

**Mapeamento da cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Dez, Ji-Paraná,  
Rondônia, Brasil, Amazônia Ocidental**

**Land cover mapping of the Igarapé do Dez River Basin, Ji-Paraná, Rondônia, Brazil,  
Western Amazon**

**Mapeo de la cubierta terrestre de la Cuenca del río Igarapé do Dez, Ji-Paraná,  
Rondônia, Brasil, Amazonía Occidental**

Recebido: 19/08/2020 | Revisado: 28/08/2020 | Aceito: 02/09/2020 | Publicado: 04/09/2020

**David Cavalcante Costa Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0192-4315>

Universidade Federal de Rondônia, Brasil

E-mail: davidcavalcante2014@gmail.com

**Caio Henrique Patrício Pagani**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3774-2118>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: caiopagani@gmail.com

**Fernanda Gonçalves Borges**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4386-5285>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail:fernanda.borges@ufv.br

**Maik Leão dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7540-1568>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: maikleao@discente.ufg.br

**Arnaldo Passos de Queiróz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2577-0875>

Universidade de Santa Catarina, Brasil

E-mail: arnaldopq@gmail.com

**Gessiane Carolina Bosio Barbosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1370-0885>

Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná, Brasil

E-mail: gessiane.carolbosio@gmail.com

## **Resumo**

O estado de Rondônia teve o início do processo de ocupação na década de 60, por incentivo do governo federal a partir de planos de colonização. Os assentamentos foram os grandes responsáveis pelas mudanças na paisagem natural, transformando áreas de florestas, em áreas de agricultura e pastagem principalmente. O INPE divulgou que no período de 2018 a 2019, houve um aumento de cerca de 50% de desmatamento em relação ao período de 2017 a 2018. Dessa forma, estudos de bacias hidrográficas têm sido intensificados diante da velocidade de degradação dos recursos hídricos e mediante o uso e ocupação do solo, seja para uso agrícola, pecuária, assentamentos rurais ou urbanos. O presente trabalho teve como objetivo mapear a cobertura do solo da Bacia hidrográfica Igarapé dos Dez, localizada em Ji-Paraná, no Estado de Rondônia. Analisou-se o percentual de desmatamento ocorrido no período de 30 anos e para a análise do desmatamento foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5, anos de 1988, 1998 e 2008, e Landsat 8, ano de 2018.

**Palavras-chave:** Geotecnologias; Cadastro ambiental rural; PRODES; Uso e ocupação do solo.

## **Abstract**

The state of Rondônia started the occupation process in the 1960s, at the incentive of the federal government based on colonization plans. The settlements were largely responsible for the changes in the natural landscape, transforming areas of forests into areas of agriculture and pasture mainly. INPE reported that in the period from 2018 to 2019, there was an increase of about 50% of deforestation in relation to the period from 2017 to 2018. Thus, studies of hydrographic basins have been intensified in view of the speed of degradation of water resources and through land use and occupation, whether for agricultural, livestock, rural or urban settlements. The present work aimed to map the soil cover of the Igarapé dos Dez hydrographic basin, located in Ji-Paraná, in the State of Rondônia. The percentage of deforestation that occurred in the 30-year period was analyzed and for the analysis of deforestation, images from the Landsat 5 satellites from 1988, 1998 and 2008 and Landsat 8 from 2018 were used.

**Keywords:** Geotechnologies; Rural environmental registry; PRODES; Land use and occupation.

## Resumen

El estado de Rondônia inició el proceso de ocupación en la década de 1960, con el incentivo del gobierno federal basado en planes de colonización. Los asentamientos fueron en gran parte responsables de los cambios en el paisaje natural, transformando áreas de bosques en áreas de agricultura y pasto principalmente. El INPE informó que en el período de 2018 a 2019, se registró un aumento de alrededor del 50% de la deforestación en relación al período de 2017 a 2018. Así, los estudios de cuencas hidrográficas se han intensificado ante la velocidad de degradación de los recursos hídricos y a través de uso y ocupación del suelo, ya sea para asentamientos agrícolas, ganaderos, rurales o urbanos. El presente trabajo tuvo como objetivo cartografiar la cobertura del suelo de la cuenca hidrográfica de Igarapé dos Dez, ubicada en Ji-Paraná, en el Estado de Rondônia. Se analizó el porcentaje de deforestación que ocurrió en el período de 30 años y para el análisis de deforestación se utilizaron imágenes de los satélites Landsat 5 de 1988, 1998 y 2008 y Landsat 8 de 2018.

**Palabras clave:** Geotecnologías; Registro ambiental rural; PRODES; Uso de la tierra y ocupación.

## 1. Introdução

O processo de ocupação do Estado de Rondônia teve início devido a abertura da BR-364 em meados de 1960 durante o governo de Juscelino Kubitschek. Por conta da pavimentação da rodovia e por incentivo do governo federal a partir de planos de colonização gerou-se intenso fluxo migratório para o Estado, registrando 1.562.409 habitantes provenientes principalmente do Nordeste, Sul e do Sudeste até o ano 2000, favorecendo o povoamento da região (Fiori, 2012).

Ao mesmo tempo para, Piontekowski et al. (2014) os assentamentos foram responsáveis por promover mudanças expressivas na paisagem natural, com a substituição de florestas nativas por agricultura (temporária e permanente) e pecuária bovina, servindo assim como elemento indutor para a expansão da fronteira agropecuária na região. Com isso, a compreensão da dinâmica do desmatamento e dos processos de ocupação desordenada dentro do estado de Rondônia se tornou elemento de forte interesse para a comunidade científica.

Nesse sentido, em agosto do ano de 2019, foram divulgados novos dados da Amazônia Legal, referentes ao período de 2018 a 2019. O estudo foi realizado pelo DETER- Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real, criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, que aponta o desmatamento de 6.833 Km<sup>2</sup>, contra 4.572 km<sup>2</sup> representando

um aumento de cerca de 50% em relação ao período anterior (2017-2018) (INPE, 2019).

Diante disso, esse intenso desmatamento na região despertou interesse em estudos nos últimos anos focando em bacias hidrográficas devido a degradação dos recursos hídricos e mediante o uso e ocupação do solo, seja para uso agrícola, pecuária, assentamentos rurais ou urbanos. Vale destacar a bacia do Rio Machado, que enfrenta impactos da colonização mal planejada que vem afetando suas bacias vizinhas dentre elas em especial a bacia hidrográfica Igarapé dos Dez (SEDAM, 2017).

Portanto, o uso de geotecnologias se mostra alternativa de baixo custo bastante, que são utilizadas nos dias atuais para mapeamentos das transformações do uso e cobertura vegetal e realizar monitoramento ambiental, principalmente em estudos de bacias hidrográficas, servindo como um instrumento de planejamento e gestão territorial e Ambiental (Lima et al., 2011).

Diante disso o objetivo deste trabalho é mapear a cobertura do solo da bacia hidrográfica Igarapé dos Dez, localizada em Ji-Paraná, no Estado de Rondônia, na região da Amazônia Ocidental.

## **2. Metodologia**

O presente estudo está inserido na área da engenharia ambiental com ênfase em geotecnologias, para sua execução empregou-se a pesquisa de dados espaciais com natureza quali-quantitativa, conforme as diretrizes apresentadas por Pereira-Silva et al. (2011).

### **2.1 Localização da área de estudo**

O local do presente estudo é a bacia hidrográfica Igarapé do Dez (Figura 1), localizada na zona rural do município de Ji-Paraná pertencente à bacia hidrográfica do Rio Machado. Situada especificamente entre as coordenadas geográficas, latitude 10°50'30" S, 10°47'0" S e longitude 61°59'30" W, 61°56'0" W.

