



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**RAFAEL ALVES AMORIM**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INDUBITAVELMENTE DA UNIÃO NA GLEBA  
PALMEIRANTE COMO INSTRUMENTO PARA GESTÃO DE POLÍTICAS  
AMBIENTAIS**

PALMAS – TO

2016

**RAFAEL ALVES AMORIM**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INDUBITAVELMENTE DA UNIÃO NA GLEBA  
PALMEIRANTE COMO INSTRUMENTO PARA GESTÃO DE POLÍTICAS  
AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental. Área de Concentração: Saneamento e Recursos Hídricos.

**Orientador:** Prof. Dr Joel Carlos Zukowski Junior

PALMAS – TO

2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

A524i Amorim, Rafael Alves.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INDUBITAVELMENTE DA UNIÃO NA  
GLEBA PALMEIRANTE COMO INSTRUMENTO PARA GESTÃO DE  
POLÍTICAS AMBIENTAIS. / Rafael Alves Amorim. – Palmas, TO, 2016.

65 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins  
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado)  
Profissional em Engenharia Ambiental, 2016.

Orientador: Joel Carlos Zukowski Junior

1. Áreas Indubitáveis da União. 2. Áreas de Preservação Permanente. 3.  
Índice de Umidade. 4. Modelo Digital de Elevação. I. Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

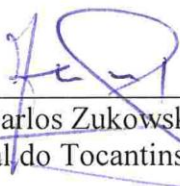
# FOLHA DE APROVAÇÃO

RAFAEL ALVES AMORIM

## IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INDUBITAVELMENTE DA UNIÃO NA GLEBA PALMEIRANTE COMO INSTRUMENTO PARA GESTÃO DE POLÍTICAS AMBIENTAIS

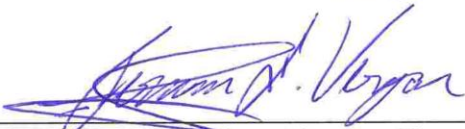
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Nível Mestrado Profissional, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental. A presente dissertação foi aprovada pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo relacionados:

### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Joel Carlos Zukowski Junior  
Universidade Federal do Tocantins (Presidente)



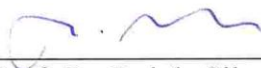
---

Prof. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa  
Universidade Federal do Tocantins



---

Prof. Dr. Felipe de Azevedo Marques  
Universidade Federal do Tocantins



---

Prof. Dr. Rui da Silva Andrade  
Universidade Federal do Tocantins

Aprovada em: 15 de dezembro de 2016

Local de defesa: Sala 40 do bloco III

Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas

## RESUMO

AMORIM, Rafael Alves. **Identificação de Áreas Indubitavelmente da União na Gleba Palmeirante como Instrumento para Gestão de Políticas Ambientais**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Tocantins, Palmas.

O governo federal nos últimos anos vem tentando avançar no campo da regularização fundiária em áreas de sua dominialidade, principalmente as localizadas na Amazônia Legal, a fim de garantir que os imóveis da União cumpram sua função socioambiental. O presente estudo visa a compatibilização de políticas ambientais, como o cadastro ambiental rural (CAR), com as políticas de gestão do patrimônio da União, como a delimitação das áreas indubitáveis e a regularização fundiária das mesmas. A identificação dessas faixas de terras indubitáveis, consideradas inalienáveis às margens do rio federal Tocantins na gleba Palmeirante foi realizada utilizando geotecnologias, tais como técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, aplicando a metodologia de predição morfológica que está sendo utilizada no Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão para delimitação dessas áreas. Esta metodologia consiste fundamentalmente na utilização da base de dados de Otto Bacias gerados pela ANA - Agência Nacional de Águas. Após identificação e seleção da bacia, o dado vetorial foi utilizado como polígono para recorte dos dados SRTM produzidos pela NASA e disponibilizados pelo INPE, gerando assim o Modelo Digital de Elevação empregado no presente trabalho. Com o MDE montado, tratado e recortado pela bacia de referência aplicou-se o algoritmo *Saga Wetness Index*, que consiste em identificar ambientes de concentração. Esse algoritmo é similar ao índice topográfico de umidade, que visa identificar ambientes com saturação hídrica. A metodologia de predição morfológica se mostrou eficiente na identificação das áreas indubitavelmente da União na Gleba Palmeirante. Tal fato foi confirmado a partir da caracterização dos solos da região, pois os solos encontrados na faixa indubitável (neossolos flúvicos, plintossolos háplicos e neossolos quartzarênicos) possuem drenagem deficiente e apresentaram índices de umidade elevados, próximos ao índice da modelagem final que foi de 26,36. Delimitou-se também as Áreas de Preservação Permanente conforme estabelece o Código Florestal Brasileiro, procedimento por meio do qual foi possível constatar que toda a APP da Gleba Palmeirante está inserida na área indubitavelmente da União. Desta forma, o presente estudo visou propor de acordo com o estabelecido na Lei Nº. 11.952/2009 a regularização fundiária dessas áreas, inserindo cláusula delimitando a área de preservação permanente e sua situação atual no título de CDRU, esses dados podem ser obtidos a partir do cadastro ambiental rural. Além disso, criando-se também encargos ambientais, fixando prazos para recuperação de APP degradadas ou para preservação dessas áreas, sob pena de cancelamento do título de concessão de direito real de uso. A delimitação e regularização dessas áreas indubitavelmente da União visa, portanto, dar subsídio às políticas ambientais de fiscalização, recuperação e conservação das áreas de preservação permanente às margens do rio federal Tocantins de forma a garantir as funções ecológicas e ambientais dessas áreas.

**Palavras chave:** Áreas Indubitáveis da União, Áreas de Preservação Permanente, Índice de Umidade

## ABSTRACT

AMORIM, Rafael Alves. **Identification of Undoubtedly Areas of the Union in Gleba Palmeirante as an Instrument for Environmental Policy Management**. 2016. 66 f. Dissertation (Master in Environmental Engineering). Postgraduate Program in Environmental Engineering. Federal University of Tocantins, Palmas.

The federal government in recent years has been trying to advance land regularization in areas of its dominance, especially those located in the Legal Amazon, in order to ensure that the properties of the Union fulfill their socio-environmental function. The present study aims at the compatibility of environmental policies, such as the rural environmental register (RER), with the policies of management of the Union's assets, such as the delimitation of the undoubtedly areas and the land regularization of these. The identification of these indubitable land ranges considered inalienable on the banks of the federal Tocantins river in the Gleba Palmeirante was carried out using geotechnologies such as remote sensing and geoprocessing techniques, applying the morphological prediction methodology that is being used in the Planning, Development And Management Ministry for delimitation of these areas. This methodology consists essentially in the use of the Otto Bacias database generated by ANA(NWA) - National Water Agency. After identification and selection of the basin, the vector data was used as a polygon to cut the SRTM data produced by NASA and made available by INPE, thus generating the Digital Elevation Model used in this work. With the MDE mounted, treated and trimmed by the reference basin, the Saga Wetness Index algorithm was applied, which is to identify concentration environments. This algorithm is similar to the topographic index of humidity, which aims to identify environments with water saturation. The methodology of morphological prediction proved to be efficient in identifying the undoubtedly areas of the Union in the Gleba Palmeirante. This fact was confirmed by the characterization of the soils of the region, because the soils found in the undoubtedly range (flossic neoses, plinthols, and quartzarenic neosols) have poor drainage and presented high humidity indexes, close to the final modeling index, which was 26,36. The Permanent Preservation Areas were also delimited according to the Brazilian Forestry Code, through which it was possible to verify that the entire GPA of Gleba Palmeirante is inserted in the area undoubtedly of the Union. Therefore, the present study aimed to propose according to Established in Law No. 11.952 / 2009 the land regularization of these areas, inserting clause delimiting the permanent preservation area and its current status in the CDRU title, these data can be obtained from the rural environmental register. In addition, environmental charges are also created, setting deadlines for the recovery of degraded APP or for preservation of these areas, under penalty of cancellation of the concession title of real right of use. The delimitation and regularization of these areas undoubtedly aims to contribute to the environmental policies for the monitoring, restoration and conservation of permanent preservation areas on the banks of the federal river Tocantins in order to guarantee the ecological and environmental functions of these areas.

**Key Words:** Undoubtedly Areas of the Union, Areas of Permanent Preservation, Humidity Index

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Localização da Gleba Palmeirante.....	29
<b>Figura 2</b> - GeoÍndice / SRTM-TOPODATA.....	31
<b>Figura 3</b> - Bacia hidrográfica de referência para a modelagem digital com a área alvo .....	35
<b>Figura 4</b> - Processamento Preliminar – Área Indubitável .....	37
<b>Figura 5</b> - Processamento Preliminar Sem os Dados Coletados em Campo – Área Indubitável .....	38
<b>Figura 6</b> - Coleta de Dados em Campo – Gleba Palmeirante.....	40
<b>Figura 7</b> - Índice efetivo para o ponto 1 .....	43
<b>Figura 8</b> - Área Indubitável – Modelagem com os Dados de Campo .....	44
<b>Figura 9</b> - Resultado Obtido no Processamento Final - Aplicação do Algoritmo Saga Wetness Index .....	45
<b>Figura 10</b> - Caracterização dos Solos da Gleba Palmeirante.....	46
<b>Figura 11</b> - Área Indubitável x APP .....	49
<b>Figura 12</b> - CAR até maio de 2016.....	53
<b>Foto 1</b> - Ponto 8 - Coleta de Dados em Campo – Gleba Palmeirante.....	40
<b>Foto 2</b> - Ponto 17 - Coleta de Dados em Campo – Gleba Palmeirante.....	41

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Atributos dos pontos coletados em campo .....	41
<b>Tabela 2</b> - Cota observada em campo e índice efetivo .....	43



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIU's - Áreas Indubitavelmente da União  
ANA - Agência Nacional de Águas  
APP's - Áreas de Preservação Permanente  
CAR - Cadastro Ambiental Rural  
CDRU - Concessão de direito real de uso  
DNER - Departamento Nacional de Estradas e Rodagens  
Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FUNAI - Fundação Nacional do Índio  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
INCRA - Instituto Brasileiro de Reforma Agrária  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
ISU - Índice SAGA de umidade  
IUT - Índice de umidade topográfica  
LBA - Fundação Legião Brasileira de Assistência  
MCidades - Ministério das Cidades  
MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário  
MDEs - Modelos Digitais de Elevação  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
MPDG - Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão  
Nasa - *National Aeronautics and Space Administration*  
RFFSA - Rede Ferroviária Federal  
Seplan-TO - Secretaria de Planejamento do Estado do Tocantins  
SPU - Secretaria do Patrimônio da União  
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission  
SWI - *Saga Wetness Index*  
UCs - Unidades de Conservação

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	13
	2.1 Objetivo Geral .....	13
	2.2 Objetivos Específicos .....	13
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
	3.1 Bens da União e Seu Uso.....	14
	3.1.1 Terrenos de Marinha e Seus Acrescidos .....	14
	3.1.2 Terrenos Marginais de Rios Federais e Seus Acrescidos.....	15
	3.1.3 Ilhas .....	15
	3.1.4 Unidades de Conservação Federais de Domínio Público.....	15
	3.1.5 Terras Rurais Arrecadadas e Demarcadas pelo INCRA .....	16
	3.1.6 Terras Indígenas .....	16
	3.1.7 Áreas Indubitáveis.....	16
	3.1.8 Outros .....	17
	3.2 Geoprocessamento Aplicado a Delimitação das Áreas Indubitavelmente da União	
	17	
	3.2.1 Modelo Digital de Elevação .....	17
	3.2.2 Índice Topográfico de Umidade e Índice Saga de Umidade.....	19
	3.3 Zonas Ripárias .....	22
	3.4 Área de Preservação Permanente (APP's).....	23
	3.5 Áreas Úmidas.....	25
	3.6 Políticas Ambientais .....	26
	3.7 Programa Terra Legal – Lei N°. 11.952/2009 .....	27
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	29
	4.1 Área de Estudo.....	29
	4.2 Delimitação das áreas indubitáveis da União .....	29
	4.3 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente .....	32
	4.4 Sobreposição das Áreas Indubitavelmente da União (AIU's) e das Áreas de	
	Preservação Permanente (APP's) .....	32
	4.5 Identificação dos Solos da Gleba Palmeirante.....	32
	4.6 Regularização Fundiária: Compatibilização de Políticas Ambientais com as	
	Políticas de Gestão do Patrimônio.....	32

<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>
	<b>APÊNCIDE 1</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As primeiras leis que trataram da posse de terras no Brasil foram a Lei N.º 601, de 18 de setembro de 1850, conhecida como Lei de Terras e o Decreto N.º 1.318, de 30 de janeiro de 1854, e que deram início a uma grande tentativa de proporcionar a regularização do uso das terras, no Brasil. A partir desse marco legal, teve-se avanço nos campos da doutrina jurídica e principalmente na legislação brasileira, sobretudo no que tange a definição de áreas públicas quando as mesmas apresentam algum tipo de relevante interesse público. Desta forma, a evolução e aquisição deste princípio foram inseridos no Art. 20 da Constituição Federal de 1988, em que definiu os bens que pertencem à União conforme descrito abaixo:

- I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vierem a ser atribuídos;
- II - as terras devolutas indispensáveis à defesa das fronteiras, das fortificações e construções militares, das vias federais de comunicação e à preservação ambiental, definidas em lei;
- III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;
- IV - as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as que contenham a sede de Municípios, exceto aquelas áreas afetadas ao serviço público e a unidade ambiental federal, e as referidas no art. 26, II; (Redação dada pela Emenda Constitucional n.º 46, de 2005);
- V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva;
- VI - o mar territorial;
- VII - os terrenos de marinha e seus acrescidos;
- VIII - os potenciais de energia hidráulica;
- IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;
- X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos;
- XI - as terras tradicionalmente ocupadas pelos índios.

Destacam-se para este estudo as áreas indubitavelmente da União às margens dos rios federais que compreendem o leito maior dos rios. São áreas que, devido à dinâmica natural do rio, estão localizadas entre o leito menor do curso d'água e a faixa de terrenos marginais (de 15 metros) (BRASIL. Diário Oficial da União, 1946) e que devido à desordenada intervenção humana carecem de políticas ambientais mais eficientes de fiscalização, recuperação e conservação, principalmente porque parte dessas áreas já se encontram em um elevado grau de degradação. Essas áreas coincidem em sua totalidade ou em partes com as áreas de preservação permanente definidas como zonas ripárias pelo Código Florestal e também dependendo da sua localização geográfica com as áreas úmidas (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

Marimon et al. (2014) relatam que essas planícies inundáveis são compostas por um macrossistema formado por um complexo mosaico de áreas alagáveis, vegetação nativa e áreas antropizadas.

Dias (2014) relata que devido ao grande tamanho dessas áreas, à variação do nível de inundação durante o ano e o difícil acesso a esses ambientes, torna-se dificultoso e dispendioso a caracterização dessas superfícies pelos métodos tradicionais de levantamento topográfico. Grande parte das áreas indubitavelmente da União às margens dos rios federais no Brasil são regidas por inundações sazonais, essa variação recorrente entre as fases terrestres e aquáticas dificultam o delineamento de limites fixos e a definição da sua exata abrangência. Portanto se faz necessário lançar mão de ações visando a conservação desses ambientes que incluam o ecótono formado pela faixa de transição entre as terras firmes e a calha regular da hidrografia perene.

A União por meio da Secretaria do Patrimônio da União (SPU), órgão vinculado ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPDG) tem como um dos pilares da sua missão institucional garantir que os imóveis da União cumpram sua função socioambiental, diante disso este trabalho visa à identificação das áreas indubitavelmente da União às margens do rio federal Tocantins na gleba Palmeirante com a utilização de geotecnologias tais como técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, visando assim compatibilizar as políticas de gestão do patrimônio da União com as políticas ambientais, fazendo com que essas áreas possam cumprir sua função socioambiental.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente estudo tem como proposta identificar áreas indubitavelmente da União às margens do Rio Tocantins de domínio federal, mais precisamente na Gleba Palmeirante. A delimitação dessas áreas indubitavelmente da União visa dar subsídios as políticas ambientais de fiscalização, recuperação e conservação, as margens do rio Tocantins de forma a garantir as funções ecológicas e ambientais desses ambientes.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Aplicar técnicas de geoprocessamento para identificação de áreas suscetíveis a alagamentos periódicos às margens do Rio Tocantins na Gleba Palmeirante, áreas estas consideradas inalienáveis e de domínio da União.
- Delimitar as Áreas de Preservação Permanente conforme estabelece o Código Florestal Brasileiro.
- Sobrepor as Áreas Indubitavelmente da União (AIU's) e as Áreas de Preservação Permanente (APP's), visando verificar se as APP's estão inseridas parcial ou totalmente nas AIU's.
- Propor conforme a Lei N°. 11.952/2009 a regularização fundiária dessas áreas, compatibilizando políticas ambientais, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), com as políticas de gestão do patrimônio da União.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Bens da União e Seu Uso

Os imóveis públicos da União são divididos em três tipos, obedecendo ao regramento da sua destinação estabelecida em lei federal, os imóveis públicos federais são os bens de uso comum do povo, bens estes necessários à coletividade, tais como rios, praças, ruas, praias, desta forma, o uso deve ser de todos os cidadãos. O segundo grupo abrange os bens de uso especial, que atendam ao interesse do serviço público, tais como os imóveis dos órgãos públicos. O último grupo compreende os bens dominiais, estes não possuem destinação definida e devido a isto, podem ser negociados pela União e ofertados para uso privado, se houver necessidade (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

##### 3.1.1 Terrenos de Marinha e Seus Acrescidos

Os terrenos de marinha são definidos pelo Decreto-lei Nº 9.760, de 5 de setembro de 1946 como os que abrangem uma zona de 33 metros ao longo do litoral e das margens de rios e lagoas que tem seus regimes influenciados pelas marés. Essa porção de terra é definida pela SPU, através de um rito de demarcação específico que consiste em um procedimento administrativo, declaratório de propriedade, que visa a determinação da Linha de Preamar Médio do ano de 1831 (LPM).

