

---

# **CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA DA ZONA RIPÁRIA DO RIO TOCANTINS NO TRECHO DE ESTREITO A IMPERATRIZ-MARANHÃO, BRASIL**

**CHARACTERIZATION OF LAND USE AND LAND COVER IN THE RIPARIAN ZONE OF THE  
TOCANTINS RIVER IN THE STRETCH FROM ESTREITO TO IMPERATRIZ-MARANHÃO, BRAZIL**

**CARACTÉRISATION DE L'OCCUPATION DES SOLS ET DE L'OCCUPATION DES SOLS DANS LA  
ZONE RIVERAINE DU FLEUVE TOCANTINS DANS LE TRONÇON ESTREITO  
À IMPERATRIZ-MARANHÃO, BRÉSIL**

Elza Ribeiro dos Santos Neta<sup>1</sup>

Idevan Gusmão Soares<sup>2</sup>

Luiz Carlos Araujo dos Santos<sup>3</sup>

Claudio Fabian Szlafsztein<sup>4</sup>

---

**RESUMO:** O processo de transformação da zona ripária no trecho estudado sinaliza uma mudança na paisagem na escala temporal de 1997 a 2018, para compreender essa mudança, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar o processo de transformação da paisagem da zona ripária do rio Tocantins na seção Usina Hidrelétrica de Estreito ao ponto de captação de água da Suzano no período de 1997 a 2018. Para atingir o objetivo utilizou as técnicas de geoprocessamento para delimitar a zona ripária e estabelecer o uso e cobertura da terra. Os procedimentos permitiram estabelecer como resultado a delimitação da zona ripária equivale uma área de 5.681,54 km<sup>2</sup>, o uso e cobertura da zona ripária foi dividida em seis classes: agropecuária, solo exposto, uso urbano, vegetação, água e não identificado. No período estudado verificou uma redução na área de agropecuária e um crescimento das áreas de solo exposto e da vegetação.

**Palavras-chave:** Zona ripária. Uso e cobertura da terra. Rio Tocantins.

**ABSTRACT:** The transformation process of the riparian zone in the studied section signals a change in the landscape in the time scale from 1997 to 2018, in order to understand this change, the present work aimed to characterize the process of transformation of the riparian zone landscape in Estreito Hydroelectric Power Plant section to Suzano's water catchment point from 1997 to 2018. To achieve the objective, it used geoprocessing techniques to delimit the

---

1 Mestre em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: monickelza@hotmail.com.

2 Mestre em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: idevanoficial@gmail.com.

3 Doutor em Geografia; Professor do Departamento de História e Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço - PPGeo da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: luizsantos@professor.uema.br.

4 Doutor em Geografia, Prof. Dr. Universidade Federal do Pará - UFPA e do Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. E-mail: ioslesz@gmail.com.

Artigo recebido em abril de 2021 e aceito para publicação em agosto de 2021.

riparian zone and establish land use and coverage. The procedures made it possible to establish as a result the delimitation of the riparian zone is equivalent to an area of 5,681.54 km<sup>2</sup>, the use and coverage of the riparian zone was divided into six classes: agriculture, exposed soil, urban use, vegetation, water and unidentified. During the study period, there was a reduction in the area of agriculture and livestock and a growth in areas of exposed soil and vegetation.

**Keywords:** Riparian zone. Land use and coverage. Tocantins River.

**RÉSUMÉ:** Le processus de transformation de la zone riveraine dans la section étudiée signale un changement du paysage dans l'échelle de temps de 1997 à 2018, pour comprendre ce changement, le présent travail visait à caractériser le processus de transformation du paysage de la zone riveraine de la rivière Tocantins dans la section de la centrale hydroélectrique Estreito jusqu'au point de captage d'eau de Suzano de 1997 à 2018. Pour atteindre cet objectif, il a utilisé des techniques de géotraitement pour délimiter la zone riveraine et établir l'utilisation et la couverture des terres. Les procédures ont permis d'établir en conséquence la délimitation de la zone riveraine équivalent à une superficie de 5681,54 km<sup>2</sup>, l'utilisation et la couverture de la zone riveraine ont été divisées en six classes: agriculture, sol exposé, usage urbain, végétation, eau et non identifiés. Au cours de la période étudiée, il y a eu une réduction de la superficie de l'agriculture et de l'élevage et une croissance des zones de sol et de végétation exposés.

**Mots-clés:** Zone riveraine. Utilisation et couverture des terres. Rivière Tocantins.

## INTRODUÇÃO

Temas relacionados a questões ambientais vêm apresentando importante relevância nas últimas décadas, suscitando amplos debates não apenas no meio acadêmico, mas também em meio a sociedade. Nesse contexto, problemas relacionados ao clima, solos, fauna, flora, recursos hídricos, entre outros, despertam interesse desses grupos em compreender a dinâmica socioambiental em que ocorrem essas problemáticas. Nesta visão, este trabalho tem como recorte temático as transformações ocorridas na zona ripária em um trecho do rio Tocantins (SANTOS NETA, 2019).

Há inúmeros fatores que colaboram para essas transformações, dentre eles a própria dinâmica ambiental inerente dessas áreas, o crescimento demográfico aliado à expansão urbana e a ocupação da zona ripária com interesses econômicos. As zonas ripárias estão incluídas nas áreas de proteção ambiental delimitadas pelo Código Florestal de 2012 (Lei nº 12.651), entretanto, a ausência de planejamento eficiente e o uso incessante de recursos naturais têm levado esses espaços a um processo de degradação ambiental (SANTOS NETA, 2019).

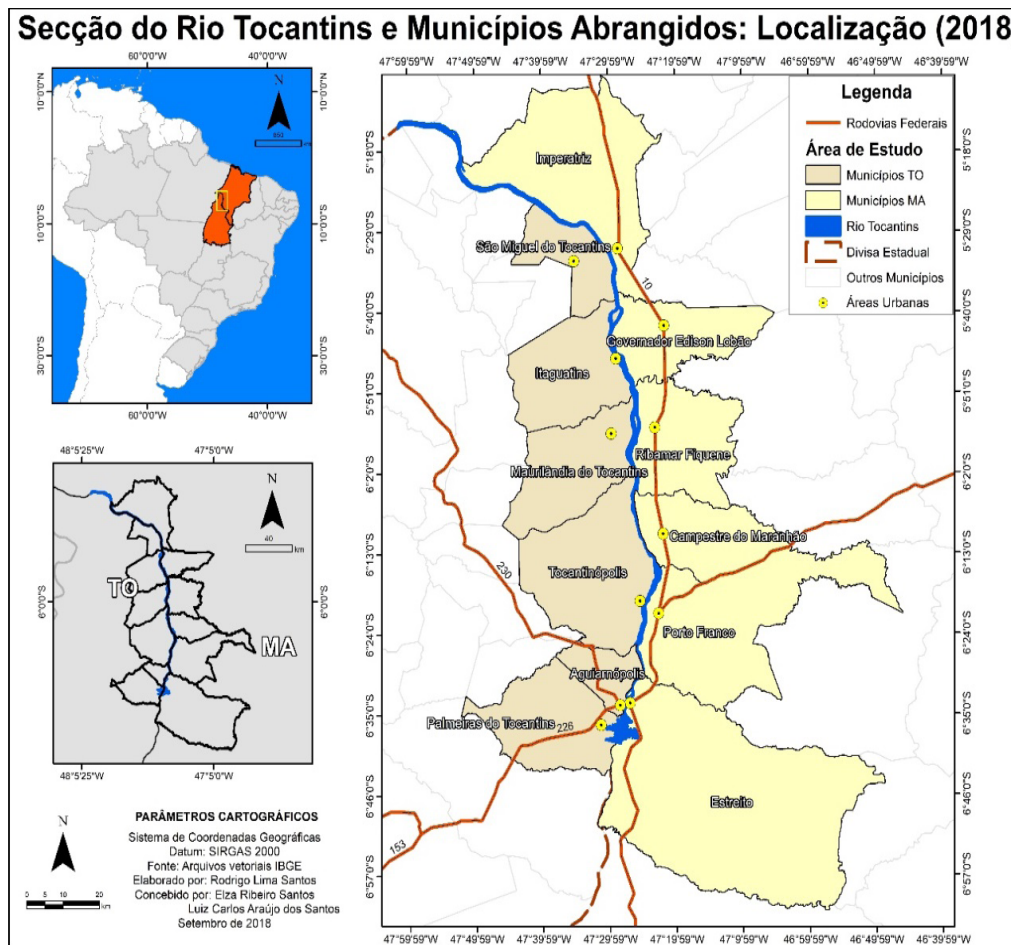
Kobiyama (2003, p.5) explica que zona ripária “é determinada como um espaço tridimensional que contém vegetação, solo e rio, possui extensão horizontal até o alcance da inundação e vertical, do regolito até o topo da copa das árvores”. Este mesmo autor ressalta que quando se trata de zona ripária esta implica apenas espaço, “quando se precisa tratar o sistema, processos, mecanismo entre outros, é melhor usar o termo ecossistema ripário” (KOBİYAMA, 2003, p.6).

