

Avaliação do Cadastro Ambiental Rural em Ariquemes – RO, Através de Técnicas de Sensoriamento Remoto por Software Livre

Evaluation of the Rural Environmental Registry in Ariquemes – RO, through Remote Sensing Techniques Using Free Software

Edilson da Silva Garcez*^a; José Antônio Maior Bono^a

^aUniversidade Anhanguera – UNIDERP, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Produção e Gestão Agroindustrial. MS, Brasil.

*E-mail: garcez.edilson@gmail.com

Resumo

Este trabalho avaliou a qualidade de informações contidas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) no município de Ariquemes – Rondônia, Brasil, a amostra com 356 propriedades (11,5%) obtida de forma aleatória empregando algoritmos do Qgis, apresenta um grau de confiança de 95%. A hipótese é que as imagens de satélites utilizadas contribuem para avaliações qualitativas do CAR, considerou-se propriedades com área 100% dentro município e objetivou a comparação dos dados do CAR com dados do geoprocessamento para verificar incoerências e sobrepostos e suas possíveis causas, avaliando: área do imóvel comparada entre Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia – (Idaron), e verificou-se 23,31% das amostras não possuem área definida no INCRA e Idaron, para a área de preservação permanente (APP) comparou-se dados informados no demonstrativo e *shapefile* com dados gerados através do geoprocessamento e todos diferem, também verificou-se ausência desta informação em 25,28%, dos cadastros, O uso do *software* Qgis somado a imagens do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS 4A), mostraram-se eficientes para checagem dos dados. Constatou-se inconsistências como, sobreposições em 77,25% das áreas amostradas possivelmente por divergência entre Datum, a ausência de informações como reserva legal em 37,64%, e 9,83% não declararam área de uso consolidado. As falhas observadas na autodeclaração do CAR, possivelmente estão relacionadas a não exigência legal de profissional habilitado para sua realização. Constatou-se mudança na estrutura fundiária do município, levantadas a partir da área dos imóveis informados.

Palavras-chave: CAR. Geoprocessamento. Qgis. Proteção Ambiental.

Abstract

This work evaluated the quality of information contained in the Rural Environmental Registry (CAR) in the municipality of Ariquemes - Rondônia, Brazil, the sample with 356 properties (11.5%) obtained randomly using Qgis algorithms, presents a confidence level of 95%. The hypothesis is that the satellite images used contribute to the qualitative assessments of the CAR, considering properties with an area 100% within the municipality and aiming to compare the CAR data with geoprocessing data to verify inconsistencies and overlaps and their possible causes, evaluating: area of the property compared between the National System of Rural Environmental Registration (Sicar), National Institute of Colonization and Agrarian Reform (INCRA) and Agrosilvopastoral Sanitary Defense Agency of the State of Rondônia - (Idaron), and it was verified 23.31% of the samples do not have a defined area in INCRA and Idaron, for the permanent preservation area (APP) data reported in the statement and shapefile were compared with data generated through geoprocessing and all differ, there was also an absence of this information in 25.28%, of the registers, the use of the Qgis software added to images from the Sino-Brazilian Earth Resources Satellite (CBERS 4A), proved to be efficient for checking the data. Inconsistencies were found, such as overlaps in 77.25% of the areas sampled, possibly due to divergence between Datum, the absence of information such as legal reserve in 37.64%, and 9.83% did not declare an area of consolidated use. The flaws observed in the self-declaration of the CAR are possibly related to the lack of a legal requirement for a qualified professional to carry it out. A change was found in the land structure of the municipality, based on the area of the informed properties.

Keywords: CAR. Geoprocessing. Qgis. Environmental Protection.

1 Introdução

A crescente pressão ambiental sobre o meio rural, tem chamado a atenção de órgãos ambientais de controle sobre o avanço das áreas de produção sobre a área de mata. No estado de Rondônia, apesar de ter diminuído em quase 50% o desmatamento nos últimos 20 anos, o estado ainda é o terceiro que mais desmata na Amazonia legal perdendo apenas para o Pará e para Mato Grosso (ASSIS *et al.*, 2019).

Como configuração estratégica de reunir informações ambientais e rurais das propriedades, o Cadastro Ambiental

Rural (CAR) instituído em 2012 pelo novo código florestal, apresenta função receber os dados das declarações georreferenciadas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), que é uma base de dados que visa reunir e possibilitar subsídios para o controle, monitoramento e planejamento ambiental por parte dos governos e sociedade.

O CAR, pode ser considerado uma ferramenta, que agrega as em sua composição informações da propriedade como, área do imóvel, área consolidada, área de preservação permanente (APP), reserva legal e para isso se utiliza do auxílio de imagens orbitais. (CHESANI JUNIOR; SOUZA; BOECHEL, 2020).

Na atualização de 20 de maio de 2022, com a adesão ao programa de regularização ambiental (PRA), Programa este que estabelece um conjunto de ações que devem ser tomadas pelo proprietário ou possuidor de imóvel rural com passivo ambiental que vise sua regularização perante o órgão fiscalizador. Rondônia apresentou 142,786 cadastros, 61% de solicitação de adesão ao PRA (FLORESTAL, 2022), isso vislumbra a importância do CAR, uma vez, que este é o primeiro passo para a adesão ao PRA.

No entanto, é possível que haja distorções no CAR quando às informações declaradas, problemas como sobreposições de áreas, divergências sobre tamanho de área s declaradas como reserva legal, app e duplicidade de área, que podem gerar informações equivocadas (COSTA; VENDRUSCULO, 2017; SEHN KORTING, 2021).

É possível que a falta estrutura do serviço público para executar o atendimento ao produtor declarante, tenha gerado a abertura para declaração pelo proprietário através do Serviço Florestal Brasileiro (BELLIN *et al.*, 2019; ROCHA; SANTOS, 2019), que se trata de uma plataforma ligada ao Ministério da Agricultura e que disponibiliza o software para o CAR como os boletins com os dados já cadastrados.

O uso de geotecnologias nas avaliações ambientais tem tido cada vez mais relevância. Com a evolução dos sensores de captação, as informações têm sido obtidas com maior precisão, como o caso do satélite CBERS 4A, que disponibiliza imagens gratuitas através do INPE. O uso e dessas tecnologias, permite a criação de mapas que proporcionam com precisão cada vez maior o conhecimento e monitoramento das áreas em seus diferentes usos.