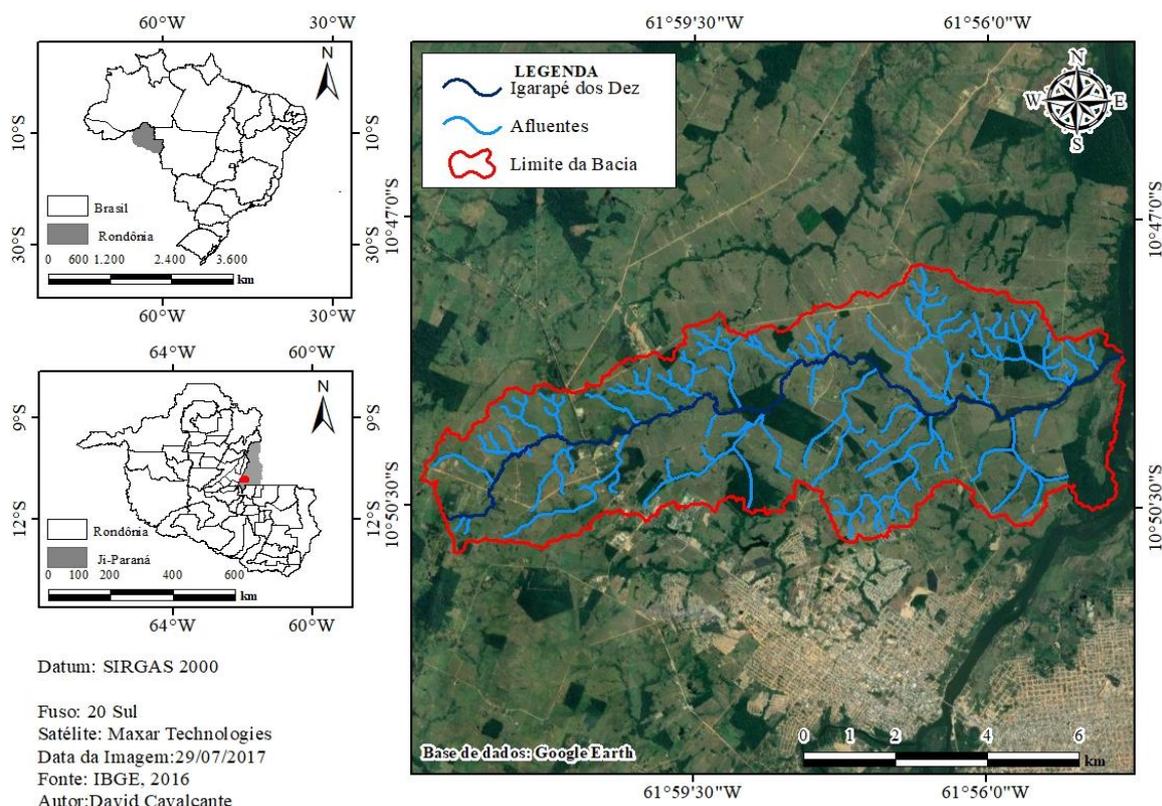
O município de Ji-Paraná é o segundo mais populoso do estado de Rondônia e décimo sétimo mais populoso da Região Norte do Brasil, com população estimada em 2019 de 128.969 habitantes (IBGE, 2019). Os principais produtos da agricultura temporária são: a mandioca, o milho, o arroz e a cana-de-açúcar. A agricultura permanente tem como principais produtos cultivados: o café em primeiro lugar, com uma quantidade produzida em 2005 de 1 733 toneladas (no entanto, essa produção já chegou a ser de aproximadamente 10 000

toneladas), o coco-da-baía, a banana e em quarto lugar, o cacau com uma produção não muito expressiva para o estado, de 420 toneladas.

Nos últimos anos, o município vem se destacando como um dos maiores centros de criação pecuária do estado. Com mais de 420 000 cabeças de gado bovino, o município está em nona colocação em relação ao número de cabeças de efetivo rebanho. Ji-Paraná é um dos maiores produtores de leite do estado, ocupando a nona posição, com uma produção de quase 40 000 litros de leite em 2019, que são distribuídos por laticínios localizados na região que possui 2.544 estabelecimentos agropecuários, sendo 1.369 produtores de leite (IBGE, 2017b).

Todos os procedimentos realizados que envolvem o processamento, tratamento de dados, avaliações das condições ambientais e elaboração de mapas da área de estudo, foram conduzidos através do software SIG ArcGIS Desktop versão 10.7® do ESRI sobre o número de licença educacional V1P20JOREA.

**Figura 1.** Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Dez.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

## 2.2 Clima e Região

A região de estudo enquadra-se no clima tipo Am (tropical úmido ou subúmido), conforme o método de classificação de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), com temperatura média anual de 24 a 26°C e pluviosidade média anual entre 2000mm a 2100mm (Rondônia, 1999). A estação seca ocorre entre os meses de maio a setembro.

## 2.3 Base de Dados

Para elaboração deste estudo as seguintes base de dados: base de dados geológicos do estado de Rondônia na escala de 1:1.000.000 contendo os limites das bacias e sub-bacias hidrográficas e hidrografia da região (CPRM, 2017), base cartográfica do estado de Rondônia na escala de 1:1.000.000 contendo os limites estaduais, limites municipais e as rodovias (IBGE, 2017a).

## 2.4 Mapeamento da Cobertura da Solo com uso das imagens de satélite Lansat

Para realizar o mapeamento de uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens dos satélites Landsat-5 e 8 dos sensores TM e OLI (Tabela 1). As imagens foram adquiridas gratuitamente junto ao catálogo de imagens do INPE, após serem capturadas pelos satélites da órbita 231 e ponto 067, com resolução espacial de 30 e 15 metros, respectivamente, referentes aos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018 para posterior aplicação no trabalho.

**Tabela 1.** Imagens de sensoriamento remoto utilizadas.

Satélites	Sensores	Bandas	Órbita/ponto	Resolução espacial (m)	Anos
Landsat -5	TM	5, 4, 3	231/067	30	1988,1998,2008
Landsat -8	OLI	4, 5, 6	231/067	15	2018

Fonte: INPE, (1988;1998; 2008; 2018).

As imagens Landsat foram escolhidas em decorrência dos sensores TM e OLI apresentarem uma boa resolução espacial com alto potencial para atender a múltiplos requisitos de aplicações, como análises de vegetação, agricultura, solos, áreas urbanas entre

outros, uma vez que cada faixa espectral realça alvos diferentes, permitindo uma interpretação mais precisa.

Com relação à composição colorida das imagens, seguiu-se a conformação RGB para as bandas (5-4-3) do Landsat 5-TM, e as bandas (4-5-6) para o Landsat 8-OLI, sendo que cada banda é associada a uma das três cores, ficando estruturada da seguinte forma R (vermelha), G (verde) e B (azul). Com isso, foi realizada a composição das imagens com uso da ferramenta *Composite bands* disponível no *Arctoolbox* do *ArcMap*.

Logo após a composição, as imagens que se encontravam no Datum WGS 84 projeção UTM da Zona 20 Sul foram reprojetaadas para o Datum SIRGAS 2000 projeção Geodesia através do comando *Project Raster* e com o uso da ferramenta *Georeferencing* ambos existentes no *Arctoolbox* do *ArcMap*, efetuou-se o posicionamento terrestre utilizando como base a vetorização das rodovias encontradas na imagem Landsat-8.

Logo depois desse procedimento, foi executado a análise multitemporal de uso do solo, elaborada pela técnica de Interpretação Visual. Segundo os autores e Panizza & Fonseca (2011), trata-se de um método lógico e sistemático baseado no estudo das propriedades das formas considerando a disposição de elementos de textura e cores de uma mesma classe, organizados em estruturas bem ou mal definidas, resultando em formas identificáveis.

