

ANÁLISE COMPARATIVA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DERIVADAS DA BASE VETORIAL DO CAR

Andressa Garcia Fontana¹; Ricardo Vieira da Silva²; Michele Monguilhott³; Vitor Hugo de Almeida Junior⁴

Resumo: O acentuado uso dos recursos naturais pelo homem causa a degradação do meio ambiente e conseqüentemente exige da sociedade e governos ações efetivas na proteção e mitigação dos danos originados. Assim, as plataformas orbitais, em especial o satélite RapidEye, desempenham um importante papel na mitigação e gerenciamento dos nossos recursos naturais que, combinado com as geotecnologias, permitem obter informações confiáveis sobre a superfície terrestre. Dessa forma, a delimitação da bacia hidrográfica foi realizada com auxílio da Carta Topográfica folha de Camobi SH - 22 - V - C - IV - 2 na escala 1:50.000 e a base hidrográfica proveniente do LAGBEO, sendo que a base hidrográfica utilizada na comparação é oriunda do CAR. O software utilizado foi o QGIS v.2.14-Essen. Os resultados apontaram uma superestimação das áreas provenientes do CAR em relação àquelas derivadas do LAGBEO tanto no comprimento dos canais principalmente na 1ª e 3ª ordem bem perfazendo um total de 22,73 km bem como nas áreas de preservação permanente que de acordo com a legislação vigente deveriam totalizar 406,31 ha e não 303,78 ha, ou seja, uma subestimação de 102,23 ha, representando um decréscimo de 25% nas áreas legalmente protegidas, demonstrando a ineficiência dos mecanismos existentes.

Palavras-Chave: Monitoramento Ambiental; Bacia Hidrográfica; Geotecnologias.

INTRODUÇÃO

A utilização intensa dos recursos naturais pelo homem vem causando a degradação do meio ambiente e conseqüentemente vem exigindo da sociedade e governos ações efetivas na proteção e mitigação dos danos por ventura causados. Nossa Carta Magna no seu artigo 225 garante a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, para que as gerações futuras possam desfrutar do mesmo, em condições de uso. A criação da lei 12.651/12 vem novamente reforçar tais políticas no seu artigo 4º ao estabelecer responsabilidades comuns entre a União, Estados, Distrito Federal, Municípios e a sociedade civil na formulação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais. Para que isso de fato ocorra é necessária à criação de instrumentos jurídicos e mecanismos que viabilizem a proteção de nossas florestas. Sendo assim, a lei 12.651/12 estabeleceu um conjunto de normas sobre a proteção da vegetação tais como: Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal, exploração florestal, entre outros. Para que isso aconteça, a referida lei prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos, entretanto somente a lei não configura proteção necessária. Dessa forma, foi imprescindível a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR),

¹ Acadêmica de Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal de Santa Maria, andressagfontana94@gmail.com

² Tecnólogo em Geoprocessamento, Universidade Federal de Santa Maria, ric.sveira@gmail.com

³ Doutora em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, michelegads@gmail.com

⁴ Tecnólogo em Geoprocessamento, Universidade Federal de Santa Maria, vitorhugo.jr@hotmail.com

instituído pelo decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, em seu Capítulo I, no inciso II do Art. 1º do referido decreto, que a partir do novo código florestal passou a ser o registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar e compor uma base de informações ambientais das propriedades e posses rurais permitindo assim um maior controle ambiental e ações contra o desmatamento para fins de controle, monitoramento e planejamento ambiental (BRASIL, 2012, p.1).

Nesse sentido, as geotecnologias, em especial as imagens de satélites, vêm desempenhando um papel importantíssimo no monitoramento ambiental, especialmente na gestão do território, agregando velocidade e qualidade nas ações de planejamento territorial. Sendo assim, as imagens obtidas por sensores orbitais têm sido amplamente empregadas como base de dados para diversos fins. Suas características resolutivas espectrais são determinantes para que se tenha a capacidade de extrair informações da superfície terrestre e a partir disso identificar, mitigar, propor ações e monitorar constantemente dados desta superfície (MEDEIROS, 2011, p. 3).

Bases digitais do satélite RapidEye

Para obtenção das feições de uso e ocupação do solo, o CAR utiliza como base as imagens do satélite RapidEye com resolução espacial de 5 metros, o que permite a obtenção de dados em escala até 1:25.000. Tais imagens permitem que as propriedades sejam identificadas e mapeadas, exceto quando há incidência de nuvens sobre a propriedade e impede a identificação parcial ou total das feições, suas características resolutivas permitem distinguir bem os detalhes da superfície terrestre tratando-se de áreas agrícolas. Principalmente os objetos naturais e artificiais que compõem as bacias hidrográficas como no caso do cadastro das APPs, que são espaços de uso restrito delimitado para a proteção das faixas marginais de qualquer curso d'água natural, perene e intermitente, desde a borda da calha do leito regular entre outras áreas para proteção do solo assegurando o bem estar das populações humanas (SFB, 2017, p.1).

