

XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS CBERS4 PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS ANTROPIZADAS DE RESERVA LEGAL: CASO DO RIBEIRÃO DOURADINHO, UBERLÂNDIA/MG

Guilherme David Dantas ^(a), Roberto Rosa ^(b)

(a) Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, guilhermedd@yahoo.com.br

(b) Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, rrosa@ufu.br

Eixo: Geotecnologias e Modelagem Espacial e Geografia Física

Resumo/

O Código Florestal brasileiro institui que todo imóvel rural tenha uma fração mínima de sua área com cobertura de vegetação nativa destinada à Reserva Legal (RL). Tais áreas são declaradas por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que fornece publicamente os dados espaciais dos cadastros. Nesse estudo foram utilizadas imagens orbitais adquiridas pelo sensor PAN acoplado ao satélite CBERS4, bem como recursos de Sistemas de Informações Geográficas para mensurar e avaliar as áreas de RL existentes na bacia do Ribeirão Douradinho. Averigou-se que 7,2% das áreas de RL apresentam-se inadequadas às condições exigidas pela legislação, e que 6,4% enquadram-se como áreas já homologadas pelo órgão ambiental. A bacia do Ribeirão Douradinho detém 13,3% de sua área total coberta por áreas destinadas para RL recobertas com vegetação nativa, e 1% coberta por RL's inadequadas à legislação.

Palavras chave: CBER4, Reserva Legal, Sensoriamento Remoto

1. Introdução

A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como o Código Florestal brasileiro (CF), estabelece critérios referentes a instituição de Reserva Legal (RL) para os imóveis rurais no país.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Segundo o artigo 3º, parágrafo III desta Lei, define-se Reserva Legal como:

“[...] área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. (BRASIL, 2012)

Os critérios para instituição da RL nos imóveis rurais estão estabelecidos no seu artigo 12º, onde define-se o percentual mínimo de cobertura vegetal nativa a ser mantido no imóvel:

“Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel [...] localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento). (BRASIL, 2012).

A instituição do Cadastro Ambiental Rural (CAR) como ferramenta de cumprimento da atual legislação ambiental no âmbito da RL é definida pelo artigo 29 desta Lei:

“É criado o Cadastro Ambiental Rural - CAR, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente - SINIMA, registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento”. (BRASIL, 2012)

Atualmente, o CAR é realizado por meio de um sistema eletrônico de âmbito nacional destinado ao gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais, denominado Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) (Ministério Do Meio Ambiente, 2014).

Questiona-se nesta pesquisa se as informações declaradas no CAR encontram-se em acordo com as exigências da legislação ambiental. Como as informações contidas no CAR tem natureza declaratória, não sendo submetida até o momento à homologação/verificação por parte do órgão ambiental, tem-se uma incerteza em relação ao nível de veracidade dos dados do sistema.

Neste contexto, o emprego das técnicas de Sensoriamento Remoto (SR), definido por Rosa (2003) como a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo, e cujas informações são obtidas utilizando-se da radiação eletromagnética, enquadra-se como importante ferramenta de análise dos dados espaciais do CAR.

Atualmente, no campo de atuação do SR, dispõe-se de imagens obtidas de sensores orbitais capazes de fornecer informações úteis e de acesso gratuito, viabilizando diversos estudos e aplicações.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O satélite CBERS4, produto de uma parceria técnico-científico-espacial entre Brasil e China, apresenta-se como um destes recursos. Suas imagens são capazes de realizar mapeamentos em escala até 1.25.000, possuem periodicidade relativamente adequada (26 dias) e são disponibilizadas gratuitamente. São produtos capazes de fornecer informações expressivas das condições da vegetação no interior das RL's declaradas no CAR, permitindo inclusive um monitoramento periódico das mesmas.

