R, 4G e 2B que

possibilitou o resultante da imagem na orbita/ponto de 222/067, no entanto a data de passagem foi de 21 de setembro de 1995, porém com o mesmo fuso/meridiano.

Doravante norteou-se os resultados quanto a imagem da região do Córrego Taquari referente ao ano de 2000.

**Figura 8 – Imagem Cartográfica – 2000**

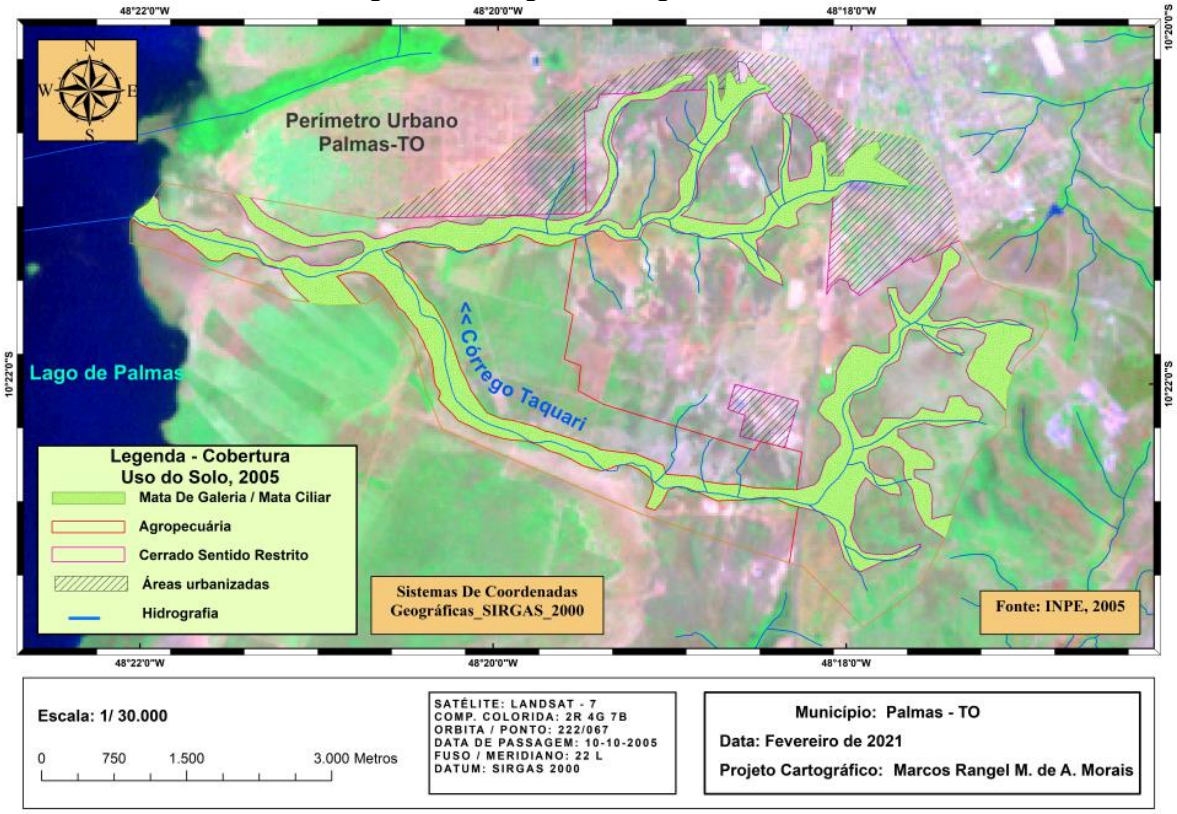



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

A imagem da Figura 8 seguiu os mesmos parâmetros das que já foram evidenciadas, contudo ao analisar ver-se que as áreas urbanizadas no ano de 2000 aparece com um maior crescimento, o que significa uma diminuição da mata ciliar, da hidrografia, percebe-se que a população e agropecuária começam a ascender na região. Diferentemente dos demais projetos cartográficos a data de passagem foi em 08 de julho de 2000.

De forma sequencial organizou-se a imagem do ano de 2005 estruturada na Figura 9.