Para esta análise foram identificadas quatro classes de uso e ocupação do solo de acordo com a classificação do IBGE (2013), são elas: Área Antropizada (áreas onde a cobertura vegetal foi retirada em sua totalidade, áreas cobertas por gramíneas nativas ou plantadas); Urbanização (áreas urbanizadas, áreas em processo de urbanização incipiente); Água (cursos hídricos) e Floresta (fragmentos florestais, matas ciliares e formação arbustiva).

Em seguida foram calculados os índices percentuais das classes por meio da ferramenta *Calculate Geometry* disponível no *Attribute Table* do *ArcMap*, para obter dados percentuais das classes de uso do solo e seguir com as interpretações e discussões referente ao tema proposto neste trabalho.

## **2.5 Mapeamento da Cobertura da Solo com uso dos dados do CAR e PRODES**

Na sequência foi cruzado os dados das classes área antropizadas (desmatamento) e floresta resultante da classificação do uso do solo do ano de 2008 com os dados de Área consolidada e Vegetação Nativa Remanescente registrada no Cadastro Ambiental Rural (CAR) referente a 2019, com o intuito de compreender a dinâmica do desmate e se essas áreas remanescentes estão sendo preservadas e compor uma base de dados em termos quantitativos.

Em relação aos dados do PRODES (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia) foi comparado as classes desmatamento e floresta referente aos anos de 2008 e 2018, como as classes área antropizada e floresta oriundos da classificação da cobertura do solo no mesmo período, verificando as principais diferenças entre os dados.

O mapeamento do desmatamento elaborado nesta pesquisa é baseado em interpretação visual de imagens do satélite Landsat- 5 TM e Landsat- 8 OLI. Portanto, os polígonos de desmatamentos foram digitalizados na tela do computador e os dados foram armazenados e disponibilizados em formato vetorial *shapefile*, envolvendo as classes anuais de desmatamento e floresta.

A metodologia de interpretação de imagens conduzida PRODES consisti no mapeamento do desmatamento na Amazônia baseada em frações de imagens (sombra, solo e vegetação) derivadas da Análise Linear de Mistura Espectral de imagens do Landsat-5 TM, acompanhada pela segmentação em alvos homogêneos das imagens das frações solo e de sombra, neste caso, utilizam-se algoritmos para reconhecer as classes presente na imagem e assim mapear as classes de uso da terra de interesse (desmatamento do ano, florestas remanescentes, etc.) (Piontekowski et al., 2014).

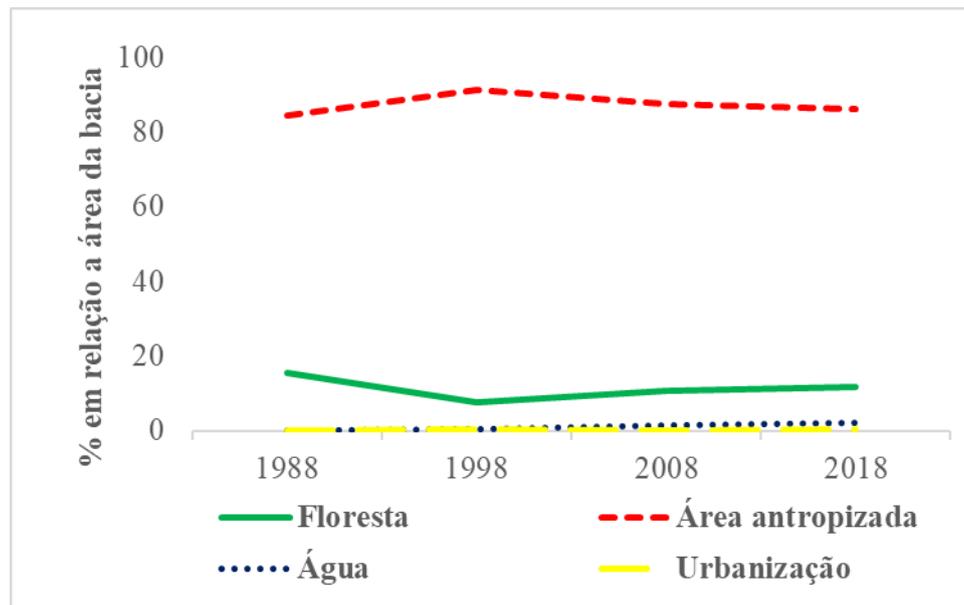
Realizou-se ainda a elaboração de um mapa temático de lotes para quantificar o número de imóveis rurais existente dentro da bacia, sendo que foram excluídos os imóveis com o CAR cancelado. Em ambos os casos a base de dados foram adquiridos respectivamente junto aos sites [car.gov.br](http://car.gov.br) e [www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php](http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php).

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1 Análise da Cobertura da Solo com uso das imagens de satélite Lansat**

Inicialmente, para entender a dinâmica da cobertura do solo de 1988 a 2018 na bacia hidrográfica igarapé do Dez é preciso conhecer o comportamento das classes. Observando a Figura 2, nota-se que as classes área antropizada e floresta são grandezas inversamente proporcionais e que existe uma relação entre si, visto que à medida que uma aumenta a outra diminui e vice-versa. Em relação às classes Água e Urbanização a área antropizada se comporta diferente, uma vez que uma aumenta a outra também aumenta.

**Figura 2.** Comportamento das Classes no período de 1988 a 2018 na bacia igarapé dos Dez, Ji-Paraná.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando o período de 1988 a 1998 é possível aferir que a bacia hidrográfica Igarapé dos Dez passou por expressivas transformações marcado pela perda acelerada das florestas, pois em 1988 iniciou com, 15,33 % e atingiu 7,66 % no ano de 1998. A classe Área antropizada obteve significativo aumento, pois iniciou com 84,50 %, e atingiu 91,54 % no ano seguinte (Tabela 2). Quando se trata da classe Água, foi possível verificar o valor 0,15 % no ano de 1988 e um aumento de 0,44 % no ano de 1998. Com relação à classe Urbanização iniciou com 0,02 % no ano de 1988 aumentou para 0,36 % no ano de 1998.

Assim, a partir da Tabela 2 e Figura 3, percebe-se que em 1998 a interferência humana já era alta, com Área antropizada de 91,54 % da bacia, enquanto a área de floresta ocupava 7,66 % da bacia. Essa interferência se dá possivelmente por conta da criação de estradas e propriedades rurais, trazendo consigo a prática da agricultura e de pastagem para a criação de bovinos, o qual necessitava a retirada de floresta.

**Tabela 2.** Classes quantificados na bacia igarapé dos Dez, referente aos anos de 1988 a 2018.

Classes	Anos			
	1988	1998	2008	2018
	(%) Área da Bacia			
<b>Floresta</b>	15,33	7,66	10,74	11,61
<b>Área antropizada</b>	84,50	91,54	87,56	86,12
<b>Água</b>	0,15	0,44	1,58	2,06
<b>Urbanização</b>	0,02	0,36	0,13	0,22

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando a Tabela 2 e Figura 3, é possível observar que a classe Água adquiriu um aumento pequeno, partindo de 0,15% (1988) para 0,44% (1998) da área da bacia, isto ocorre pela diferença de tamanho de pixel entre as imagens Landsat tinham pixel de 30 metros em 1988 passando a ter o pixel com 15 m em 1998 contribuindo para identificar os cursos d'águas.

O fato de os corpos d'água da imagem antiga (1988) estarem cobertas pela mata dificultando sua visualização e com o desmatamento ficarem mais evidente no ano de 1998.

Com relação à evolução da Urbanização, é possível verificar que no período compreendido entre 1988 e 1998 houve um crescimento pequeno partindo de 0,02% para 0,36% em relação à área da bacia, que possivelmente compreende as áreas ocupadas por casa de fazendas, vilas e chácaras, distribuídas pela bacia igarapé do Dez.