A vegetação nas margens dos sistemas fluviais vem sendo cada vez mais suprimida, isto ocorre em decorrência das diversas ocupações, tanto legal como ilegal. A bacia do rio Tocantins ao longo do seu percurso também passa por essas alterações oriundas da ocupação indevida da zona ripária o que tem alterado consideravelmente a paisagem em questão. Este rio percorre quatro estados brasileiros, sendo eles: Goiás, Tocantins,

Maranhão e Pará, passando por mais de 35 cidades e recebe afluentes por onde passa, sendo os principais: Rio das Almas, Cana Brava, Santa Clara, Rio dos Patos, Uru, Tocantinzinho, Sono, Cacau, Mupi e Barra Grande.

O rio Tocantins nasce no estado de Goiás, na divisa entre os municípios de Ouro Verde de Goiás e Petrolina de Goiás. A foz do rio fica no litoral do estado do Pará, no Golfão Amazônico (próximo a cidade de Belém). Esta bacia é muito relevante para os recursos hídricos do Brasil, por ser perene apresenta alto potencial hidrelétrico e abastece praticamente todas as cidades por onde percorre.

Nesta pesquisa a zona ripária desta bacia é apresentada a partir da seção Usina Hidrelétrica de Estreito (UHE) a Zona de Captação de água da Empresa Suzano Papel e Celulose em Imperatriz, este trecho tem aproximadamente 120 km. Estes pontos foram escolhidos pelo fato de serem dois grandes empreendimentos econômicos que se instalaram nesta região no início desta década, tornando-se pontos de referência neste perímetro (Figura 1).



Fonte: IBGE, organizado pela autora, 2018.

**Figura 1.** Localização da área de estudo.

A área do trabalho compreende o trecho entre a UHE e a Zona de Captação da Suzano, neste perímetro encontram-se 11 municípios - Imperatriz, Governador Edison Lobão, Ribamar Fiquene, Campestre do Maranhão, Porto Franco e Estreito (estado do Maranhão) e São Miguel do Tocantins, Itaguatins, Maurilândia do Tocantins, Tocantinópolis, Aguiarnópolis e Palmeiras do Tocantins

(estado do Tocantins). Todas as demais cidades ficam às margens do rio Tocantins, com exceção dos municípios de Governador Edison Lobão, Campestre do Maranhão e Ribamar Fiquene.

O desafio deste trabalho está voltado para a análise das transformações levando em consideração as implicações ambientais, no período de 1997 a 2018. Este recorte espacial foi escolhido, pois somente a partir de 1997 foram encontradas imagens com melhor qualidade para produzir os mapas de uso e ocupação. Os intervalos temporais foram de 1997, 2004, 2011 e 2018, acredita-se que esses períodos subsidiaram a identificação de possíveis mudanças na paisagem neste percurso.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar o processo de transformação da paisagem da zona ripária do rio Tocantins na seção Usina Hidrelétrica de Estreito ao ponto de captação de água da Suzano no período de 1997 a 2018.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **Localização da área de estudo**

Os dados em formato shapefile para produção do mapa de localização foram obtidos por meio de arquivos vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, tais como limites municipal, estadual e nacional. O desenho vetorial do rio Tocantins foi adquirido classificando-se uma imagem do Sensor remoto OLI, Órbita/ponto 222/064 de 29/4/2018, Satélite Landsat-8, por método de classificação supervisionada (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

### **Hipsometria**

Os dados foram obtidos pelo Modelo Digital de Elevação-MDE da missão SRTM, com 30 metros de resolução espacial, obtido no banco de dados do Serviço Geológico Americano (s/d). Disponíveis no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Os dados foram processados, seguindo os passos:

Importação do MDE para o ArcGIS 10.4; reprojeção para o sistema de coordenadas geográficas, Datum: WGS84; recorte do MDE tendo como camada de corte a zona ripária (formato vetorial); reclassificação das cotas de elevação, estabelecendo-se intervalos iguais de agrupamento em 30 metros para a sua representação. Para esta reclassificação utilizou-se a ferramenta reclassify do SIG

### **Mapeamento do uso e cobertura da terra**

A mapeamento do uso e cobertura da terra consistiu na classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto Landsat, usando Sistemas de Informação Geográfica SPRING 5.5.5 desenvolvido pelo INPE. As classes mapeadas foram: vegetação, agropecuária, uso urbano, solo exposto e água. O método de classificação utilizado foi o pixel a pixel, com a aplicação do algoritmo Maxver-Icm (NERY et al. 2013).

Os mapas foram produzidos com as imagens de 1997, 2004, 2011 e 2018, seguindo os seguintes parâmetros de exatidão, Tabela 1. Segundo Novo (2010), torna-se necessário após a classificação de imagens digitais, avaliar a sua exatidão, ou seja, a determinação de quão bom é o resultado da classificação em relação à realidade. Para se avaliar a acurácia do mapeamento elaborado, pode ser utilizado de análises estatísticas provindas de matrizes de erros que expressam a concordância entre a imagem classificada e o conjunto de amostras de referência. A matriz de erros compara, classe por classe, verificando se a classe a qual determinado alvo foi incluído

corresponde a sua verdadeira classe. A matriz normalmente apresenta o número de linhas e o número de colunas iguais ao número de classes espectrais do estudo (NERY et al. 2013).