Para tratamento e análise dos dados espaciais do CAR vinculados aos dados das imagens orbitais do CBERS4, utiliza-se dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), que podem ser entendidos, segundo Rosa (2003), como sistemas destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente, cuja ideia básica consiste em tecnologias para aquisição, armazenamento, gerenciamento, análise e exibição de dados espaciais. Os SIG's permitem integrar os dados obtidos do SR, dados do CAR e dados obtidos em campo.

O sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas são instrumentos poderosos no levantamento, mapeamento e monitoramento dos recursos naturais. As possibilidades oferecidas pelos SIG's em integrar dados (de laboratório, campo, mapas, etc.) permite sua aplicação nos mais variados campos relacionados às ciências da natureza. [...] O sensoriamento remoto possibilita a obtenção de dados de forma rápida, confiável e repetitiva, em diferentes faixas espectrais e escalas e os SIG's permitem a ligação destas informações com outros tipos de produtos, tornando estas duas tecnologias complementares. (ROSA, 2003, p.222).

A bacia do Ribeirão Douradinho representa o recorte espacial da área de estudo desta pesquisa (Figura 1). Localiza-se predominantemente no município de Uberlândia, mas também no município de Monte Alegre de Minas, na mesoregião do Triângulo Mineiro, entre as coordenadas 18,98° e 19,42° de latitude Sul e 48,22° e 48,83° de longitude oeste. Possui área total de 92102,96 hectares, englobando cerca de 490 imóveis rurais cadastrados no CAR. É afluente do rio Tejuco, integrante da bacia sedimentar do alto Paraná.

Esta pesquisa tem como objetivo a aplicação das imagens CBERS4 para avaliar as condições da cobertura vegetal das áreas declaradas como RL no CAR, de modo a mensurar o quantitativo de áreas inadequadas para RL e evidenciar a importância do SR, dos SIG's e do satélite CBERS4 neste contexto.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