Analisando os dados do período de 2008 a 2018 pode-se observar que a bacia hidrográfica Igarapé dos Dez passou por momento marcado pelo ganho de florestas, já que em 2008 iniciou com 10,74% e atingiu 11,61 % no ano de 2018. A classe Área antropizada obteve uma diminuição, visto que iniciou com 87,56%, e atingiu 86,12% no ano seguinte (Tabela 2). Analisando a classe Água, foi possível constatar o valor 1,58 % no ano de 2008 e um aumento de 2,06 % no ano de 2018. Com relação à classe Urbanização iniciou com 0,13% no ano de 2008 e obteve um aumento de 0,22% no ano de 2018.

Deste modo, a partir da Tabela 2 e Figura 4, entende-se que em 2008 a interferência humana reduziu, e com isso, a Área antropizada partiu de 87,56 % para 86,12% da bacia em 2018, enquanto a área de floresta partiu de 10,74% no ano de 2008 para 11,61% da bacia em 2018. Esse ganho de floresta pode estar relacionado com o fenômeno chamado de sucessão ecológica.

Para Pereira-Silva et al (2011), a sucessão ecológica é um conjunto de transformações que ocorrem na composição e na estrutura de uma vegetação em escala temporal, ou seja,

trata-se do crescimento natural ou regeneração da floresta ao longo do tempo, perfazendo as fases de sucessão primária, secundária até alcançar ao clímax.

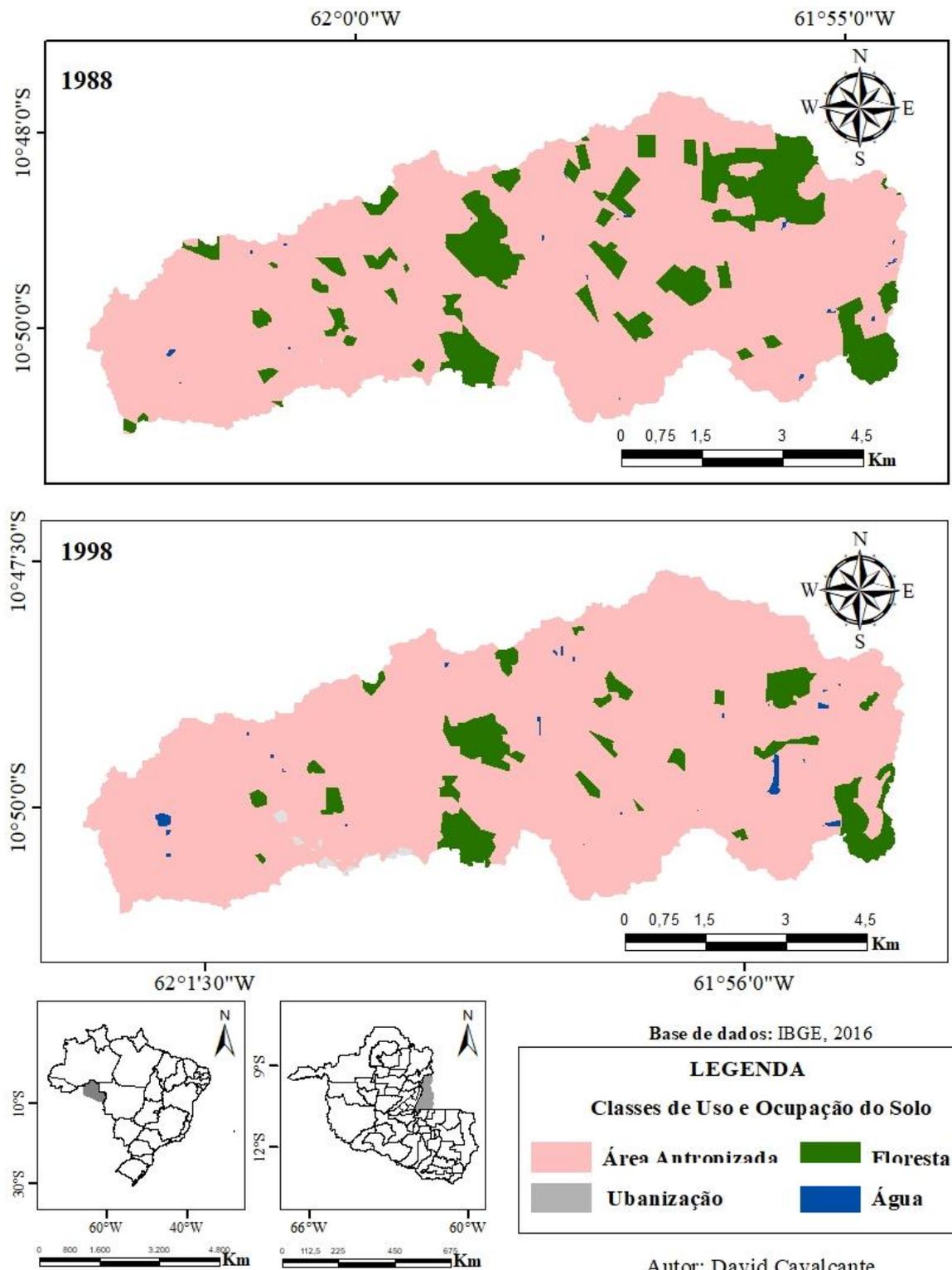
Visto que se passaram 10 anos durante o período analisado (2008-2018), tal fenômeno pode estar no estágio de início de povoamento (sucessão primária), já que para Chazdon (2012) as árvores pioneiras e espécies lenhosas que tem crescimento rápido em altura e diâmetro levam um tempo entre 0 a 15 anos para colonizar e se estabelecer.

Continuando a análise da Tabela 2 e Figura 4, é possível notar que a classe Água assumiu um aumento, saindo de 1,58% para 2,06% da área da bacia, possivelmente por conta de construções de represas para servir de fonte de água para bovinos e para atividade de piscicultura. Segundo Sales (2019), Rondônia é considerada referência em criação de peixes em cativeiro no Norte brasileiro, pois dispõe de bacias hidrográficas em abundância, água e solos de qualidade, topografia plana e sistema de produção definido.

Quanto ao progresso da urbanização, pode-se verificar que no período compreendido entre 2008 e 2018 ocorreu um crescimento de 0,13% para 0,22% em relação a área da bacia, que certamente envolve as áreas ocupadas por sítios, chácaras e casas de assentamento, distribuídas ao longo da bacia.

De modo geral, durante os 30 anos analisados (1988 a 2018) a bacia Igarapé do Dez vem sofrendo com a interferência antrópica, conseqüentemente lidando com a perda da cobertura vegetal. Com isso, a área em estudo apresentou um percentual de desmatamento de 24,25%. Este percentual é considerado baixo em visto que no ano de 1988 já se tinha um número baixo de floresta apenas 15,33% e em um dado momento parte da vegetação entrou no processo de regeneração, além de ser uma área de estudo considerada pequena.