**Tabela 1.** Parâmetros de exatidão dos mapas de uso e cobertura da terra 1997-2018.

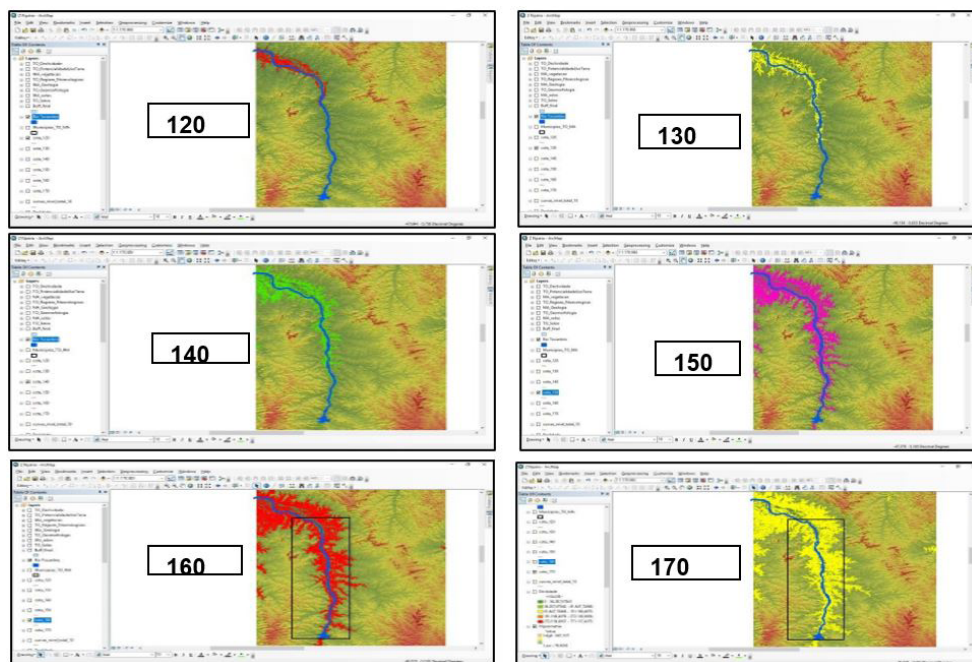
Parâmetros	1997	2004	2011	2018
Desempenho geral	92,20%	92,24%	93,83%	93,42%
Confusão média	4,32%	7,76%	6,17%	6,58%
Abstenção média	3,48 %	0,00%	0,00 %	0,00 %
Estatística KHAT	90,38 %	89,14%	91,36%	91,85 %
Estatística TAU	90,90 %	90,95%	92,95%	92,48 %

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

### Processo de delimitação da zona ripária

Para a delimitação da zona ripária da área de estudo utilizou-se o ArcMap 10.4. Levou-se em consideração as curvas de nível e a hipsometria. A partir do rio foi selecionada uma curva mestra, para servir de limiar da Zona Ripária. A partir da curva mestra, acima de 120 m, foi-se testando, considerando que abaixo disso as curvas representam o rio, a curva de nível 200 é a que melhor representa a zona ripária (Figura 2).

Após o estabelecimento da curva de nível adequada para representação da zona ripária, realizou-se sua importação juntamente com a imagem em composição colorida referente ao ano de 2018 para o SPRING. Neste SIG procedeu-se a sobreposição da curva de nível na imagem e em seguida o uso das ferramentas da edição topológica para criar uma linha delimitando a área de estudo a partir da seção Usina Hidrelétrica de Estreito a Zona de Captação de água da Empresa Suzano Papel e Celulose em Imperatriz.



Fonte: Organizado pela autora, 2018.

**Figura 2.** Processo de delimitação da zona ripária da área de estudo.

## **Trabalho de campo**

Foram realizadas 14 visitas de campo para realização de observações da área de estudo; registros de imagens e validação dos mapas produzidos. Estas visitas foram necessárias a fim de comparar as alterações ocorridas na paisagem em curto intervalo de tempo por meio de registros fotográficos e analisar a dinâmica de deflúvio do rio.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Delimitação da zona ripária da área de estudo**

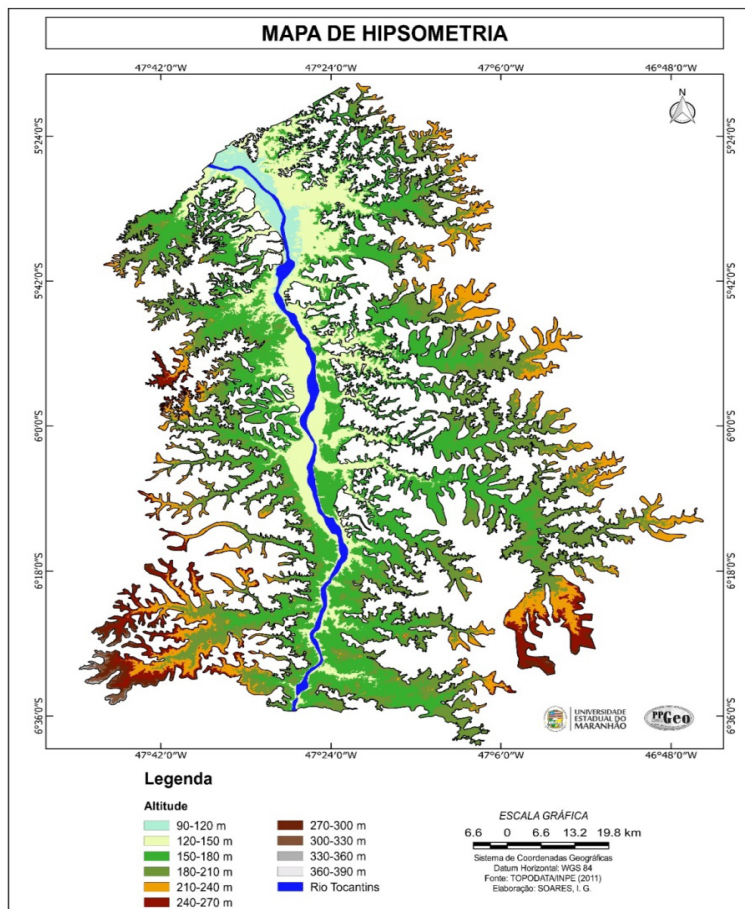
A zona ripária foi delimitada levando em conta a hipsometria, cujo resultado encontra-se na Figura 3. A área da zona ripária equivale a 5.681,54 km<sup>2</sup>, sendo que o trecho que apresentou maior percentual foi entre 150 e 180 metros, equivalendo a 31,87%, já o trecho com menor delimitação de zona ripária ficou na classe de 360 a 390 metros, correspondendo a 0,01%.

A delimitação da zona ripária engloba toda a área de estudo, entretanto esta área no estado do Maranhão não é proporcional ao estado do Tocantins, ressalta-se que a geomorfologia do Tocantins diverge quanto à depressão Imperatriz, pois no estado do Tocantins esta é mais acentuada, i.e., menos inclinada em relação ao estado do Maranhão que se encontra mais plana. A Tabela 2 traz os dados obtidos a partir da aplicação das técnicas de geoprocessamento, que permitiu dividir em classes de área (km<sup>2</sup>) e em porcentagem (%).

**Tabela 2.** Classes hipsométricas e seus valores em área (km<sup>2</sup>) e porcentagem (%).

<b>Classe</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Percentual %</b>
90 – 120	165,12	2,91
120 – 150	992,97	17,48
150 – 180	1.810,72	31,87
180 – 210	1.659,29	29,20
210 – 240	673,99	11,86
240 – 270	228,11	4,01
270 – 300	104,14	1,83
300 – 330	36,01	0,63
330 – 360	10,85	0,19
360 – 390	0,34	0,01
<b>Total</b>	<b>5.681,54</b>	<b>100</b>

Fonte: Autora, 2018.