Após a demarcação dos terrenos de marinha a União declara o seu domínio sobre a área, gerando assim a anulação de qualquer registro que tenha sido feito na área em cartório de registro de imóveis, porém garantindo ao ocupante o direito de contestar administrativamente e até judicialmente a referida demarcação. Os terrenos acrescidos de marinha podem ser constituídos de forma natural ou até mesmo artificial como os aterros, e se localizam na direção do mar ou dos rios e lagoas. (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

### 3.1.2 Terrenos Marginais de Rios Federais e Seus Acrescidos

O Decreto-lei Nº 9.760, de 5 de setembro de 1946 também traz a conceituação dos terrenos marginais, estabelecendo que os mesmos são áreas que são banhadas por rios, lagos ou algum corpo hídrico federal, mas que estejam fora do alcance das marés. Constituindo assim uma zona de 15 metros, medidos na horizontal para a parte da terra, contados a partir da Linha Média das Enchentes Ordinárias (LMEO), esta superfície também deverá ser delimitada pela SPU por meio de procedimento administrativo e declaratório.

### 3.1.3 Ilhas

O Art. 1º, alínea c, do Decreto-Lei Nº. 9.760/1946, associado ao Art. 20, Inciso I, da CF/88 define que as ilhas fluviais e as ilhas lacustres permanentes somente são de domínio da União quando se encontram na divisa com outro país, entram nesse contexto também as situadas em regiões que sofrem influência das marés. As ilhas de várzea por sua vez, são aquelas que sofrem alagamentos sazonais, desta forma constituem-se como extensões do leito do rio, por esta razão as mesmas são consideradas de propriedade do ente que possuir o domínio do rio ou lago em que se encontrar, ou seja, a dominialidade neste caso não pode ser diferente do leito fluvial ou lacustre do qual faz parte (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

Já as ilhas marítimas se dividem em oceânicas e costeiras. As ilhas marítimas são caracterizadas como de domínio da União, com a ressalva dos casos em que o interior destas contemple sede de Município, nestas situações a União só terá domínio dos terrenos de marinha e seus acrescidos (EC nº 46/2005).

### 3.1.4 Unidades de Conservação Federais de Domínio Público

Outros imóveis que podem figurar como bens da União são as Unidades de Conservação – UCs, elas podem ser de Uso Sustentável ou de Proteção Integral. As caracterizadas como de proteção integral são fundamentalmente de domínio público, seja ele federal, estadual ou municipal, já as de uso sustentável podem ser definidas como públicas ou privadas. A criação das Unidades de Conservação federais são regidas por decreto Presidencial. Nas situações em



que as unidades de conservação sejam de domínio da União, à SPU deverá proceder a regularização da situação do imóvel e posteriormente destiná-la ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão que possui competência legal para gerir essas áreas, bem como destinar parcelas de áreas visando garantir a permanência das comunidades tradicionais nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável, por exemplo, nas Reservas Extrativistas (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

### 3.1.5 Terras Rurais Arrecadadas e Demarcadas pelo INCRA

Cabe ao Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (INCRA) a delimitação e posteriormente a arrecadação de terras devolutas federais, bem como realizar a regularização cartorial desses imóveis, registrando-os em nome da União.

### 3.1.6 Terras Indígenas

A Constituição Federal garante aos povos indígenas o direito de uso exclusivo das áreas tradicionalmente ocupadas por eles, desde que sejam utilizadas para sua reprodução física e cultural, seguindo seus usos, costumes e tradições. Estas áreas são de domínio da União, de acordo com o que foi estabelecido pela constituição federal. A delimitação dessas áreas dos povos indígenas é de responsabilidade da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

### 3.1.7 Áreas Indubitáveis

É um conceito subjacente ao conceito de terreno marginal, correspondendo ao leito maior do rio, ou seja, são o próprio rio e não os terrenos marginais. São áreas que, devido a dinâmica natural do rio, estão localizadas entre o leito menor do curso d'água e a faixa de terrenos marginais (de 15 metros), localizando-se aquém destes terrenos (BRASIL. Diário Oficial da União, 1946). Ao contrário da caracterização dos terrenos marginais, que dependem da delimitação da linha média das enchentes ordinárias, a identificação das áreas indubitáveis depende de verificação da existência de elementos da paisagem/ambiente que as caracterizem como áreas periodicamente alagadas ou como várzeas de rios federais.

Portanto, não há um único método estabelecido para a identificação das áreas indubitáveis, devido à sua natureza de identificação direta, visual. Levantamentos cartográficos temáticos sobre relevo, solo, regime de enchentes, chuvas ou vegetação, por exemplo, servem como indícios ou como comprovação do que venha a ser averiguado em campo, com coleta de coordenadas e outros elementos que ajudam na definição da área. Se já existem mapeamentos da própria várzea, elaborados por órgão público ou instituições de ensino ou científicas reconhecidas, tais produtos podem constituir prova do domínio inequívoco da União (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2008).

### 3.1.8 Outros

Além dos imóveis definidos pela Constituição Federal a União detém o domínio também, de outros tipos de imóveis, como por exemplo, os recebidos de outras instituições, os incorporados quando algum órgão da Administração Pública Federal é extinto e também os adjudicados devido ao pagamento de dívidas de terceiros com a União. Como exemplo de imóveis que são incorporados ao Patrimônio da União devido à extinção de órgãos que compõem a administração pública federal, pode-se citar os imóveis do antigo Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER), da Extinta Rede Ferroviária Federal (RFFSA), da Extinta Fundação Legião Brasileira de Assistência (LBA), entre outros. Parte desses imóveis apesar de serem de propriedade da União, necessariamente não são conhecidos pela Administração. Isso se deve principalmente pela grande extensão territorial do Brasil, associada à quantidade expressiva de imóveis pertencentes à União, que até hoje boa parte não foram identificados, exigindo-se assim uma ação pragmática de caracterização destes bens (BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014).

## **3.2 Geoprocessamento Aplicado a Delimitação das Áreas Indubitavelmente da União**

### 3.2.1 Modelo Digital de Elevação

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE's) caracterizam-se como um conjunto de informações indispensáveis no que tange o conhecimento do relevo da superfície terrestre, a utilização desses modelos é extremamente útil em trabalhos aplicados, por exemplo, como mapeamento da rede de drenagem de áreas extensas, exposição solar, mapas de declividade e

planejamento urbano e rural (CAMARGO et al., 2009). Devido a isto a caracterização de espaços potencialmente adequados a silvicultura e agricultura ficam facilitadas, isso também acontece na delimitação de áreas para avaliação de riscos de desmoronamentos, modelagem hidrológica, conservação do solo e da diversidade biológica, ortorretificação de imagens de satélite e outros (ARAÚJO et al., 2014).

Um ponto que merece destaque nos MDE's e também nos seus resultados derivados é a precisão, pois a mesma depende de diversas variáveis, podendo-se ressaltar a resolução horizontal e precisão vertical na qual os dados de elevação estão representados, e a fonte dos dados de elevação. Devido à larga utilização de informações provenientes do MDE para a determinação espacial de características do solo a precisão começa a assumir um papel de destaque e relevância (THOMPSON, BELL e BUTLER, 2001).

O Topodata é um conjunto de dados topográficos provenientes do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) refinados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) visando atingir uma melhor resolução espacial, gerando assim variáveis geomorfométricas que abrangem em totalidade o território brasileiro. Tanto no Brasil, como em regiões da América Latina, apenas algumas localidades possuíam mapas em escalas apropriadas. A partir da disponibilização de dados SRTM para a América do Sul com resolução de 3 segundos de arco foi motivado o esforço, para proceder o processamento de informações de uma forma consistente. A construção da base Topodata visou o refinamento da contribuição do SRTM, além de melhorar a carência de mapas adequados para diversas finalidades e proporcionar uma redução de tempo no uso de técnicas para extrair variáveis topográficas (VALERIANO e ROSSETTI, 2012).

A construção da base Topodata para o Brasil foi revisada por duas vezes, com a finalidade de retificar os problemas encontrados pelos usuários e também para implementar melhorias na manipulação de dados técnicos. Possíveis revisões não são descartadas, podendo as mesmas ser consideradas de acordo com as solicitações dos usuários que se fizerem pertinentes (VALERIANO e ROSSETTI, 2012).

As informações originais dos dados SRTM podem ser comprometidas devido à resolução, efeito dossel, erros de aquisição e vazios. Os erros de elevação proporcionam um conflito na modelagem de terreno (HOLMESA, CHADWICKA E KYRIAKIDIS, 2000), que se dissemina com a inclusão de células da grade nos cálculos geomorfométricas. Mesmo com suas limitações, estudos avaliam que os dados SRTM possuem erros verticais estimados

menores que cinco metros (ROSEN et al., 2001), que é bem melhor do que o esperado quando do planejamento da missão que era de 16 m. É de conhecimento do meio técnico que a resolução MDE afeta a precisão de elevação (LI, 1992) e o desempenho de derivações topográficos (CHOW e HODGSON, 2009; GAO, 1998; EHSANI et al., 2010; THOMPSON et al., 2001).

### 3.2.2 Índice Topográfico de Umidade e Índice Saga de Umidade

A disposição espacial de áreas propensas a saturação hídrica de forma permanente ou temporária, assim como a sua caracterização podem ser realizadas através do índice topográfico de umidade. Este índice é definido como sendo a relação entre a declividade local e a área de contribuição específica de montante, possuindo, portanto variação espacial significativa. Diversos índices de umidade provenientes de MDE's já foram propostos (IVERSON et al., 1997; SUMMERELL et al., 2004), mas o mais disseminado no meio técnico é o índice topográfico de umidade (ITU), definido como  $\ln(A_s / \tan \beta)$ , onde  $A_s$  é a área de contribuição específica por unidade de largura ortogonal à linha de fluxo ( $m^2 m^{-1}$ ), ou seja, uma medida que representa o volume potencial do escoamento superficial em dado ponto da vertente e,  $\beta$  é o declive local (WILSON e GALLANT, 2000 apud CAPOANE et al., 2015).

CHRISTOFOLETTI (1980) define o índice topográfico de umidade, como sendo um índice de saturação, que corresponde a uma função do logaritmo natural da razão entre a área de contribuição e a declividade, e indica o controle da topografia sobre a umidade do solo (WILSON e GALLANT, 2000 apud CATEN et al., 2012).

O fluxo de água tende a seguir a topografia do local, principalmente nas escalas de paisagem, desta forma se torna um fator indispensável para a determinação de outras variáveis. Devido a isso se pode estimar as variações espaciais pedológicas, hidrológicas e propriedades biológicas de uma localidade a partir dos dados fornecidos pelos mapas topográficos. Através da utilização de índices topográficos determinados a partir de MDE os mesmos podem ser usados como uma medida do controle topográfico no fluxo de água (SØRENSEN e SEIBERT, 2007).

A topografia é muitas vezes um dos principais controles sobre o padrão espacial de áreas saturadas, que por sua vez é uma chave para a compreensão de grande parte da variabilidade em solos, processos hidrológicos e de qualidade da água corrente. O índice topográfico de umidade tornou-se uma ferramenta amplamente utilizada para descrever as condições de

umidade na escala de bacia. Com este índice, no entanto, presume-se que os gradientes de águas subterrâneas sejam sempre iguais aos gradientes de superfície (GRABS et., 2009).

Índices topográficos diferentes permitem a quantificação das características de superfície de um território. Estes índices são amplamente utilizados, especialmente quando os MDE's tornaram-se prontamente disponíveis. O índice topográfico de umidade foi introduzido pela primeira vez por Beven e Kirkby (1979), como parte do modelo de escoamento TOPMODEL e é provavelmente o índice topográfico mais comumente aplicado. O índice topográfico de umidade é uma medida relativa das condições hidrológicas de uma determinada localidade. Este índice é baseado em várias suposições. A inclinação da superfície do solo é assumida para representar a inclinação do lençol freático, enquanto que a condutividade hidráulica do solo e a precipitação deverão ser uniformes ao longo da paisagem estudada. Estes pressupostos podem ser alterados, mas isso requer informações adicionais, como a variação espacial da condutividade hidráulica, que geralmente não está disponível (SØRENSEN e SEIBERT, 2007).

O conteúdo de resolução e informações de um MDE tem uma grande influência sobre os índices topográficos computados. Apenas com a interpolação dos MDE's para uma resolução maior (ou seja, um tamanho de grade menor) pode-se dar uma distribuição do índice topográfico de umidade mais semelhante, porém padrões diferentes podem ser obtidos quando o índice é calculado a partir do MDE original. Estudos indicam que o conteúdo de informação pode realmente ter uma grande influência sobre mapas computadorizadas de índices topográficos, mesmo para pequenas alterações no conteúdo da informação. No entanto, isso não significa automaticamente que o MDE com resolução mais alta é sempre o mais útil. Dada a escala de comprimento das características topográficas e certos controles de processos, um MDE com resolução mais baixa pode em alguns casos ser mais útil para análise e modelagem da paisagem. As águas subterrâneas, por exemplo, pode-se esperar que sigam o padrão topográfico geral e podem depender menos das variações de pequena escala (SØRENSEN e SEIBERT, 2007).

Uma das informações espaciais comumente mais utilizadas e amplamente disponíveis é o MDE. No campo da hidráulica, na modelagem hidrológica, bem como na gestão de recursos hídricos geralmente é necessário uma investigação do local e das características hidrológicas, tais como declividade do terreno, redes de drenagem e os limites de captação.

Os MDE's oferecem uma maneira eficiente para representar a superfície do solo e permitir a extração direta automatizada de informações hidrológicas, trazendo vantagens em

termos de eficiência de processamento, relação custo-eficácia, e avaliação de precisão, em comparação com os métodos tradicionais baseados em mapas topográficos, levantamentos de campo, ou foto interpretações.

Os MDE's também são utilizados para determinar outras informações em modelos hidráulicos e hídricos, tais como vias de fluxo, acumulação e dispersão de água e de solutos a partir de áreas de perigo. Além da utilização em conjunto com outras camadas espaciais tais como mapeamento da paisagem do solo para fornecer informações mais detalhadas, como estimativas de profundidade do solo, material do solo / distribuição e capacidade de armazenamento de umidade do solo em diferentes partes do local em estudo (TENG et al., 2008).

Em quase todas as aplicações de modelagem hidrológica, a produção em grande medida é afetada pela entrada do modelo, tais como o MDE e outras propriedades topográficas relacionadas, tais como gradientes de inclinação e também aspectos de declive e densidade de drenagem. Pesquisadores descobriram que a qualidade e resolução do MDE afetam significativamente a precisão de quaisquer características hidrológicas extraídas do modelo (KENWARD et al., 2000). A entrada do modelo, assim como a rugosidade hidráulica, que são simuladas na escala dos elementos do MDE, mudam com resolução do MDE e, como tal, também afetam os resultados da simulação. (HORRITT e BATES, 2001; HORRITT e BATES, 2002)

O índice SAGA de umidade (ISU) é semelhante ao índice de umidade topográfica (IUT), mas é baseado em um cálculo de área de captação modificado, que não trata o fluxo como uma película fina como foi feito no cálculo das áreas de captação em algoritmos convencionais. Como resultado, o ISU tende a atribuir um molhamento mais realista do solo (BOEHNER et al., 2002).

As correlações entre os atributos do terreno e dados de campo são importantes para verificar a exatidão dessas representações digitais da paisagem e para determinar o tamanho apropriado das células que compõem o MDE (FLORINSKY e KURYAKOVA, 2000). Alguns dos atributos dos terrenos mais utilizados em mapeamento digital de solos são: declive, curvatura e índice de umidade. A representação do teor de umidade pode ser feita pelo IUT, que tem sido amplamente utilizada na estimativa da umidade do solo, na sua distribuição espacial (GRABS et al., 2009), e também para determinação do fluxo de água no subsolo a uma dada paisagem (ZINKO et al., 2005).

Em trabalhos mais recentes, o ISU criado pelo software SAGA-GIS (BÖHNER e CONRAD, 2009), tem sido bastante utilizado, substituindo o IUT, porque permite o ajuste da ao fluxo de convergência uni para multidirecional (MENEZES, 2011). De qualquer forma, ambos os índices têm a função de identificar as características do fluxo de água no solo (SUMFLETH e DUTTMAN, 2008), onde os valores mais elevados indicam as áreas com maior probabilidade de apresentar condições saturadas, comumente encontradas nas depressões, associada à baixa condutividade hidráulica do solo (BEVEN e WOOD, 1983). No entanto, além da indicação de áreas com maior potencial de umidade do solo, pode ser necessário identificar a correlação entre os valores desses índices com o conteúdo real da água no solo, ajudando a definir os usos mais apropriados deste recurso natural e também locais adequados para o desenvolvimento de estudos hidrológicos. Além disso, a precisão real da umidade do solo obtido a partir desses índices pode ser verificada por meio de métodos de validação no campo.

### **3.3 Zonas Ripárias**

As zonas ripárias são definidas como áreas saturadas que margeiam os corpos hídricos e suas cabeceiras e que podem ampliar-se durante chuvas prolongadas. O termo área ripária ou ciliar está sendo utilizado tanto para a identificação da faixa do terreno que inclui a ribanceira do rio como a planície de inundação (ZAKIA, FERRAZ e LIMA, 2009).