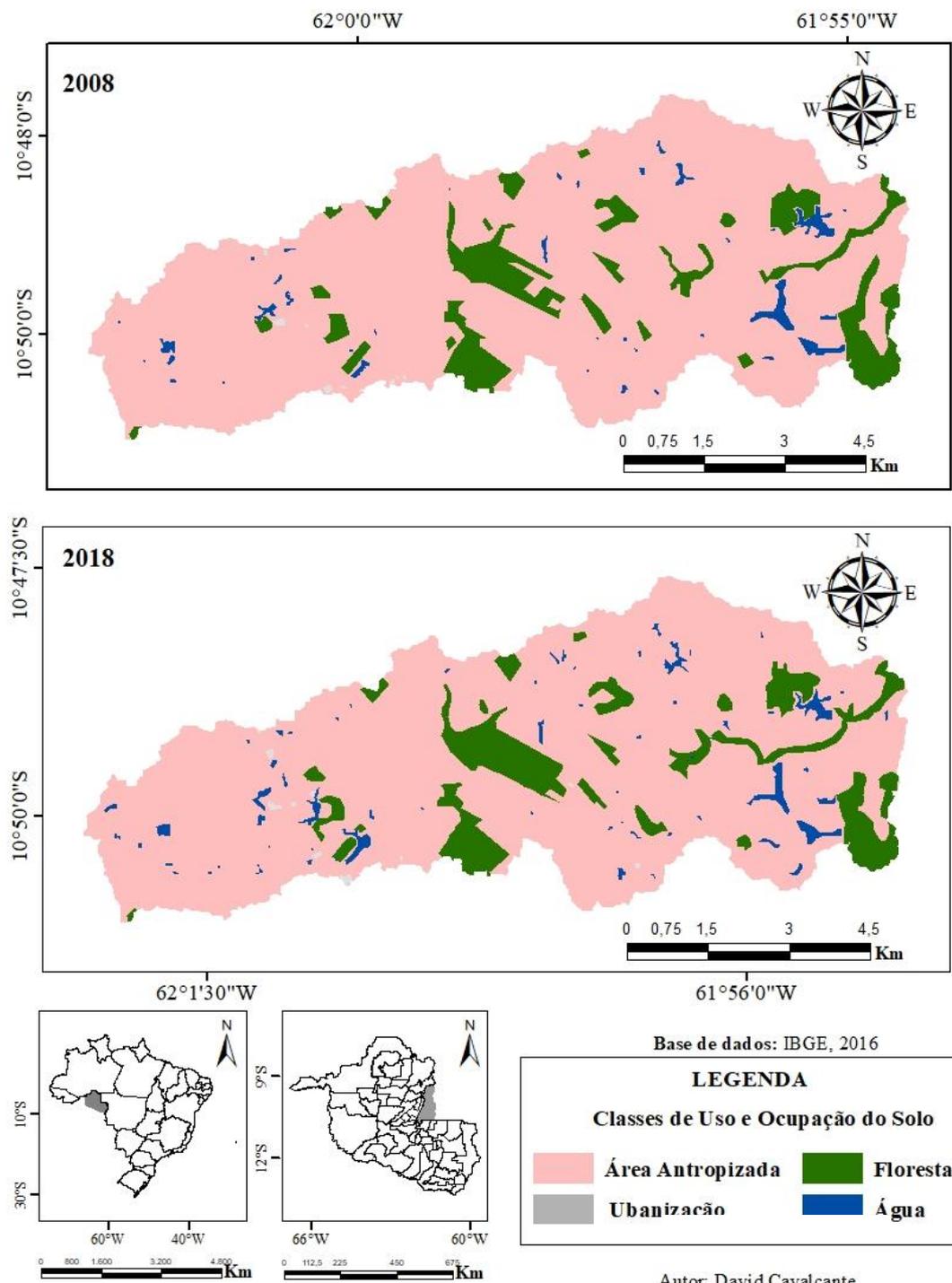
**Figura 3.** Comparativo das classes de uso do solo com os dados do PRODES no ano de 1988 e 1998 na bacia igarapé do Dez.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando a Figura 3 é possível observar que nos anos de 1988 e 1998, a classe área antropizada já predominava boa parte da área da bacia do igarapé do Dez, isto revela que como o desmatamento já era intenso naquela época.

**Figura 4.** Comparativo das classes de uso do solo com os dados do PRODES no ano de 2008 na bacia igarapé do Dez.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 4 comparada a Figura 3 é possível observar o aumento dos fragmentos florestais sobre área da bacia do igarapé dos Dez, pois no ano de 2008 já iniciava a pressão do governo federal sobre a preservação das florestas por meio do código florestal.

### 3.2 Análise da Cobertura da Solo com uso dos dados do CAR e PRODES

São apresentados na Tabela 3 a base de dados conduzidos pelo PRODES, CAR e Uso do Solo da bacia igarapé dos Dez para análise comparativa das classes Desmatamento, Floresta, Remanescente de vegetação nativa, Área consolidada e APP's.

**Tabela 3.** Classes de Uso do Solo comparadas em relação aos dados do PRODES e CAR.

Base de Dados	Ano	Classes					
		Desmatamento (km <sup>2</sup> )	Floresta (Km <sup>2</sup> )	Ano	Rem. Vegetação Nativa (km <sup>2</sup> )	Área Consolidada (km <sup>2</sup> )	APP's (Nasc. e Rios) (km <sup>2</sup> )
Uso do Solo	2008	51,81	6,35	2008	6,35	40,56	7,66
	2018	50,96	6,87				
PRODES	2008	57,04	2,04		-	-	-
	2018	56,67	2,00				
CAR		-	-	2019	5,14	43,47	4,79

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando, inicialmente os dados PRODES, este apresentou um Desmatamento de 57,04 km<sup>2</sup> e 2,04 km<sup>2</sup> de floresta no ano de 2008, enquanto no mesmo período foi detectado 51,81 km<sup>2</sup> de desmatamento e 6,35 km<sup>2</sup> de floresta para o Uso do Solo (Tabela 3). Os resultados indicam que o mapeamento da classe Desmatamento conduzido pelo PRODES se mostrou superior em relação ao encontrado no Uso do Solo, com uma diferença de 5,23 km<sup>2</sup>.

Para o ano de 2018, o PRODES contatou 56,67 km<sup>2</sup> de Desmatamento e 2,00 km<sup>2</sup> de floresta enquanto no Uso do Solo o Desmatamento e a floresta encontrada foi de 50,96 km<sup>2</sup> e 6,87 km<sup>2</sup> respectivamente (Tabela 3). Nota-se que os dados do PRODES continuam apresentado superioridade em relação à classe Desmatamento quando comparado com os dados de Uso do Solo, com uma diferença de 5,71 km<sup>2</sup>.

Estes resultados revelam uma diferença considerável dos dados de detecção e estimativas do desmatamento produzidos pelo PRODES e pelo Uso do Solo. Assim, tais valores demonstraram uma maior superestimação para a classe Desmatamento do PRODES, e isso é mais evidente nas Figuras 5 e 6.

Tal fato é muito importante, já que os resultados do PRODES são baseados em

metodologia semiautomática, o que dá maior rapidez ao processo de classificação e obtenção dos resultados do desmatamento. Entretanto, para Piontekowski et al. (2014) essa metodologia pode apresentar maior erro de superestimação na sua matriz de confusão (corresponde a confiabilidade que o analista tem quanto aos resultados da classificação) o que consequentemente influenciará no valor estimado.

Outra situação importante que poder ter contribuído para um maior valor do desmatamento é a sobreposição de imagens. Deste modo, as áreas dos polígonos sobrepostos podem ser quantificadas duas vezes o que resultará no aumento dos resultados. Vale ressaltar também que a metodologia do PRODES só identifica desmatamento por corte raso a partir de 6,25 ha, assim mascarando os dados de pequenas áreas desmatadas.

Por outro lado, o Uso do Solo se mostrou com valores mais conservadores, por apresentar menor superestimação do desmatamento, tendo como base técnica a interpretação visual onde requer mais tempo e depende da interpretação do analista. Neste caso, é necessário o conhecimento sobre as feições de uma paisagem.

Observando ainda a Tabela 3 e Figura 7, a análise do CAR apresentou 5,14 km<sup>2</sup> de Remanescente de vegetação nativa (9% da total bacia) e 43,47 km<sup>2</sup> de Área consolidada (área desmatada até 22 de julho de 2008) ocupando 73% da bacia. Já o Uso do Solo obteve 6,35 km<sup>2</sup> (10,74%) e 40,56 km<sup>2</sup> (68,55%) de Remanescente de Vegetação e Área consolidada respectivamente. Foi observado uma diferença pequena de 1,21 km<sup>2</sup> para a classe remanescente de vegetação e 2,91 km<sup>2</sup> de Área rural consolidada.