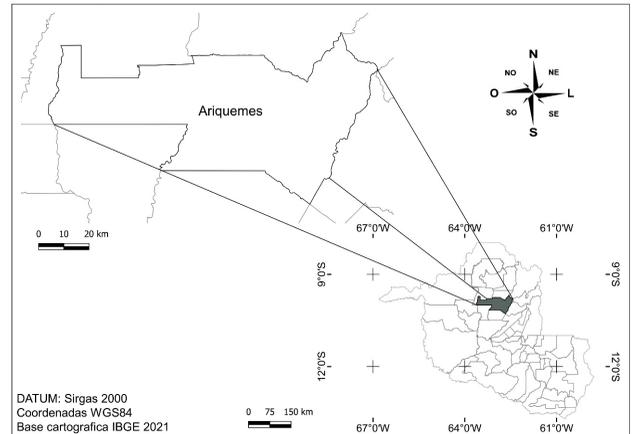
Este estudo visa, avaliar as informações disponibilizadas através do CAR para o Município de Ariquemes-RO, em comparação com as imagens de satélite CBERS 4A.

2 Material e Métodos

O estudo foi conduzido em Ariquemes – RO, município pioneiro do estado de Rondônia, com formação fundiária majoritariamente através de projetos de assentamentos, que caracteriza a área rural do município com divisão mais homogeneia (COY, 1988), possui a 4% economia do estado, e área de 442.657,1 ha, está localizada na região conhecida como vale do Jamari a leste do Estado de Rondônia (figura 1) que integra a Amazônia legal (IBGE, 2021). A maior parte do seu território é ocupada por projetos de assentamentos, com áreas distribuídas pelo INCRA, entre 100 e 250 ha, voltadas primeiramente a produção agrícola familiar, (FIORI; FIORI; NENEVÉ, 2013).

O Município, apresenta uma área coberta declarada no CAR de 367.088,25ha, 82,93% da área municipal, e estão distribuídos em aproximadamente 3.173 propriedades com cadastro válido no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – Sicar (SICAR, 2021),

Figura 1 - Localização do Município de Ariquemes no Estado de Rondônia, Brasil



Fonte: baseado em IBGE (2021).

Os limites das propriedades rurais do estudo, foram obtidas através do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, onde foram obtidos os arquivos vetores. Estes arquivos contêm informações do perímetro da propriedade, área preservação permanentes (APP) e reserva legal (RL), que compõem as informações do cadastro ambiental rural - CAR dos estabelecimentos agropecuários atualizado até o dia 04 de agosto de 2021 (SICAR, 2021).

Pela Agência de Defesa Agrosilvopastoril do estado de Rondônia (IDARON), foram levantados dados como área do imóvel, área de pastagem, base fundiária, e localização das propriedades (IDARON, 2021b).

2.1 Propriedades estudadas

Na impossibilidade de análise todos as propriedades do município de Ariquemes, foi estabelecido uma quantidade de imóveis rurais que representava de forma significativa o município de Ariquemes. Para determinar a amostra da população, utilizou a fórmula proposta por Triola (1999), com grau de confiança de 95%. A população foi de 3.173 propriedades que compõem o município de Ariquemes.

$$\alpha = 1 - \gamma$$

$$n_0 = \frac{1}{\alpha^2} \quad n = \frac{N * n_0}{N + n_0}$$

N= Tamanho da População (neste caso 3.173 propriedades);
 n_0 = Tamanho inicial da amostra com um erro como parâmetro;

n= tamanho da Amostra;

= Grau de confiança esperado da amostra em relação a população (neste caso 95%);

= Probabilidade de erro esperado (5%);

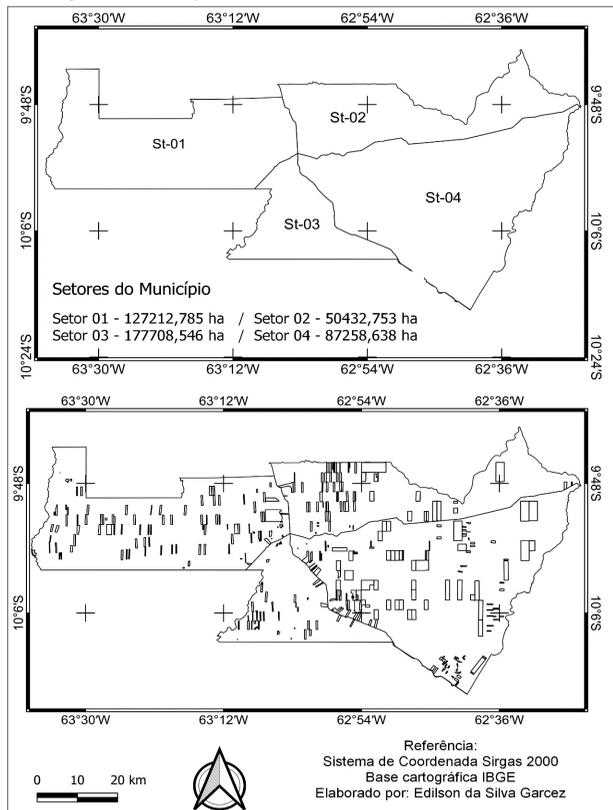
A amostra determinada foi de 356 propriedades, 11,5% do total, nas quais foram efetuados os estudos de confrontação entre as informações contidas no CAR e as obtidas nas análises das imagens de satélites. Com as 356 propriedades rurais determinada como amostra, utilizou-se do modelo descrito por Martin *et al.* (2008), para melhor representatividade.

Os dados de AI, APP, RL e UC, gerados a partir das amostras foram submetidas ao teste estatístico Waller-Duncan a uma probabilidade de 5%, seguido de letra igual quando não difere aos 5 % e letra distinta quando diferente estatisticamente (MACIEJEWSKI, 2022), para esta análise foi utilizado Software *Statistical Analysis System* (SAS® v.9.4).

Nesta distribuição, utilizou-se algoritmo de seleção aleatória do Software Qgis 3.16. Foram consideradas apenas propriedades com 100% da área dentro do município, sendo descartadas aquelas sobre a divisa, assim como também foram descartadas as áreas na qual a situação do CAR estava como “Cancelado por decisão administrativa” (ROCHA; SANTOS, 2019).

Para uma melhor distribuição do N amostral, o município foi dividido em quatro regiões denominada: St-01 Bom Futuro, St-02 Rio Crespo, St-03 Jamari e St-04 Nova Vida, setores que são utilizados pela Agência IDARON conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Localização dos estabelecimentos rurais selecionados nos setores ST-01, ST-02, ST-03 e ST-04 em 2022, no município de Ariquemes – RO, Brasil



Fonte: IBGE (2021), Sicar (2021).