Essas áreas despertam interesses conflitantes em diversos seguimentos da economia. Os agricultores destacam o seu potencial produtivo (MATSON et al., 1997). Ocorrem também os interesses para o corte seletivo de madeira, extração de areia, mineração, etc. Por outro lado, tem-se a questão envolvendo a sua preservação e restauração, principalmente com o intuito de proteger suas funções ecológicas e hidrológicas, constituindo assim uma etapa essencial na busca da sustentabilidade (LIMA e ZAKIA, 2000). Desde a década de 1980, devido às mudanças de paradigmas ambientais, os estudos e o conhecimento a respeito da importância das zonas ripárias, têm sido desenvolvidos em todo o mundo (ABELL et al., 2007; AGNEW et al., 2006; GREGORY et al., 1991; LIMA e ZAKIA, 2006; NAIMAN e DÉCAMP, 1997; PERT et al., 2010; WALKER et al., 1996).

Tucci (2001) relata que a ocorrência das enchentes pode estar interligada a fatores naturais e também antrópicos. Os fatores naturais são definidos como aqueles onde as ocorrências são devidas ao estado natural da bacia, como por exemplo, o relevo, a cobertura

vegetal, a forma da bacia e intensidade, duração e frequência das precipitações, a capacidade de drenagem. Já os fatores antrópicos são aqueles devidos à atuação do homem, como por exemplo, a urbanização, o manejo inadequado do solo, as obras hidráulicas, o desmatamento, entre outras.

É comprovada através de estudos científicos a importância e necessidade de uma faixa de proteção dos corpos d'água de no mínimo 30 metros. Na literatura e no meio técnico não é encontrado nenhum estudo que demonstre consistência visando à rejeição da hipótese da necessidade dessas áreas ou mesmo aponte para zonas de menor extensão. É importante ressaltar que, dentre as diversas funções exercidas pelas zonas ripárias, existem aquelas relacionadas à proteção dos recursos hídricos, que são principalmente a estabilização de taludes e encostas, manutenção da morfologia do rio, retenção de sedimentos e nutrientes, proteção contra inundações e regulação da temperatura da água (BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2012).

No Brasil, estudos bem aprofundados estão sendo desenvolvidos com o intuito de correlacionar a zona ripária com as suas principais funções hidrológicas, por exemplo, Oliveira e Daniel (1998) utilizaram SIG, para avaliar a largura ideal da zona ripária visando minimizar a poluição dispersa na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, principal manancial de abastecimento da cidade de São Carlos, no estado de São Paulo. Eles perceberam que a superfície mínima de 30 metros de vegetação exigida no Código Florestal encontra-se subestimado com relação a fontes dispersas de poluição, ou seja, o modelo preconiza valores superiores a 30 metros (BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2012).

Machado (2002) através de simulações de escoamento em uma microbacia hidrográfica utilizando ferramentas de geoprocessamento e modelagem percebeu que a mudança de áreas de pastagens para Áreas de Preservação Permanente nos limites estabelecidos pelo Código Florestal diminuiu a exposição dos solos mais suscetíveis à erosão, sendo esse caso o maior impacto na redução da produção de sedimentos (BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2012).

### **3.4 Área de Preservação Permanente (APP's)**

O Código Florestal Brasileiro (Lei N°. 12.651/2012) define Área de Preservação Permanente (APP) como sendo uma área protegida, que pode ser coberta ou não por vegetação nativa, tendo como finalidade a preservação dos recursos hídricos, proteção do solo e da



paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, ainda promovendo o fluxo gênico de fauna e flora, proporcionando assim o bem estar das populações humanas;

De acordo com a legislação brasileira, uma APP deve ser um espaço físico-natural protegido, sem qualquer atividade, contudo, nem sempre estas APP's são respeitadas no estado do Tocantins e inúmeras atividades humanas foram implantadas ao longo dos anos em locais onde deveria se preservar.

Devido à imprecisão de seus limites espaciais as áreas de preservação permanente sofrem prejuízos na sua conservação e também na aplicação da lei (BORGES, NEVES e CASTRO, 2011).

Pode-se encontrar nas Áreas de Preservação Permanente as zonas úmidas, onde o uso sustentável destas áreas implica no conhecimento das bases científicas para o manejo desses ecossistemas, tais como a biodiversidade e dinâmica hidrológica, e na cooperação entre diferentes segmentos da sociedade (OLIVEIRA et al., 2007).

O processo de urbanização vem acompanhado por intensas alterações no uso e ocupação do solo, que geram impactos ambientais nas bacias hidrográficas. As alterações sofridas pelas bacias que passam pelo processo de urbanização podem ocorrer muito rapidamente, proporcionando degradação ambiental, ocupações irregulares, isso devido à falta de planejamento urbano (ONO et al., 2005). Segundo Vieira (2006), as técnicas convencionais de monitoramento da expansão urbana e de ocupação das bacias hidrográficas não conseguem acompanhar a rapidez com que este acontecimento se processa. Desta forma, deve-se buscar novas metodologias, empregando técnicas mais modernas e adequadas, para detecção, com maior celeridade da expansão urbana e as alterações ambientais decorrentes.

O avanço na conscientização da população, juntamente com a percepção dos efeitos gerados pelos danos ambientais tais como a poluição das águas, a degradação do solo, entre outros, levou a sociedade a perceber sua dependência do meio ambiente, principalmente no que tange à qualidade de vida e a disponibilidade dos recursos naturais, gerando assim, nos últimos anos, um processo de revisão e ampliação de uma legislação que disciplina o uso do ambiente (ATTANASIO et al., 2006). O Brasil, somente em 1981 estabeleceu a sua Política Nacional de Meio Ambiente, através da promulgação da Lei N°. 6.938, de 31 de Agosto de 1981.

### 3.5 Áreas Úmidas

O recente Código Florestal Brasileiro (2012) define áreas úmidas como sendo zonas que sofrem alagamentos periódicos, tais como pantanais ou outras superfícies terrestres que podem ser cobertas por florestas ou outros tipos de vegetação ajustadas à inundação.

As áreas úmidas são definidas como regiões que possuem a tendência ao alagamento temporário ou permanente, são reconhecidas por diversas fun es em especial por proporcionar benefícios ecossistêmicos essenciais relacionados   manuten o do ciclo da água em diferentes escalas e também por terem como fun o o armazenamento, abastecimento, purifica o de água, tratamento de águas residuais, reposi o de águas subterrâneas, reten o de sedimentos, recarga do nível de água do solo, regula o do clima local e regional e a manuten o de uma grande biodiversidade, sendo assim essenciais para a qualidade de vida e para a economia (INTECOL WETLAND WORKING GROUP, 2008).

Estas áreas possuem um valor imensurável e ainda auxiliam na mitiga o das mudanças climáticas. Novitzki et al., (1996), Dugan (1993) e Patten (1990) relatam os benefícios e atributos dessas regiões úmidas para a ecologia global, flora, fauna, e para a humanidade. Por essas razões o Programa Mundial de Avalia o dos Recursos Hídricos das Na es Unidas, avaliam que os valores dos benefícios do ecossistema de zonas úmidas são mais significativos do que para outros tipos de ecossistemas (RUSSI, 2013 apud DIAS, 2014).

A Conven o RAMSAR, que disciplina e trata das Zonas  midas de Importância Internacional, ressalta a importância ecológica desses ambientes. O Brasil   um dos contratantes e assumiu o compromisso de participar efetivamente da conserva o e prote o necessária dessas áreas e de sua flora e fauna, por a es locais, regionais, nacionais e internacionais.

A determina o e classifica o das áreas úmidas variam em todo o mundo. Cowardin et al. (1979) estabeleceram a defini o de áreas úmidas empregada pelo governo norte-americano, como “terras de transi o entre os sistemas terrestres e aquáticos, onde o lençol freático   geralmente próximo da superfície ou o solo   coberto por água superficial”.

Junk et al. (1989) define áreas úmidas de planícies de inunda o como aquelas que “episodicamente ou periodicamente são inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipita o direta ou pelo afloramento do lençol freático, de forma que a biota

responde ao ambiente físico-químico com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e etológicas, gerando estruturas específicas e características dessas comunidades”.

Vieira (2008) descreve que a matéria de áreas úmidas está interligada com a de planície de inundação. Essa descrição é utilizada para identificar ambientes que apresentam um rio principal onde as águas extravasam sazonalmente do canal principal e inundam uma diversidade de ambientes terrestres e aquáticos. A planície de inundação é conhecida como uma feição deposicional do vale do rio associada com um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem (LEOPOLD, WOLMAN e MILLER, 1964 apud DIAS, 2014).

### **3.6 Políticas Ambientais**

A Lei N°. 12.651/2012, mais conhecida como Código Florestal Brasileiro, estabelece em seu primeiro artigo que é responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais tanto nas áreas urbanas como nas áreas rurais.

O Código Florestal Brasileiro (2012) define várzea de inundação, também conhecida como planície de inundação como sendo áreas marginais a corpos hídricos suscetíveis a inundações e enchentes sazonais, também define a faixa de passagem de inundação como sendo a porção de terra de várzea ou de planície de inundação contíguas a corpos d’água que permite o escoamento da enchente.

O Código Florestal Brasileiro (2012) permite o plantio de culturas temporárias e sazonais de vazante de ciclo curto na faixa de terra que fica exposta no período de vazante dos rios ou lagos para as pequenas propriedades ou posses rurais familiar, desde que não sejam desmatadas novas áreas de vegetação nativa, e seja conservada a qualidade da água e do solo e seja protegida a fauna silvestre.

Sobre o regime de proteção das áreas de preservação permanente o Código Florestal (2012) estabelece que a vegetação dessas áreas deverá ser mantida pelo dono do imóvel. Caso tenha acontecido a supressão de vegetação situada em APP’s, o proprietário desta terra fica obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvado os usos autorizados pelo Código Florestal.

Outro ponto importante trazido pelo novo Código Florestal Brasileiro (2012) é o programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente e a utilização de boas práticas que associam a produtividade agropecuária e florestal, que visa assim reduzir os impactos ambientais e proporciona um desenvolvimento ecologicamente sustentável, levando em conta os critérios ambientais e de desenvolvimento econômico. Destaca-se o pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas tais como a conservação da biodiversidade, a conservação das águas e dos serviços hídricos, a conservação e o melhoramento do solo, a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

O Programa Bolsa Verde de apoio à conservação ambiental, tem como escopo principal compensar comunidades tradicionais e agricultores familiares pelos serviços ambientais que prestam ao país, este programa foi lançado em setembro de 2011 e consiste em conceder um auxílio de R\$ 300,00, a cada trimestre, às famílias de baixa renda que residem em áreas prioritárias para conservação ambiental (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2016b).

O Bolsa Verde foi criado pela Lei N°. 12.512, de 14 de outubro de 2011, e seu respectivo Decreto n° 7.572, de 28 de setembro de 2011 de regulamentação, sendo os principais objetivos do programa, impulsionar a conservação dos ecossistemas, através da sua manutenção e uso sustentável e aumentar a renda da população carente que desempenham ações voltadas a conservação dos recursos naturais no meio rural.

### **3.7 Programa Terra Legal – Lei N°. 11.952/2009**

O governo brasileiro criou o Programa Terra Legal instituído pela Lei N° 11.952/2009 visando dar respostas às pressões econômicas e demográficas, e o com o objetivo de combater a ocupação ilegal, venda e grilagem de terras da União. Esta regularização fundiária da Amazônia Legal tem como fundamento básico a garantia de direitos os pequenos agricultores e instituir normas ambientais, nas áreas de Domínio da União (CAMPBELL, 2015).

A Lei N°. 11.952/2009 visa promover a regularização fundiária em áreas da União, na região da Amazônia Legal. O Decreto N°. 6.992, de 28 de outubro de 2009 regulamentou a referida lei estabelecendo em seu artigo 11 que caso a gleba a ser regularizada abranja terrenos de marinha, marginais ou reservados, seus acréscidos ou outras áreas insuscetíveis de alienação não demarcadas, caberá à Secretaria do Patrimônio da União delimitar a faixa da gleba que não

será suscetível à alienação. O presente decreto delimita ainda que a faixa prevista no art. 11 será definida em cada uma das glebas e se estenderá até o limite de quinze metros, para as áreas localizadas em terrenos marginais, e trinta e três metros, para as áreas localizadas em terrenos de marinha, a partir da linha das cheias dos rios federais ou da linha de preamar máxima.

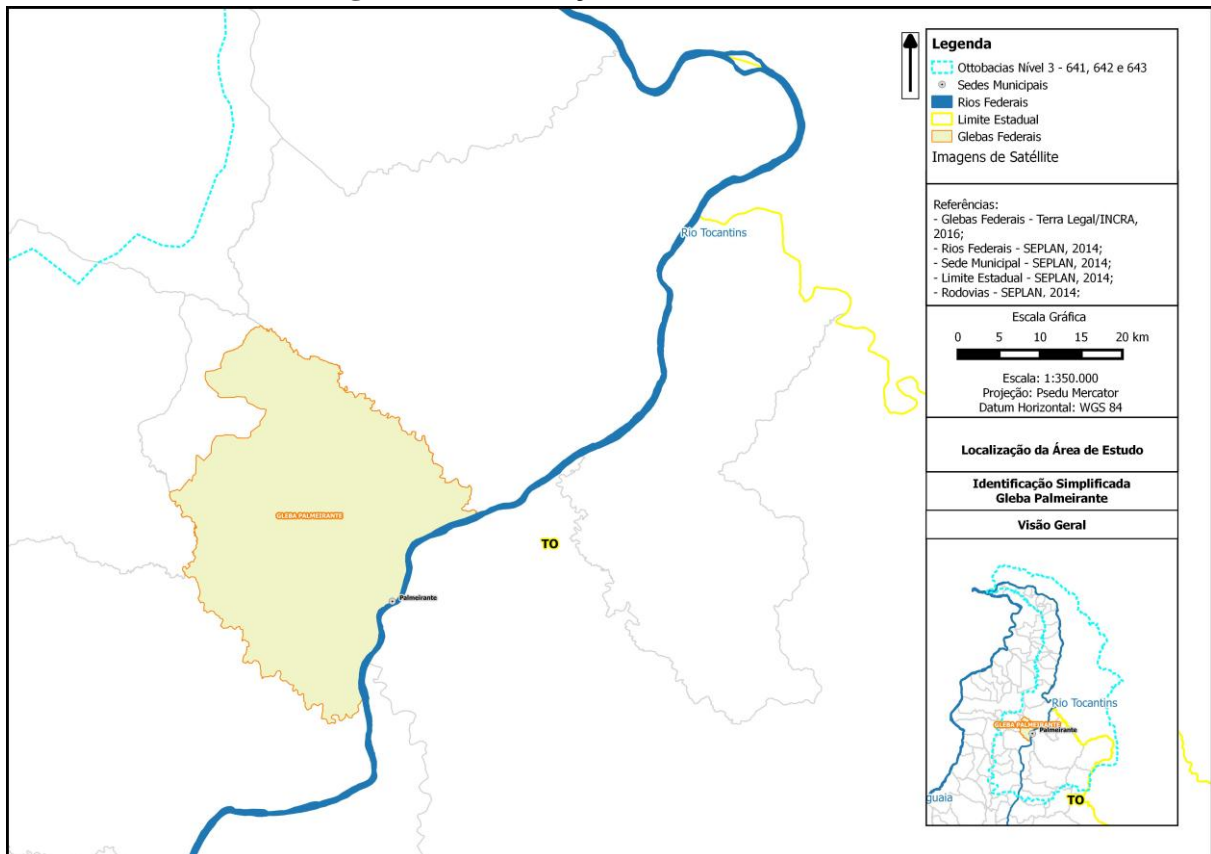
O Programa Terra Legal tem como objetivo promover a regularização das ocupações rurais legítimas, priorizando os pequenos produtores e às comunidades locais. A Lei N.º 11.952/09 possui artifícios que visam impedir a regularização de áreas griladas. O Terra Legal além da regularização de áreas rurais, também visa regularizar os municípios que estão inseridos em terras da União, esta regularização envolve os Ministérios do Desenvolvimento Agrário (MDA) e das Cidades (MCidades) e a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Gleba Palmeirante (Figura 1), com área de 818,7 Km<sup>2</sup>, coordenadas 47°57'24" W e 7°59'30" S, gleba que em sua totalidade pertencente à União é margeada pelo Rio Federal Tocantins, arrecadada como devoluta, incorporada ao Patrimônio da União por força do Decreto-Lei N° 1.164/71. Esta área fica compreendida na bacia hidrográfica do Rio Tocantins (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), na região do município de Palmeirante, estado do Tocantins.

**Figura 1 - Localização da Gleba Palmeirante**



**Fonte:** Autoria própria

### 4.2 Delimitação das áreas indubitáveis da União

Para iniciar os procedimentos, se faz necessário reunir um acervo de dados geoespaciais que possibilite representar o ambiente natural da área de estudo.