Fonte: Dados de arquivos vetoriais do INPE (2011), organizado por Soares (2019).

**Figura 3.** Delimitação da zona ripária por meio da hipsometria.

### Caracterização dos aspectos geoambientais da zona ripária

A zona ripária é composta por elementos físicos que caracterizam uma determinada paisagem, dentre esses elementos encontram-se: formações geológicas, unidades geomorfológicas, solos, hidrografia e climatologia, na sequência faz-se uma características desses elementos na zona ripária da área de estudo.

Quanto ao aspecto geológico a área objeto é constituída pelas seguintes formações: Sambaíba, Grupo Balsas (1,82%), Mosquito (32,66%), Corda (37,19%), Grajaú (6,27%), Codó (4,95%), Itapecuru (12,01%), Depósitos Colúvio-Eluviais (0,13%0,13%), Depósitos Detríticos Indiferenciados (0,02%), Depósitos de Terraços (0,01%) e Depósitos Aluvionares (4,95%).

As Unidades Geomorfológicas são compostas por Planícies fluviais ou flúvio-lacustres (5,07%), Tabuleiros dissecados (0,82%), Baixos platôs (0,64%), Planaltos (4,65%), Superfícies aplainadas conservadas (2,27%), Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas (64,16%), Inselbergs e outros relevos residuais (0,07%), Domínios de colinas amplas e suaves (16,33%), Domínios de colinas dissecadas e de morros baixos (1,10%), Domínio de morros e de serras baixas (4,03%), Escarpas serranas (0,04%) e Degraus estruturais e rebordos erosivos (0,81%).

Os solos geralmente são profundos e bem drenados, como os latossolos, neossolos quartzarênicos, luvisolos e plintossolos com baixa fertilidade natural e boas características físicas. Os solos encontrados na área objeto do trabalho são: Argissolo vermelho amarelo (9,52%), Argissolo vermelho amarelo eutrófico (3,05%), Latossolo roxo (0,20%), Latossolo vermelho escuro (3,44%), Latossolo vermelho amarelo (14,65%), Latossolo amarelo (15,26%), Luvisolo vermelho escuro (4,60%), Neossolos litólicos (10,35%), Neossolo quartzarênico (17,53%), Nitossolos (11,80%), Plintossolo (7,25%), Vertissolo (2,36%).

O clima da região em que se encontra o rio Tocantins na seção da pesquisa é o tropical, com temperatura média anual de 26° C, com dois períodos bem definidos: chuvoso e seco. A primeira vai de outubro a abril e a segunda de maio a setembro, apresentando baixa umidade relativa do ar. Os meses de maio e setembro são os meses considerados como de transição, que marcam a passagem do período chuvoso para o período seco. O trimestre usualmente mais chuvoso é o de dezembro/janeiro/fevereiro, quando a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) geralmente se configura sobre a região central e sudeste do Brasil. Durante os meses de junho a agosto, a região fica sob a influência de uma massa de ar quente e seca, favorecendo o quadro de estiagem meteorológica (ANA, 2018). A precipitação média é de 123 mm.

A precipitação distribuída em dois períodos bem definidos favorece as atividades de lazer associadas as praias, estas se intensificam no período de estiagem que vai de maio a outubro, outras atividades também se destacam, como por exemplo a agricultura, com produtos que se adequam ao baixo nível de precipitação da região.

As zonas ripárias estão diretamente relacionadas ao leito maior e menor do rio, e vale a pena destacar que outrora, antes da construção da UHE, eram comuns enchentes e até inundações nas cidades ao longo deste percurso, enquanto ultimamente só têm acontecido esporadicamente algumas cheias. Verifica-se a variação da vazão no período de 2013-2018, a ocorrência de grande oscilação, por exemplo, para os anos de 2017 com menor média e 2014 apresentando maior média. Quando comparado com os dados de precipitação, verifica-se uma contradição, pois o ano com menor média de precipitação foi 2015 com 85 mm, porém apresenta vazão acima da média de 2017 (considerada pela ANA a menor vazão natural anual entre 1931 e 2017).

### **Uso e cobertura da terra no período de 1997 a 2018**

O uso e cobertura da terra na área objeto serve de subsídio para análise visando a compreensão dos processos que levaram as modificações da paisagem no período de 1997 a 2018. O conhecimento sobre a temática, faz-se necessário para garantir a sustentabilidade da região diante das questões ambientais, sociais e econômicas.

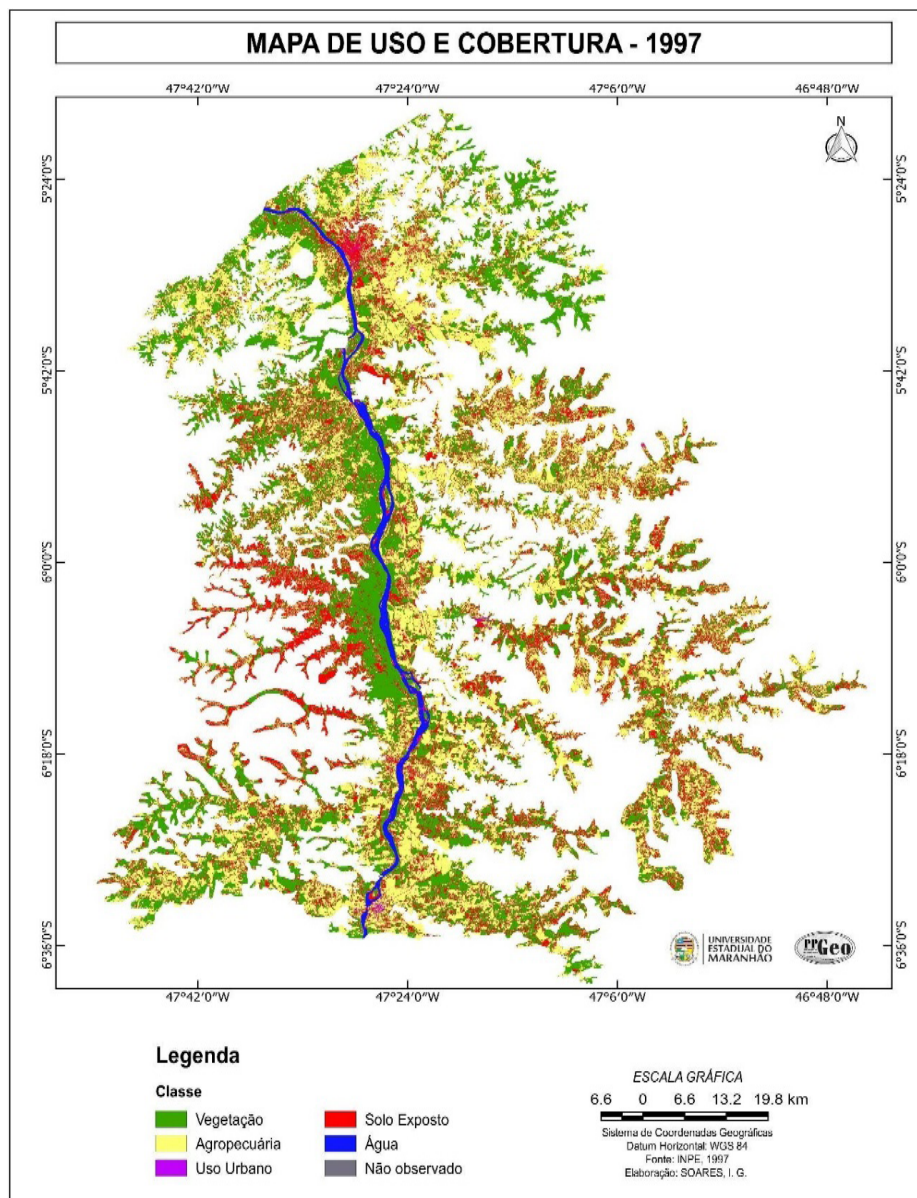
Para ter um bom parcelamento da terra para seus diversos usos é necessária uma interação coerente dos elementos naturais, sociais e econômicos envolvidos nesse processo. É isto que vai gerar equilíbrio no âmbito social e econômico que estão diretamente relacionados às atividades dos seres humanos, como também no âmbito natural que envolve os elementos bióticos e abióticos.