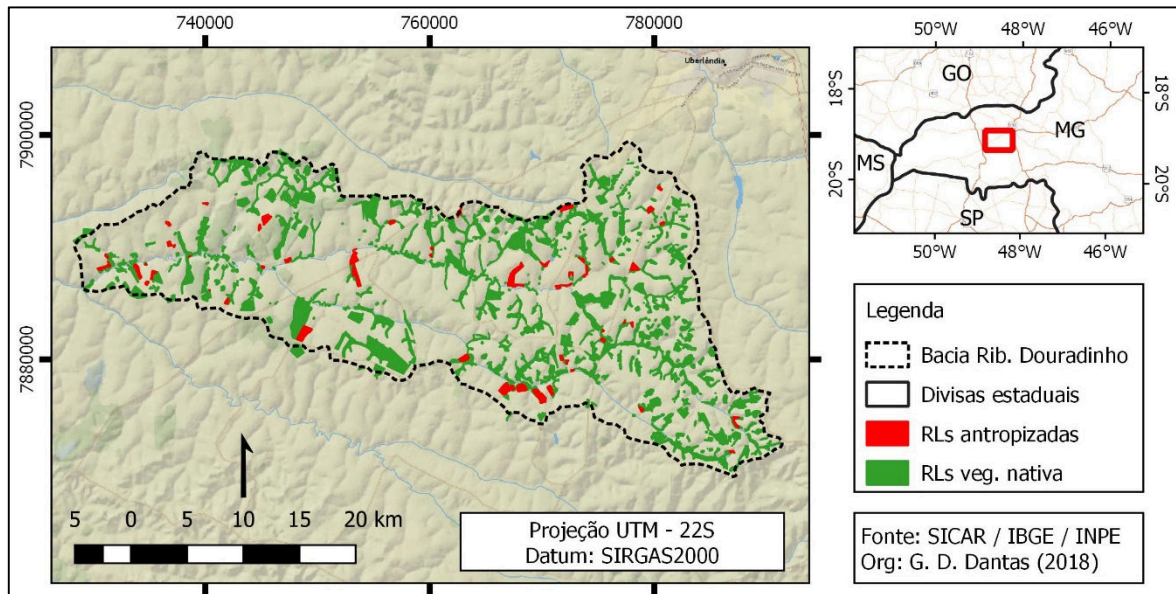


Figura 1 – Localização das reservas legais da bacia do Rib. Douradinho

2. Materiais e Métodos

O procedimento metodológico desta pesquisa fundamentou-se em três etapas, sendo a primeira a aquisição da base cartográfica de referência. Adquiriu-se os dados espaciais das delimitações das áreas de Reserva Legal, disponíveis em formato “shapefile” diretamente do endereço eletrônico do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), com referência à data de 22/08/2018. Foram adquiridos arquivos vetoriais da rede hidrográfica, na escala 1:100.000, das cartas topográficas SE.22-Z-B-V, SE.22-Z-B-VI, SE.22-Z-D-II e SE.22-Z-D-III, disponíveis no endereço eletrônico do IBGE. Os dados altimétricos usados para a delimitação da área de estudo foram obtidos por meio de dados raster das imagens orbitais SRTM de nomenclatura SE.22-Z-B e SE.22-Z-D, disponíveis no endereço eletrônico do INPE. As imagens orbitais CBERS4, sensor PAN10M (resolução espacial de 10 metros) e PAN5M (resolução espacial de 5 metros) também foram adquiridas por meio da plataforma eletrônica do INPE. As cenas obtidas foram as de órbita/ponto 157/121 de 20/08/2018 e 158/121 de 22/07/2018.

A segunda etapa consistiu na manipulação dos dados vetoriais e processamento das imagens orbitais, no qual utilizou-se os programas computacionais ENVI 5.1 (propriedade desconhecida) e QGIS



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3.2.0 (software livre). Inclui nesta etapa a identificação e delimitação da bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho tendo como base a rede hidrográfica extraída dos dados vetoriais das cartas topográficas e as curvas hipsométricas extraídas do processamento das imagens SRTM. Utilizou-se da ferramenta “*contorno*” do programa QGIS para gerar curvas com equidistância de 10 metros.

As imagens CBERS4 foram processadas pelo programa ENVI, no qual aplicou-se os procedimentos de geração de composição colorida RGB com as bandas 2, 3 e 4, no formato R4G3B2, para o sensor PAN10M, obtendo-se uma imagem falsa-cor de modo a destacar as vegetações mais densas na cor vermelha (Figura 2). O registro da cena do sensor PAN5M foi realizado por meio da ferramenta “*registration / image to image*”, atribuindo equivalência posicional dos pixels às bandas da imagem PAN10M. Posteriormente, ainda no programa ENVI, realizou-se o fusionamento de bandas entre as imagens de composição colorida do sensor PAN10M e a banda pancromática do sensor PAN5M. Utilizou-se da ferramenta “*image sharpening / HSV*” ao qual obteve-se como produto final a imagem falsa-cor R4G3B2, com resolução espacial de 5 metros.