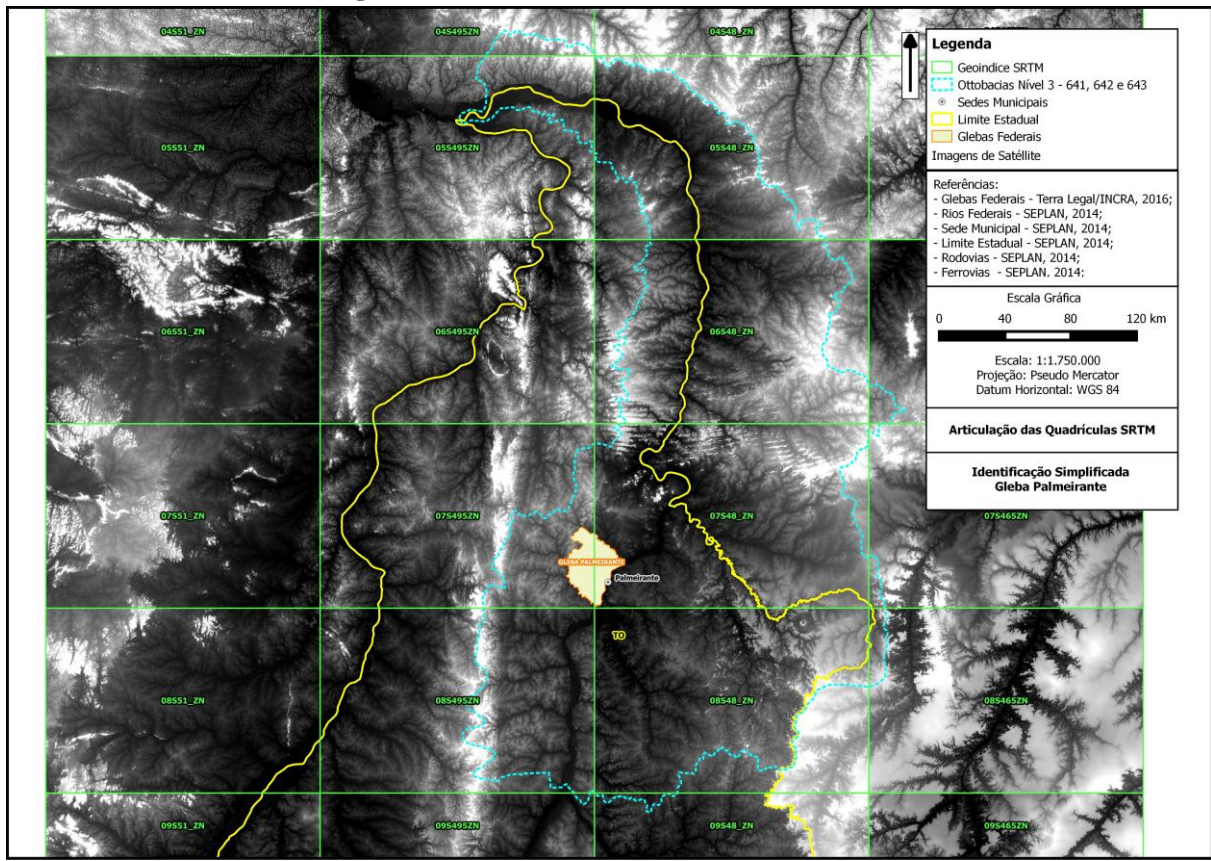
Para o trabalho em questão, foram utilizados os seguintes conjuntos de dados:

- Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM-TOPODATA com resolução espacial de 3 arco-segundo;
- Ottobacias Hidrográficas – ANA;
- Arquivo vetorial da Gleba Palmeirante - MDA/SERFAL;
- Arquivos vetoriais da SEPLAN-TO;
  - Limites Políticos Administrativos;
  - Localidades;
  - Hidrografia;
  - Sistemas de Transporte;

Através da metodologia de predição morfológica que está sendo implementada no âmbito da SPU-MPDG, pretende-se identificar as áreas indubitavelmente da União, que tem por base a utilização de MDE que utiliza técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. A escala de trabalho que será utilizada neste estudo é a de 1:100.000, também será realizado trabalho de campo com o intuito de melhor definir os índices de inundação gerados pelo modelo para delimitar as áreas alagáveis.

Primeiro passo desenvolvido é a identificação da bacia hidrográfica em estudo utilizando a base de dados vetoriais de Otto Bacias gerados pela Agência Nacional de Águas (ANA). Após identificação e seleção da bacia, esse dado vetorial serviu como polígono para recorte dos dados SRTM produzido pela *National Aeronautics and Space Administration* (Nasa) e disponibilizado pelo INPE, gerando o MDE utilizado no presente trabalho, imagem SRTM (Figura 2).

**Figura 2 - GeoÍndice / SRTM-TOPODATA**



**Fonte:** Autoria própria

De posse do modelo montado, tratado e recortado pela bacia de referência aplicou-se o algoritmo *Saga Wetness Index* que consiste em identificar ambientes de concentração. Esse algoritmo é similar ao índice topográfico de umidade, que visa identificar ambientes com saturação hídrica.

Fruto da modelagem obtém-se um arquivo matricial (*grid* ou *raster*) cujas células (*pixel*) apresentam o índice calculado em valores adimensionais que indicam a possibilidade da água se concentrar naquele ponto.

É necessário reforçar que o modelo somente simula as condições morfológicas do próprio terreno, o alagamento efetivo depende da seleção correta do índice de alagamento que, por sua vez, depende da intensidade e duração das chuvas na área de contribuição da bacia.

A apuração do índice correto está sendo baseada em dados empíricos coletados em campo indicando assim pontualmente as margens dos alagamentos de maneira distribuída pela bacia hidrográfica de interesse, preferencialmente ao longo do rio federal Tocantins e de seus principais tributários. Esses pontos foram obtidos por meio da observação dos vestígios e



marcas deixados pela água durante as enchentes. A partir da definição do índice médio ele será aplicado para o modelo em toda a bacia.

Os dados obtidos do trabalho de campo e da caracterização da bacia hidrográfica foram processados nos softwares QGIS e SAGA. Os resultados obtidos foram apresentados em formas de mapas que delimitam e identificam as áreas alvos.

#### **4.3 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente**

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) foram delimitadas de acordo com o regramento estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro, com o uso da ferramenta 'buffer' do software QGIS 2.18.

#### **4.4 Sobreposição das Áreas Indubitavelmente da União (AIU's) e das Áreas de Preservação Permanente (APP's)**

Para proceder à sobreposição das AIU's e das APP's foi utilizado a sobreposição de camadas, com a finalidade de verificar se as APP's estão totalmente inseridas nas AIU's.

#### **4.5 Identificação dos Solos da Gleba Palmeirante**

Os solos da Gleba Palmeirante foram identificados a partir dos dados da base de dados da Seplan-TO, Embrapa e IBGE, com o intuito de caracterizar os solos bem drenados e mal drenados, visando embasar a metodologia de predição morfológica que identifica as AIU's em Glebas Arrecadadas.

#### **4.6 Regularização Fundiária: Compatibilização de Políticas Ambientais com as Políticas de Gestão do Patrimônio**

Após a identificação das AIU's e a delimitação das APP's, foi proposto à regularização fundiária das AIU's de acordo com a Lei N°. 11.952/2009 e seus decretos regulamentadores. Como as áreas indubitáveis são inalienáveis, ou seja, a União só poderá dispor do domínio de utilização, permanecendo com o domínio pleno, essas faixas de terra deverão ser regularizadas

através da concessão de direito real de uso (CDRU). Desta forma, pretende-se propor que seja cláusula da CDRU a delimitação das APP's bem como sua situação atual, inserindo também no contrato encargos ambientais com o intuito de promover assim uma interação de políticas ambientais, como o CAR, e das políticas de gestão do patrimônio da União, como a delimitação e regularização das áreas indubitáveis. Onde através dessa conexão os imóveis da União possam cumprir sua função socioambiental.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os limites da bacia do Tocantins que abrange a gleba Palmeirante, definidos através dos dados de Ottobacias e ajustada pelo MDE do SRTM para a escala desse trabalho, apresentou uma área total aproximada de 3.251.536,00 hectares ou 32.515,36 Km<sup>2</sup>.

Visando identificar ambientes com saturação hídrica na bacia de referência utilizou-se algoritmo matemático desenvolvido em ambiente SIG, empregando MDE disponibilizados pelo INPE (INPE, 2016). Tais MDE's foram inicialmente produzidos pela NASA na missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) no ano de 2000 com resolução espacial de 3 arcos de segundo (pixel ou GSD de 90 metros). E em 2004 foi gerado um novo mapeamento com 1 arco de segundo, ou GSD de 30 metros (NASA, 2016), tornando-se um valioso documento para identificação de ambientes de alagamento.

Neste estudo para a delimitação das áreas de alagamento sobre o MDE foi utilizado o algoritmo *Saga Wetness Index* (SWI), que calcula as áreas com potencial de acumulação na bacia hidrográfica de referência considerando a forma da bacia.

Este algoritmo é considerado estacionário, desta forma utiliza somente a morfologia do terreno para o qual o resultado é calculado, considerando a distância em metros do fundo do vale do rio principal caracterizado no modelo, até o divisor de águas de referência da bacia hidrográfica. A partir dessa distância são determinados seus referidos ângulos altimétricos, gerando indicadores de referência com potencial de acumulação onde quanto maior forem os valores do indicador, menor será a área de acumulação (BRASIL, Secretaria de Patrimônio da União, 2016).

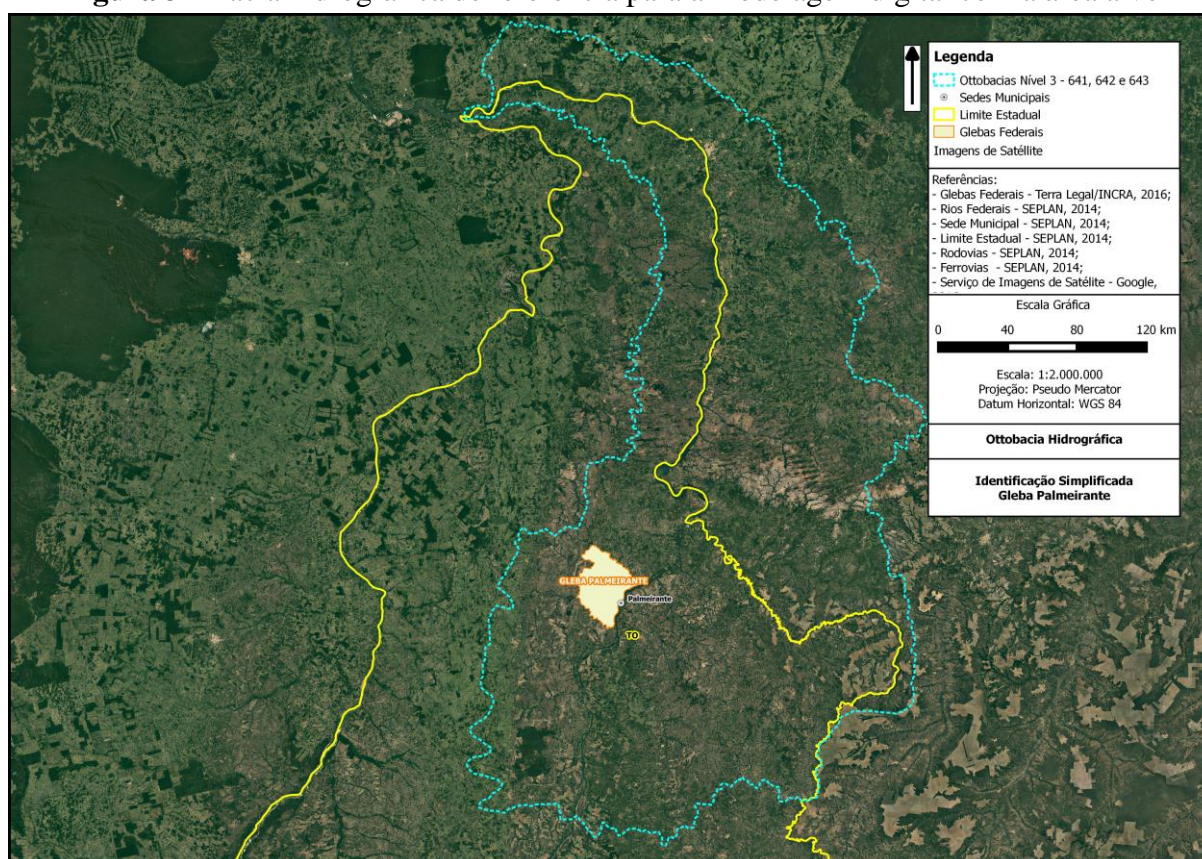
O SWI provém do modelo hidrológico TOPMODEL de Beven e Kirby (1978), e está relacionado com as condições de umidade do solo, indicando as tendências de saturação. Assim, quanto mais elevado for o valor desse índice em um pixel, mais elevada será a umidade encontrada (REGO, 2013).

O cálculo pode ser explicado por meio da equação na qual o resultado para cada pixel é o logaritmo natural da distância em metros entre o ponto mais alto e o mais baixo da bacia dividido pela tangente do ângulo que representa a declividade de uma janela de pixels definida, calculada em radianos (BRASIL, Secretaria de Patrimônio da União, 2016).

J. Boehner e O. Conrad aperfeiçoaram esse algoritmo e o mesmo foi disponibilizado no *software* SAGA GIS 2.0.8 por meio da ferramenta *Saga Wetness Index*, possibilitando a delimitação de áreas de alagamento inclusive em ambientes planos (BRASIL, Secretaria de Patrimônio da União, 2016).

O início do processo se deu através da identificação da área alvo, a Gleba Palmeirante (Gleba Arrecadada em nome da União), a partir da qual foi determinada a bacia hidrográfica de estudo por meio dos arquivos vetoriais disponibilizados pela ANA. A Figura 3 apresenta a bacia de referência no Rio Tocantins que possui uma área aproximada de 3.251.536,00 hectares.

**Figura 3** - Bacia hidrográfica de referência para a modelagem digital com a área alvo



**Fonte:** Autoria própria

Na etapa posterior se fez necessário reprojetar o MDE tratado e recortado do Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84 (EPSG 4326) para a Projeção Policônica no Sistema SAD 69 (EPSG 29101), uma vez que o algoritmo a ser aplicado trabalha com distância em metros e ângulo vertical em radianos.

A ferramenta denominada ‘*Saga Wetness Index*’ determina índices de alagamento por meio da análise das características de acumulação da água proveniente do próprio MDE. Para

esse estudo foi utilizado preliminarmente o limiar 25, considerado a partir de experimentação empírica o que melhor representa as características do terreno, minimizando os efeitos da vegetação no modelo digital de elevação (BRASIL, Secretaria de Patrimônio da União, 2016).

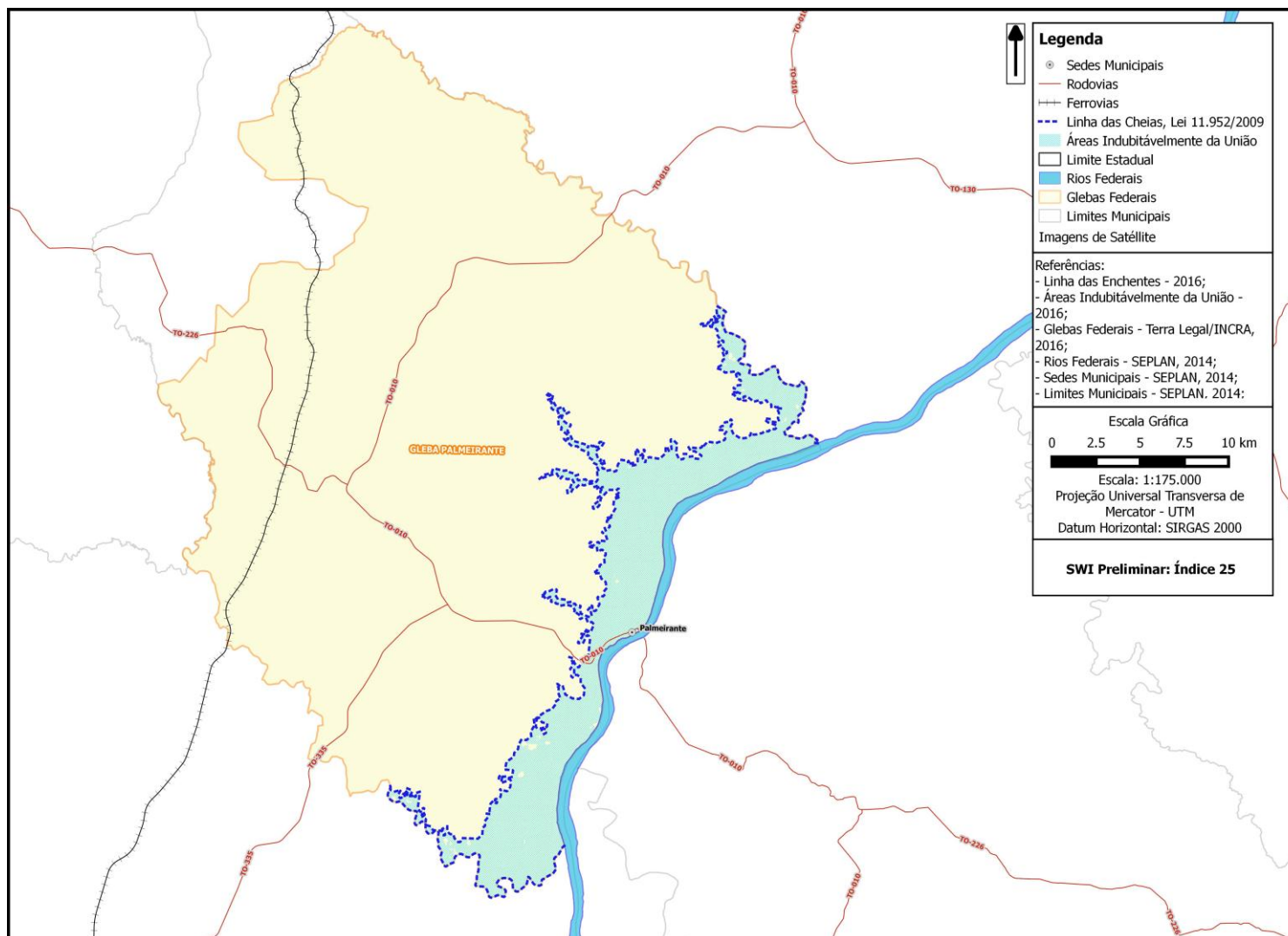
Esse processamento preliminar, sem os dados de campo, resultou na área indubitavelmente da União apresentada nas figuras abaixo (Figura 4 e Figura 5), neste primeiro momento optou-se pela utilização do índice 25. Gerando assim uma área aproximada de 10.798,00 hectares, onde a distância máxima da margem do Rio Tocantins ao limiar da área de alagamento foi de 10,5 km, e a menor de 661 metros, já nessa análise preliminar percebe-se que as áreas de preservação permanente estão totalmente inseridas nas áreas indubitavelmente da União.