**Figura 9 – Imagem Cartográfica – 2005**



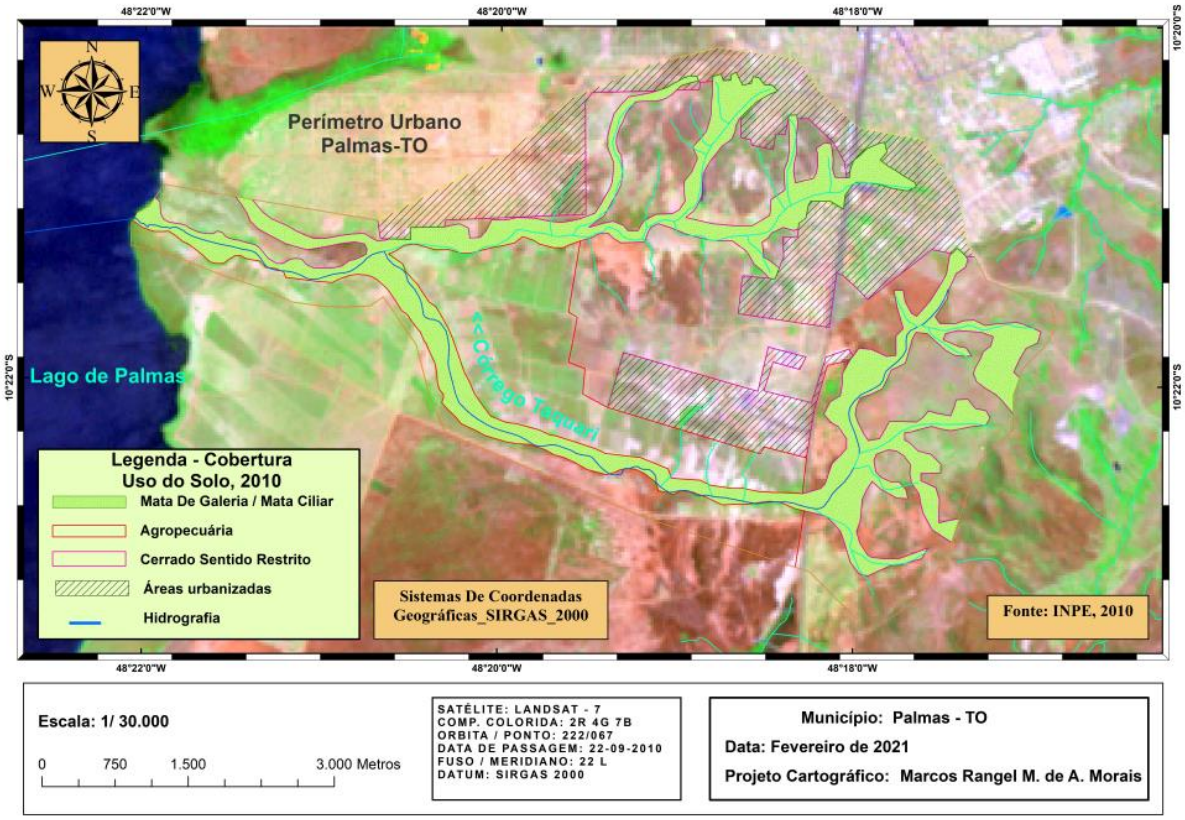

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Ao analisar a respectiva figura verifica-se nitidamente o crescimento das áreas urbanizadas em uma porcentagem de 13,9%, bem como uma diminuição da hidrografia diante da perspectiva do uso de solo.

Consequentemente também ocorreu alterações na mata ciliar de acordo com a imagem disponibilizada pelo Satélite LANSAT 7 na data da passagem em 10 de outubro de 2005. Frisa-se que o projeto cartográfico seguiu novamente os parâmetros supracitados.

Tão logo, na busca de panoramas para verificar os resultados quanto as áreas de preservação permanente no Córrego Taquari em Palmas, o referido pesquisador realizou o delineamento do projeto cartográfico referente ao ano de 2010 enfatizado na Figura 10, descrito a seguir:

**Figura 10 – Imagem Cartográfica – 2010**



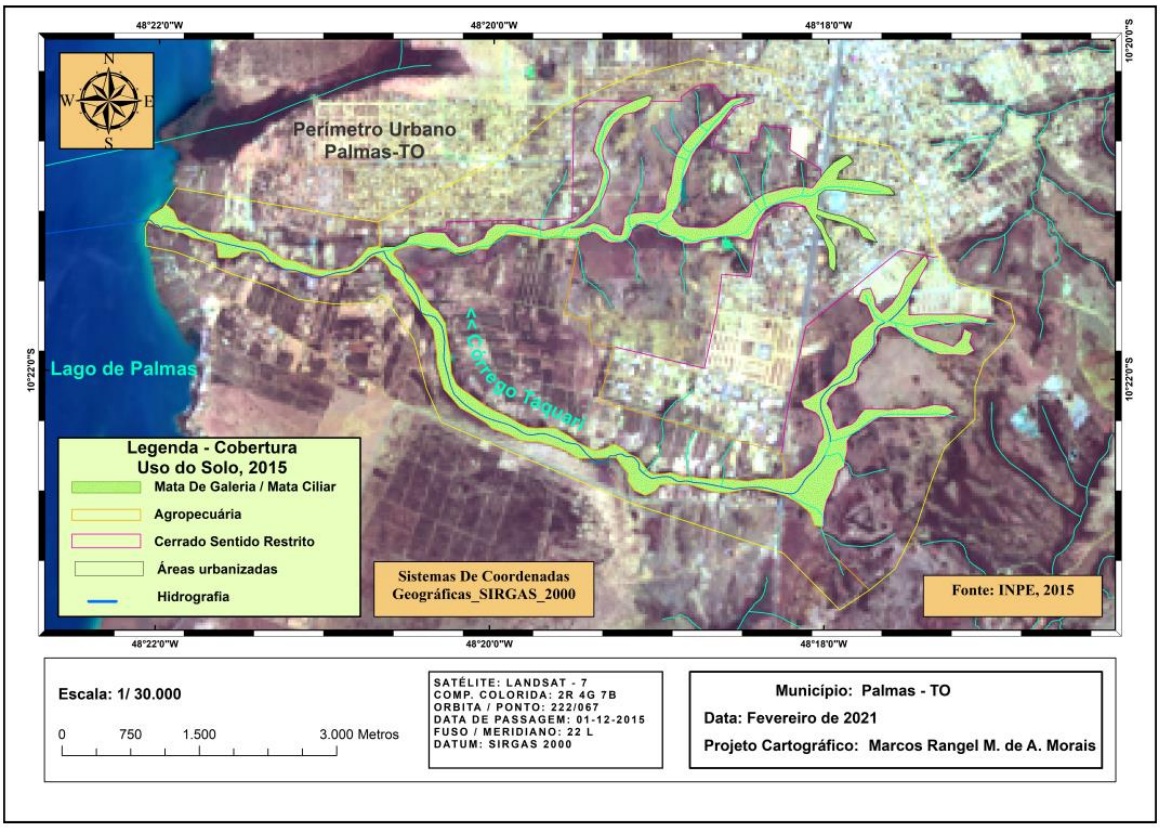

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Continuando as análises, no ano em tela de 2010 as áreas urbanizadas ampliam-se significativamente, propagando o aumento da agropecuária e o cerrado sentido restrito.

Verifica-se que o entorno do córrego vai sendo habitado em uma proporção que diminui a hidrografia e ocasiona um processo de degradação segundo a imagem discutida na data de passagem do dia 22 de setembro de 2010.

Em busca de maiores aportes comparativos para verificação do impacto da APP´s no elencado Córrego, contextualizou-se a imagem do ano de 2015, estruturada na Figura 11.