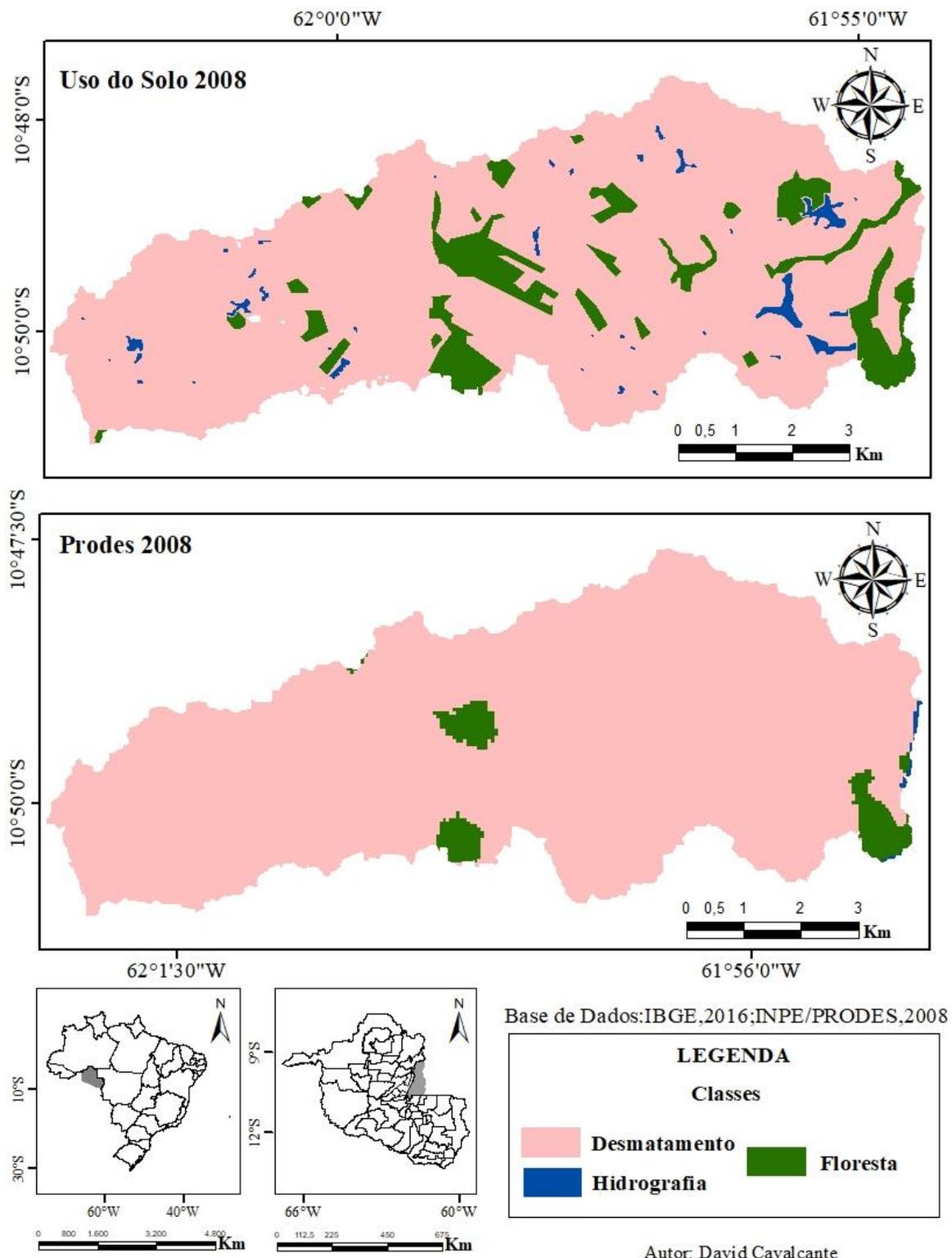
É provável também que essa diferença de 2,91 km<sup>2</sup> seja por conta das classes Água e Urbanização, que na classificação do Uso do Solo foram consideradas separadamente, enquanto no CAR estas podem ter sido agrupadas na classe Área consolidada.

Tendo em vista que em ambos os casos se utiliza do método de interpretação visual de imagens de satélite, ou seja, a delimitação manual das classes, os resultados revelam valores próximos, uma vez que, para este estudo foi utilizada imagem do Landsat 5, com menor resolução espacial (30 m) quando comparado com a imagem SPOT 5 adotada pelo CAR com maior resolução espacial (2,5 m), facilitando na identificação das classes de interesse ambiental devido a sua melhor resolução espacial.

Segundo de Alcântara Laudares et al. (2014) as imagens SPOT 5 apresentam vantagens comparadas a Landsat no tempo de processamento, devido ao fato dessas já serem disponibilizadas com processamento de correção geométrica (distorções de uma imagem), tornando as coordenadas mais precisas. Diante disso, durante o período analisado o valor do Uso do Solo da classe Remanescente de vegetação pode estar acima do estimado e o valor da

Área consolidada pode estar abaixo do estimado.

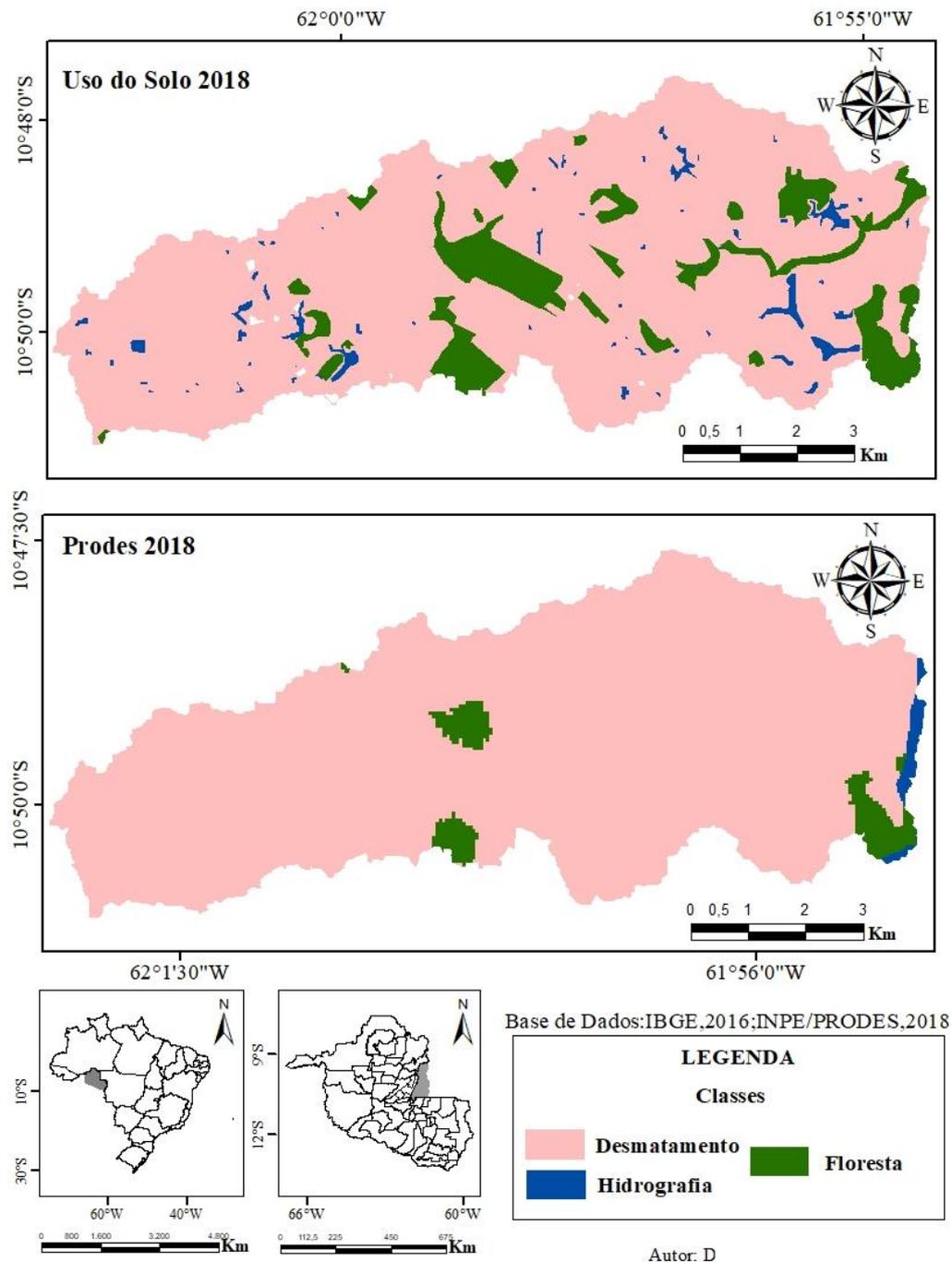
**Figura 5.** Comparativo das classes de uso do solo com os dados do PRODES no ano de 2008 na bacia igarapé do Dez.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando a Figura 5 é possível observar que a diferença de floresta detectada pelo uso do solo 2008 o PRODES 2008, isto ocorre devido o PRODES 2008 detectar apenas florestas remanescente, ou seja, florestas que nunca foram alteradas, enquanto o uso do solo 2008 detectar toda cobertura vegetal existente na imagem.