Conforme a EngeSat (2008, p.1), o sistema RapidEye, foi lançado em 29 de agosto de 2008, sendo um sistema Alemão que opera 5 satélites lançados conjuntamente, gerando imagens multiespectrais coloridas com uma generosidade jamais vista anteriormente, com capacidade de varredura de 5 milhões de Km² diários. Com isto, amplas áreas podem ser recobertas sem coberturas de nuvens, desde que respeite as estações do ano de cada local a ser imageado. O produto padrão obtido já é ortorretificado, sendo disponibilizado também o produto bruto (Tabela 01). Tal capacidade deve-se a uma ação pioneira que incorpora o conceito de satélites, leves, ágeis e robustos (AMSK, 2017, p.1).

Tabela 1 – Características técnicas do satélite RapidEye.

Características	Informações
Número de Satélites	5
Órbita	Heliossíncrona com 630 km de altitude
Passagem pelo Equador	+/- 11:00 h em hora local
Tipo do Sensor	Imageador multiespectral pushbroom
Bandas Espectrais	5 (Blue, Green, Red, Red-Edge, Near)
Tamanho do Pixel (ortorretificada)	6,5 m no nadir
Espaçamento de pixel	5,0 m
Tamanho do Pixel (ortorretificada)	Aproximadamente 77 km de largura com comprimento entre 50 e 300 km, 462 Mbytes/25 km ao longo da órbita para 5 bandas
Expectativa de tempo de vida do satélite	7 anos
Tempo de Revisita	Diariamente (of- nadir) até 5,5 dias (nadir)
Datum Horizontal	WGS84
Bits de quantização	12 bits
Velocidade de Download (banda X)	80 Mbps

Fonte: (Geopixel, 2017). Adaptado pelos autores.

Essas imagens permitem o mapeamento de uma série de informações que integram o CAR tais como: perímetro do imóvel, os remanescentes de vegetação nativa, as áreas de uso restrito, de servidão administrativa, áreas consolidadas, áreas de preservação permanente e de reserva legal, além de outros elementos naturais e técnicos definidos pela lei nº 12.651/12 do Código Florestal Brasileiro. Para isso, é necessário que tais informações sejam geradas de maneira inequívoca. Ao instituir que qualquer pessoa física ou jurídica, proprietária ou possuidora do imóvel rural possa realizar o cadastro ambiental rural, dispensando um profissional que reúna conhecimento e habilitação adequada, põem-se em risco milhões investidos em imagens RapidEye, uma vez que possa não se ter a exigida qualidade cartográfica necessária para o correto mapeamento destes produtos na escala cadastral, comprometendo assim a qualidade das informações que integram o registro público eletrônico. Tais evidências e inconsistências da base de dados do CAR foram analisadas e comprovadas em publicações como a reportagem da Pública (2016) e por Alexandre et al. (2015) que em análises prévias comprovaram tais fatos. Segundo os autores, dos 150 mil registros do CAR paraense, 108 mil apresentaram sobreposição de área com outros imóveis rurais chegando a 240 mil áreas de sobreposição, resultando em mais de 14 milhões de hectares, sendo que muitos desses incidem sobre o mesmo, chegando a ter 100% do imóvel com áreas sobrepostas. E o que é ainda mais grave, estendendo-se imóveis cadastrados por terras indígenas e Unidades de Conservação de Proteção Integral, áreas protegidas e pertencentes à União com limites instituídos

por legislação específica, constituindo conflitos de uso do solo. Essa constatação justifica a necessidade de execução de mapeamentos por profissionais habilitados para realizar levantamento de dados geográficos, levantamento este que é técnico em sua essência, uma vez que as inconsistências dos dados cadastrados acarretarão em um retrabalho, demandando custos tanto para os proprietários como para os órgãos fiscalizadores, inutilizando os dados do registro cadastral público eletrônico.

Dessa maneira, as geotecnologias são dotadas de inúmeros recursos aplicáveis ao correto planejamento geocartográfico, combinando análises espaciais e conhecimento técnico científico, permitindo verificar a correta topologia de bases vetoriais resultantes de levantamentos de informações da superfície terrestre. Identificando assim, inconsistências das bases de dados principalmente de bases cadastrais, base esta no caso do CAR, de suma importância para manutenção do equilíbrio geoambiental das bacias hidrográficas que podem evitar diferentes conflitos de uso do solo.

Segundo Antunes (2014, p.106), as características resolutivas espaciais e geométricas das imagens de satélite permitem determinar à escala de trabalho adequada a produção cartográfica. A capacidade de obter um histórico ambiental da área é outra possibilidade de monitoramento da superfície, permitindo assim, diversas análises temporais. A resolução espectral tem a capacidade de distinguir níveis de intensidade dos sinais de retorno, sendo de suma importância para o monitoramento agrícola. E por último a resolução Radiométrica é outro recurso importante do sistema sensor conferindo uma gama de valores de radiância que chega do sensor traduzido em intensidade visual ou ainda em níveis de cinza.