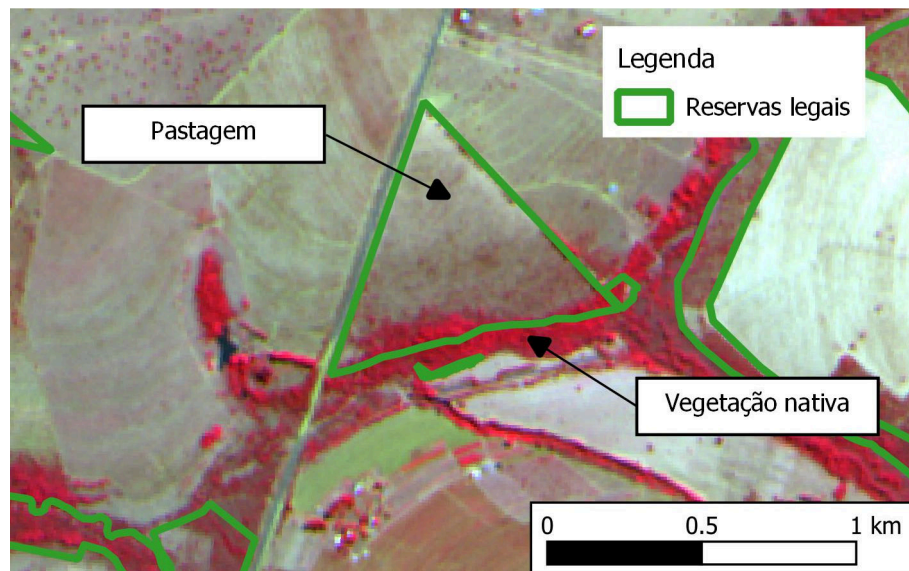


Figura 2 – Composição colorida R4G3B2 da imagem CBERS 4 representada na escala de mapeamento de 1:25000, com sobreposição às reservas legais.

A sobreposição dos dados vetoriais das delimitações das áreas de Reserva Legal sobre as imagens CBERS4 processadas foram realizadas em ambiente SIG, pelo programa QGIS, após adequação geométrica de toda a base cartográfica. Os dados vetoriais das Reservas legais foram editados



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de modo a excluir todos os fragmentos delimitados menores que 100 m², considerados de dimensões irrelevantes para esta pesquisa. Isto porque, ao realizar uma análise aleatória dos polígonos que apresentam áreas menores ou próximas a 100m², constatou-se que estes não tem como origem a delimitação de fragmentos de RL. Os polígonos dessa dimensão são resultantes de erros topológicos no processo de delimitação, muitas vezes localizados em posição adjacente à polígonos maiores. Entendeu-se que não representam de maneira significativa a ocorrência de fragmentos de RL descartando-os dos resultados desta pesquisa.

Destaca-se ainda que os polígonos de RL disponibilizados pelo SICAR apresentam-se discriminados em 3 classes distintas: “Reserva legal averbada”, “Reserva legal aprovada e não averbada” e “Reserva legal proposta”. As duas primeiras classes representam RL’s que, teoricamente, já foram objeto de análise e aprovação por parte do órgão ambiental. A última classe representa RL’s apenas declaradas pelo proprietário, não sendo objeto de análise prévia do órgão/agente público fiscalizador.

A terceira etapa consistiu na aplicação das técnicas de fotointerpretação, definido por Rosa (2003) como o método, sistema ou técnica de análise de imagem que permite a obtenção de informações significativas e confiáveis. Procurou-se identificar nas imagens de composição colorida do CBERS4 o tipo de cobertura vegetal das áreas de Reserva Legal (Figura 2), no qual seguiu-se as etapas de fotoleitura, foto-análise e fotointerpretação. Os elementos fotointerpretativos como cor, textura, forma, tamanho e padrão proporcionaram a elaboração de uma chave de interpretação que permitiu a identificação das áreas com vegetação nativa para o bioma Cerrado. A delimitação dessas áreas foi realizada por processo de vetorização manual, ao qual os limites dos fragmentos identificados por fotointerpretação foram demarcados sobre a imagem digital por meio das ferramentas gráficas de desenho e edição de vetores (polígonos). O método de interpretação visual e vetorização manual foi realizado no programa QGIS. Adotou-se a escala 1:25.000 no mapeamento, determinada em função da resolução espacial das imagens orbitais CBERS4.

As feições mapeadas no interior das áreas de RL constituídas de formações florestais e savânicas foram agrupadas em uma única classe, pois configuram ambientes de vegetação nativa do bioma Cerrado. Procurou-se delimitar as formações florestais com predominância de espécies arbóreas com formação de dossel, que segundo Sano (1998), classifica-se como as fitofisionomias de Mata de Galeria e Mata Ciliar associada a cursos d’água e fundos de vale, Matas Estacionais em vertentes e



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Cerradão nos interflúvios. As formações savânicas, caracterizadas por extratos arbóreo e arbustivo-herbáceo, com árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades, identificam-se como fitofisionomias de Cerrado sentido restrito, Campo sujo, Campo limpo e Veredas (SANO, 1998).