**Figura 11 – Imagem Cartográfica – 2015**



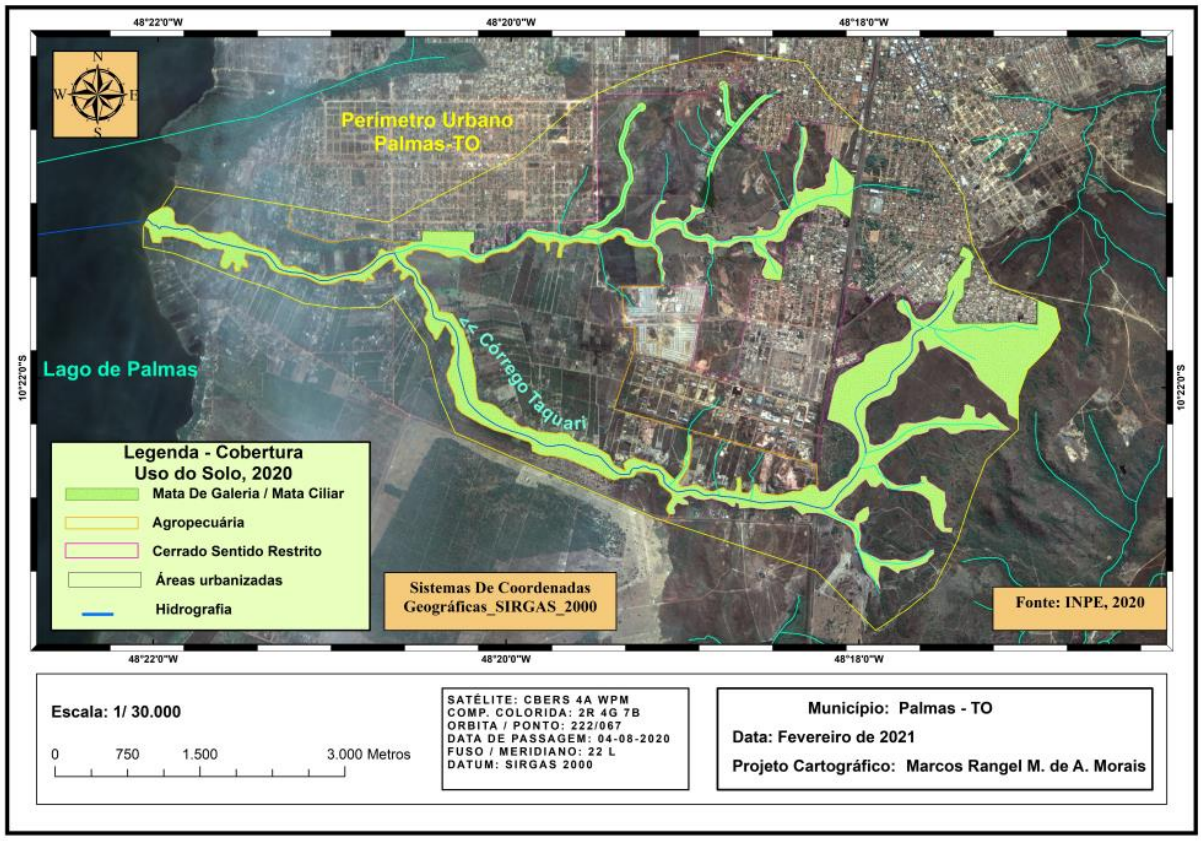

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

A imagem quando ao projeto cartográfico do ano de 2015 na data de passagem do dia 1º de dezembro de 2015, afirma a continuidade de expansão das áreas urbanizadas, nas áreas de agropecuária, porém o começo de uma instabilidade quanto ao Cerrado Sentido Restrito, não obstante com a mata ciliar menor.

Como último projeto cartográfico mensurou-se a imagem do ano de 2020 para evidenciar um estudo sobre as medidas mitigadoras no que tange aos eventos ocorridos na área sejam eles ocasionados por ocorrências de impactos sejam eles de natureza física, biótica ou antrópica dos pontos críticos do objeto dessa pesquisa.

Dessa forma, estruturou-se a imagem dados do Satélite CBERS 4A WPM, por meio das composições das três bandas para proporciona a orbita/ponto 222/067 figura 12.