Entretanto, as bases das imagens orbitais disponibilizadas para a elaboração do CAR nem sempre cumprem com os requisitos necessários para a delimitação dos vértices que compõem os limites das propriedades rurais. De acordo com Cicerelli (2013) tais imagens normalmente são utilizadas para definir os vértices das propriedades, porém essa delimitação não é tão simples, uma vez que o intérprete muitas vezes não dispõe de conhecimento necessário das feições da paisagem que delimitam o território, os quais fazem parte do limite físico dos imóveis rurais. Mesmo que essas informações sejam fornecidas pelo dono/posseiro/proprietário do imóvel, na maioria das vezes, o mesmo não tem certeza de sua localização sobre a superfície terrestre. Outro fato que corrobora para isto é que alguns dos vértices estão cobertos pela vegetação nos limites confrontantes ou estão encobertos por nuvens na imagem orbital, o que ocasionam diversos erros na identificação das feições da superfície terrestre.

De acordo com Feliz et al. (2009), as imagens de satélites são capazes de responder algumas questões espaço-temporais em relação à dinâmica geoambiental, permitindo quantificar, identificar

e mapear mudanças ocorridas, principalmente num país de dimensões continentais como Brasil. Podemos citar como exemplo, o monitoramento ambiental das bacias hidrográficas, sendo estas consideradas unidades espaciais de planejamento para este fim e por preencherem vários requisitos decisivos para o planejamento de uma gama extensa de atividades, além, é claro, do planejamento ambiental.

Para Antunes et al. (2013) os sensores remotos possuem a capacidade de discriminação dos alvos conferindo as imagens de satélites a obtenção de informações acerca da superfície terrestre. Portanto, tais imagens permitem analisar e conhecer de forma eficiente a superfície terrestre, sendo uma maneira efetiva e econômica de extrair informações relevantes acerca do espaço territorial brasileiro, dado sua extensão.

Sistemas de posicionamento global e sua importância para o CAR

Os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) permitem a localização de qualquer objeto na superfície terrestre 24 horas por dia em qualquer condição de tempo, desde que tenhamos uma cobertura de no mínimo três satélites. O levantamento com receptores GPS de navegação pode ser do tipo posicionamento simples ou absoluto: as coordenadas do ponto são determinadas em tempo real no Sistema Geodésico Mundial de referência WGS 84. De acordo com Tragueta (2009, p.105), a precisão no posicionamento por GPS eram de ± 100 metros nas coordenadas planimétricas e ± 140 metros na altimétrica. Tais medidas muito imprecisas foram uma forma de garantir a segurança nacional dos EUA, o DoD (Department of Defense) foi um programa imposto pelos EUA que causava a degradação intencional dos sinais emitidos pelos satélites (chamado de efeito S/A – Selective Availability), impossibilitando níveis melhores de exatidão. Outra desvantagem do sistema é que este tipo de receptor não registra as observáveis pseudodistâncias (código C/A) e fase da onda portadora L1, chamados de “dados brutos”, bem como não há meios de se determinar o centro de fase destes receptores. O receptor de navegação apenas utiliza esses dados para os cálculos das distâncias (pseudodistâncias), no momento do posicionamento, através da relação existente entre velocidade e tempo. De acordo com Franco (2009, p.79, a desativação da S/A, ocorrida no início dos anos de 2000 fez com que a precisão proporcionada pelo GPS melhorasse cerca de 10 vezes, chegando a 5 metros hoje em dia. Desde então, os receptores tornaram-se cada vez mais populares e de fácil aquisição no mercado. Entretanto, as precisões vigentes dos receptores GPS de navegação não oferecem uma acurácia suficiente para responder demandas técnicas e legais, mas ainda assim permitiria algum nível de precisão na delimitação das feições exigidas para compor a base de dado do CAR.

Por outro lado, existe uma gama de informações sendo produzidas atendendo a Lei ° 10.267 (Brasil, 2001) que dispõe sobre a Norma Técnica de Georreferenciamento de imóveis rurais, exigindo que todos os imóveis sejam georreferenciados impondo a obrigatoriedade de descrever seus limites, características e confrontações através de memorial descritivo executado por profissional habilitado, obedecendo a uma série de normas e procedimentos técnico-científicos entre eles o uso de receptores GNSS de alta precisão permitindo assim, precisões centimétricas. De acordo com Pinto (2013, p.135), o GNSS (Global Navigation Sattelite System – Sistema Global de Navegação por Satélite) é constituído por diferentes sistemas de posicionamento por satélites, dentre os sistemas que compõem o GNSS pode-se destacar o GPS (Global Positioning System) e o GLONASS (Global Orbiting Navigation Sattelite System).