A fim de compreender que é uso e cobertura da terra é importante diferenciar conceitualmente os mesmos. “O uso da terra está relacionado com a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície básica” (IBGE, 2013, p.44), ou seja, envolve os aspectos econômicos e sociais. Na área da pesquisa os usos que se destacam são: agropecuária, uso urbano e solo exposto.



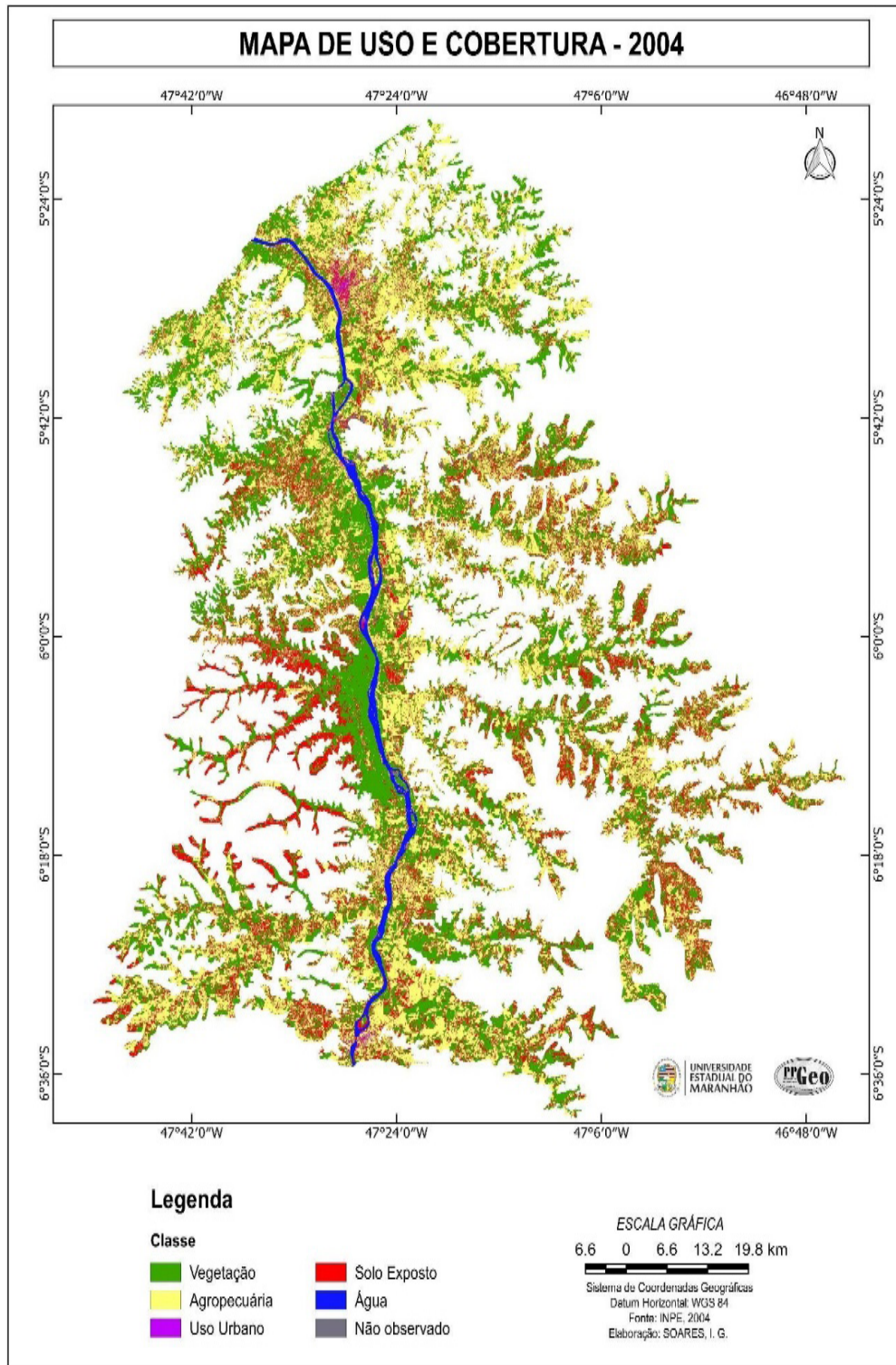
Quanto a cobertura da terra esta é “definida como os elementos da natureza como a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra” (IBGE, 2013, p.44), ou seja, envolve os elementos naturais da paisagem. Nesta pesquisa as classes de cobertura da terra que se apresentam são: vegetação e água.

As Figuras 4, 5, 6 e 7 trazem os mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1997, 2004, 2011 e 2018 respectivamente. As classes identificadas são: agropecuária, uso urbano, solo exposto, vegetação e água. Os mapas permitem uma análise evolutiva do uso e cobertura da terra ao longo desses 21 anos. Associada às figuras está a Tabela 3, com a representatividade das áreas e o percentual de cada classe.