A distribuição das propriedades nos setores (ST-01, ST-02, ST-03 e ST-04) foi proporcional a área deles. Assim, os setores possuem áreas de: ST-01 127.212,785 ha, ST-02 com 87.258,638 ha, ST-03 com St-03, 50.432,753 ha e ST-04 com 177.708,546 ha, corresponderam respectivamente a 29 %, 19%, 11% e 41% da área do município. As distribuições das propriedades totalizaram 102, 70, 41 e 143, nos respectivos setores ST-1, ST-2, ST-3 e ST4. A área das

propriedades selecionadas, totalizaram 38.979,18 hectares o que corresponde a 8,81% da área do Município.

Nas propriedades selecionadas, foram comparadas às informações do CAR como área do imóvel (AI), área de preservação permanente (APP), área de reserva legal (RL) e área de uso consolidado (AC). As informações oriundas do CAR, foram comparadas com as áreas vetorizadas através do Qgis, a partir de imagens de satélite, CBERS-4A e com as informações de área total do imóvel através da base fundiária do INCRA e das fornecidas pela Agência IDARON (PANTOJA *et al.*, 2015).

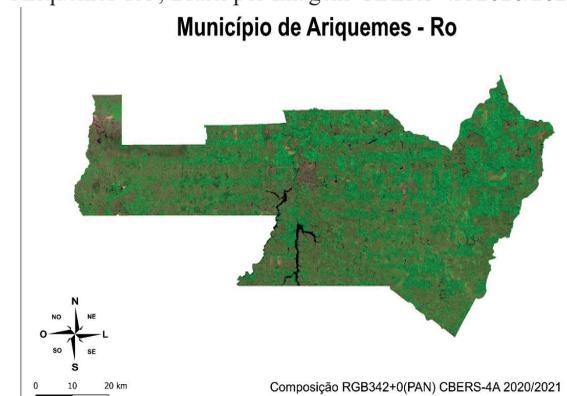
As imagens de satélites CBERS-4A utilizadas no estudo, foram obtidas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), processadas conforme sugerido por Martins (2019), através de uma composição R3G4B2 com a banda 3 (Red), banda 4 (Green) e banda 2 (Blue), tais imagens foram a base para a confrontação dos dados informados no CAR com a realidade existente na propriedade.

Para esta composição utilizou-se bandas do satélite CBERS-4A, que possuem abordo câmeras que registram os dados de acordo com a refletância da radiação solar na superfície terrestre, (MARTINS, 2019). Da parte refletida os sensores captam informações através de ondas de diferentes tamanhos, gerada em uma faixa visível e resultando em efeitos visuais de cores, e armazenados em bandas (FLORENZANO, 2013).

Com isso cada banda possui uma função, para este trabalho. Foram utilizadas as bandas 0 (pancromática), bandas 2, 3 e 4 sendo, respectivamente Blue, Red e Green, (Azul, vermelho e Verde), a combinação dessas bandas em uma composição falsa-cor R3G4B2, e afiliando a banda 0 pancromática que possui como atributos informações que resultam em uma imagem colorida com resolução de dois metros, (INPE, 2021).

Neste sentido, a Figura 3 apresenta o resultado da composição RGB + PAN (342+0), utilizado para as comparações deste trabalho, assim como descrito por Silvia e Costa (2022) a fusão com banda pancromática apesar de não estar na faixa visível permite um maior detalhamento.

Figura 3 - Composição RGB 342 + Pan com atributos de dois metros, e renderização de atributos de Max-Min do Município de Ariquemes-RO, Brasil por Imagens CBERS-4A 2020/2021

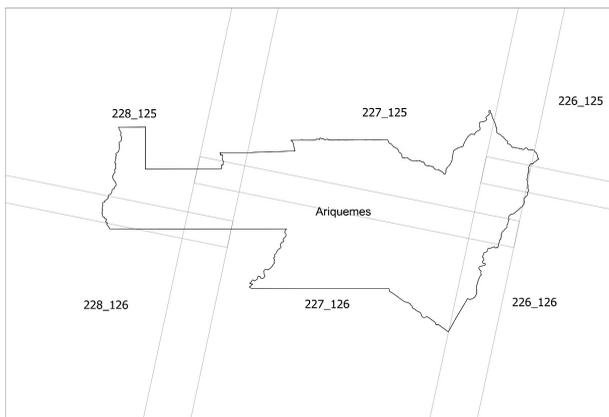


Fonte: INPE (2021).

Tais imagens de satélite utiliza-se de câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) integrada ao satélite CBERS4-A, possui uma resolução espacial de 2 m (pancromática) e que utiliza as bandas RGB + PAN em uma composição colorida RGB342, com tempo de revisita de 31 dias, e são disponíveis de forma gratuita no repositório do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) (INPE, 2021).

Para cobertura de toda área do município foram necessárias seis imagens orbitais com resolução espacial de dois x dois metros, obtidas entre 08/10/2020, 02/08/2020, 14/07/2021, 04/09/2021, 09/08/2021. E órbita pontos, 226/125, 226/126, 227/125, 227/126, 228/125 e 228/126, Figura 4, (BILAR; PIMENTEL; CERQUEIRA, 2018).

Figura 4 - Grid órbita-ponto CBERS-4A para cobertura total do município de Ariquemes



Fonte: DGI INPE (2021).

Para que fosse possível o cálculo dos dados, foi realizada a vetorização das áreas de cada um dos objetos de estudo como app, reserva legal, área de uso consolidado através do software Qgis, sendo que para o cálculo das áreas de APP foi utilizado o algoritmo de cálculo dinâmico que gera um *buffer*, que amplia a área com informações pré-determinadas.

Através das imagens de satélite localização de rios e reservatórios, foi criado um primeiro *buffer* que delimita a área do curso d'água, calculado a largura deste e posteriormente projetado a área de APP de acordo com a legislação vigente.

A confrontação dos dados informados no CAR, referente a reserva legal (RL) foi realizado utilizando-se imagens de satélite e fazendo a vetorização das reservas legal, obedecendo os critérios estabelecidos pela legislação vigente, que prevê para reserva legal área com cobertura vegetal nativa. Sendo que para imóveis contidos na Amazonia legal deve ser de 80%, para áreas desmatadas a partir do ano de 2008 e sendo possível de variar para áreas abertas anteriormente (BRASIL, 2012).