**Figura 12 – Imagem Cartográfica – 2020**



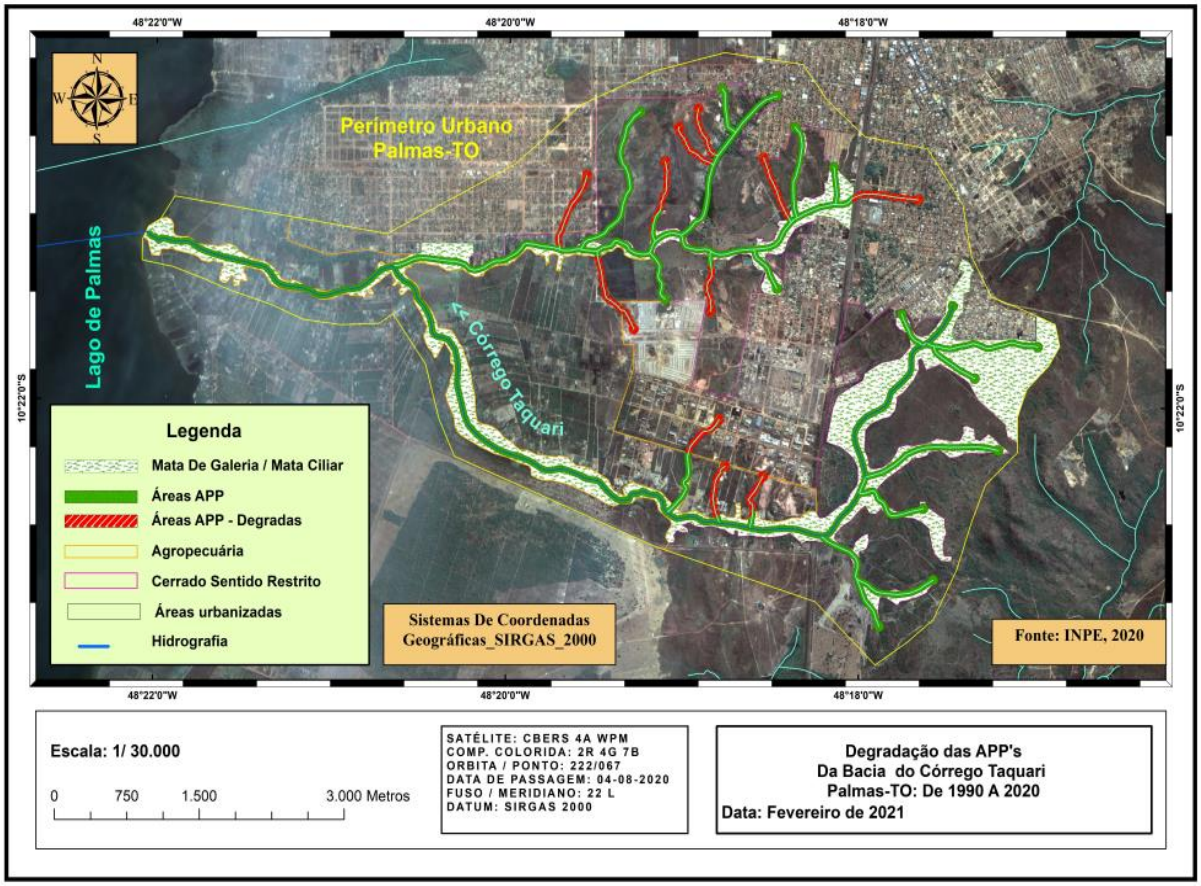

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

O retrato da imagem demonstra como as áreas urbanizadas ascendeu no entorno do córrego, bem como diminuiu a mata ciliar e as questões agropecuária também cresceu no referido ano.

Após mensurar as imagens resultantes do processamento digital de forma cronológica dos elencados anos, percebeu-se de forma resumida alguns aspectos fundamentais que viabilizam a compreensão por meio do Geoprocessamento acerca da visualização das delimitações ocorridas nas áreas de preservação permanente ocorridas na Bacia Hidrográfica do Córrego Taquari.

De forma mais exemplificada a imagem 13 apresenta um panorama contextualizado da realidade das APP´s da Bacia do Córrego Taquari de maneira a visualizar os todos os campos  captados pelo satélite para mensurar os resultados evidenciados acerca dos pontos críticos da referida localização.

**Figura 13 – Degradação das APP´s – Bacia Córrego Taquari**




**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Quando se observa a imagem 13 é realizam um comparativo com o ano de 1990 verifica-se uma significativa degradação das APP´s em decorrência da crescente área urbanizada, da agropecuária, que totalizou uma porcentagem 18,81% de área atingidas que equivale 44,009 hectares. Essa visualização foi consubstanciada pelo Satélite CBERS 4ª WPM na data de passagem em 04 de agosto de 2020.

Frisa-se que a partir dessas imagens contextualizou-se tabelas e gráficos para enfatizar em porcentagens os anos apresentados para nortear as alterações ocorridas na supracitada bacia.

Sendo assim, no que tange às áreas urbanizadas discorre-se os resultados na Tabela 2:

**Tabela 2 – Áreas (ha) Urbanizadas**

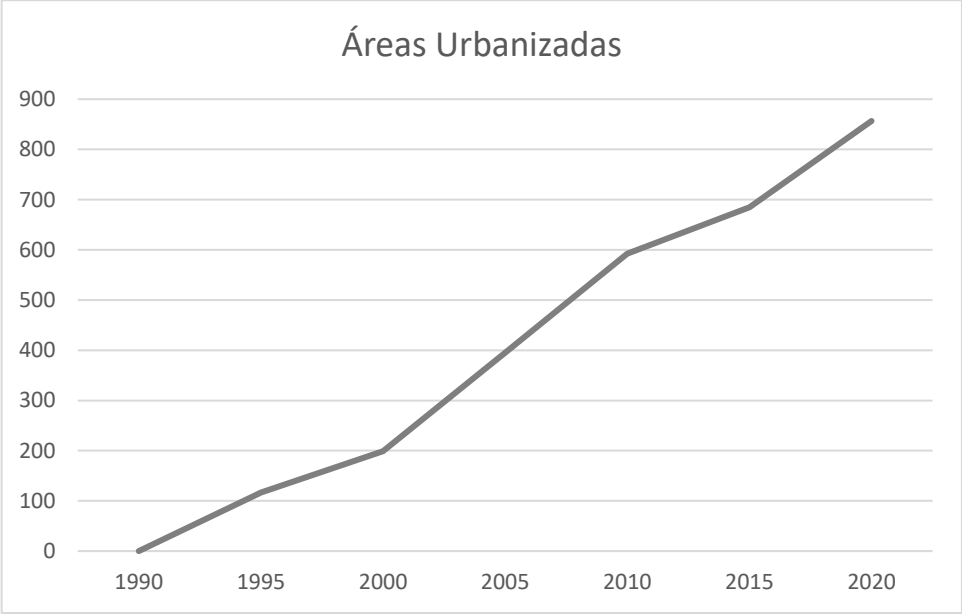
| Ano | | Taxas de Crescimento |
|---|---|---|
| 1990 | 0 | 0,0% |
| 1995 | 116,5259 | 4,1% |
| 2000 | 198,8777 | 7,0% |
| 2005 | 395,193 | 13,9% |
| 2010 | 592,0103 | 20,8% |
| 2015 | 684,6427 | 24,1% |
| 2020 | 856,5436 | 30,1% |
| | 2843,793 | |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Ressalta-se que a Tabela 2 demonstra as áreas urbanizadas no que se refere a expansão da ocupação, visto que ao iniciar os mapas no ano de 1990 o crescimento estava demarcando o%, a partir de 1995 foi para 4,1%, a posterior em 2000 esse valor subiu para 7%, já no ano de 2005 ficou em 13,9%, em 2010 quase dobrou para 20,8%, mas em 2015 para 24,1% e por fim em 2020 estava em 30,1%.

Assim, verifica-se uma curva de crescimento conforme o Gráfico 1:

**Gráfico 1 - Crescimento áreas urbanizadas**




**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Assim, como na Tabela 2, verificou-se o crescimento gradativo na ocupação referente aos anos observados no Gráfico 1. Doravante a Tabela 3, frisa sobre as

questões interligada a agropecuária, pois o manuseio no cultivo de plantas e o desenvolvimento da pecuário por intermédio da criação dos diversos tipos de animais propagam a oportunidade de matérias-primas para o consumismo do ser humano, bem como pela viabilidade de produtos essenciais para a sociedade.