A descrição completa dos sistemas pode ser obtida em Seeber (2003), Monico (2008), e Hofmann-Wellenhof et al. (2008). Em tais obras, pode-se encontrar, entre outros, a descrição dos segmentos espaciais, terrestres e usuários de cada sistema. Objetiva-se aqui apresentar as aplicações nas delimitações das feições para o mapeamento e ordenamento de uso e cobertura do solo. Tais sistemas têm sido cada vez mais empregados na área ambiental nos últimos anos e o GNSS vem sendo cada vez mais utilizado com maior ênfase no georreferenciamento de imóveis rurais, regulamentados por Lei. São duas legislações que deveriam se complementar assim como: a demarcação de Reserva Legal (RL), Área de Preservação Permanente (APP) etc. observado por Pinto (2013) quando destaca que os registros de imóveis rurais no Brasil ainda são separados do cadastro ambiental rural (CAR). Entretanto há perspectivas futuras da união entre o registro e o cadastro; formando assim, uma única fonte de dados.

A Lei ° 10.267 têm como objetivo o combate à grilagem de terras e a formação ilegal de latifúndios, mas também cria o CNIR (Cadastro Nacional de Imóveis Rurais), que é um grande avanço na cartografia cadastral brasileira, pois gera um banco de dados territoriais georreferenciados, constituindo uma ferramenta de grande importância para a gestão territorial, planejamento e desenvolvimento do país.

A Lei ° 10.267, que instituiu o Georreferenciamento de Imóveis Rurais, determina uma série de procedimentos para o georreferenciamento dos imóveis rurais como, por exemplo, as precisões das coordenadas devendo ser determinadas com uma precisão posicional de 0,50 m dos pontos limítrofes, de seus vértices que darão origem ao perímetro do imóvel INCRA (2011). Devendo o responsável técnico ter o máximo de rigor ao realizar o levantamento dos limites do imóvel, atentando-se as normativas da 3ª Edição da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, constante no Manual Técnico de Posicionamento e no Manual Técnico de Limites e Confrontações. Ao Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) cabe à certificação do

imóvel e a geração do memorial descritivo certificado sendo realizado automaticamente por meio do SIGEF (Sistema de Gestão Fundiária) possibilitando ao sistema certificar se a poligonal objeto do memorial descritivo não se sobrepõe a nenhuma outra constante de seu cadastro georreferenciado e que o memorial atende às exigências técnicas, conforme os normativos citados acima e o Decreto 4.449, em seu Art. 9º, § 2º, enfatiza a seguinte redação: A certificação do memorial descritivo pelo INCRA não implicará reconhecimento do domínio ou a exatidão dos limites e confrontações indicados, sendo os mesmos são de responsabilidade do técnico e do proprietário do imóvel, cabendo o reconhecimento do domínio ao oficial de registro (CRISTINA & RODRIGUES, 2017).

No entanto, o CAR não enfatiza a utilização de instrumentos que façam o levantamento de informações precisas, devendo as mesmas serem realizadas através do módulo de cadastro, colocando a responsabilidade nos proprietários ou posseiros rurais. Por outro lado, a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 2/MMA, DE 06 DE MAIO DE 2014 inciso § 4º determina que os vetores caracterizados como polígonos devam estar fechados geometricamente para permitir identificações de topologia, evitando falhas, sobreposições e erros de processamento (MMA, 2014).