A conclusão desta etapa resultou na elaboração de um arquivo vetorial de polígonos de delimitação das Reservas Legais com distinção entre áreas com presença de vegetação nativa e áreas desprovidas do mesmo, ao qual foram classificadas em 2 classes: RL com vegetação nativa e RL antropizada. As delimitações das RL's antropizadas, que representam os fragmentos sem vegetação nativa, foram obtidas através da diferença entre os polígonos (shapefiles) adquiridos do CAR e os polígonos delimitados como RL com vegetação nativa.

De modo geral, a metodologia do trabalho resume-se em uma sobreposição dos vetores de RL do CAR sobre a imagem de composição colorida do satélite CBERS4, seguida de uma análise puramente visual dentro dos polígonos.

3. Resultados e discussões

Conforme dados do SICAR, a bacia do Ribeirão Douradinho tem 14,3% (13.206,63 ha) de sua área cadastrada como Reserva Legal, distribuídos em 1140 polígonos delimitados e declarados no sistema. Deste total, 9,9% (0,2% de RL aprovada e não averbada e 9,7% de RL averbada) representam áreas de Reserva Legal devidamente homologadas junto ao órgão ambiental, e 4,4% representam áreas declaradas como propostas para Reserva Legal (ainda não homologadas) (Figura 3).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

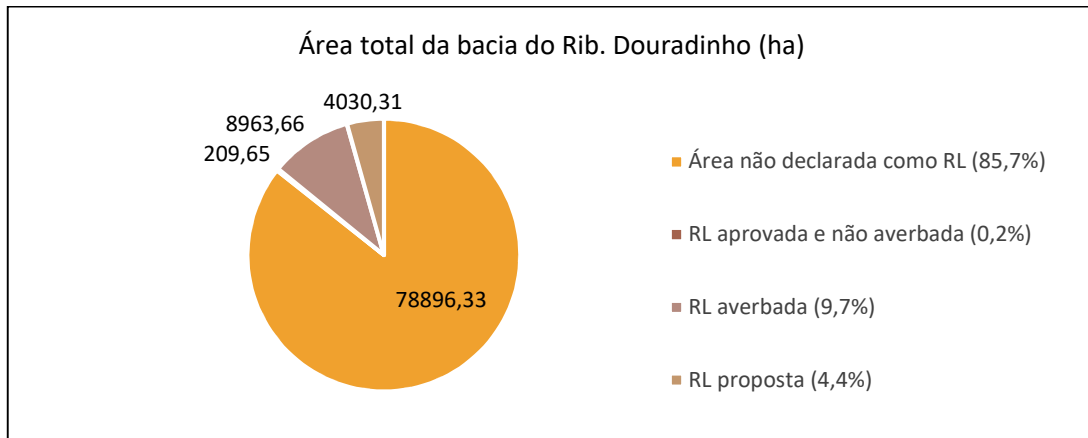
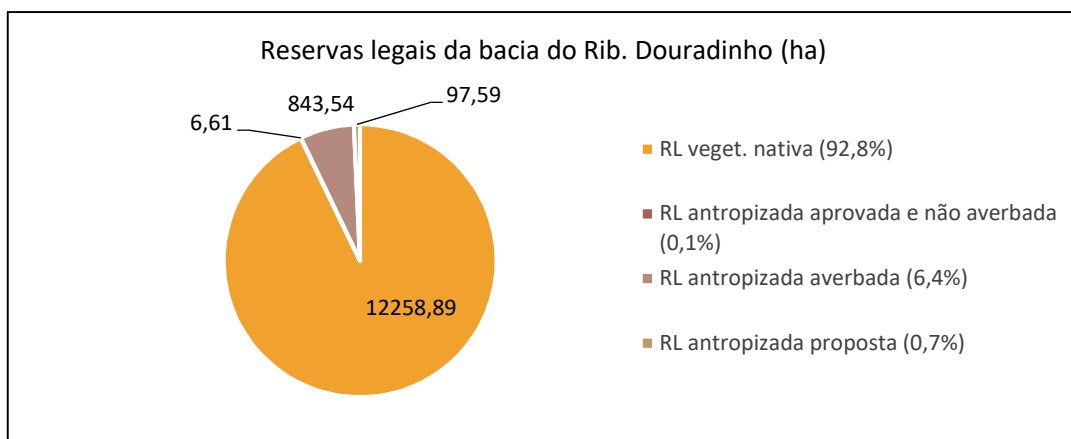
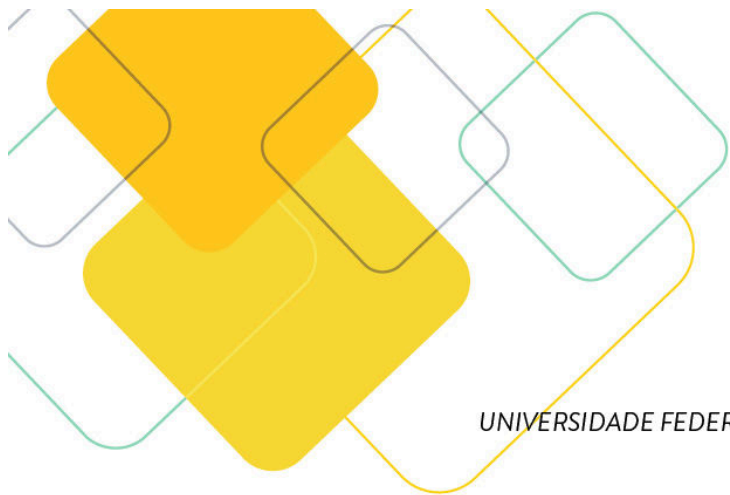