Para a determinação da área de uso consolidado, que de acordo com Brasil (2012), são áreas antropizadas, através de atividades agrícolas ou pecuárias, foi utilizado o algoritmo de geoprocessamento de recorte, uma vez que, nesse caso já é sabido a área do imóvel, as áreas de app e a área de reserva

legal. Tendo como resultado a área de uso. Todas as camadas geradas em formato *shapefile* foram tabulados em planilha e os dados submetidos a análise estatísticas de Waller-Duncan ($P < 0,05$), através do Software *Statistical Analysis System* (SAS® v.9.4).

Para áreas referentes a APP, Reserva Legal e área de uso consolidado, foi realizado a comparação entre o arquivo gráfico fornecido pelo Sicar no formato *Shapefile*, o arquivo do demonstrativo, com o arquivo vetorizado durante o estudo. O demonstrativo é específico para cada propriedade e no arquivo *shapefile* obteve-se a união de forma gráfica de todos os CARs do município, neste, porém é possível verificar as sobreposições.

Nos dados extraídos do *shapefile*, foram aplicados a análise de estatística a situação do CAR e análise de variância e teste de média para as áreas das propriedades, áreas de proteção permanente (APP), reserva legal (RL) e comparativo da apresentação da área de uso consolidado.

3 Resultados e Discussão

3.1 Eficiência da amostragem

Analisou a condição de cada CAR das 356 amostras obtidas, com as 3173 propriedades do município de Ariquemes, (Quadro 1).

Quadro 1 - Dados observado no CAR no ano de 2021 no município de Ariquemes e nas amostras utilizadas Ariquemes-RO, Brasil

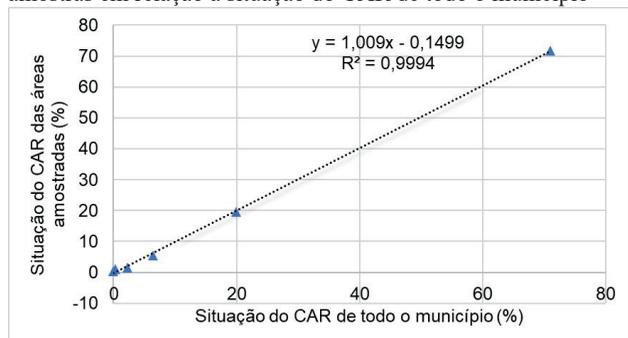
Condição do Cadastro Ambiental Rural de acordo com a Sicar	Amostras		Município	
		%		%
Analisado com pendências, aguardando retificação e/ou apresentação de documentos	71	19,94	620	19,54
Aguardando análise	253	71,07	2277	71,76
Analisado por Filtro Automático	8	2,25	52	1,64
Analisado, aguardando regularização ambiental (Lei 12.651/12)	23	6,465	177	5,58
Em análise	1	0,28	33	1,04
Analisado sem pendências	0,0	0	14	0,44
Total	356	100	3173	100

Fonte: Sicar (2021).

Considerando as duas principais condições do Quadro 1, ou seja, “Analisado com pendências, aguardando retificação e/ou apresentação de documentos”, e “Aguardando análise”, que descrevem Condição do Cadastro Ambiental Rural de acordo com a Sicar, ou seja, qual a posição do CAR no banco de dados, as propriedades das amostras utilizadas totalizam 91,01% e as do município ficam em 91,3%, indicando que as 356 propriedades, relata a realidade da área do estudo.

A correlação simples de Pearson (Figura 5) apresenta a representatividade das propriedades amostradas em relação a situação do CAR no município.

Figura 5 - Correlação simples de Pearson, entre a situação das amostras em relação a situação do CAR de todo o município



Fonte: dados da pesquisa.

O coeficiente de correlação de próximo a 1 observado na Figura 6 demonstra que a seleção de amostras por meio de algoritmo possui boa representatividade.

Considerando adequação ambiental ou documental, e no tocante as propriedades analisadas nenhuma se enquadra como “Analisada sem pendências” e no que se trata do município geral apenas 0,44% das propriedades possuem esta condição.

Rocha e Santos (2019), afirmam que esta situação está associada a defasagem de pessoal qualificado para a execução desse trabalho disponível no serviço público, seja, municipal, estadual ou federal que corrobora com Teixeira Neto e Melo (2016), onde apresentam a falta de estrutura pública com um dos entraves a boa execução do cadastro. Outro fato que contribui para esta situação e que Bellin *et al.* (2019), comentam sobre o CAR, é o fato da autodeclaração dos proprietários rurais, que apresentam informações incoerentes, o que torna a análise deste processo mais demoradas aumentando os agravos ambientais.

3.2 Área do Imóvel (AI)

Na comparação das áreas das propriedades estudadas, nas bases de dados utilizadas, verificou-se que das 356 amostras do Sicar, apenas 120 estavam na base do IDARON e 162 na base do INCRA (Quadro 2). Considerando, estas duas bases de dados, totaliza 282 propriedades, ou seja, faltam 83 (23,31%) que não foram encontradas nas bases de dados do IDARON e INCRA.

Quadro 2 - Área (ha) das propriedades amostradas (2021) no município de Ariquemes- RO, Brasil

Fonte	N	Área Max (ha)	Área min (ha)	Média (ha)
Sicar	356	1460,9	0,44	109,49b
INCRA	162	1133,5	12,53	141,76a
IDARON	120	1456,9	1,35	114,76ab

Valores com a mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Sicar (2021), IDARON (2021a).

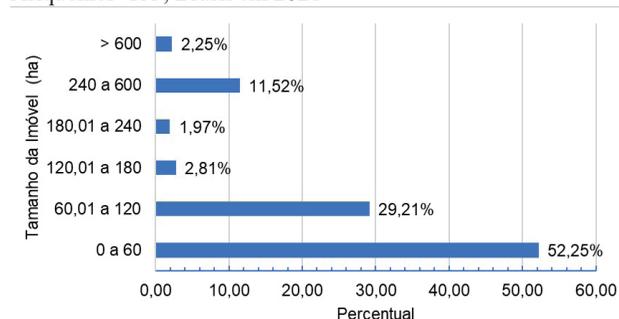
Foi verificado uma grande amplitude em relação ao tamanho das propriedades, independente fonte da informação, sendo a maior variação verificada no SICAR, onde apresentou área de mínima de 0,438 ha e a máxima com 1460,9 ha.

A média das áreas foram, 109,5 ha, 141,7 ha e 114,7 ha, respectivamente para bases do Sicar, INCRA e IDARON, que foram submetidas teste estatístico Waller-Duncan ($P < 0,05$), através do Software *Statistical Analysis System* (SAS® v.9.4), onde, os dados do INCRA e do SICAR são estatisticamente diferentes, e o do IDARON estando entre os dois não se difere de nenhum deles.