**Figura 4 -** Processamento Preliminar – Área Indubitável



Fonte: Autoria própria

**Figura 5** - Processamento Preliminar Sem os Dados Coletados em Campo – Área Indubitável



Fonte: Autoria própria

Com o intuito de refinar o processamento preliminar e calibrar o modelo de predição morfológica realizou-se trabalho de campo para apurar o índice de alagamento mais coerente com a realidade local. Os dados coletados *in loco* são dados empíricos que indicam pontualmente as margens dos alagamentos de maneira distribuída pela bacia hidrográfica de interesse. A coleta de coordenadas geográficas foi baseada em vestígios e marcas deixados pela água durante as enchentes.

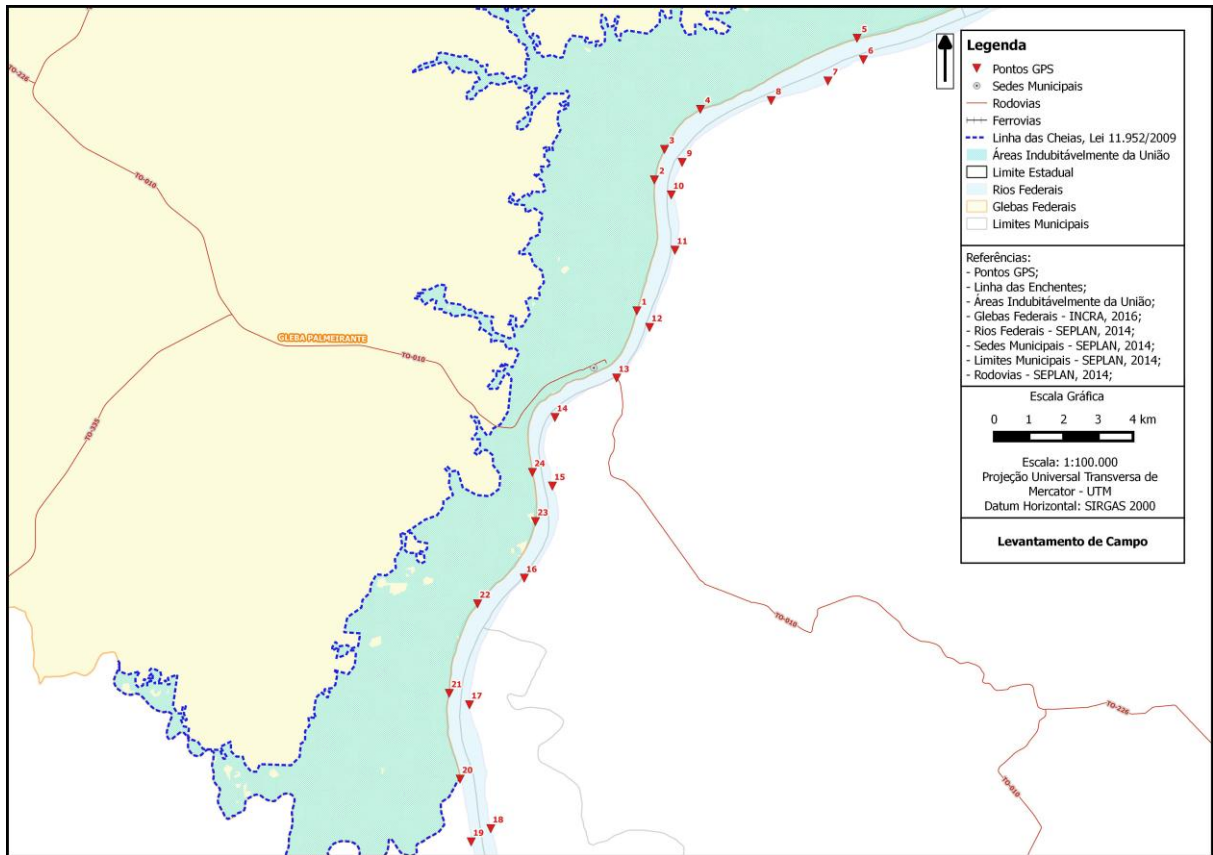
Na coleta dos pontos o GPS estava configurado no sistema de coordenadas geográficas baseado no datum WGS-84. O tempo de rastreamento foi de no mínimo 5 minutos (300 segundos), sempre procurando posição que diminuísse as interferências físicas ao sinal e movendo o aparelho o mínimo possível.

Foi considerada também a base de dados em que os pontos seriam aplicados. Neste caso é derivada do MDE do Topodata/INPE com célula (pixel) de 30 metros, portanto a precisão média de 5 metros sem pós-processamento do GPS utilizado – Trimble/Juno SB – é suficiente para definir o índice no Modelo.

No desenvolvimento do trabalho de campo foram coletadas vinte e quatro coordenadas geográficas e adicionalmente outras informações tais como identificação do ponto (como nome da localidade ou outra referência, além de discriminar se ele é referente ao canal principal ou a algum tributário), observaram-se vestígios de alagamento em terra firme, registro fotográfico (Foto 1 e Foto 2) mostrando a margem da água ou os vestígios da linha de enchente. A Figura 6 apresenta a localização dos pontos coletados em campo.



**Figura 6 - Coleta de Dados em Campo – Gleba Palmeirante**

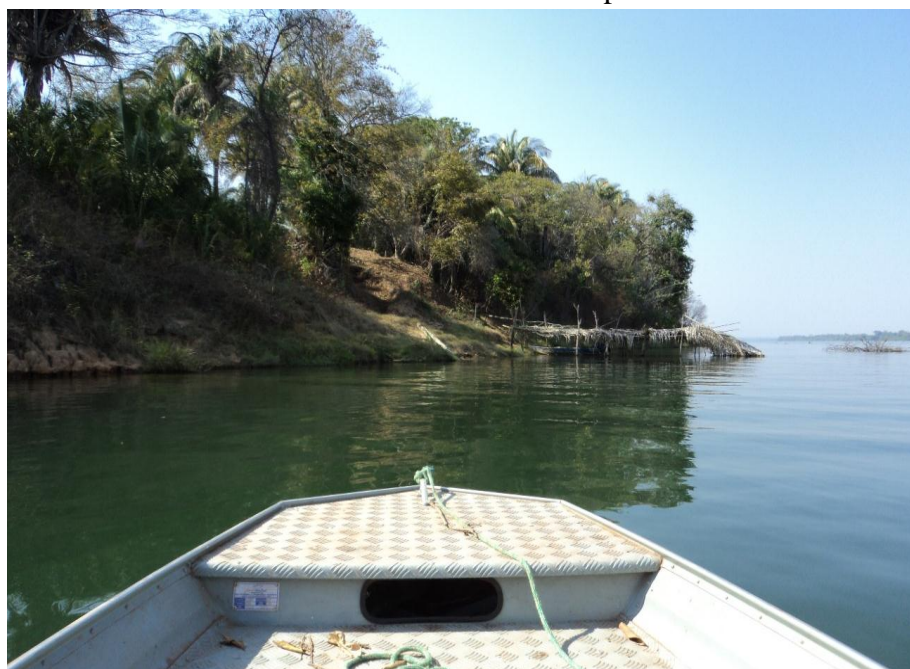


**Fonte:** Autoria própria

**Foto 1 - Ponto 8 - Coleta de Dados em Campo – Gleba Palmeirante**



**Fonte:** Autoria própria

**Foto 2 - Ponto 17 - Coleta de Dados em Campo – Gleba Palmeirante**

**Fonte:** Autoria própria

Finalizado o trabalho de campo procedeu-se a compilação e espacialização dos dados coletados. Primeiramente todas as coordenadas foram agregadas em um arquivo vetorial georreferenciado no datum WGS-84, com sua respectiva tabela de atributos contendo as informações relevantes para seu ajuste e identificação, conforme Tabela 1.

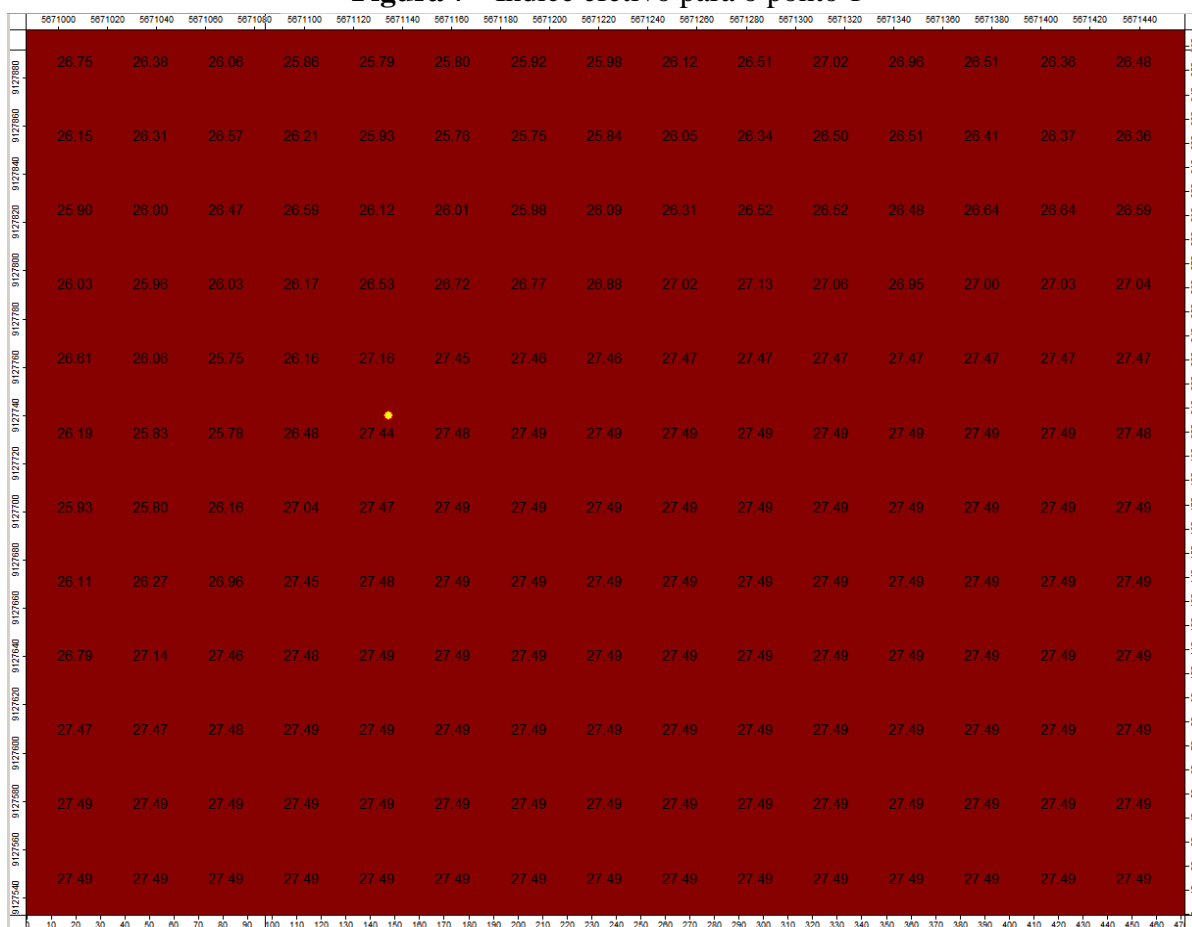
**Tabela 1 – Atributos dos pontos coletados em campo**

<b>ID_PONTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>COLETA</b>	<b>LOCALIDADE</b>	<b>TIPO</b>	<b>RIO</b>
1	47°54'52,994" W	7°50'39,692" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
2	47°54'38,779" W	7°48'38,278" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
3	47°54'29,901" W	7°48'09,928" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
4	47°53'57,045" W	7°47'32,240" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
5	47°51'32,078" W	7°46'23,907" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
6	47°51'25,824" W	7°46'43,711" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
7	47°51'58,556" W	7°47'03,958" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
8	47°52'51,148" W	7°47'22,991" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
9	47°54'13,202" W	7°48'21,653" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
10	47°54'22,774" W	7°48'51,920" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
11	47°54'18,443" W	7°49'42,989" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins

12	47°54'40,895" W	7°50'54,857" S	23/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
13	47°55'10,787" W	7°51'42,200" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
14	47°56'07,636" W	7°52'19,676" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
15	47°56'08,914" W	7°53'23,157" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
16	47°56'33,628" W	7°54'48,819" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
17	47°57'22,695" W	7°56'46,854" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
18	47°57'00,813" W	7°58'41,057" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Direita	Rio Tocantins
19	47°57'18,855" W	7°58'53,579" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
20	47°57'30,265" W	7°57'55,739" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
21	47°57'41,735" W	7°56'36,559" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
22	47°57'16,795" W	7°55'13,352" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
23	47°56'24,134" W	7°53'56,252" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins
24	47°56'27,804" W	7°53'10,854" S	24/08/2016	Palmeirante	Margem Esquerda	Rio Tocantins

Os pontos observados em campo foram lançados no MDE e a partir disso identificou-se os novos índices de alagamento, neste caso não foi considerado a correção relativa ao dossel florestal devido à vegetação local não apresentar grande densidade.

A Figura 7 exemplifica a posição do ponto 1 observado em campo e o seu respectivo índice de alagamento, esse procedimento foi realizado para todos os 24 pontos coletados *in loco*, conforme descrito na Tabela 2. A partir da média aritmética dos índices de alagamento dos pontos identificados em campo chegou-se ao índice efetivo a ser aplicado no modelo de alagamento (Tabela 2).

**Figura 7 - Índice efetivo para o ponto 1**

Fonte: Autoria própria

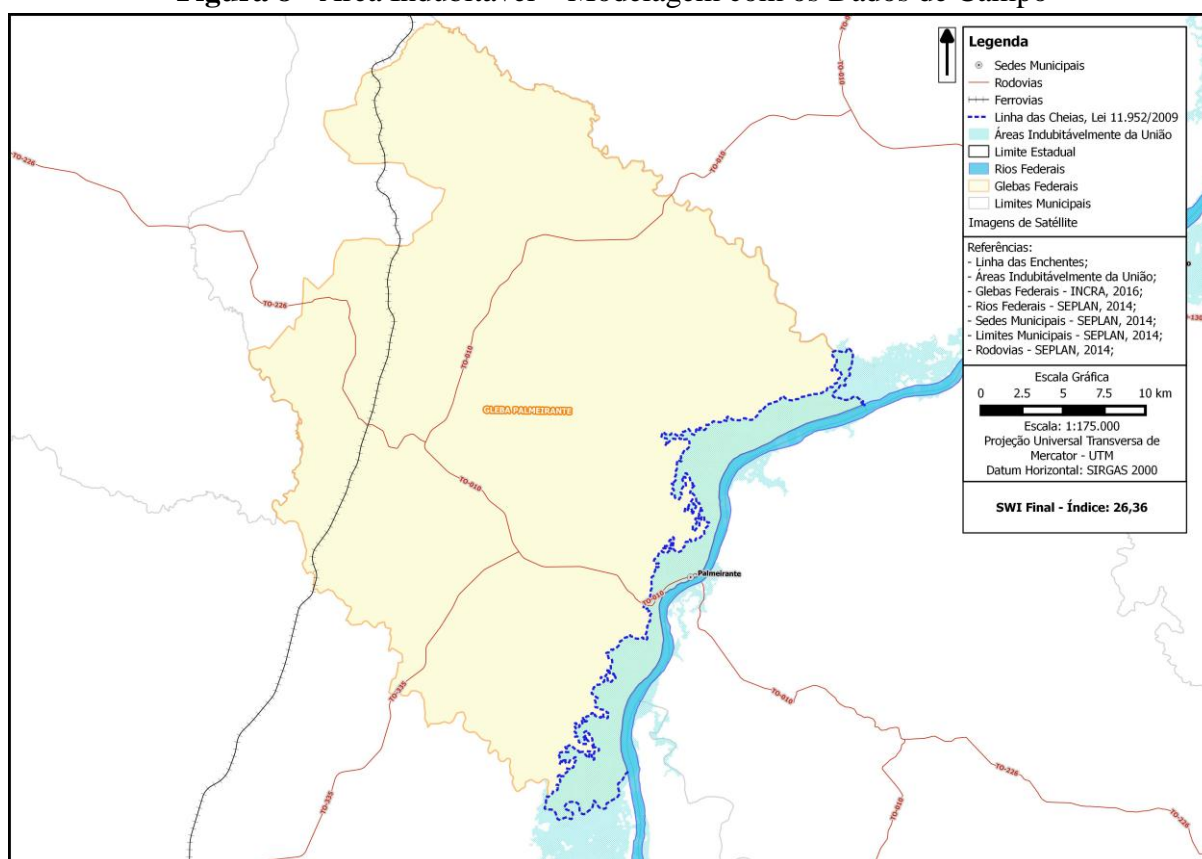
**Tabela 2 - Cota observada em campo e índice efetivo**

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO	COTA OBSERVADA (m)	ÍNDICE EFETIVO
1	167,59	27,44
2	167,58	27,49
3	167,58	27,49
4	173,87	25,62
5	166,51	27,4
6	166,51	27,55
7	182,05	21,52
8	167,25	27,52
9	167,58	27,48
10	172,36	24,7
11	176,64	23,56
12	169,16	25,38
13	167,59	27,49
14	167,98	26,44

15	170,13	27,28
16	170,35	27,34
17	170,34	27,2
18	170,96	25,28
19	174,32	25,67
20	171,01	27,18
21	172,05	25,97
22	171,67	26,21
23	170,14	27,26
24	172,36	26,35
<b>MÉDIA</b>		<b>26,368</b>

De posse do índice de umidade calibrado a partir dos dados coletados em campo (índice efetivo 26,36) aplicou-se o mesmo no modelo de alagamento e extraiu-se a área indubitavelmente da União, conforme Figura 8.