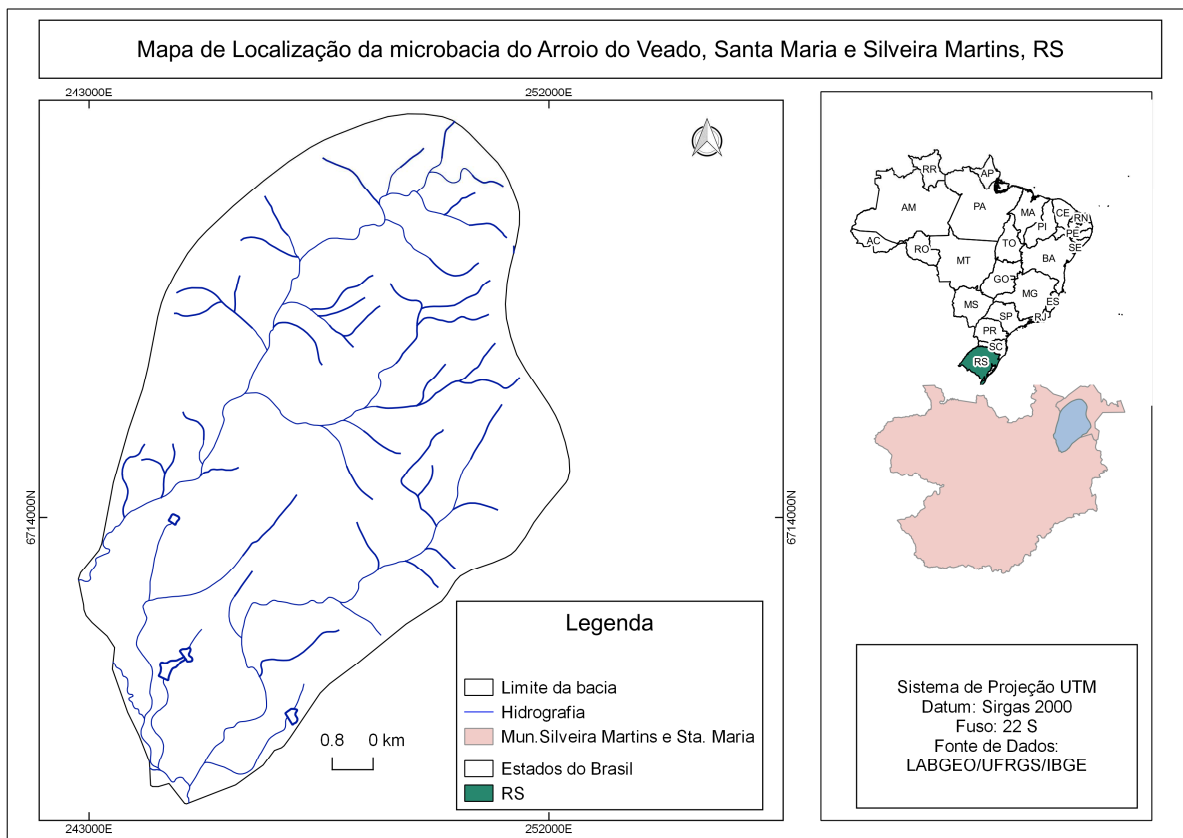
Rocha (2017, p. 211), alerta que a utilização de imagens de satélites para fins de cadastro ambiental rural deve ser tomada com cuidado uma vez que a mesmas não oferecem uma boa precisão devidos a diversos fatores, o que pode acarretar na baixa qualidade dos vetores gerados. Ainda segundo os autores as exigências de validação posicionais do CAR são muito permissivas, o que pode comprometer futuramente os levantamentos das propriedades, desta vez com níveis de precisão mais rígidos, de preferência de acordo com as normas do INCRA.

Nessa lógica, o artigo objetiva analisar as inconsistências na base de dados vetoriais disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) escolhendo como feições de análise as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) da base hidrográfica do registro eletrônico público do CAR.

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do Arroio do Veado está inserida na Região Hidrográfica do Guaíba, especificamente na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí–Vacacaí Mirim, localizando-se entre os municípios de Santa Maria e Silveira Martins–RS, entre as coordenadas geográficas 53°40'12".81"O; 29°36'32.22"S e 29° 43'47".47"S e 53°33'.57.25"O (Figura 01).

Figura 01 – Mapa de Localização da microbacia do Arroio do Veado, Santa Maria e Silveira Martins, RS



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Magalhães (2007), as bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológico-geomorfológica e as condições climáticas.

De acordo com Santos (2010, p. 1), as bacias hidrográficas são utilizadas como modelo na gestão dos recursos hídricos, sendo que a partir das mesmas é possível identificar, planejar e elaborar ações que evitem ou minimizem os problemas que assolam as mesmas como: enchentes, desmatamento, poluição, agricultura e demais adversidades que estão cada vez mais presentes nos dias atuais.

As bacias hidrográficas são unidades espaciais de planejamento muito utilizadas em vários aspectos para estudos, análises e planejamento como: recursos hídricos, uso e cobertura do solo, monitoramento ambiental, ocupação antrópica, etc. Diante disso as mesmas vêm sendo adotadas como áreas preferenciais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, sendo que, a partir de 1980, com a modernização dos modelos de gestão da água passou a incorporar o conceito de sustentabilidade, fazendo com que a gestão ambiental e da água tivessem sua importância reforçada nas políticas públicas de desenvolvimento de numerosos países.

Nesse sentido, a delimitação da bacia hidrográfica foi realizada com auxílio da Carta Topográfica folha de Camobi SH-22-V-C-IV-2 na escala 1:50.000, adotando a metodologia proposta por (Hasenack e Weber, 2010), a carta disponibilizada na projeção Universal Transversa de Mercator-UTM/Fuso 22S, Datum XXX. Esta base se mostrou compatível com a escala de mapeamento do RapidEye utilizada para posterior comparação e validação da base vetorial hidrográfica do CAR. Paulino; Carneiro (1988), destacam que a vetorização consiste em construir os elementos vetoriais ponto, linha e polígono utilizando como base uma imagem raster georreferenciada.

Na sequência buscou-se gerar os buffers de acordo a legislação vigente segundo a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, aplicada à base hidrográfica do LABGEO aplicando as ferramentas de geoprocessamento disponíveis (Menu Vetor), para então comparar suas áreas e executar as análises necessárias e validação da geometria. Para verificação das geometrias utilizamos o software QGIS v.2.14-Essen.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com uma tamanha biodiversidade, o Brasil tem uma imensa responsabilidade na proteção ambiental de suas áreas florestais. Dono de uma grande diversidade de biomas entre eles o bioma Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Pampa. Dos 81% das espécies vegetais encontradas ao redor do mundo, 19% delas encontram-se em nosso território segundo dados do (IPEIA, 2010).