A média do tamanho da propriedade pode ser atribuído as áreas entregues pelo INCRA no início da colonização que ocorrerá nos anos 70 (NASCIMENTO, 2010), e que foram entre 100 e 250 ha, voltadas inicialmente a produção agrícola familiar, (FIORI; FIORI; NENEVÉ, 2013).

As áreas estudadas foram classificadas conforme o módulo fiscal de Ariquemes, que corresponde a 60 ha (INCRA, 2013). Na Figura 6, pode-se observar que 52,25%, das propriedades possuem áreas de até 60 hectares o que corresponde a um módulo fiscal, no entanto, quando esses dados são extrapolados para dois módulos fiscais percebe-se 81,46% das propriedades amostras se enquadram, o que reforça o descrito por Coy (1988), que a principal base de distribuição de terras no estado de Rondônia era de pequenas propriedades de 50 a 100 hectares.

Figura 6 - Histograma da Distribuição das propriedades por tamanho da área das propriedades rurais do município de Ariquemes- RO, Brasil em 2021



Fonte: dados da pesquisa.

Estas alterações na estrutura fundiária original sugere o desmembramento de áreas, ou loteamento de áreas onde não havia divisão do INCRA.

O CAR, busca apresentar de forma relativamente rápida um levantamento ambiental, no entanto, a distorção da área do imóvel quando comparado a base fundiária do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, coloca em questão a precisão das informações prestadas. Estes dados reforçam o que foram percebidos por Oliveira *et al.* (2019) e Marcelino, Formaggio e D’Álge (2003), que verificam que a não exigência de profissionais habilitado no ato da declaração contribui para problemas provocados por falta de conhecer os procedimentos na geração de dados geográficos por usuários.

Um outro dado que contribui para a inconsistência são os *Datum* utilizados, estes são modelos matemáticos teóricos que geram um elipsoide, que podem ser topocêntrico, que baseia-se na superfície terrestre ou geocêntrico com base no centro da terra (RAMOS, 2013), onde para cada região do globo

este modelo se aproxima média e é utilizado para, junto com sistema de projeção gerar um SRC (Sistema de Referência de Coordenada), ou seja existem vários Data e para cada parte do planeta deve se verificar qual o melhor representa a realidade (Figura 7) (SILVA; MONTEIRO; PAMBOUKIAN, 2015).

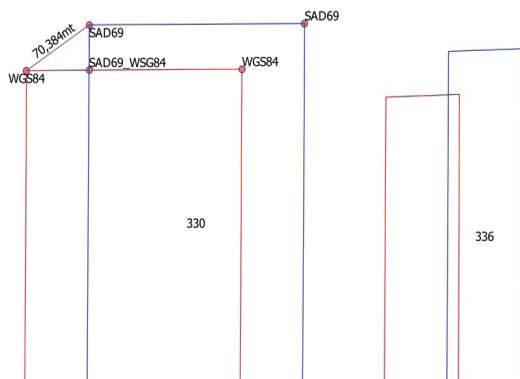
Figura 7 - Modelo de determinação do Datum



Fonte: Silva, Monteiro e Pamboukian (2015).

O SRC, utilizado INCRA é o SIRGAS 2000, e no momento do cadastramento do CAR, o declarante pode optar por inserir coordenadas em Datum entre o WGS84 (geocêntrico), SIRGAS 2000 (geocêntrico) ou SAD69 (topocêntrico), o que de acordo com Marcelino, Formaggio, D'Álge (2003) gera uma incompatibilidade entre a imagem projetada e a real localização no caso dos Data, WGS84 e sirgas 2000 a diferencia é submétrica, já em relação o SAD69 pode passar de 70 metros (Figura 8).

Figura 8 - Exemplo da distorção entre o Datum WGS84 E SAD69 observados na amostra 330 e 336 no município de Ariquemes-RO, Brasil, 2021



Fonte: dados da pesquisa.

Conforme pode ser verificado através da Figura 8, no caso das amostras “330” e “336” o deslocamento para 330 apresenta 28,979% da área, já na amostra 336 representa 85,427% da sua área, ou seja, quase totalmente fora.

Tendo em vistos tais dados, é de fundamental importância um conhecimento básico sobre geolocalização, a fim de evitar erros que possam gerar erros e resultados menos precisos.

3.3 Área de Preservação Permanente (APP)

A APP dos imóveis correspondentes as amostras foram comparadas entre dados extraídos do CAR disponível em Shapefile, dados dos demonstrativos do CAR e do Arquivo Vetorial gerado através do Qgis (Quadro 3).

Quadro 3 - Análise estatística das áreas de preservação permanente (APP), do Município de Ariquemes – RO, Brasil, 2021

Fonte	N	Média (ha)	Sem APP (amostra)	%
Shapefile	296	17,45a	60	16,85
Demonstrativo	265	7,07b	91	25,56
Vetorizado	301	8,43c	55	15,45

Valores com a mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

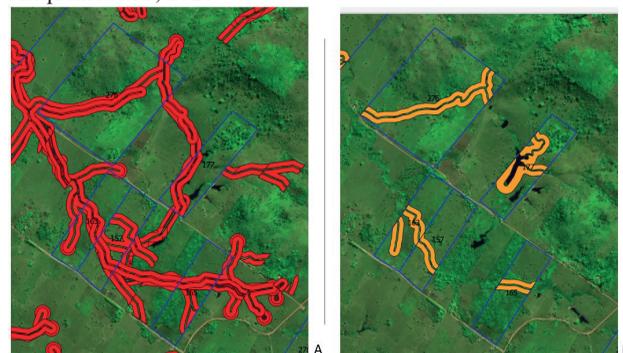
Fonte: Sicar (2021).

Ao analisar o Quadro 3, verifica-se que 25,56% dos imóveis não possuem APP declarada através, corroborando com Soares *et al.* (2018) que também verificam a ausência de declaração de áreas de app em estudo realizado no município de Carlinda-MT. Ainda 16,85% não apresentam APP no shapefile do Sicar e 15,45% não possui área compatível com o preconizado pela legislação para app, ou seja, área protegida coberta ou não por vegetação ainda nativa possíveis identificar e vetorizar pelas imagens de satélite.

A média das áreas disponíveis, 17,45ha, 7,07ha e 8,43ha, respectivamente para bases do shapefile, demonstrativo e vetorizado, se diferem estatisticamente um do outro.