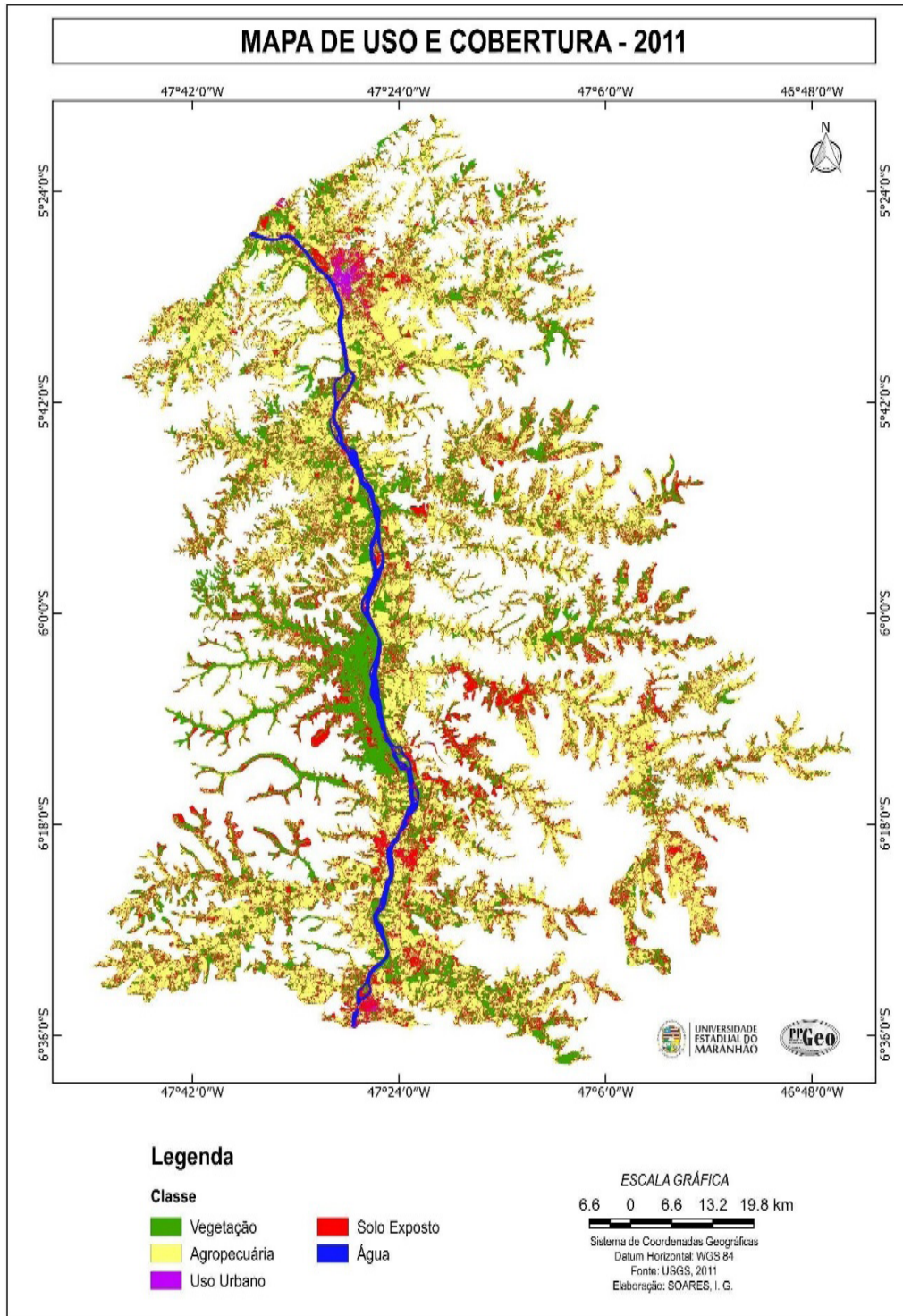
Fonte: INPE (1997), elaborado por Soares (2019).

Figura 4. Mapa de uso e cobertura da terra da zona ripária – 1997.



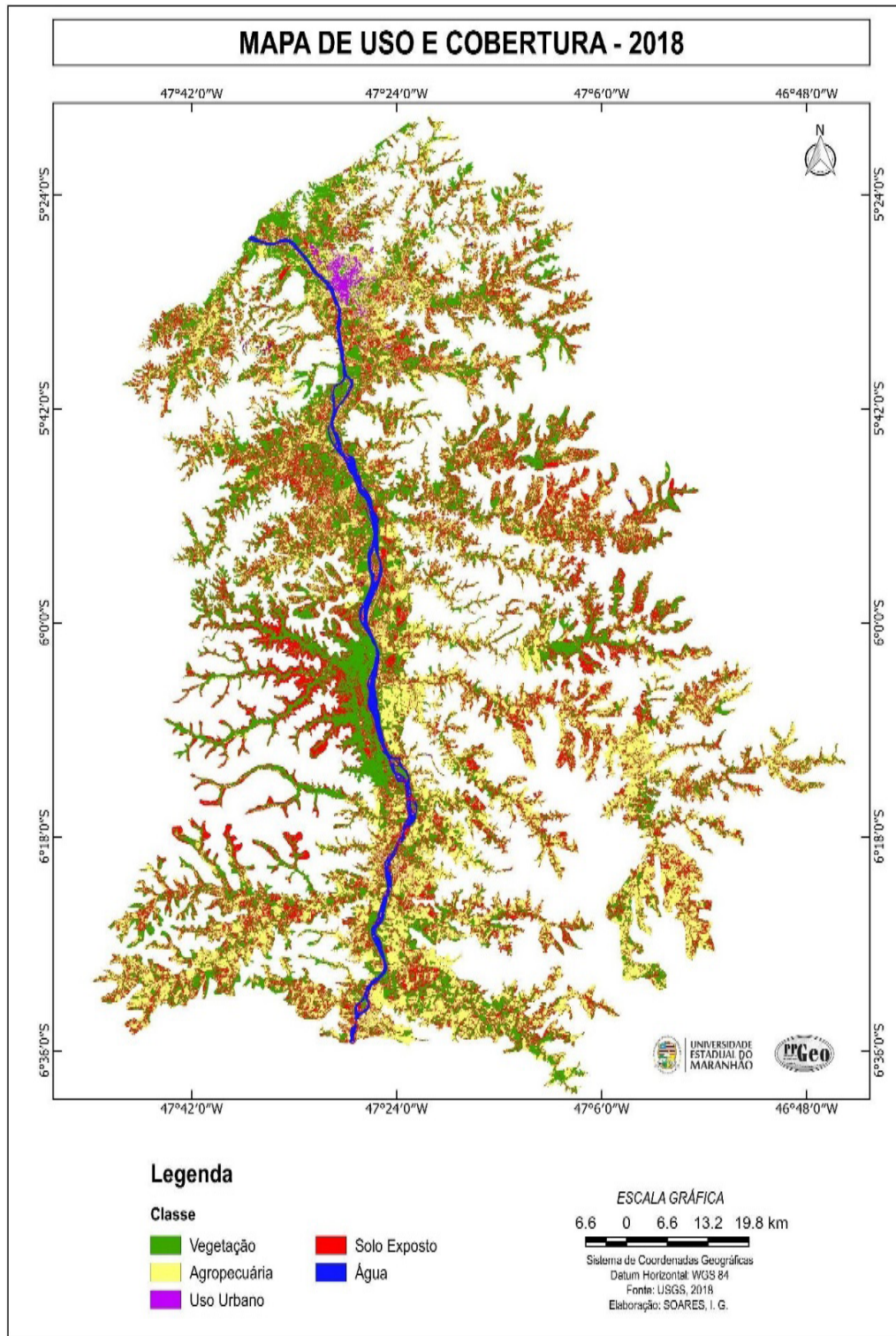
Fonte: INPE (2004), elaborado por Soares (2019).

**Figura 5.** Mapa de uso e cobertura da terra da zona ripária - 2004.



Fonte: USGS (2011), elaborado por Soares (2019).

**Figura 6.** Mapa de uso e cobertura da terra da zona ripária - 2011.



Fonte: USGS (2018), elaborado por Soares, (2019).