Nesse sentido, o Código Florestal Brasileiro (CF) representa uma das principais leis ambientais destinadas à conservação da biodiversidade, em especial as APPs, tendo como função ambiental a preservação dos recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Os recursos hídricos em especial a água, tornam-se essenciais para a humanidade, conhecer e caracterizar a hierarquia fluvial configura-se como um dos primeiros trabalhos a serem feitos para que possamos entender a dinâmica geoambiental da área em estudo (Figura 1). De acordo com Christofolletti (1980), a hierarquia fluvial representa o processo de classificação dos cursos d'água, onde a área drenada se encontra. Sua função é facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, área e hipsometria etc.) sobre as bacias hidrográficas. Quanto maior a participação percentual de canais de 1ª ordem, maior é a fragilidade da paisagem, pois os mesmos indicam maior dissecação do relevo, que pode ser provocada por controle estrutural, como falhas, fraturas ou dobramentos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Nesse sentido a microbacia do Arroio do Veado possui uma área de 8.050,9 ha e uma drenagem constituída de 100,54 km de canais perenes e intermitentes, classifica-se no ordenamento fluvial de 4ª ordem (Tabela 2). A densidade de drenagem (Dd) corresponde a 1,25km/km² que, segundo Beltrame (1991), apresenta-se como mediana, numa escala onde a densidade varia entre 0,50 e 3,50 km/km². O conhecimento desse índice permite inferir o grau de desenvolvimento da rede de drenagem e sua eficiência, quanto ao volume e velocidade de infiltração/escoamento da água captada e não infiltrada no solo.

Tabela 2 – Ordenamento Fluvial da microbacia do Arroio do Veado, Santa Maria RS e Silveira Martins, RS

Ordenamento Fluvial	Base Vetorial CAR		Base Vetorial LABGEO		Diferença/km
	Ordem	CAR/Km	%	LABGEO/Km	
1ª	77,93	63,22	73,82	73,42	4,11
2ª	14,46	11,73	10,85	10,79	3,61
3ª	29,75	24,13	14,55	14,47	15,20
4ª	1,13	0,92	1,32	1,31	-0,19
Total	123,27	100,00	100,54	100,00	22,73

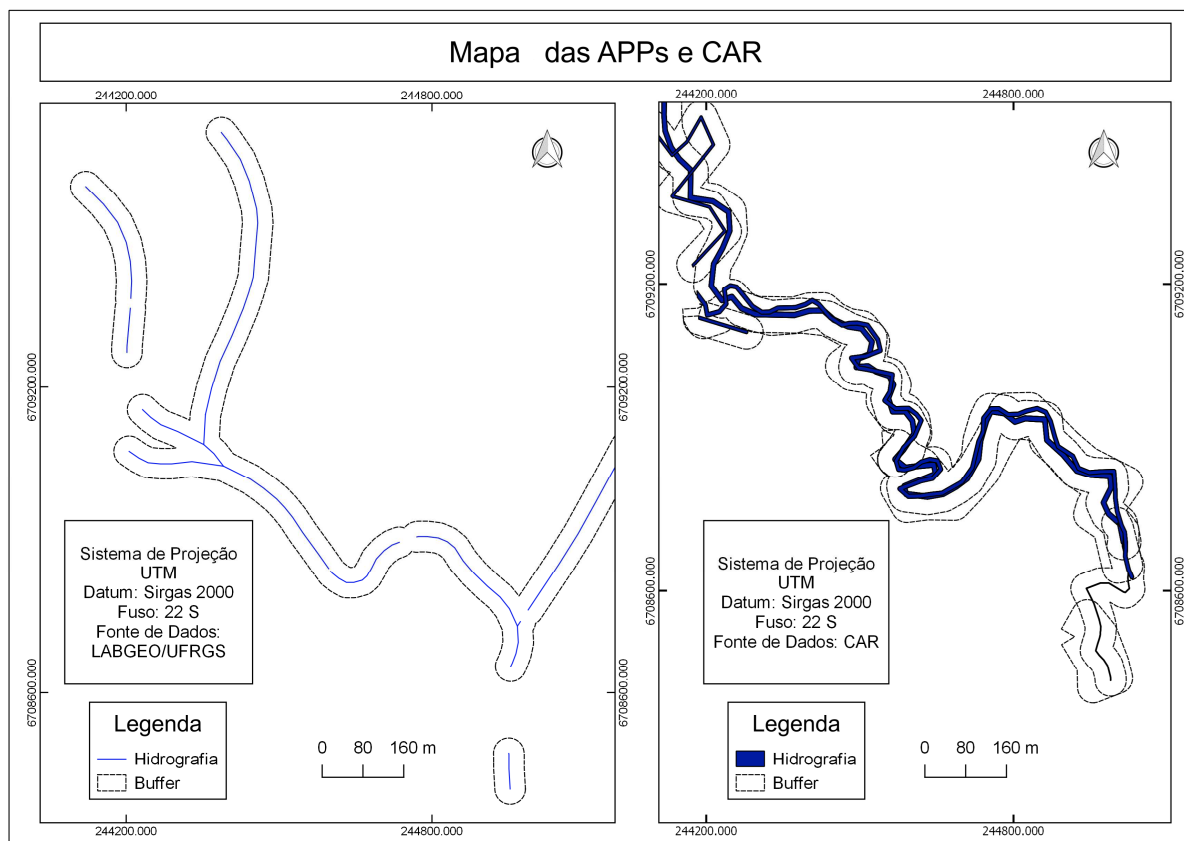
Fonte: Elaborado pelos Autores.