**Figura 8 - Área Indubitável – Modelagem com os Dados de Campo**

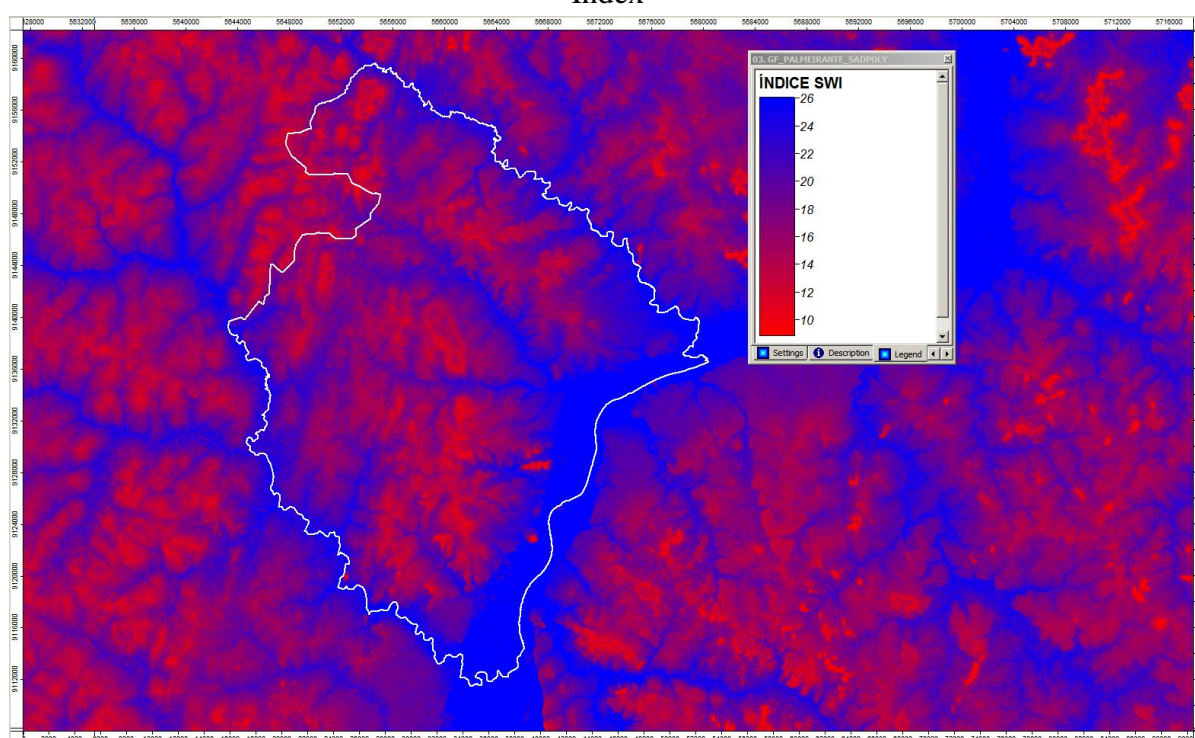


**Fonte:** Autoria própria

Também do processamento final (com os dados de campo) gerou-se o resultado apresentado na Figura 9, que consiste em um *grid* cujas células apresentam o índice calculado

em valores adimensionais. A tabulação das cores demonstra que os índices com valores mais altos representam maior probabilidade da água se concentrar naquele pixel resultado, enquanto os valores mais baixos representam menor probabilidade deste fenômeno. É importante ressaltar que o modelo apenas simula as condições morfológicas do próprio terreno, o alagamento efetivo depende da distribuição das chuvas ao longo da bacia (BRASIL, Secretaria de Patrimônio da União, 2016). A Figura 9 separa as áreas com tendência a saturação hídrica das que não possuem esta tendência.

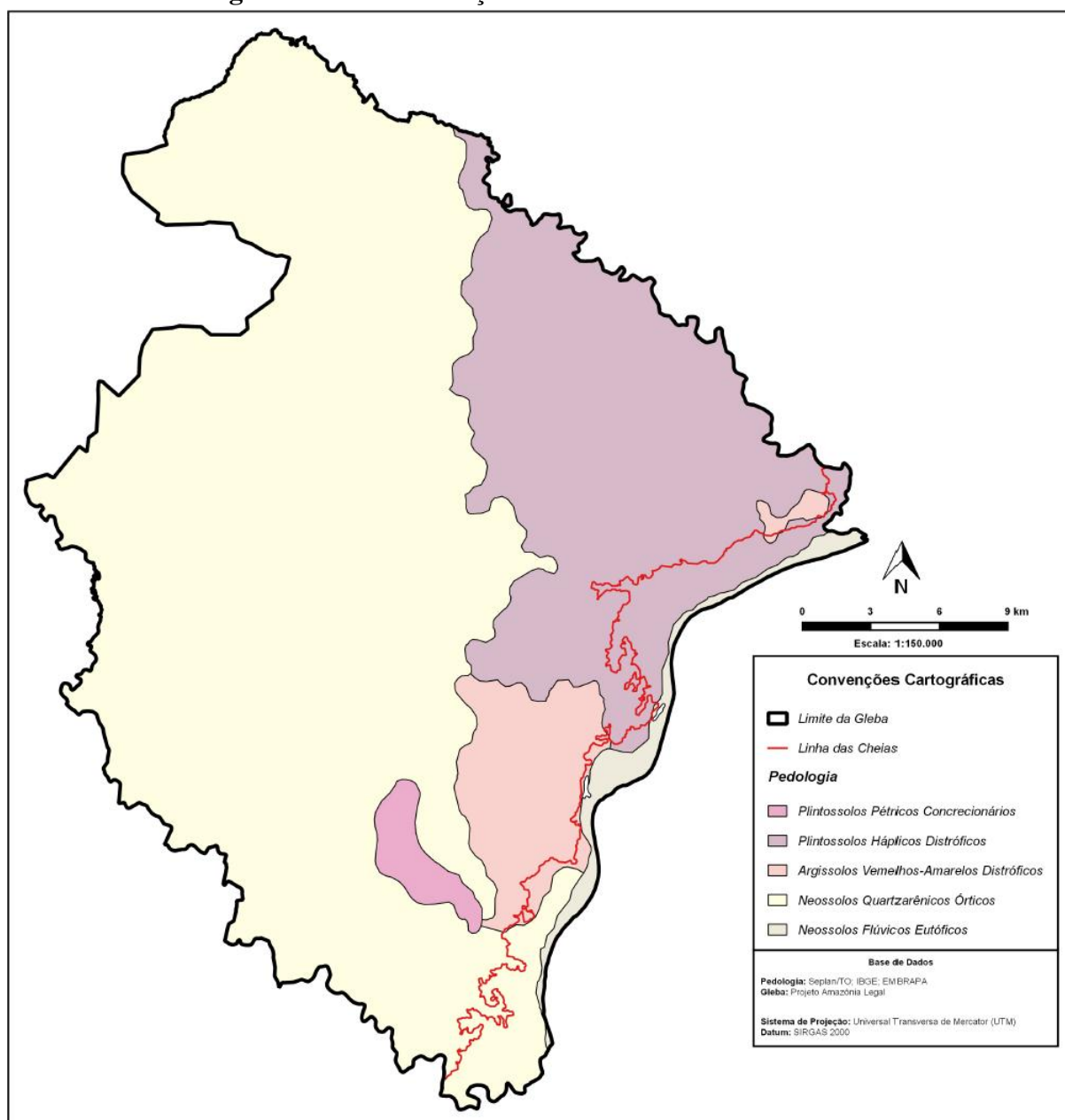
**Figura 9** - Resultado Obtido no Processamento Final - Aplicação do Algoritmo Saga Wetness Index



**Fonte:** Autoria própria

Observa-se na Figura 9 associada à Figura 10 que os valores do índice de umidade próximos ao máximo (26,36) são correspondentes aos solos com drenagem deficiente como neossolos flúvicos eutróficos (solos que ocupam a área de várzea dos rios), plintossolos háplicos distróficos (solos sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade) e os neossolos quartzarênicos órticos (solos que encontram-se permanente ou periodicamente inundados). Tal análise é correspondente com o descrito por Prates et al. (2012), que também observou a correlação de valores altos do índice de umidade com solos que apresentam tendência a saturação hídrica (REGO, 2013).

**Figura 10 - Caracterização dos Solos da Gleba Palmeirante**



#### Descrição dos Solos

**Plintossolo Pétrico concrecionário:** Solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, e se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita, e caracterizados por apresentar horizonte concrecionário iniciando dentro de 40 cm da superfície ou iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

**Plintossolo Háptico Distrófico:** Solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, e se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita, caracterizados por não apresentarem horizontes litoplíntico, concrecionário, plíntico e horizonte B estrutural ou caráter argilúvico.

**Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico:** Solos que se caracterizam por apresentarem gradiente extural, com nítida separação entre horizontes quanto a cor, estrutura e textura. Os teores de  $Fe_2O_3$  normalmente baixos. São profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com textura muito variável. De maneira geral, são considerados muito susceptíveis à erosão, e são caracterizados por apresentarem argila de atividade alta e distrófico (saturação por bases < 50%), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

**Neossolo Quartzarênico Órtico:** Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico, caracterizados por não possuírem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis.

**Neossolo flúvico Eutrófico:** Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico, caracterizados por serem derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre camada ou horizonte C e que apresentam caráter flúvico dentro de 150 cm de profundidade a partir da superfície do solo. São muito arenosos ou sujeitos a inundações muito frequentes e ocupam áreas de várzeas de rios.

**Fonte:** Embrapa, Seplan e IBGE

Os neossolos flúvicos são encontrados nas planícies fluviais, especialmente em áreas de várzeas e terraços aluvionares, ao longo das linhas de drenagens das principais bacias

hidrográficas, sob vegetação natural de campos higrófilos de várzea ou floresta perenifólia de várzea (SILVA e NETO, 2016).

Já os plintossolos háplicos por serem formados, normalmente, sob condições de restrição à percolação da água ou sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, são normalmente mal drenados. Parte dos solos desta classe (solos com horizonte plântico) tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e, menos frequentemente, ondulado, em zonas geomórficas de baixada. Ocorrem também em terços inferiores de encostas ou áreas de surgentes, sob condicionamento quer de oscilação do lençol freático, quer de alagamento ou encharcamento periódico por efeito de restrição à percolação ou escoamento de água (ZARONI e SANTOS, 2016).

Os neossolos quartzarênicos são solos com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, apresentam drenagem deficiente e são encontrados em relevos planos ou suavemente ondulados (ALMEIDA, ZARONI e SANTOS, 2016).

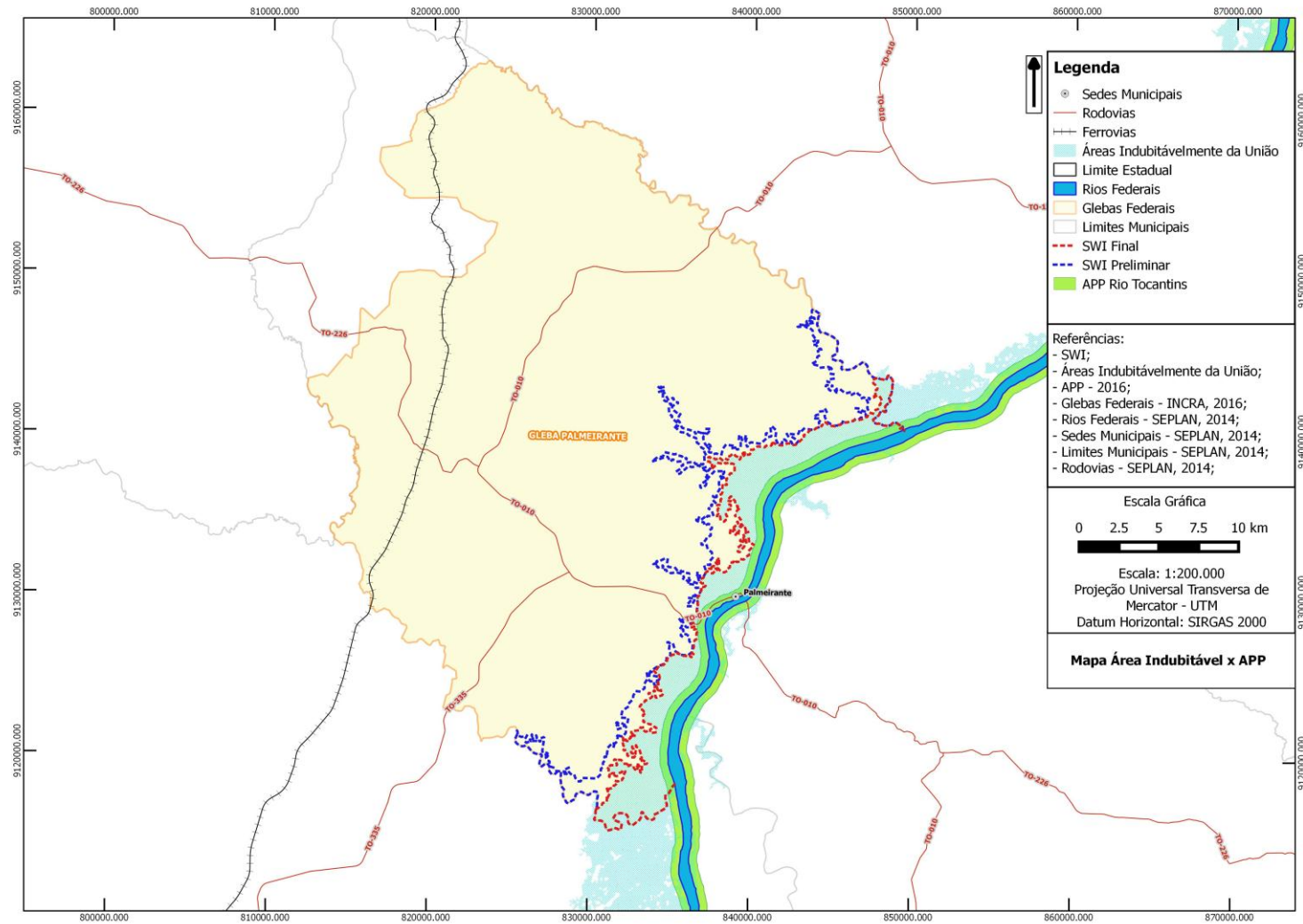
LIN et al. (2006) observaram que o índice de umidade varia entre 4 e 5 para solos bem drenados, já nos solos moderadamente drenados o índice costuma variar entre 5 e 7. Os solos mal drenados apresentam índices de umidade superior a 7, isso foi observado neste estudo, onde os solos com restrição à percolação de água, ou seja, com tendência a saturação hídrica (neossolos flúvicos, plintossolos háplicos e neossolos quartzarênicos) encontrados nas áreas indubitavelmente da União na Gleba Palmeirante as margens do Rio Tocantins, apresentaram índices de umidade próximos ao máximo que é de 26,36. Essas condições de umidade também estão associadas à espessura, estrutura e à permeabilidade dos solos. Os valores elevados de SWI estão associados a relevo plano, áreas de várzea, ou áreas favorecedoras de acúmulo de água (REGO, 2013).

Já a Figura 11 sobrepõe à delimitação da área indubitável da União determinada no processamento preliminar, a área obtida através do refinamento do modelo de alagamento através dos dados de campo e a delimitação da APP e do rio Tocantins segundo o código florestal brasileiro. No processamento preliminar a área indubitável era de 10.798,00 hectares e sua distância máxima e mínima da margem do rio Tocantins eram 10,5 km e 661 metros respectivamente, já no processamento final a área indubitável encontrada foi de 6.981,00 hectares, onde o limiar máximo da área ficou a 4,5 km da margem do rio e o mínimo a somente 650 metros. Obteve-se uma redução de 35,35% de área, comprovando assim a importância das aferições e coletas realizadas em campo. O mapa com essas sobreposições encontra-se no APÊNCIDE 1.



Após a identificação das áreas indubitáveis da União, foi realizada a delimitação da APP's na Gleba Palmeirante. A delimitação obedeceu às prescrições do Código Florestal Brasileiro (Lei N°. 12.651/2012). O Rio Tocantins na região da Gleba Palmeirante possui largura superior a 600 (seiscentos) metros, desta forma segundo o artigo 4º do Código Florestal a APP desse curso d'água deverá ser de 500 (quinhentos) metros, a Figura 11 demonstra essa delimitação e também a sobreposição com a área indubitável da União.

**Figura 11 - Área Indubitável x APP**



Fonte: Autoria própria

Percebe-se que toda a área de preservação permanente da Gleba Palmeirante está inserida na faixa de terra compreendida como indubitável da União, ou seja, a gestão das políticas ambientais pode ser mais efetiva a partir do momento que acontecer a interação das legislações ambientais e de gestão do patrimônio da União, pois o domínio dessas áreas indubitáveis pertence à União, e esses imóveis são caracterizados como inalienáveis. A União através do Programa Terra Legal (Lei N.º. 11.952/2009) tem intenção em regularizar os ocupantes dessas áreas, porém a forma de regularização se dará através de concessão de uso, ou seja, a União permanecerá com o domínio pleno da área, só será outorgado o domínio de utilização, facilitando assim a implementação de políticas ambientais e também a sua gestão.