Costa e Vendrusculo (2017), observam problema parecido e apontam que existe divergência dos dados declarados para áreas de app em relação aos vetorizados por aqueles autores, Já Pantoja *et al.* (2015) verificaram a ausência desta informação em 13,33% das amostras avaliadas por eles para o município de Igarapé Açu-PA. Assim, a Figura 9a demonstra a imagem do shapefile do SICAR com sobreposições e a Figura 9b, as APP vetorizado na amostra desta pesquisa, com a eliminação dos erros. O fato de haver várias sobreposições, que duplica a área sobreposta, contribuiu para, que mesmo com menos imóveis informando áreas de APP, no shapefile, a média de áreas chega a 17,45ha.

Figura 9 - Exemplo de sobreposição: (A) (Vermelho) Área de APP extraída do shapefile do CAR, (B) (Amarelo) área de APP vetorizado com uso do Qgis da amostra de trabalho (Azul), 157, 177 e 276, sendo que os polígonos constitui a áreas da amostra Ariquemes-RO, 2021



Fonte: Sicar (2021).

Foi observado que existem áreas cadastrada no CAR, sem o registro de APP, no entanto é preciso que o proprietário declarante, observe obrigatoriedade desta Informação.

3.4 Reserva Legal (RL)

Quadro 4 - Análise das áreas reserva legal (RL), do Município de Ariquemes - RO

Fonte	N	Média (ha)	% sem RL
RL Proposta <i>Shapefile</i>	295	34,9a	17,13
RL Proposta Demonstrativo	221	33,3b	37,92
RL Vetorizada	279	38,6a	21,63

Valores com a mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Sicar (2021).

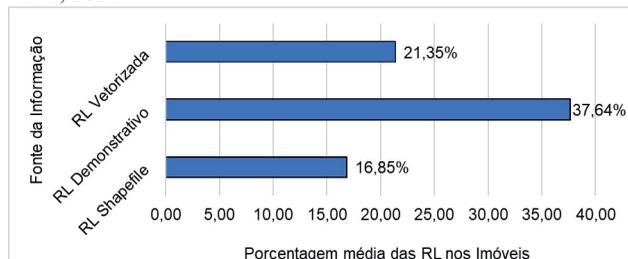
Ao verificar as amostras foi possível perceber que 296 delas possuem *shapefile* da RL, porém apenas 222 o informam no demonstrativo do Sicar, foi possível vetorizar 280 áreas que apresentam características de RL, Quadro 4.

Das RL's propostas que foram geradas no Sicar, 16,9% não apresentam *shapefile* das áreas destinadas a reserva legal, e que 37,6% não apresentam informação de reserva legal, quanto a esta discrepância é possível sugerir que há sobreposições no *shapefile* que mascaram a informação, no entanto, em 21,63% das propriedades, não foi identificado área compatível com reserva legal através das imagens.

A área média varia entre 33,3ha no demonstrativo e 38,6 na área vetorizada, muito aquém do que exigido pela legislação ambiental, que sugere como regra geral área de 80%, para imóveis da Amazonia legal (LIMA *et al.*, 2018), se considerar que a áreas médias das propriedades segundo o Sicar (2021) foi de 109,50ha.

A Figura 10, apresenta o percentual da área do imóvel coberto por RL de acordo com cada uma das fontes. A médias das áreas de Reserva legal, não possui relação estáticas com RL Proposta Demonstrativo, sugerido que alguns dados que estão no demonstrativo não existem de fato, o que confirma o sugerido por Costa e Vendrusculo (2017), quando a diferença os dados informados no SICAR. Já RL Proposta *shapefile* L Vetorizada, quando comparadas através do mesmo método apresentam relação estatística, ou seja, não se diferem.

Figura 10 - Percentual de amostras com reserva legal, Ariquemes - RO, 2021



Fonte: Sicar (2021).

Tendo em vista os dados em relação a reserva legal, foi observado que mais de 37% das propriedades amostradas não declararam esta informação no CAR, este número difere em 16,29% da reserva legal vetorizada durante o estudo, ou seja, as áreas com características que enquadram como reserva existe, também foi verificado por Pantoja *et al.* (2015) no município de Igarapé Açu-PA. A não declaração desta informação em

apenas uma das amostras que no caso estudado correspondeu a apenas 6.6% das propriedades. Possivelmente que por falta de conhecimento o proprietário declarante tenha deixado de informar.

3.5 Sobreposições

Das amostras analisadas 275 possuem alguma sobreposição, o que totaliza uma área de 4.464,41ha o que corresponde a pouco mais de 11% da área total das amostras, com isso 77,25% das amostras possuem sobreposições, Quadro 5

Quadro 5 - Análise estatística das áreas de amostras com sobreposições, Ariquemes - RO, Brasil, 2021

	N	Média (ha)
Sobreposição	275	12,54

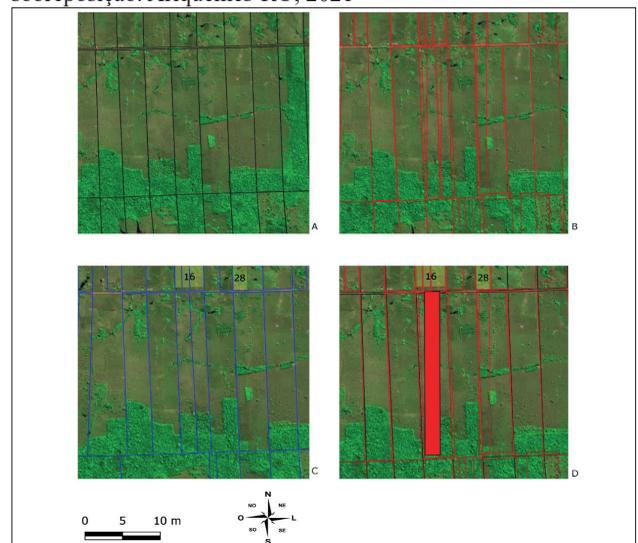
Fonte: dados da pesquisa.

Em média as sobreposições correspondem a 12,54 hectares por propriedade, no entanto, quando a média é ajustada a apenas as amostras com sobreposição 275, esse número sobe para 16,23 hectares, o que corresponde a 14,82% das propriedades cobertas por sobreposições.

Isso pode se dar devido a erro de Datum no momento da confecção do cadastro, ou mesmo pela falta de experiência do declarante, contribuído com o exposto por Soares *et al.* (2018) descrevem problema parecido em estudo realizado no município de Carlinda-MT, assim como também foi verificado por Pantoja *et al.* (2015) no município de Igarapé Açu-PA.