Como podemos observar praticamente todos os cursos d'água são superestimados em relação aos segmentos hidrográficos apresentados na base de dados do CAR quando relacionadas a base digital do LABGEO/UFRGS. Os rios/ravinas de 1ª e 3ª ordem são os que apresentam maiores diferenças entre os do LABGEO e do CAR. Os canais de primeira ordem demandam uma maior atenção devido a sua fragilidade ambiental como mencionado por Christofolletti (1980). Em segundo lugar, os tributários de 3ª ordem são os que apresentam as maiores diferenças, correspondendo respectivamente a um total 22,73km de diferença na microbacia.

As análises das Áreas de Preservação Permanente (APP) permitiram verificar se não existe conflito de uso do solo ou a sobreposição de vetores como determina a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 2/MMA, DE 06 DE MAIO DE 2014 inciso § 4º (Figura 2).

Visualmente podemos perceber as inúmeras discrepâncias e inconsistências com a sobreposição de vetores, na produção das informações e feições que compõem as informações da base cadastral das APPs do CAR, diferente do que se verifica quando existe uma coerência topológica como a encontrada na base vetorial do LABGEO/UFRGS.

Figura 2 – Mapa das áreas de Preservação Permanente-APP e CAR



Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificou-se, que as informações espaciais produzidas pelos usuários do CAR ficam claramente comprometidas, pois não atentam para regras de relacionamentos espaciais, desrespeitando um preceito importantíssimo nas relações espaciais entre vetores, a topologia. Essas relações de acordo com (Câmara & Monteiro, 2001) são a parte da matemática que estuda as propriedades geométricas dos objetos contidas no modelo topológico tais como: conectividade, contiguidade, definição de área, etc. Em outras palavras, a topologia define o relacionamento espacial das feições geográficas, facilitando a identificação de sobreposição contida nos dados produzidos.

A falta de coerência topológica nas rotinas de vetorização no módulo de cadastro, fazem com que os mesmos resultem em informações equivocadas, produzindo dados espaciais sem utilidade para obtenção de informações derivadas de sua geometria, devido a essa inconsistência encontram-se erros grosseiros que resultam em superestimação e/ou subestimação no total das áreas e comprimentos das feições espaciais produzidas na base de dados do CAR. Desta forma, o erro no cruzamento de dados resulta na geração de APPs de forma inconsistente, coloca em cheque a confiança dos dados, uma vez que ao subestimar ou superestimar tais áreas acarreta numa perda

significativa na proteção dos cursos d'água, ou no caso do produtor, menor quantidade de área para os cultivos agrícolas além de superestimar áreas de conflitos de uso do solo.

As subestimações fundamentadas nas análises espaciais estão descritas nos resultados da tabela 3, demonstrando claramente um decréscimo no total de mata ciliar nos cursos d'água de 1ª ordem, justamente as mesmas que compõem as APPs, que de acordo com Valente e Gomes (2005) atuam na conservação do regime hidrológico, causando a estabilidade da rede de drenagem e de suas margens. Especialmente nas áreas agrícolas onde o uso do solo é intensivo, a mata ciliar funciona como um filtro biológico, atuando contra a erosão, lixiviação, derivando o fluxo lateral dos pesticidas, exercendo uma barreira contra ventos fortes e ainda na função de controle da umidade nos solos.

Para Ribeiro et al. (2005) as APPs atuam como grandes corredores ecológicos ao longo das bacias hidrográficas. Bhagwat et al. (2005) considera que as APPs atuam de forma complementar proporcionada pelas florestas localizadas nas áreas de encostas e interflúvios e Tundisi e Tundisi (2010) demonstraram que a boa qualidade da água está diretamente atrelada a presença da vegetação ao longo de suas margens, bem como sua densidade ao longo da rede de drenagem.