Figura 3 – Gráfico percentual das áreas de RL sobre a bacia do Rib. Douradinho

O levantamento obtido por interpretação de imagens mensurou que 66 polígonos declarados como RL encontram-se total ou parcialmente com a vegetação antropizada, ou seja, sem vegetação nativa ou em estado de conservação não aceitável em relação aos parâmetros legais. Estas áreas ocupam uma porção de 947,74 ha, que representa 7,2% das áreas de Reserva Legal da bacia. Deste total, 82% das áreas de RL antropizadas são declaradas como RL's Averbadas, o que destaca a característica de irregularidade ambiental frente à legislação (Figura 4). Não foi considerado nesta pesquisa a possibilidade de tais áreas estarem submetidas à processos de regularização junto aos órgãos públicos fiscalizadores, focando somente à identificação das áreas cuja vegetação aparentemente apresenta-se inapta aos critérios legais para instituição de uma RL.





XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Figura 4 – Gráfico percentual das áreas antropizadas de RL da bacia do Rib. Douradinho

Em relação às classes de RL declaradas no CAR, constatou-se diferenças em relação à proporção de áreas antropizadas. As RL's averbadas apresentaram os maiores quantitativos (9,4%), enquanto que as RL's aprovadas e não averbadas, e RL's propostas apresentaram proporções menores (3,1% e 2,4% respectivamente).

O resultado final evidencia que em toda a bacia do Ribeirão Douradinho, 13,3% da área total encontra-se ocupada por áreas de RL em conformidade com a legislação ambiental. Os 66 polígonos declarados como RL e identificados com vegetação inapta para RL englobam 56 imóveis rurais cadastrados no CAR, que representa 11,4% dos imóveis localizados na bacia do Ribeirão Douradinho.