Sehn Korting (2021) atribui o auto número de sobreposições no CAR, a falta de verificação dos dados e ao procedimento auto declaratório, a Figura 11 mostra a Área total de um Imóvel de acordo com o *shapefile* do Sicar (2021) destacando a sobreposição.

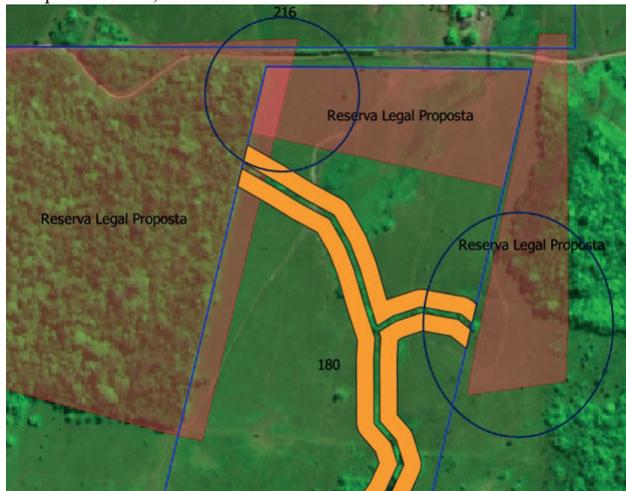
Figura 11 - Amostra da (A) Base Fundiária do INCRA, (B) Área do Imóvel de acordo com o *shapefile* do Sicar de Ariquemes-RO, Brasil (2021), (C) Área do Imóvel de acordo com IDARON, (D) Área do Imóvel de acordo com o *shapefile* do Sicar destacando a sobreposição. Ariquemes-RO, 2021



Fonte: (A) Base fundiária do INCRA, (B) Sicar (2021), (C) Agência IDARON (D)

Destacado na Figura 12, caso de sobreposição de reserva legal proposta sobre outra que pode causar duplicidade na somatória das áreas, esses casos mascaram o resultado de levantamentos ambientais, uma vez que, esses dados são fonte de informação, para adoção de políticas públicas (SEHN KORTING, 2021), a situação se agrava quando é verificado que os polígonos de reserva legal proposta não condizem com a real área de vegetação.

Figura 12 - Amostras de sobreposição de reserva legal, Ariquemes-RO, 2021



Fonte: Sicar (2021).

Conforme o exposto na Figura 12, é possível verificar que algumas áreas declaradas possuem sobreposições, que geram duplicidade total das áreas, outros casos apontam áreas que não apresenta a característica da informação declarada como o caso de reserva legal, destacado também na Figura 12, todos esses casos geram dúvidas quanto a eficiência dos dados gerados a partir destas informações.

3.6 Área de uso consolidado

Quadro 6 -Comparativo da apresentação da área de uso consolidado em relação ao *shapefile* do CAR, o Demonstrativo do mesmo e a área vetorizada com auxílio do imagens do Satélite CBERS 4A e Qgis, Ariquemes-RO, 2021

Fonte	N	Média (ha)
Sicar <i>shapefile</i>	345	72,52a
SICAR Demonstrativo	321	63,54b
Uso Consolidado Vetorizado	354	64,07b

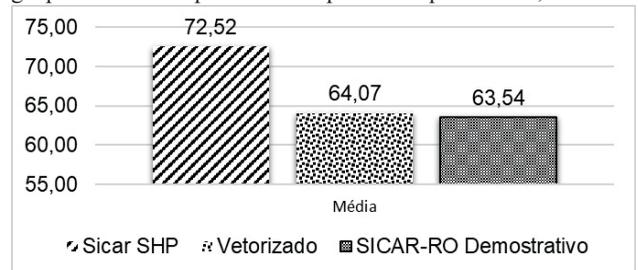
Fonte: Sicar (2021).

Valores com a mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

Neste levantamento foi possível verificar a 345 propriedades apresentam no *shapefile*, área compatível com a área de uso consolidado, no entanto, 9,83% dos declarantes não informaram este segmento, isso mais uma vez remete a sugestão de que a falta de conhecimento na confecção do cadastro tenha levado ao equívoco de não declarar a área de uso consolidado, já utilizando técnicas de sensoriamento remoto foi possível vetorizar áreas compatíveis com o item uso consolidado em 354 das 356 propriedades amostradas

conforme Quadro 6, ou seja, apenas 0,56% não possuem área de uso consolidado em seus limites. Soares *et al.* (2018) também relatam a ausência de declaração de área de uso consolidado em Carlinda – MT por parte dos produtores.

Figura 13 - Área de uso consolidado do *shapefile* do CAR, Demonstrativo do Sicar e a área vetorizada por meio de geoprocessamento para o município de Ariquemes-RO, 2021



Fonte: Sicar (2021).

Examinando a Figura 13, é possível verificar que a área destinada ao uso consolidado do demonstrativo assim como da vetorizada através do Qgis, não apresentam diferença significativa ao teste estatístico Waller-Duncan ($P < 0,05$), no entanto, quando comparado com a área do *shapefile* do Sicar a diferença com o vetorizado é de 8,45ha e do *shapefile* do Sicar com o demonstrativo de 8,98ha, sendo esta diferença significativa ao mesmo teste. Isso possivelmente ocorre devido a casos de sobreposições.

4 Conclusão

O uso de ferramentas gratuitas como o *software* Qgis, e imagens do satélite CBERS 4A, com a resolução de 2 metros se mostraram eficientes para identificação de falhas no CAR. Assim como, foi possível verificar que através das análises feita ao Cadastro Ambiental Rural, apesar de ser considerado uma grande avanço ambiental para a todo o país, e em especial, na Amazonia Legal, ainda pode ser melhorado, visto que algumas falhas apresentadas, como, sobreposições em 77,25% das propriedades amostradas, a ausência de informações como reserva legal em 37,64%, APP em 25,28% e 9,83% não declararam área de uso consolidado, podem ser sanadas com um pouco mais de crivo durante sua confecção.

Apesar de não ser o principal foco foi possível, verificar mudança na estrutura fundiária do município, onde algumas propriedades foram novamente dívidas e assentando um número maior de pequenos produtores.

Contudo tanto no que tange as análises do Cadastro Ambiental Rural, nos estudos fundiários, a utilização de satélites se mostra uma boa ferramenta, disponível e que demanda mais estudos sobre suas aplicabilidades podendo aumentar a gama de análises possível através dessas imagens, o que também se aplica ao Software Qgis.