Essas terras que serão regularizadas são de domínio público, já registradas em cartório em nome da União por serem glebas arrecadadas, a função da identificação das áreas indubitáveis nesse caso se limita a destacar os trechos que poderão ser alienados daqueles que poderão ser regularizados através de Concessão de Direito Real de Uso (CDRU).

A Concessão de Direito Real de Uso – CDRU, prevista no Decreto-Lei N.º. 271/1967, na Lei N.º. 11.481/2007 e na Lei N.º. 10.257/2001, o Estatuto da Cidade, deve ser aplicada nas situações previstas no artigo 7º do Decreto Lei N.º. 271/1967: a) em terrenos de marinha, marginais e áreas indubitáveis – áreas inalienáveis; b) em áreas vazias destinadas à provisão habitacional; c) áreas ocupadas, sujeitas à pressão imobiliária ou em áreas de conflito fundiário; d) para o uso sustentável das várzeas e para a segurança da posse de comunidades tradicionais; e e) para fins comerciais. A CDRU é aceita como garantia real nos contratos de financiamento habitacional e é alternativa a CUEM, pois não são exigidos requisitos de posse, tamanho de terreno etc., podendo ser gratuita (renda familiar mensal de até 5 salários mínimos) ou onerosa. Esta última é alternativa para os casos de atividades comerciais ou outras atividades econômicas em áreas de regularização fundiária de interesse social (BRASIL. Secretaria do Patrimônio da União, 2010).

Após a identificação das áreas indubitáveis e se os ocupantes dessas áreas preencherem todos os requisitos previstos na Lei N.º. 11.952/2009 e nos seus decretos o imóvel será destinado por meio de Concessão de Direito Real de Uso.

O título de Concessão de Direito Real de Uso será registrado no Registro Geral de Imóveis em favor ocupante e deverá conter, entre outras, as seguintes cláusulas:

I - que determine a preservação do meio ambiente, do patrimônio cultural e do interesse social;

- II – Dar preferência a titulação em nome da mulher, de acordo com a Lei N°. 11.481/07;
- e
- III – CDRU gratuita para famílias de 0 a 5 salários mínimos, na forma da Lei N°. 11.481/07.

Além das cláusulas mencionadas acima, pretende-se com este estudo provocar os órgãos ambientais e de gestão do patrimônio da União que seja parte do contrato de CDRU, a delimitação da área de preservação permanente e o diagnóstico da sua situação atual, esses dados podem ser obtidos a partir do cadastro ambiental rural, podendo assim estabelecer encargos contratuais que forcem os ocupantes a conservarem as áreas de preservação permanente, ou até mesmo procederem à recuperação sob pena de cancelamento do contrato de CDRU.

Esse mecanismo pode ser implementado associando a regularização fundiária dessas áreas na Gleba Palmeirante, com o CAR. Com isso tem-se uma compatibilização de políticas ambientais e políticas de gestão do patrimônio da União, fortalecendo as fiscalizações, conservações e até mesmo as recuperações das áreas de preservação permanente ao longo do Rio Tocantins, na Gleba Palmeirante.

A regularização fundiária das áreas indubitáveis na Gleba Palmeirante associada ao CAR possibilita o planejamento ambiental e econômico do uso e ocupação desses imóveis, e gera alguns benefícios aos ocupantes, pois a inscrição no CAR é pré-requisito para acesso à emissão das Cotas de Reserva Ambiental e aos benefícios previstos nos Programas de Regularização Ambiental – PRA e de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, ambos definidos pela Lei N°. 12.651/12 (BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro, 2016).

Destacam-se entre os benefícios do CAR (BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro, 2016):

- A possibilidade de o proprietário ou possuidor fazer também o planejamento do imóvel, com a delimitação dos diferentes tipos de áreas e seus usos;
- O registro da reserva Legal no CAR desobriga a averbação no Cartório de Registro de Imóveis;
- Obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que o praticado no mercado, em especial após maio de 2017, quando será pré-requisito para o acesso a crédito;

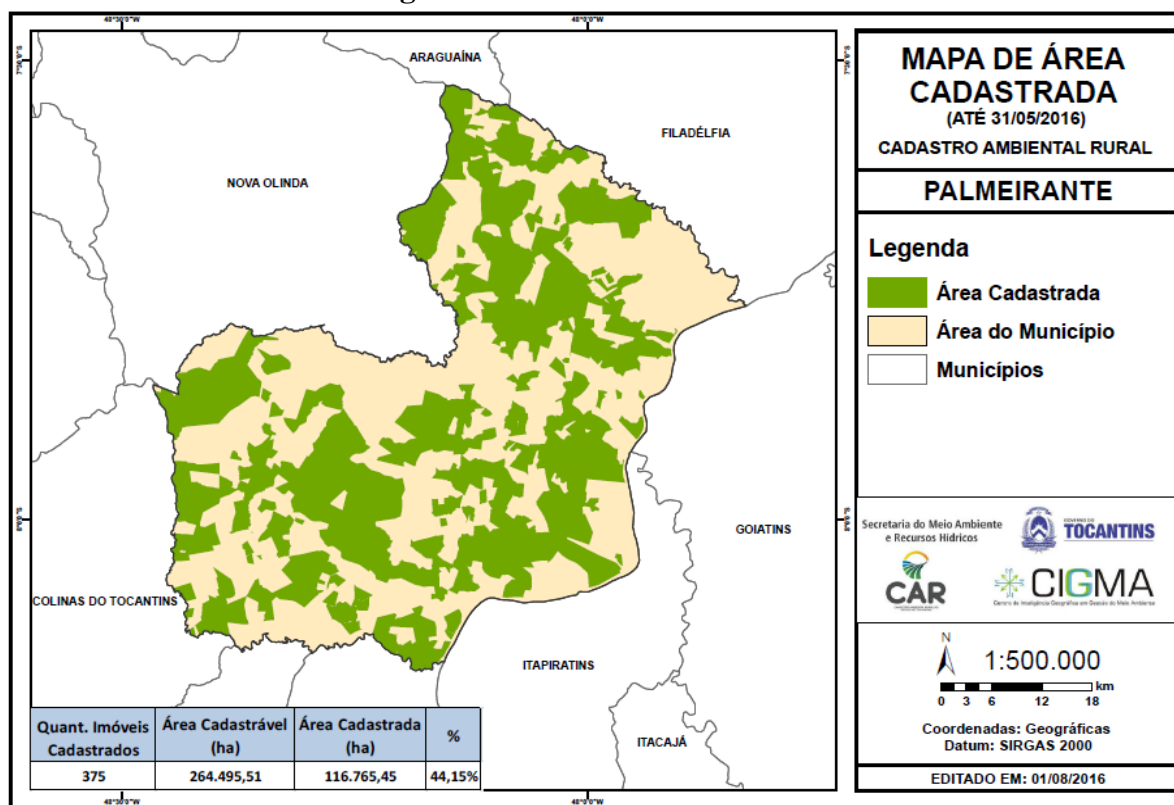
- Dedução das Áreas de Preservação Permanente (APP), de Reserva Legal (RL) e de uso restrito base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural-ITR, gerando créditos tributários;
- Linhas de financiamento atender iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas; e
- Isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fio de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração do solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

Imóveis que possuem algum passivo ambiental relativo às áreas de Áreas de Preservação Permanente (APP), o cadastro é o requisito para adesão aos Programas de Regularização Ambiental (PRA) estaduais, que contam com várias vantagens como (BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro, 2016):

- A suspensão da punibilidade dos crimes previstos nos Arts. 38, 39 e 48 da Lei de crimes ambientais (Lei N<sup>o</sup>. 9.651/1998); e
- A suspensão de sanções em função de infrações administrativas por supressão irregular de vegetação em áreas de APP, Reserva Legal e de uso restrito, cometidas até 22/07/2008.

Dados do relatório do CAR no estado do Tocantins até o mês de outubro de 2016 disponibilizados pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado apontam que no município de Palmeirante de 650 imóveis rurais existentes segundo dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 404 imóveis já possuem o CAR, totalizando 62,15% de imóveis já cadastrados. Isso demonstra um avanço na implementação do CAR, pois em maio deste ano tinha-se 375 imóveis com o CAR, como é possível observar na figura 12 abaixo. Os dados do relatório de outubro aparentemente refletem um bom percentual, porém, a parte marginal do rio Tocantins na região do município de Palmeirante possui poucos imóveis com o CAR, como se pode observar na Figura 12.

**Figura 12 - CAR até maio de 2016**



**Fonte:** Seplan-TO (2016)

Isso reforça ainda mais a necessidade de interligação das políticas ambientais, como o CAR, com as políticas de gestão do patrimônio da União, como a delimitação e regularização fundiária das áreas indubitáveis, pois na grande maioria dos corpos hídricos federais as áreas de preservação permanente podem estar inseridas nessas faixas indubitáveis da União.

Em algumas regiões do Brasil é possível também identificar zonas úmidas que são consideradas Sítios de Importância Internacional inseridas em áreas indubitáveis da União, como é o caso do Parque Nacional do Araguaia – Ilha do Bananal que é margeada pelos rios federais Javaés e Araguaia. A Gleba Palmeirante não é considerada uma zona úmida brasileira (BRASIL. Ministério de Meio Ambiente, 2016a).

A vinculação das políticas ambientais com as políticas de gestão do patrimônio da União é o caminho mais efetivo e célere para que os imóveis da União possam cumprir sua função socioambiental.

## 6 CONCLUSÕES

A metodologia de predição morfológica que está sendo implementada no âmbito da Secretaria do Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, se mostrou eficiente na identificação das áreas indubitavelmente da União na Gleba Palmeirante. Isso foi confirmado a partir da caracterização dos solos da região, pois os solos encontrados na faixa indubitável (neossolos flúvicos, plintossolos háplicos e neossolos quartzarênicos) possuem drenagem deficiente e apresentaram índices de umidade elevados, próximos ao índice da modelagem final que foi de 26,36.

Outro ponto que merece destaque foi o trabalho de campo, com o desenvolvimento desta atividade foi possível determinar as margens dos alagamentos, de acordo com a coleta de coordenadas geográficas baseadas em vestígios e marcas deixados pela água durante as enchentes e a partir daí apurou-se o índice de umidade efetivo e posteriormente calibrou-se o modelo, chegando a uma área de alagamento mais coerente com a realidade local.

Com esse estudo percebeu-se que as áreas de preservação permanente da Gleba Palmeirante estão totalmente inseridas na faixa de terras compreendidas como indubitável da União, essas áreas são consideradas inalienáveis, desta forma o Governo Federal só poderá outorgar o domínio de utilização dessas áreas aos ocupantes, o domínio pleno permanecerá com a União, isso facilita a implantação de políticas ambientais.

O resultado deste trabalho é a proposta de delimitação e regularização fundiária das áreas indubitáveis (políticas de gestão do patrimônio da União), de acordo com o estabelecido na Lei N°. 11.952/2009, promovendo assim uma compatibilização com políticas ambientais, como o CAR. Essa interação pode ser feita por meio de encargos contratuais no momento da regularização dessas áreas, como por exemplo, inserindo cláusula delimitando a área de preservação permanente e sua situação atual no título de CDRU, esses dados podem ser obtidos a partir do cadastro ambiental rural. Também pretende-se criar encargos ambientais fixando prazos para recuperação de APP degradadas ou de preservação dessas áreas, sob pena de cancelamento do título de concessão de direito real de uso. Desta forma, é possível observar em um horizonte próximo que os imóveis da União às margens de rios Federais poderão cumprir sua função socioambiental.

O estudo aqui apresentado pode servir como subsídio para a interligação dos procedimentos de identificação de áreas indubitavelmente da União em Glebas Arrecadadas

com as políticas ambientais voltadas as áreas de preservação permanente ao longo dos corpos hídricos federais.



## 7 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o intuito de evoluir nas discussões técnicas no campo da identificação de áreas da União às margens de rios federais, associadas à delimitação das áreas de preservação permanentes, recomenda-se para trabalhos futuros dando continuidade ao presente estudo:

- Levantamento altimétrico *in loco*, com o intuito de melhor definir os índices de umidade;
- Utilização de séries históricas de réguas limnimétricas da Agência Nacional de Águas, visando obter dados das enchentes;
- Sobreposição de imagens de satélite históricas, visando auxiliar na identificação das áreas indubitáveis da União;
- Delimitação das APP's dos afluentes do rio federal;
- Elaborar estudos com bacias hidrográficas de diferentes tamanhos e verificar a influência na determinação do índice de umidade;
- Utilizar outros índices topográficos de umidade para a delimitação das áreas indubitavelmente da União;
- Verificar possíveis falhas e imprecisões na metodologia de predição morfológica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELL, R.; ALLAN, J.D.; LEHNER, B. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. **Biological Conservation**, v.134, p.48-63, 2007.

AGNEW, L.J.; LYON, S.; GÉRARD-MARCHANT, P.; COLLINS, V.B.; LEMBO, A.J.; STEENHUIS, T.S.; WALTER, M.T. Identifying hydrologically sensitive areas: bridging the gap between science and application. **Environmental Management**, v.78, p.63-76, 2006.

ALMEIDA, E. P. C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Neossolo Quartzarênicos**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqtarta66.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqtarta66.html)>. Acesso em 26 de outubro de 2016.

ARAÚJO, O. S.; BRUM, E. V. P.; SILVA, E. P.; CAIONI, C.; CLAUDINO, W. V. Acurácia posicional do modelo digital de terreno com os modelos digitais de elevação: ASTER GDEM, SRTM E TOPODATA. **Enciclopédia biosfera - Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 19, p. 42-51, 2014.

ATTANASIO C. M.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. **Adequação Ambiental de Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares**. 2006. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/files/2011/11/AdequacaoAmbientalPropriedadesRurais.pdf>>. Acessado em 20 de Setembro de 2016.

BEVEN, K.J.; KIRKBY, M.J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. **Hydrological Science Bulletin**, v. 24, p. 43-69, 1979.

BOEHNER, J.; KOETHE, R.; CONRAD, O.; GROSS, J.; RINGELER, A.; SELIGE, T. Regionalização do solo por meio da análise do terreno e parametrização de processos. In: Micheli, E., Nachtergaele, F., Montanarella, L. [Ed.]: Classificação de Solos 2001. Gabinete Europeu do Solo, Relatório de Pesquisa, N. 7, 20398 EUR-PT, Luxemburgo. p.213-222, 2002.

BÖHNER, J.; CONRAD, O. **System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) 2.0.5**. 2009. Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/>>. Acessado em: 20 de Agosto de 2016.

BORGES, R. O.; NEVES, C. B.; CASTRO, S. S. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente Determinadas pelo Relevo: Aplicação da Legislação Ambiental em duas Microbacias Hidrográficas no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 109-114, (2011).

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Superintendência de Implementação de Programas e Projetos**. Nota Técnica nº 12/2012/GEUSA/SIP-ANA. Gerente: Devanir Garcia dos Santos. 09 de maio de 2012. Documento, n. 12, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Constituição (1988). Emenda Constitucional nº 46, de 5 de maio de 2005. Altera o inciso IV do art. 20 da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, RJ, 06 mai. 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc46.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc46.htm)>. Acesso em: 14 set. 2016.

BRASIL. Decreto Nº 1.318, de 30 de janeiro de 1854. Manda executar a Lei Nº. 601, de 18 de Setembro de 1850. **Secretaria de Estado dos Negócios do Império**, Rio de Janeiro, 30 jan. 1854. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1851-1899/D1318.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1851-1899/D1318.htm)>. Acesso em: 12 set. 2016.

BRASIL. Decreto Nº 6.992, de 28 de Outubro de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das áreas rurais situadas em terras da União, no âmbito da Amazônia Legal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 Nov. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/Decreto/D6992.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Decreto/D6992.htm)>. Acesso em: 10 set. 2016.

BRASIL. Decreto Nº 7.572, de 28 de Setembro de 2011. Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 Ago. 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7572.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7572.htm)>. Acesso em: 11 set. 2016.

BRASIL. Decreto-Lei Nº 1.164, de 1º de Abril de 1971. Declara indispensáveis à segurança e ao desenvolvimento nacionais terras devolutas situadas na faixa de cem quilômetros de largura em cada lado do eixo de rodovias na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 Abr. 1971. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del1164.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del1164.htm)>. Acesso em: 09 set. 2016.

BRASIL. Decreto-lei Nº 9.760, de 5 de setembro de 1946. Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, RJ, 06 ago. 1946. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del9760.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del9760.htm)>. Acesso em: 14 set. 2016.

BRASIL. Lei Nº 11.952, de 25 de Junho de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 Jun. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/11952.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11952.htm)>. Acesso em: 10 set. 2016.

BRASIL. Lei Nº 12.512, de 14 de Outubro de 2011. Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 Nov. 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/Lei/L12512.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/Lei/L12512.htm)>. Acesso em: 14 set. 2016.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 Maio. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm)>. Acesso em: 15 set. 2016.

BRASIL. Lei Nº 601, de 18 de Setembro de 1850. Dispõe sobre as terras devolutas do Império. **Secretaria de Estado dos Negócios do Império**, Rio de Janeiro, 20 set. 1850. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L0601-1850.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L0601-1850.htm)>. Acesso em: 12 set. 2016.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Sítios Ramsar Brasileiros**, 2016a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar/s%C3%ADtios-ramsar-brasileiros>>. Acesso em: 28 out. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bolsa Verde**. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural/bolsa-verde>>. Acesso em: 12 out. 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Secretaria de Patrimônio da União. **Análise Técnica em resposta ao Ofício Nº 02/2016/PFE-INCRA/PGF/AGU, processo nº 04905.000431/2016-17**. Autor: Wilson Silva Júnior. 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria do Patrimônio da União. **Orientações para a Destinação do patrimônio da União**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/assuntos/patrimonio-da-uniao/legislacao/cartilha-memo-90-destinacao-orientacoes-para-a-destinacao-do-patrimonio-da-uniao.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano Nacional de Caracterização do Patrimônio da União**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://patrimoniodetodos.gov.br/pasta-de-arquivos/PNC\\_2\\_edicao\\_02\\_12\\_14.pdf](http://patrimoniodetodos.gov.br/pasta-de-arquivos/PNC_2_edicao_02_12_14.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Regularização de áreas da união na amazônia legal: Contribuições ao Plano Amazônia Sustentável (PAS)**. Brasília, 2008. Disponível em: <[http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/arquivo/spu/publicacoes/090707\\_pub\\_regularizacaopas.pdf](http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/arquivo/spu/publicacoes/090707_pub_regularizacaopas.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2016.

BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. **O que é o Cadastro Ambiental Rural - CAR**, 2016. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/cadastro-ambiental-rural/o-que-e-o-cadastro-ambiental-rural-car>>. Acesso em: 28 out. 2016.

CAMARGO, F. F.; ALMEIDA, C. M.; FLORENZANO, T. G.; OLIVEIRA, C. G. Acurácia Posicional de MDE ASTER/Terra em Área Montanhosa. **Revista Geomática**, v. 4, n. 1, p. 12–24, 2009.

CAMPBELL, J. M. The Land Question in Amazonia: Cadastral Knowledge and Ignorance in Brazil's Tenure Regularization Program. **PoLAR**, v. 38, n. 1, p. 147-167, 2015.

CAPOANE, V.; TIECHER, T.; ALVAREZ, W. R. R.; PELLEGRINI, A.; SCHAEFER, G. L.; SANTOS, L. J. C.; SANTOS, D. R. Influência da resolução do modelo digital de elevação na determinação do índice topográfico de umidade e na capacidade de predição dos teores carbono orgânico do solo. **Geo UERJ**, n. 27, p. 144-155, 2015.

CATEN, A. T.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A.; MENDONÇA-SANTOS, M. L. Resolução espacial de um modelo digital de elevação definida pela função wavelet. **Pesq. Agropec. Bras**, v.47, n.3, p.449-457, 2012.

CHOW, T. E.; HODGSON, M. E. Effects of lidar post-spacing and DEM resolution to mean slope estimation. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 23, n. 10, p. 1277-1295, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher: EDUSP, 1980. 188p.

COWARDIN, L. M. **Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the U.S.** DIANE Publishing, 1979.

DIAS, A. **Análise espacial aplicada à delimitação de áreas úmidas da planície de inundação do médio Araguaia**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais.) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

DUGAN P. (Ed.). **Wetlands in Danger** – A World Conservation Atlas. Oxford University Press, New York, United States of America. 1993.

EHSANI, A. H.; QUIEL, F.; MALEKIAN, A. Effect of SRTM resolution on morphometric feature identification using neural network self organizing map. **Geoinformatica**, v. 14, p. 405-424, 2010.

FLORINSKY, I.V.; KURYAKOVA, G.A. Determination of grid size for digital terrain modelling in landscape investigations – Exemplified by soil moisture distribution at a micro-scale. **International Journal of Geographical Information Science**, v.14, p. 815-832, 2000.

GAO, J. Impact of sampling intervals on the reliability of topographic variables mapped from grid DEMs at a micro-scale. **International Journal of Geographic Information Science**, v. 12, p. 875-890, 1998.

GRABS, T.; SEIBERT, J.; BISHOP, K.; LAUDON, H. Modeling spatial patterns of saturated areas: A comparison of the topographic wetness index and a dynamic distributed model. **Journal of Hydrology**, v. 373, p. 15–23, 2009.

GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; MCKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, v.41, p.540-551, 1991.

HOLMESA, K. W.; CHADWICKA, O. A.; KYRIAKIDIS, P. C. Error in a USGS 30-meter digital elevation model and its impact on terrain modeling. **Journal of Hydrology**, v. 233, p. 154-173, 2000.

HORRITT, M. S.; BATES, P. D. Effects of spatial resolution on a raster based model of flood flow. **Journal of Hydrology**, v. 253, p. 239-249, 2001.

HORRITT, M. S.; BATES, P. D. Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. **Journal of Hydrology**, v. 268, p. 87-99, 2002.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA Mapa índice**. 2016. Disponível em: <[www.webmapit.com.br/inpe/topodata/](http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/)>. Acessado em: 22 out 2016.

INTECOL WETLAND WORKING GROUP. **The Cuiabá Declaration on Wetlands**. In: INTECOL WETLAND CONFERENCE HELD, 8, 2008, Cuiabá. State of wetlands and their role in a world of global climate change. Cuiabá: INTECOL, 2008. 4 p. (Ramsar COP10 doc. 31).  
Disponível em:

<[http://assets.wwf.org.br/downloads/cuiaba\\_brazil\\_wetlanddeclaration\\_o.pdf](http://assets.wwf.org.br/downloads/cuiaba_brazil_wetlanddeclaration_o.pdf)> Acessado em: 15 jul 2013.

IVERSON, L. R.; DALE, M. E.; SCOTT, C. T.; PRASAD, A. GIS-derived integrated moisture index to predict forest composition and productivity of Ohio forests (U.S.A.). **Landscape Ecology**, v.12, p.331–348, 1997.

JUNK, W. J., BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E.: The flood pulse concept in river-floodplain systems, **In: Proceedings of the International Large River Symposium, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, edited by: Dodge, D. P., Ottawa, Canada, 110–127, 1989.

KEERATIKASIKORN, C.; TRISIRISATAYAWONG, I. Reconstruction of 30m dem from 90m SRTM DEM with bicubic polynomial interpolation method **In The International Archives of the Photogrammetry, Remote sensing and spatial information Sciences**, v. 36, n. b1, p. 791-794, 2008.

KENWARD, T.; LETTENMAIER, D. P.; WOOD, E. F.; FIELDING, E. Effects of digital elevation model accuracy on hydrologic predictions. **Remote Sensing of Environment**, v. 74, n. 3, p. 432-444, 2000.

LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Fluvial processes in geomorphology. San Francisco: Freedman, 1964, 319 p.**

LI, Z. Variation of the accuracy of digital terrain models with sampling interval. **Photogrammetric Record**, v. 14, n. 79, p. 113-128, 1992.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. **In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F.(Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/ Fapesp, 2000. p.33-44.**

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. O papel do ecossistema ripário. **In: LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. (Org.). As florestas plantadas e a água: Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: RiMa, 2006. p. 77-87.**

LIN, W.; CHOU, W.; LIN, C.; HUANG, P.; TSAI, J. Automated suitable drainage network extraction from digital elevation models in Taiwan's upstream watersheds. **Hydrological Processes**, v. 20, p. 289–306, 2006.

MACHADO, R. E. **Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento.** 2002. 154 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Quieroz'-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; MEWS, H. A.; JANCOSKI, H. S.; FRANZAK, D. D.; LIMA, H. S.; MORESCO, M. C. Floristics of floodplain 'murundus' of the Pantanal of Araguaia, MatoGrosso, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 181-196, 2012.

MATSON, P.A.; PARTON, W.J.; POWER, A.G.; ISUFT, M.J. Agriculture intensification and ecosystem properties. **Science**, v.277, p.504-509, 1997.

MENEZES, M. D. **Levantamento pedológico de hortos florestais e mapeamento digital de atributos físicos do solo para estudos hidrológicos**. 2011. Disponível em: <[http://bdtd.ufla.br/tde\\_busca/processaPesquisa.php?processar=Processar](http://bdtd.ufla.br/tde_busca/processaPesquisa.php?processar=Processar)>. Acessado em: 20 de Setembro de 2016.

METZ, M.; MITASOVA, H.; HARMON, R. S. Accurate stream extraction from large, radar-based elevation models. **Hydrology Earth Systems Science Discussions**, v. 7, p. 3213-3235, 2010.

NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review Ecological System**, v.28, p.621-658, 1997.

NASA - National Aeronautics and Space Administration, California Institute of Technology, Jet Propulsion Laboratory. **U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data**. 2016. Disponível em: <[www.webmapit.com.br/inpe/topodata/](http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/)>. Acessado em: 22 out 2016.

NOVITZKI, R., SMITH, R., FRETWELL, J. Wetland functions, values and assessment. **In: National Water Summary on Wetland Resources**. USGS Water Supply, Washington DC, USA 2425, 79–86. 1996.

OLIVEIRA, L. M.; DANIEL, L. A. **Redução de poluição dispersa pela mata ciliar: cálculo de largura usando SIG** In: Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; AIDIS. Gestión ambiental en el siglo XXI. Lima, APIS, 1998. p.1-7, Ilus, tab. Apresentado em: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 26 (AIDIS 98), Lima, 1-5 nov. 1998. <Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/bracca084.pdf>>

OLIVEIRA, M. Z.; VERONEZ, M. R.; THUM, A. B.; REINHARDT, A. O.; BARETTA, L.; VALLES, T. H. A.; ZARDO, D. SILVEIRA, L. K. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG). **In: Anais XIII, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, p. 4119-4128, 2007.

ONO, S.; BARROS, M. T. L.; CONRADO, G. N. A Utilização de SIG no planejamento e Gestão de Bacias Urbanas. **In: ABRH SIG**. São Paulo, 2005.

PATTEN, B. C. **Wetlands and shallow continental waterbodies**: Volume I. Natural and human relationships. SPB Academic Publishing. 1990.

PERT, P.L.; BUTLER, J.R.A.; BRODIE, J.E.; BRUCE, C.; HONZAK, M.; KROON, F.J.; METCALFE, D.; MITCHELL, D.; WONG, G. A catchment-based approach to mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: a case study from the Wet Tropics, Australia. **Ecological Complexity**, v.7, p.378-388, 2010.

REGO, L. F. S. M. **Aplicação de índices topográficos e de vegetação no mapeamento digital de solos**. 2013. 67 f. Monografia (graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.

ROSEN, P.; HENSLEY, S.; GURROLA, E.; ROGEZ, F.; CHAN, S.; MARTIN, J. SRTM C band topographic data: quality assessments and calibration activities. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium**, v. 2, p. 739-741, 2001.

RUSSI D., TEN BRINK P., FARMER A., BADURA T., COATES D., FÖRSTER J., KUMAR R. AND DAVIDSON N. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands**. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. 2013.

SILVA, M. S. L.; NETO, M. B. O., Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Neossolos Flúvicos**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CO NT000gt7eon7k02wx7ha087apz246ynf0t.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CO NT000gt7eon7k02wx7ha087apz246ynf0t.html)>. Acesso em 26 de outubro de 2016.

SØRENSEN, R.; SEIBERT, J. Effects of DEM resolution on the calculation of topographical indices: IUT and its components. **Journal of Hydrology**, v. 347, p. 79–89, 2007.

SUMFLETH, K.; DUTTMANN, R. Prediction of soil property distribution in paddy soil landscape using terrain data and satellite information as indicators. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 485-501, 2008.

SUMMERELL, G. K. DOWLING, T. I.; WILD, J. A.; BEALE, G. Flag upness and its application for mapping seasonally wet to waterlogged soils. **Australian Journal of Soil Research**, v.42, n.2, p.155–162. 2004.

TENG, J.; VAZE, J.; TUTEJA, N. K.; GALLANT, J. A GIS based tool for spatial and distributed hydrological modelling: CLASS spatial analyst. **Transactions in GIS**, v. 12, n. 2, p. 209-225, 2008.

THOMPSON, J. A.; BELL, J. C.; BUTLER, C. A. Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modeling. **Geoderma**, v. 100, p. 67–89, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS; Edusp; ABRH, 2001. 943 p.

VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M.; STORINO, M.; AMARAL, B. D.; MENDES, J. N.; LIMA, D. Modeling small watersheds in Brazilian Amazônia with SRTM-90 m data. **Computers and Geosciences**, v. 32, 1169-1181, 2006.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geography**, v. 32, p. 300-309, 2012.

VIEIRA et al. Utilizando SIG na Análise Urbana da Microbacia do Rio Itacorubi, Florianópolis SC, **In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, Florianópolis, p. 1-9, 2006

VIEIRA, L. C. G. **Padrões ecológicos da comunidade zooplanctônica na planície de inundação do Rio Araguaia**. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO. 2008.

WALKER, J.; ALEXANDER, D.; IRONS, C.; JONES, B.; PENRIDGE, H.; RAPPORT, D. Catchment health indicators: as overview. **In: WALKER, J.; REUTER, D. J. (Ed.). Indicators of catchment health: a technical perspective**. Melbourne: CSIRO, 1996. p.3-18.

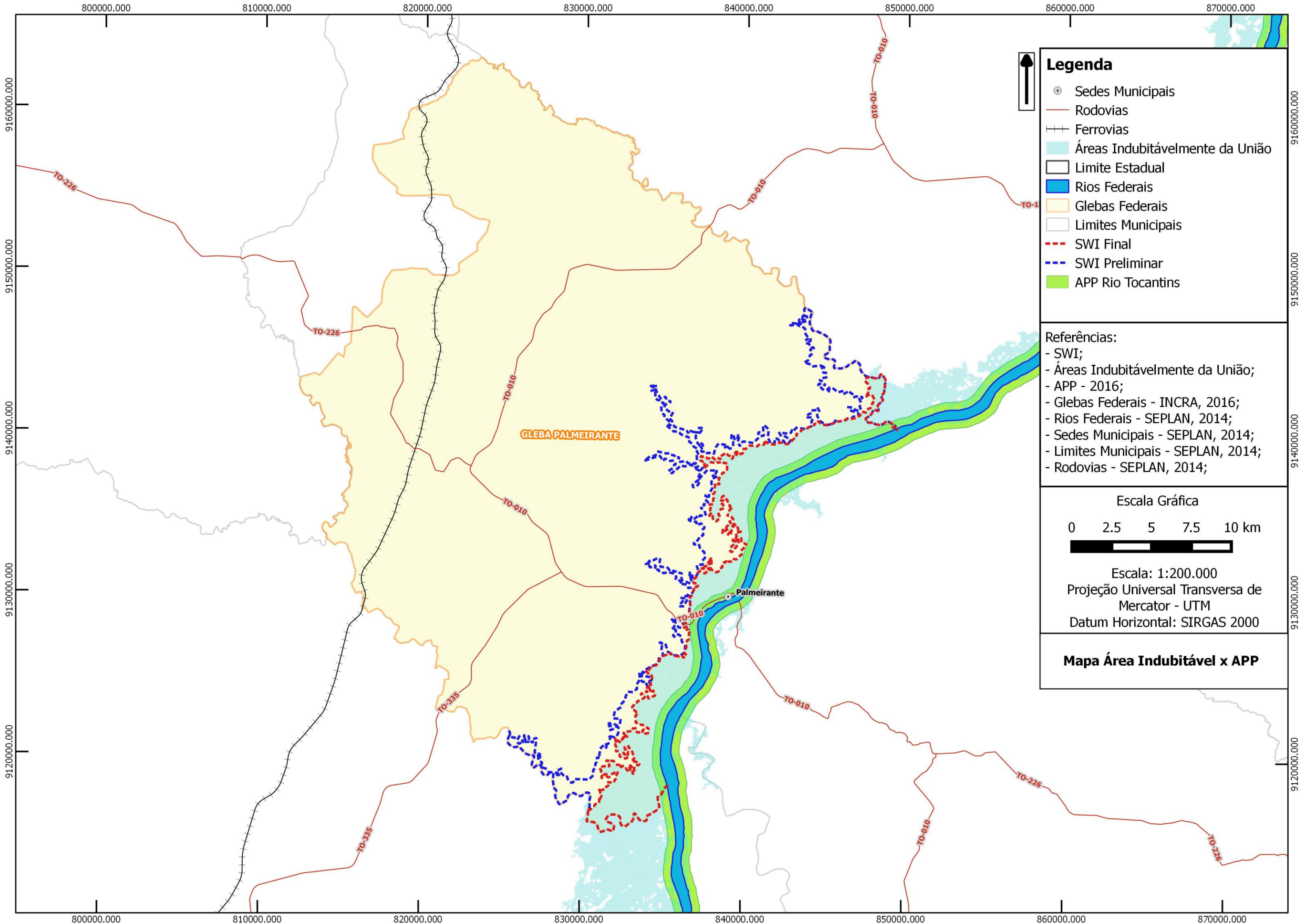
ZAKIA, M. J. B.; FERRAZ, B.; LIMA, W. P. Delimitação da zona ripária em uma microbacia. **Revista agrogeoambiental**, v. Abril, p. 51-61, 2009.



ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Plintossolos**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_15\\_2212200611542.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_15_2212200611542.html)>. Acesso em 26 de outubro de 2016.

ZINKO, U.; SEIBERT, J.; DYNESIUS, M.; NILSSON, C. Plant species numbers predicted by a topography based groundwater-flow index. **Ecosystems**, v. 8, p. 430–441, 2005.

**APÊNCIDE 1**



**Legenda**

- Sedes Municipais
- Rodovias
- ++ Ferrovias
- ▨ Áreas Indubitavelmente da União
- Limite Estadual
- Rios Federais
- Glebas Federais
- Limites Municipais
- - - SWI Final
- - - SWI Preliminar
- APP Rio Tocantins

**Referências:**

- SWI;
- Áreas Indubitavelmente da União;
- APP - 2016;
- Glebas Federais - INCRA, 2016;
- Rios Federais - SEPLAN, 2014;
- Sedes Municipais - SEPLAN, 2014;
- Limites Municipais - SEPLAN, 2014;
- Rodovias - SEPLAN, 2014;

**Escala Gráfica**

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala: 1:200.000  
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000

**Mapa Área Indubitável x APP**

GLEBA PALMEIRANTE

Palmeirante