**Figura 7.** Mapa de uso e cobertura da terra da zona ripária – 2018.

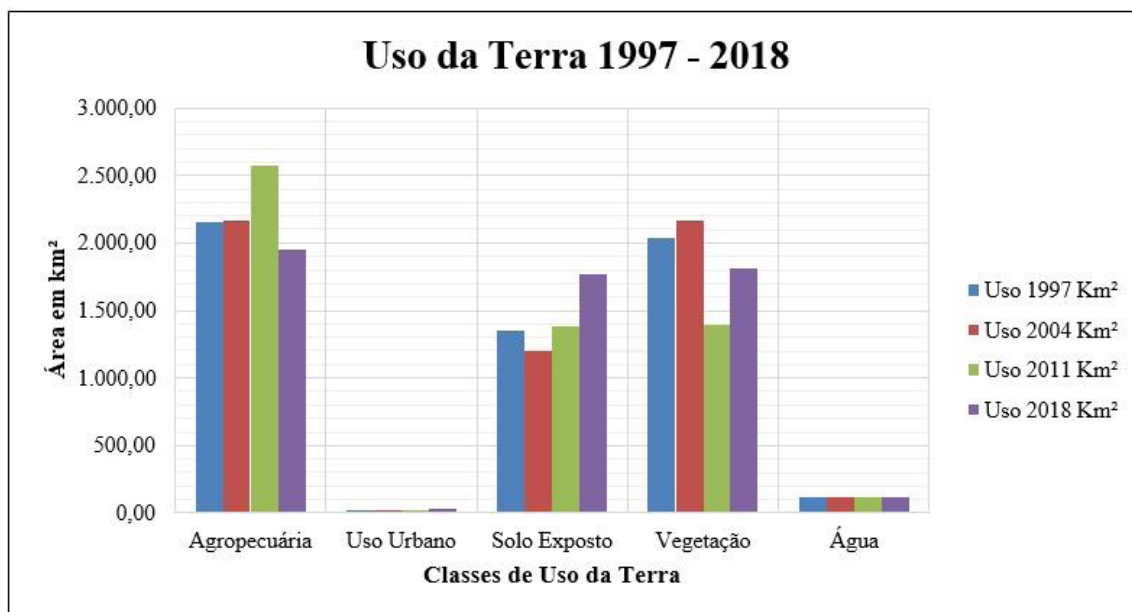
**Tabela 3.** Uso e cobertura da terra da zona ripária nos anos de 1997, 2004, 2011 e 2018.

Classe	Uso 1997		Uso 2004		Uso 2011		Uso 2018	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Agropecuária	2.155,42	37,94	2.167,07	38,14	2.575,47	48,53	1.955,01	34,41
Uso Urbano	18,14	0,32	19,64	0,35	23,32	0,41	32,61	0,57
Solo Exposto	1.349,79	23,76	1.202,18	21,16	1.383,34	24,35	1.765,38	31,07
Vegetação ripária	2.038,97	35,89	2.162,74	38,07	1.397,12	24,59	1.809,36	31,85
Água	116,87	2,06	117,63	2,07	120,29	2,12	119,18	2,10
Não observado	2,34	0,04	12,28	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>5.681,54</b>	<b>100</b>	<b>5.681,54</b>	<b>100</b>	<b>5.681,54</b>	<b>100</b>	<b>5.681,54</b>	<b>100</b>

Fonte: Autora, 2019.

As Figuras 4, 5, 6, 7 e 8 associados com os dados da Tabela 3, expõe as seguintes informações sobre as classes apresentadas. A primeira classe é a agropecuária que se caracteriza por apresentar práticas agrícolas com lavouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e plantadas.

Dos usos aqui expostos a agropecuária é a que se apresenta com maior percentual. Em 1997 ocupava 37,94% da área da zona ripária (2.155,42 km<sup>2</sup>), os anos de 2004 e 2011 apresentaram crescimento, com percentual de 38,14% e 48,53% respectivamente, já em 2018 estes dados apresentam queda com percentual de 34,41%, este índice é abaixo do apresentado em 1997, este decréscimo na agropecuária se deu em especial pelo plantio do eucalipto que ocuparam estas áreas para abastecimento da empresa Suzano Papel e Celulose que estava se instalando na região.



Fonte: Dados organizados pela autora (2019).

**Figura 8.** Índice do uso da terra da zona ripária pesquisada na escala temporal 1997-2018.

Estes dados estão em consonância com a pesquisa sobre usos e ocupações nesta região desenvolvida por Granado (2016, p.32) ao relatar que “cerca de 6,5% das áreas reflorestadas de eucalipto foram implantadas sobre solos expostos, a maior parte considerada áreas de cultivos agrícolas”.

### **Uso urbano**

O uso urbano são as áreas ocupadas por plantas domiciliares, comerciais e industriais, podendo ocorrer de forma dispersa na área nuclear delimitada. “Centro populacional permanente, altamente organizado, com funções urbanas e políticas próprias” (IBGE, 2013, p.50).

Embora tenha vários municípios dentro da zona ripária, o uso urbano tem uma representatividade menor em relação às demais classes. Em 1997 o uso urbano era de apenas 0,32% (18,14 km<sup>2</sup>). No ano de 2004 o percentual era de 0,35%, em 2011 passou para 0,41% e, em 2018 o percentual atingiu 0,57% o que representa 32,61 km<sup>2</sup>. Estes dados expressam crescimento do uso urbano, promovido principalmente pela especulação imobiliária nos municípios, em especial as que ficam próximas as vias de acesso estadual, federal, e dos cursos d’água.

### **Solo exposto**

O solo exposto pode referir-se a áreas desocupadas, tais como “às áreas de praias, incluindo leitos de canais de fluxo com regime torrencial; áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal; áreas cobertas por rocha nua exposta” (IBGE, 2013, p.123). Na área da pesquisa esse uso apresentava forma expressiva em 1997 com percentual de 23,76% o que equivalia a área de 1.349,79 km<sup>2</sup>.

Em 2004 esse percentual apresenta decréscimo de 21,16%, porém em 2011 e 2018 esses índices aumentam, representando 24,35% e 31,07%, respectivamente. Isto pode ter ocorrido em virtude da implantação da empresa Suzano Papel e Celulose, que iniciou a retirada de eucalipto para a produção de celulose a partir de 2010.

As praias (áreas de veraneio no período de estiagem) estão inclusas na classe solo exposto, pelas Figuras 4, 5, 6 e 7 é possível perceber que estas áreas eram menos identificadas nos anos de 1997 e 2004, enquanto em 2011 e 2018 em virtude da acentuada dinâmica de deflúvio do rio e estiagem severa elas passaram por mudanças significativas, com relativa representatividade nos mapas.

Dentre as mudanças que se apresentam estão o aumento das áreas de praia, com extensão cada vez maior em relação aos anos anteriores, isto pode ter acontecido em virtude do carreamento intenso de arenitos no período de vazão, levando material de um lugar a outro e formação de aluviões expostos em outros locais; a extração de areia é outra atividade intensa neste perímetro, o que pode ter favorecido a diminuição das áreas de praias já conhecidas e aparecimento de praias em outras localidades.

### **Vegetação Ripária**

Vegetação Ripária é a classe com a segunda maior expressividade na área da pesquisa. Nesta área a vegetação ripária tem características de matas ciliares. Para Ribeiro e Walter (1998) as matas ciliares se caracterizam por serem relativamente estreitas em ambas as margens, proporcionalmente ao leito do rio, embora, em áreas planas, essa

largura possa ser maior. Felfili et al. (2000) apontam que essas vegetações destacam-se pelo desempenho de funções ecológicas e hidrológicas, além de proteger as margens dos rios, evitando o assoreamento e garantindo qualidade e quantidade de água de seus leitos.