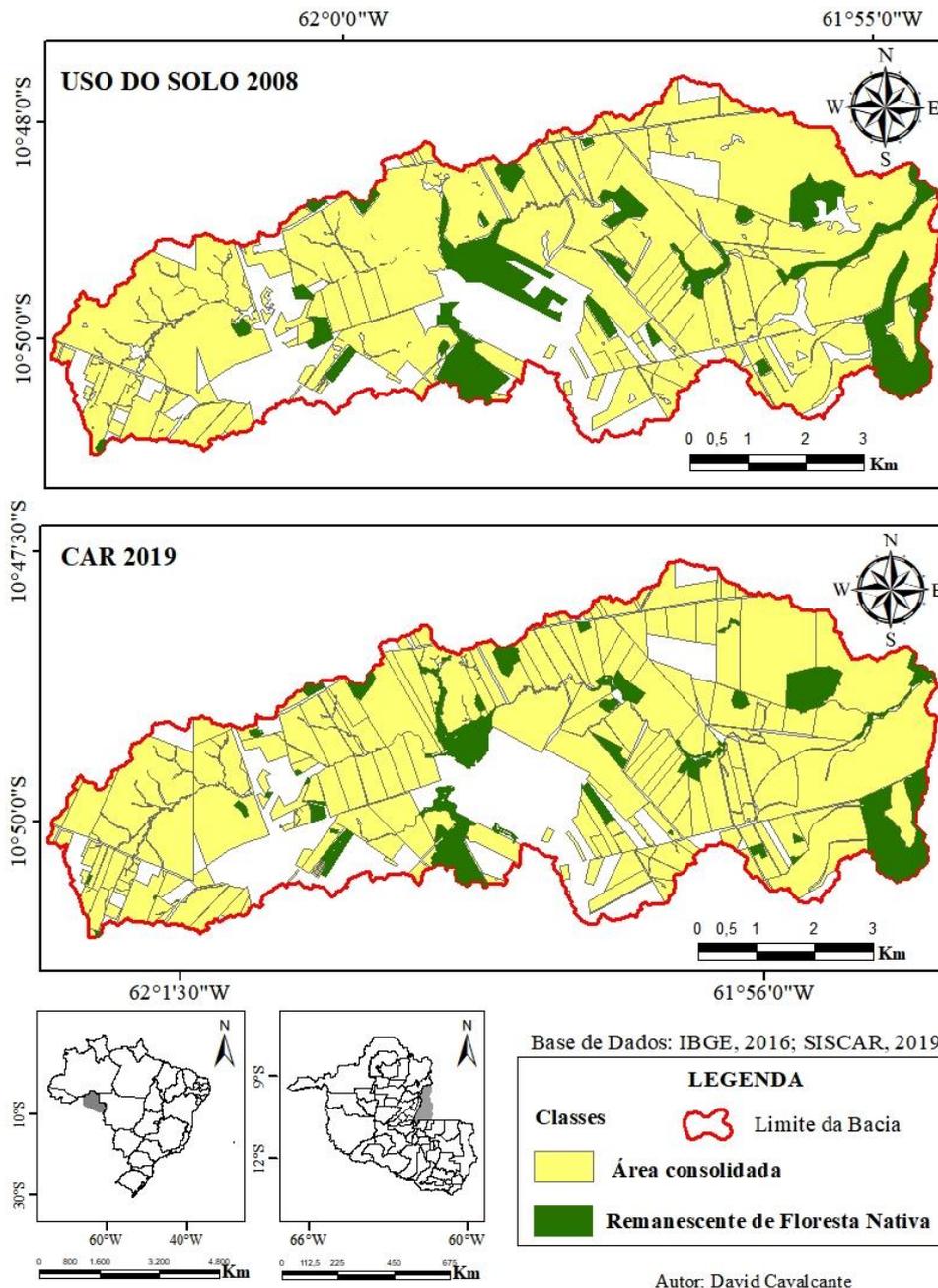
**Figura 6.** Comparativo das classes de uso do solo com os dados do PRODES no ano de 2018 na bacia igarapé do Dez.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 6 é possível observar que a diferença de floresta detectada pelo uso do solo 2018 o PRODES 2018, isto ocorre devido o PRODES 2018 detectar apenas florestas remanescente, ou seja, florestas que nunca foram alteradas, enquanto o uso do solo 2018 detectar toda cobertura vegetal existente na imagem.

**Figura 7.** Comparativo das classes área consolidada e remanescente de floresta nativa com os dados do CAR (2019) no ano de 2008 na bacia igarapé dos Dez.