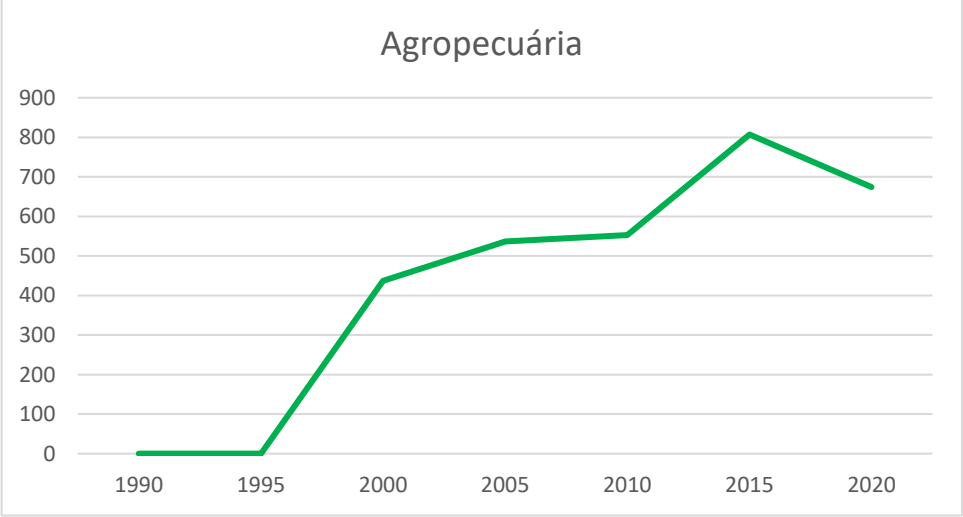
**Tabela 3 - Áreas (ha) Agropecuária**

| | Agropecuária | |
|---|---|---|
| 1990 | 0 | 0,0% |
| 1995 | 0 | 0,0% |
| 2000 | 436,90661 | 14,5% |
| 2005 | 536,808761 | 17,9% |
| 2010 | 552,7587 | 18,4% |
| 2015 | 806,9456 | 26,8% |
| 2020 | 673,8004 | 22,4% |
| | 3007,220071 | |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Seguindo os mesmos parâmetros de análise, norteia-se na Tabela 3, um crescimento gradativo começando com 0% em 1990 chegando em dez anos o perfilar de 22,4%, nota-se que está sendo em pequenas proporções. A agropecuária representa um cuidado com as plantas e os animais o que propaga na preservação de espaços e colaboram na questão ecológica, além do abastecimento social.

**Gráfico 2 - Agropecuária**




**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

No Gráfico 2, a linha que demonstra os resultados, aponta que ao chegar no ano de 2015, uma certa queda ao mensurar o ano de 2020.

Seguidamente, contextualiza-se a Tabela 4, destacando sobre o Cerrado Sentido Restrito:

**Tabela 4 – Áreas (ha) Cerrado Sentido Restrito**

| | Cerrado Sentido Restrito | |
|---|---|---|
| 1990 | 1679,751 | 18,5% |
| 1995 | 1843,334 | 20,3% |
| 2000 | 1543,737 | 17,0% |
| 2005 | 1244,906 | 13,7% |
| 2010 | 1054,755 | 11,6% |
| 2015 | 922,5866 | 10,1% |
| 2020 | 802,2296 | 8,8% |
| | 9091,297 | |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

Diferente das demais tabelas e gráficos anteriormente apresentados, quando se enfatiza sobre o Cerrado Sentido Restrito, a Tabela 4 descreve que no iniciar do ano de 1990 começa com 18,5% (1679,751 hectares), fechou-se no ano de 2020 com uma baixa de 8,8% (802,2296 hectares), sendo que entre os anos de 1995 a 2015 ficou oscilando os respectivos dados.

Entende-se por Cerrado em conformidade com a Embrapa (2017), a presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas.

Dados estes que são demonstrando na linha no Gráfico 3:

**Gráfico 3 - Cerrado Sentido Restrito**




**Fonte:** Elaborado pelo autor (2021)

O gráfico 3, evidenciou uma amostragem sobre o Cerrado Sentido Restrito iniciando no ano de 1990, verificando uma presença maior para o ano de 1995, todavia, seguidamente a cada 05 (cinco) anos foi tendo uma queda que persiste até o ano de 2020. Frisa-se que o gráfico retratou o acompanhamento conforme os anos das irregularidades  ocasionadas por queimadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao chegar nas considerações finais deste estudo pode-se enfatizar que os dados evidenciam respostas quanto aos objetivos propostos pela temática no que tange ao Córrego do Taquari em Palmas no Estado do Tocantins.

Para tanto, no perfilar da pesquisa os cruzamentos de imagens foram essenciais para averiguar as APP´s da referida localização ao contextualizar um panorama dos anos de 1990 a 2020 por meio de imagens do satélite Landsat.

Ademais, através das figuras tornou-se possível verificar o geoprocessamento quanto a área do Córrego Taquari em decorrência do crescimento urbano, da agropecuária e da diminuição das áreas de preservação, afirmativa vista pela porcentagem no ano de 2020, no total de 18,81% de área atingidas que equivale 44,009 hectares em termos do resultado comparativo do ano de 1990.

Dessa forma, contextualiza a importância de uma ação interventiva, pois existem leis que prever cuidados as áreas de preservação permanente, consubstanciando cuidados com as águas e com os recursos naturais que visam garantir o meio ambiente para a reprodução e manutenção da vida animal.

Finalizando a elencada pesquisa frisa-se que para dirrimir quadros como este demonstrado no estudo, torna-se importante a atuação do profissional da Engenharia Ambiental e Sanitária que tem em sua práxis funcional deliberar ações que assegurem a a preservação do meio ambiente e resolução de problemáticas ocasionadas pela ação humana com a aplicabilidade das tecnologia disponível e apropriada.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Comitê de Bacia Hidrográfica**: o que é e o que faz?. Brasília: SAG, 2011. Disponível em : http://arquivos.ana.gov.br/eBooks/caderno1/index.html#p=4. Acesso: 19 de out. de 2020.