Além do bioma Cerrado há a presença de ecótonos nesta região. Para Arruda (2005) os ecótonos contêm dimensões consideráveis e são importantes contatos entre dois ou mais biomas, no que se refere ao encontro e interação entre os elementos bióticos, e constituem laboratório natural para estudar os pulsos de expansão e retração dos biomas durante as eras geológicas. A Figura 9 expõem duas áreas próximas à Zona de Captação da Empresa Suzano Papel e Celulose.

As estruturas florestais excluem os reflorestamentos (inclusos nas áreas agrícolas e solo exposto) e as áreas campestres em geral. Seu percentual em 1997 equivalia a 35,89% na área da zona ripária o que correspondia a 2.038,97 km<sup>2</sup>. Em 2004 esse percentual aumentou para 38,07%. Nas figuras 4 e 5 é possível observar que muitas áreas utilizadas na agropecuária e solo exposto deram espaço para formações da vegetação ripária secundária.



**Figura 9.** Vegetação ripária às margens do rio Tocantins, mata de cocais em meio a vegetação típica do Cerrado e Floresta Amazônica (A), vegetação ripária típica da Floresta Amazônica (B).

Fonte: Autora (2018).

Em 2011 o percentual da vegetação ripária corresponde a 24,59%, índice muito abaixo ao que se apresentou no ano de 1997, na figura 6 é possível observar que essas áreas de vegetação ripária deram espaço para a agropecuária, sendo esse um possível motivo para o decréscimo

desse percentual. Em 2018 este quadro se inverte, o índice aumenta novamente para 31,85%, e as áreas que antes eram utilizadas pela agropecuária dão espaço para vegetação ripária.

Silva (2007) destaca que nesta região, o antropismo é pouco controlado, pois neste ecótono encontra-se a maior concentração de florestas semidecíduais do Brasil, estando com cerca de 60% de sua área desmatada e/ou queimada.

## **Água**

A água é a última classe de uso representada nesta pesquisa. Segundo o IBGE este uso inclui todas as classes de águas, como:

Cursos de água e canais (rios, riachos e canais), corpos d'água naturalmente fechados (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica) (IBGE, 2013, p.58).

No rio Tocantins se desenvolvem muitos usos, tais como: abastecimento público, é o principal curso d'água que abastece as cidades que ficam em seu entorno; lançamento de dejetos, nem todas as cidades possuem sistema de esgoto eficiente, na área da pesquisa todas as cidades lançam dejetos no rio Tocantins, inclusive os riachos que desaguam no rio estão todos poluídos; lazer e desporto que são proporcionadas a população, tais como as praias muito procuradas no período de veraneio.

Destacam-se ainda a geração de energia por meio da usina hidrelétrica de Estreito; transporte, há balsas que fazem o transporte de cargas e passageiros neste percurso, como também embarcações de pequeno porte que transportam pessoas e mercadorias de uma cidade a outra; aquicultura que se desenvolve em toda a margem do rio.

As áreas de curso da água da pesquisa são variados, embora sua representatividade percentual seja baixa. Em 1997 equivalia a 2,06%, os anos de 2004 e 2011 apresentou percentuais acima do anterior com 2,07% e 2,12% respectivamente. Já em 2018 esse percentual volta a diminuir, embora timidamente, passando a representar 2,10%, isto pode ter ocorrido em virtude da conclusão do reservatório da UHE que passou a funcionar em 2012, influenciando no baixo percentual, outro aspecto são as variações dos índices pluviométricos do curso da água na área pesquisada.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa realizada na zona ripária do rio Tocantins na seção de UHE ao Ponto de Captação da Empresa Suzano Papel e Celulose proporcionou a coleta, produção e sistematização das conclusões, os quais foram sintetizados:

- a) Os procedimentos técnicos utilizados para a delimitação da zona ripária foi a hipsometria consubstanciada nas curvas de nível, a área delimitada corresponde a 5.681,54 km<sup>2</sup>, sendo a classe hipsométrica que apresentou maior percentual entre 150 e 180 metros equivalendo a 31,87% da área estudada. Com esta delimitação ficou perceptível que no estado do Tocantins a elevação é mais acentuada enquanto no Maranhão é mais estável, com características planas.
- b) A vegetação característica da área de estudo é o de transição do cerrado para Floresta Amazônica em algumas áreas, e presença de vegetação invasora como os babaçuais. Um dos problemas ambientais que vem se intensificando é o desmatamento da vegetação ripária com exploração agropecuária e outras ações antrópicas para aproveitamento hidrelétrico na região.
- c) Quanto ao uso e cobertura da terra, as classes representadas na zona ripária foram:



agropecuária, solo exposto, uso urbano, vegetação e água. A agropecuária foi a classe com maior representatividade, seguida pela vegetação, solo exposto, uso urbano e água, sendo esta última um dos elementos diretamente relacionados à zona ripária. A água possui inúmeros usos, como: captação para abastecimento público, lazer e desporto, lançamento de dejetos, transporte, geração de energia e aquicultura. É a classe que apresenta o menor percentual de uso na zona ripária, embora venha apresentando crescimento gradativo na escala temporal pesquisada.

Diante do exposto, o trabalho apresentou uma proposta de delimitação de zona ripária baseado no uso da hipsometria e extração de curvas de nível, contribuindo deste modo para estudos que visem delimitar zona ripária. Além disso realizou-se uma análise das modificações na paisagem nos anos de 1997, 2004, 2011 e 2018 o que subsidia medidas visando a conservação da área em estudo.

## REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional das Águas. **Sala de situação (Tocantins)**. 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala-de-situacao/tocantins/saiba-mais-tocantins>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- ARRUDA, Moacir Bueno. **Representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil o caso do bioma cerrado**. 2005. Tese (Doutorado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- FELFILI, Jeanini Maria; RIBEIRO, Jose Felipe; FAGG, Christopher Willian e MACHADO, José Wagner Borges. **Recuperação de Matas de Galeria. Embrapa Cerrados Documentos, 21**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000.
- GRANADO, Larissa Moreira Alves. **A expansão do reflorestamento de eucaliptos na região de Imperatriz – MA**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: Ministério do planejamento, orçamento e gestão, 2013.
- KOBIYAMA, Masato. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: Zonas Ripárias, 1., 2003, Florianópolis, **Anais eletrônico** [...]. Santa Catarina: UFSC, 2003. p. 1-13.
- NERY, César Vinícius Mendes; FERNANDES, Fernando Hiago Souza; MOREIRA, Adriana Aparecida; BRAGA, Fernando Luiz. Avaliação das Técnicas de Classificação MAXVER, MAXVER – ICM e Distância Mínima Euclidiana de acordo com Índice Kappa. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 2, p. 320-328, 2013.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; KUPPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. v. 1, São Paulo: Oficina de textos, 2012. 160p.
- RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998.
- SANTOS NETA, E. R. dos. **Análise da paisagem da zona ripária do rio Tocantins na seção usina hidrelétrica de estreito ao ponto de captação de água da Suzano**. 2019. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.
- SILVA, Luiz Antonio G. C. **Biomas presentes no estado do Tocantins**. Consultoria legislativa. Brasília: Câmara dos deputados, 2007.
- USGS - Serviço Geológico Americano. science for a changing world. [s/d]. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 25 fev. 2021.