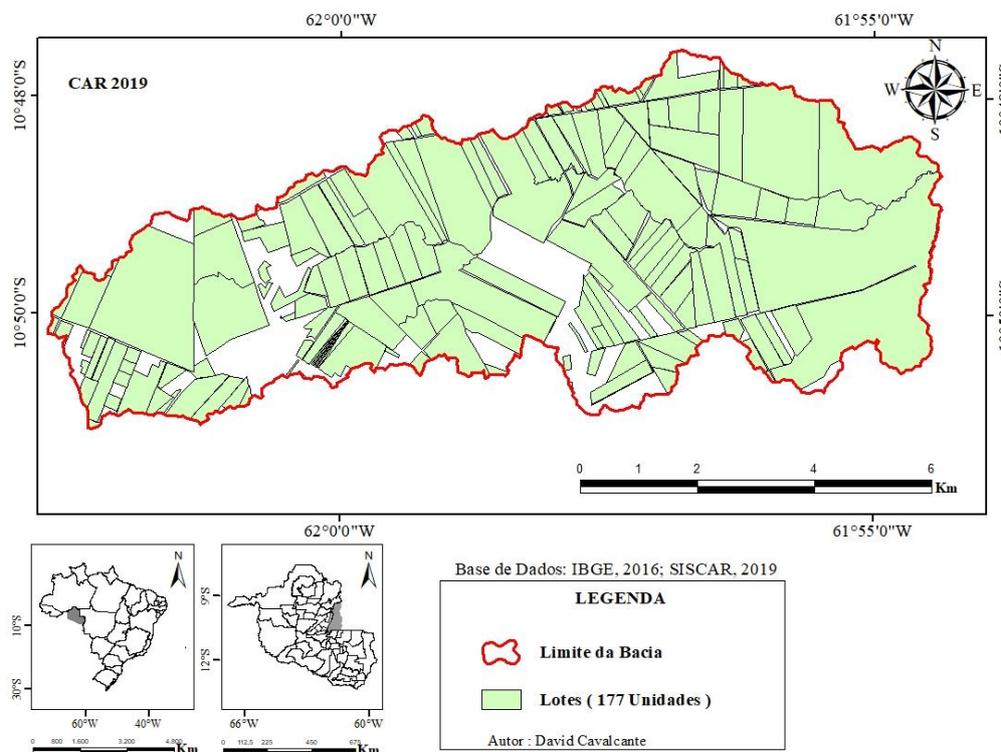
Fonte: Elaborado pelos autores (20

Ao analisar a Figura 7 é possível observar que a existe diferença de Remanescente de Floresta Nativa entre o uso do solo 2008 e o CAR 2019, isto ocorre devido o uso de diferentes imagens de satélite usadas, desta forma ocasionando divergência de áreas de floresta ocasionando diferentes padrões de distribuição florestal.

A análise dos dados CAR possibilitou ainda a elaboração de um mapa temático dos imóveis rurais declarados (Figura 8). Foram identificados 177 lotes equivalentes a 51,48 km<sup>2</sup>, isso significa que 87 % da área da bacia encontra-se no processo de regularização ambiental, estando cadastradas as informações ambientais das propriedades rurais referente as Áreas de Proteção Permanente, Reserva Legal, Remanescentes de Vegetação Nativa, Área Rural Consolidada etc.

Os outros 13% da bacia correspondem as áreas rurais não declaradas, ou seja, áreas passíveis de cadastro junto ao órgão ambiental competente. Dessa forma, o Cadastro Ambiental Rural é de grande importância, pois atua como um instrumento de monitoramento e planejamento do uso do imóvel rural, contribuindo com a gestão ambiental local.

**Figura 8.** Quantitativo de imóveis rurais declarados pelo CAR (2019) na bacia igarapé dos Dez.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 8 é possível observar a distribuição das propriedades rurais ao longo da área da bacia do igarapé do Dez.

#### 4. Considerações Finais

As técnicas de sensoriamento remoto se mostraram ferramentas eficientes para o monitoramento do uso do solo, uma vez que teve um bom desempenho na detecção da dinâmica de antropização da bacia do igarapé dos Dez, através da análise multitemporal de imagens de satélite para os anos de 1988, 1998, 2008 e 2018. Permitindo um resgate histórico da evolução do uso e ocupação do solo, nota-se que a área é marcada pelo processo de ocupação acelerada, com posterior remoção gradual da floresta.

As diferenças entre os mapeamentos do desmatamento conduzidos pelo Uso do solo e pelo PRODES podem ser apontadas como inexpressivas, podendo ambas serem consideradas muito boas. Uma questão importante, que foi demonstrada pelos resultados de ambos os mapeamentos, foi a diminuição substancial do desmatamento ilegal, contribuindo para o monitoramento dessas áreas.

Vale salientar também que o método assumido pelo PRODES é mais eficiente para o monitoramento de Áreas desmatadas acima de 6,25 ha ou grandes áreas. Isso mostra que um desmatamento abaixo desse valor não é detectado pelo mesmo, ou seja, essas áreas não são identificadas como desmatamento, logo na área da bacia de estudo, ocorrem pequenos desmatamentos por isso há essa diferença de áreas do Uso do Solo e do PRODES. Assim, a técnica de interpretação visual de imagens de satélite apresenta-se como uma excelente opção para o monitoramento de pequenas áreas, como é o caso da área de estudo deste trabalho.

Por fim, o uso do Cadastro Ambiental Rural como indicador de desenvolvimento sustentável poderá tornar-se importante instrumento para análise em tempo real das condições ambientais no município de Ji-Paraná, pois visa o planejamento rural e em conservar a biodiversidade e acompanhar os impactos sociais e econômicos da terra por meio da localização precisa das terras rurais. Dessa forma, a metodologia adotada apresentou-se como uma boa alternativa para o mapeamento do uso e cobertura do solo.

Levando-se em conta o que foi observado, os resultados obtidos foram satisfatórios e suficientes e o uso de geotecnologias contribuíram para que os objetivos deste trabalho fossem alcançados e se apresentou como uma ferramenta adequada para as análises ambientais.

Desta forma seria imprescindível mais estudos sobre a área da bacia do igarapé do

Dez, pois a mesma apresenta poucos estudos relacionados ao âmbito da qualidade ambiental. A presente investigação contribuiu para que fosse possível conhecer a dinâmica do uso do solo nessa bacia hidrográfica. No entanto, é possível que o objetivo do estudo seja replicado a outros contextos de estudo, para ampliar as discussões acerca da temática e expandir a produção científica.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), no programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa.

### **Referências**

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Chazdon, R. (2012). Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration. In *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais*, 7, 195–218).

CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. (2017). *Base cartográfica do estado de Rondônia*. Recuperado de <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>

De Alcântara Laudaes, S. S., Gomes da Silva, K., & Coimbra Borges, L. A. (2014). Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. *Desenvolvimento E Meio Ambiente*, 31. <https://doi.org/10.5380/dma.v31i0.33743>

Fiori, M. F. (2012). BR-364: do desenvolvimento ao desmatamento. *Revista Eletrônica Veredas Amazônicas*, 2 (1).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2013). *Manual técnico do uso da terra*.  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017a). *Banco de dados georreferenciado dos recursos naturais da Amazônia legal*. Recuperado de

<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017b). *Censo Agropecuário, 2017*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/ji-parana/panorama>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Censo Demográfico*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/ji-parana/panorama>

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2019). *Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal*. Recuperado de [http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia\\_TaxaProdes.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia_TaxaProdes.pdf)

Lima, J. A. D., Dambros, M. V. R., Antonio, M. A. P. M. D., Janzen, J. G., & Marchetto, M. et al. (2011). Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. *Engenharia Sanitária E Ambiental*, 16(3), 291–298.

Panizza, A. D. C., & Fonseca, F. P. (2011). Técnicas de interpretação visual de imagens. *geosp: Espaço E Tempo (Online)*, 30, 30. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2011.74230>

Pereira-Silva, E. F., Hardt, E., Joly, C. A., & Aidar, M. P. (2011). Sucessão Ecológica e o uso de nitrogênio em florestas tropicais. *Revista Interciência & Sociedade*, 1, 149–159.

Piontekowski, V. J., Matricardi, E. A. T., Pedlowski, M. A., & Fernandes, L. C. (2014). Avaliação do desmatamento no estado de Rondônia entre 2001 e 2011. *Floresta E Ambiente*, 21(3), 297–306. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.068213>

Sales, E. B. (2019). *Noções básica de piscicultura*. 1–29. Recuperado de <http://www.emater.ro.gov.br/ematerro/wp-content/uploads/2019/01/Cartilha-piscicultura-compresso.pdf>

SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (2017). *Bacias dos rios Machado e Jamari são as mais impactadas do total de sete existentes em Rondônia*. Recuperado de <http://www.rondonia.ro.gov.br/bacias-dos-rios-machado-e-jamari-sao-as->

mais-impactadas-do-total-de-sete-existent-em-rondonia/

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

David Cavalcante Costa Ribeiro – 50%

Caio Henrique Patrício Pagani – 20%

Fernanda Gonçalves Borges – 8%

Maik Leão – 8%

Arnaldo Passos de Queiróz – 7%

Gessiane Carolina Bosio Barbosa – 7%