BASTOS, L. P.; ABILHOA, V. A utilização do índice de integridade biótica para avaliação da qualidade de água: um estudo de caso para riachos urbanos da bacia hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, Paraná. **Revista Estudos de Biologia**, v. 26, n.55, p. 33-44. 2004.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Brasília, 1965.

BRASIL. **Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012.

CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A. et al. **Banco de dados geográficos**. Curitiba: Mundogeo, 2005, p. 11-52.

CARVALHO, M. S.; CRUZ, O. G.; NOBRE, F. F., 1996. **Spatial partitioning using multivariate cluster analysis and a contiguity algorithm**. Statistics in Medicine, 15 (in press).

FIORI, Alberto Pio. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas:** aplicações na estabilidade de taludes. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FORESTGIS. **As 10 ferramentas de geoprocessamento que todo analista GIS precisa conhecer.** 2020. Disponível em: https://forest-gis.com/2020/03/as-10-ferramentas-de-geoprocessamento-que-todo-analista-gis-precisa-conhecer.html/. Acesso em 25 de mai. 2021.

GRIBBIN, Jonh E., **Introdução à Hidrologia, Hidráulica e Gestão de Águas Pluviais**, [revisor técnico Marcelo Libânio, tradutora Andrea Pisan], São Paulo, SP, Editora Cengage Leraning, 2014.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of América Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

LAZZAROTTO, D. R. **O que são geotecnologias**. 2002.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**.15. ed. São Paulo: Malheiros, 2007, p. 735.

MACHADO, P. A. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2011.

MORIMOTO, Carlos E. **Buffer.** 2015. Disponível em: https://www.hardware.com.br/termos/buffer. Acesso em 25 de mai. 2021.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"SIG"**. Brasil Escola. 2021. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/geografia/sig.htm. Acesso em 16 de abr. 2021.

RÖHM, S.A. **O que é Sistemas de informações geográficas**. Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Engenharia Civil, 2003.

SANTOS, Marina Gontijo dos. **Zoneamento Ambiental da área da Unidade de Conservação Itiúba em Palmas-TO para embasar a sua implantação como parque linear.** Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Tocantins. Palmas-TO, 2015.

SCHAFFER, Wigold Bertoldo; ROSA, Marcos Reis; SERVULO, Luiz Carlos et al. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & amp; Áreas de Risco:** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011.

SCHLINDWEIN, J.R.; DURANTI, R. R.; CEMIN, G.; FALCADE, I.; AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1103-1107.

SERRA, G. **Arcview 8.2**. Imagem - Soluções de Inteligência Geográfica: São José dos Campos, 2003.

SILVA, A.C.; ZAIDAN, R. T. Bacia Hidrográfica Do Rio Paraibuna. **O Zoneamento do uso e cobertura da terra por imagens de Satélite como subsídio para o Planejamento e a Gestão de Recursos**, v. 6, 2010, p. 124-140.

SILVA JUNIOR, Juraci Pereira. APARECIDA, Rafaela. ASSIS, Renato Borges de. SANTOS, Carla Cristina Jesus dos. **Histórico e conceitos do Código Florestal de 1965**. 2017. Disponível em: https://jus.com.br/artigos/58371/historico-e-conceitos-do-codigo-florestal-de-1965. Acesso em 01 de abr. 2020.

SILVA, Marcos Antônio. **Aplicação de lógica nebulosa para previsão do risco de escorregamentos de taludes em solo residual**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Civil) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 150. 2008.

STRAHLER, A.N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, Ven Te (Ed.). **Handbook of applied Hidrology**. New York: McGraw-Hill, 1964. p. 4.39-4.76.

SOSFLORESTAS, CARTILHA **O Código Florestal em perigo. Código Florestal:** Entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação florestal. 2011.

TEIXEIRA, A.L.A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de Informações geográficas: Dicionário ilustrado**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997. 19 pg.

TOCANTINS. **Bases Vetoriais**. SEFAZ-TO**.** 2020. Disponível em: http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais, Acesso em 08 de out. 2020.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciências e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: ABRH, 2014.

VALLE, Raul Telles do. **O perigo de se anular o código florestal**. n. 906, ano 77. jun., São Paulo: Editora Paulinas, 2011.