Referências

ASSIS, L.F.F.G. et al. TerraBrasilis: A Spatial Data Analytics Infrastructure for Large-Scale Thematic Mapping. ISPRS Int. J. Geo-Inf., v.8, n.11, p.513, 2019.

- BILAR, A.B.C.; PIMENTEL, R.M.M.; CERQUEIRA, M.A.; Monitoramento da cobertura vegetal através de índices biofísicos e gestão de áreas protegidas. *GEOSUL*, v.33, n.68, p.236-259, 2018.
- BELLIN, P.K. et al. A lei de proteção da vegetação nativa e a autodeclaração do Cadastro Ambiental Rural (CAR) brasileiro: uma análise da incompatibilidade em nascentes e rios de primeira ordem. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais eletrônicos... INPE. Santos-SP, Brasil. 2019.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF*, 2012.
- COSTA, C.A.; VENDRUSCULO L.G.; Análise da área de preservação permanente do município de Querência (MT) baseada na avaliação dos dados do cadastro ambiental rural (CAR). ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROSSUSTENTÁVEIS. JORNADA CIENTIFICA DA EMBRAPA AGROSILVOPASTORII. Anais eletrônicos... Sinop – MT. 2017. p. 243-246.
- COY, M. Desenvolvimento Regional na Periferia Amazônica - Organização do espaço, conflitos de interesses e programas de planejamento dentro de uma região de ‘ponteira” O caso de Rondônia. In: FRONTEIRAS, C.A. et al., Brasília: UnB, 1988.
- FIORI, M.F.; FIORI, L. .; NENEVÉ, M.; Colonização agrícola de Rondônia e (não) obrigatoriedade de desmatamento como garantia de posse sobre a propriedade rural. *Novos Cad. NAEA*, v.16, n1, p.9-22, 2013.
- FLORENZANO T.G. Iniciação em sensoriamento remoto. Versão digital. São Paulo. 2013.
- CHESANI JUNIOR, F.; SOUZA, A.E.T.; BOECHEL, G.; O Cadastro Ambiental Rural (CAR) como ferramenta de zoneamento ambiental para a conservação da diversidade vegetal. In: [Biodiversidade, recursos hídricos e direito ambiental. Caxias do Sul: Educs, 2020.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. GEOCIÊNCIAS, 2021. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.IBGE.GOV.BR/GEOCIENCIAS/DOWNLOADS-GEOCIENCIAS.HTML](https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html). ACESSO EM: 12 SET. 2022.
- IDARON; Agência de Defesa Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. Rondônia é líder em produção de gado, dentro das áreas livre de aftosa sem vacinação. 2021a. Disponível em: <<http://www.rondonia.ro.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2022.
- IDARON, Agência de defesa Agrosilvopastoril do estado de Rondônia – Programa de cadastro agropecuário processo SEI 0015.298382/2021-75. Porto Velho. RO. 2021b.
- INCRA, Sistema Nacional de Cadastro Rural. Índices básicos 2013 por município. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/aceso-a-informacao>. Acesso em: 11 ago. 2022.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Câmeras Imageadoras CBERS 04A. 2021. Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php>>. Acesso em: 12 set. 2022.
- LIMA, F.W. et al. A reserva legal sob a ótica do novo código florestal brasileiro. *Rev. Raíz. Direito*, v.7, n.1, p.15-33, 2018.
- MACIEJEWSKI, P. Miniestaquia e cultivo em recipiente da oliveira ‘Arbequina’. 2022. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.
- MARTIN, T.N. et al. Regiões Homogêneas e tamanho de amostra para atributos do clima no Estado de São Paulo, Brasil. *Ciênc. Rural*, v.38, n.3, p.690-697, 2008.
- MARTINS. V.S. Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos: In: BARBOSA, C.C.F.; NOVO, E.M.L.M.; MARTINS. V.S. Sistemas orbitais para monitoramento de ambientes aquáticos. São José dos Campos: INPE, 2019.
- MARCELINO, E.V.; FORMAGGIO, A.R.; D’ÁLGE, J.C.L. A Influência do Datum lanimétrico no registro de imagens. In: SBSR. Anais eletrônicos... Belo Horizonte, 2003, INPE, p. 333-340.
- NASCIMENTO, C.P. O processo de ocupação e urbanização de Rondônia: Uma análise das transformações sociais e espaciais. *Rev. Geog.*, v.27, n.2, 2010.
- OLIVEIRA, W.N. et al. Cadastro Ambiental Rural: uma análise técnica referente aos dados de levantamentos de campo na plataforma. In: SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIX, 2019, Anais eletrônicos... Santos – SP: INPE. 2019. p. 1035-1038.
- PANTOJA, M.A.L. et al. Uso de SIGs para análise de informações do Cadastro Ambiental Rural no município de Igarapé-Açu. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 8p. 2015, João Pessoa-PB, Brasil, Anais eletrônicos... 2015.
- RAMOS, J.A.S. Descomplique Datum e projeção cartográfica no ambiente GIS, LABGIS Extensão, Núcleo de Geotecnologias da Universidade do Estado do Rio de Janeiro: UERJ, 2013.
- ROCHA, V.N.L.; SANTOS, A.L.S. Cadastro Ambiental Rural (CAR) e municípios costeiros maranhenses: análise dos dados autodeclarados. *Rev. Iberoam. Ciênc. Amb.*, v.10, n.4, p.328-336, 2019. doi: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.004.0025>.
- SEHN KORTING, M. Analisando efeitos da política auto declaratória do Cadastro Ambiental Rural: Sobreposições e grilagem em terras públicas. *Rev. Prelúdios*, v.9, n.9, p.37-63, 2021.
- SILVA, J.C.; MONTEIRO, G.O.; PAMBOUKIAN, S.V.D. Introdução ao Geoprocessamento, Anais eletrônicos... In: CONGRESSO ALICE BRASIL 2014/2015. 2015. São Paulo. p.155-164.
- SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural; Serviço Florestal Brasileiro. 2021; Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads>. Acesso em: 11 de out. 2022.
- SOARES, D.R. et al. O cadastro ambiental rural na gestão de propriedades rurais familiares de uma Microbacia no Portal da Amazônia/MT. *Cad. Agroecol.*, v.13, n.2, 2018.
- TEIXEIRA NETO, E.S.F.; MELO, J.A.M. Cadastro ambiental rural, car - um estudo sobre as principais dificuldades relacionadas a sua implantação. *Neg. Proj.*, v.7, n.2, p.54-68, 2016.
- TRIOLA, M.F. Introdução à estatística. Rio de Janeiro: LTC, 1999.