4. Considerações finais e referências bibliográficas

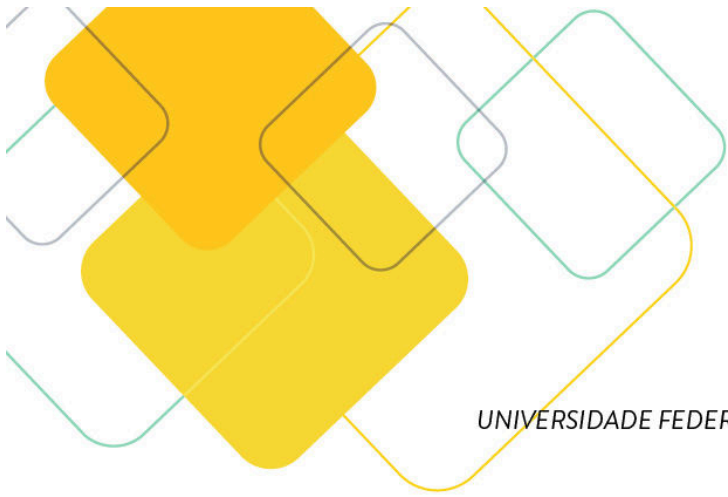
4.1. Considerações finais

A utilização das geotecnologias associadas aos SIG's e às técnicas do SR configuram-se atualmente como recursos indispensáveis à proteção dos recursos naturais e ao monitoramento do uso e ocupação do solo, visando como uma de suas aplicações o cumprimento à legislação ambiental. As exigências estabelecidas pelo CF no âmbito da regularização ambiental de um imóvel rural envolve a necessidade de identificação e mensuração do estado da vegetação no interior do mesmo.

O CAR figura-se como meio integrador destas informações, pois além de agrupar os dados espaciais de característica ambiental de um imóvel rural, proporciona principalmente a publicidade desses dados. Assim, diversos requisitos ambientais estabelecidos no CF podem ser avaliados contrapondo as informações do CAR com dados obtidos através do SR.

As imagens de satélite CBERS4 representam uma ferramenta bastante útil nesse contexto. Com uma resolução temporal de 26 dias, resolução espacial de 5 metros e resolução espectral que vai da faixa do visível ao infra-vermelho (INPE, 2017), é possível realizar um monitoramento contínuo das áreas de RL declaradas no CAR, visando a identificação e mensuração dos fragmentos de cobertura vegetal nativa e/ou antropizadas em seu interior.

Na bacia do Ribeirão Douradinho, no bioma Cerrado, as áreas de vegetação nativa estão representadas por formações florestais e savânicas, cujas feições podem ser extraídas das imagens digitais geradas pelo satélite CBERS4. Tendo como fundamento o artigo 12º do CF, que estabelece a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

cobertura de vegetação nativa como critério para instituição da RL, pode-se realizar levantamentos quantitativos e qualitativos que identifiquem as áreas que não atendam a este artigo.

A identificação de áreas de RL sem a presença de vegetação nativa, parcial ou total, não necessariamente determina que um imóvel rural esteja irregular em relação ao CF. Imóveis detentores de RL's antropizadas podem estar submetidos a processos de regularização ambiental, o que atribui conformidade frente à legislação. Ainda assim, levantamentos contínuos ou periódicos dessa natureza constituem-se uma fonte de informação de grande aplicabilidade frente às exigências do CF.

Presume-se que as RL's averbadas, muitas vezes, já existiam em data anterior à implementação do CAR. Neste caso, a localização da RL, mesmo após alguma supressão vegetal, permanece inalterada. Já as RL's propostas, que apresentaram menores quantitativos de áreas antropizadas, foram delimitadas somente a partir da implementação do CAR. Esta condição permitiu ao proprietário demarcá-las nas áreas atualmente preservadas, conforme estabelecido no CF de 2012.

4.2. Referências bibliográficas

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei Federal N° 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 09 de novembro de 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2017. Disponível em: <www.cbets.inpe.br>. Acesso em: 09 de novembro de 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Instrução Normativa nº 2, de 5 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a interação, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural – CAR**. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=59&data=06/05/2014>>. Acesso em: 09 de novembro de 2017.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, 5° ed. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. ed. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. Xxii+556p.