Tabela 3 – Comparativo das Áreas de Preservação Permanente CAR e LABGEO

Ordem	CAR (ha)	%	LABGEO (ha)	%	Diferença (ha)
1	180,60	59,45	293,47	72,23	-112,87
2	59,39	19,55	49,32	12,14	10,07
3	48,59	16,00	55,58	13,68	-6,99
4	15,21	5,01	7,95	1,96	7,26
Total	303,78	100	406,31	100	-102,53

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os totais das APPs, de acordo com a legislação vigente, deveriam totalizar 406,31 ha e não 303,78 ha, ou seja, uma subestimação de 102,23 ha, representando um decréscimo de 25% de áreas legalmente protegidas. As APPs oriundas do CAR, como observadas na tabela acima, refletem o grau de incerteza enquanto dados cartográficos. Tais evidências dão origem à subestimação das feições produzidas como observado nos canais de ordens 1ª e 3ª representando mais de 75,4% do total das APPs. Já nos canais de 2ª e 4ª ordem ocorre a superestimação das APPs perfazendo 24,6%. Como se podem observar as APPs oriundas do CAR foram as que tiveram as maiores diferenças em área (ha), principalmente os de 1ª e 3ª ordem comparativamente com o do LABGEO. Outra possível constatação ocorre devido ao fato de que as mesmas sejam de difícil identificação, ora pela pequena largura dos cursos d'água (1ª e 2ª ordem), ora, pela resolução espacial das imagens

utilizadas. Outra questão a destacar são as características da vegetação presente na área de estudo que pela sua cobertura vegetal densa restringe a delimitação das faixas das APPs. A redução das mesmas provoca principalmente dos cursos d'água de (1ª e 2ª ordem) bem como das nascentes, diminuiria a quantidade de água infiltrada no solo tendo como consequência a redução da quantidade de água que consequentemente alimentaria os demais canais.

Haja visto que as APPs de nascente e dos rios favorecem a infiltração da água no solo e consequentemente aumentam o volume de água dentro da bacia hidrográfica, incrementando assim a disponibilidade de água para a agricultura, considerando a dependência da mesma pela oferta quantitativa e qualitativa destes recursos, sendo uma das grandes responsáveis pela invasão da vegetação ripária. Outra função das APPs seria a de permitir o estabelecimento da fauna silvestre responsável pelo equilíbrio ecológico das florestas, promovendo a proteção, a manutenção, a conservação, da natureza como a ciclagem de nutrientes, o sequestro de carbono, o controle da erosão, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Cadastro Ambiental Rural poderia ser um marco no mapeamento e monitoramento dos nossos recursos florestais, face sua importância estratégica econômica e socioambiental para o Brasil. Bem como as imagens de satélites têm um papel fundamental por permitir o recobrimento de uma vasta porção do território, com informações atuais sobre a superfície terrestre. Entretanto a simples vetorização sobre as mesmas não garante informação espacial que de fato represente a realidade, pois, na maioria das vezes são ignoradas regras básicas de relacionamento topológico causando inúmeras inconsistências. Por outro lado, à utilização de algum sistema de referência como, por exemplo, o GPS poderia conferir ao menos um nível de precisão na delimitação das APPs.

As partir das análises vetoriais das feições que compõem o Cadastro Ambiental Rural – CAR é possível constatar inúmeros erros de superestimação como de subestimação que compõe as APPs. Isso demonstra que de fato a legislação ambiental não vem sendo cumprida, acarretando sérios prejuízos não só nas APPs, como todo o ecossistema que dela depende para manter seu equilíbrio geoambiental. Nesse sentido podemos perceber que os objetivos do cadastro ambiental rural ficam aquém do esperado pela baixa qualidade dos dados gerados. Outro fator que corrobora é a não obrigatoriedade de um profissional que reúna conhecimento técnico e científico na execução do mapeamento, já que a lei do Georreferenciamento dos Imóveis Rurais o exige, por que o CAR não?

Por fim, o comparativo das APPs oriundas do CAR com as APPs do LABGEO produzidas pelo autor evidenciou os inúmeros erros cartográficos. O uso do geoprocessamento é um instrumento importantíssimo para podermos avaliar se dada informação atinge seu objetivo inicialmente proposto, haja visto os inúmeros erros expostos no escopo do trabalho, e demais publicações mencionadas no mesmo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Informação. Brasília: ANA, SGI, v. 1.11, 2006.

ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P.; SIQUEIRA, J. C. dos S. **Avaliação espectral e geométrica das imagens rapideye e seu potencial para o mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental**. Revista Brasileira de Cartografia. N. 66/1. p. 105-113, 2014.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, p.112, 1994.

BHAGWAT, S. A.; KUSHALAPPA, C. G.; WILLIAMS, P. H.; BROWN, N. D. A Landscape approach to biodiversity conservation of sacred groves in the eastern ghats of India. **Conservation Biology**, v.19, n.6, p.1853-1862, 2005.

BRASIL, 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: < <https://goo.gl/cHyzpQ> >. Acesso em: 09 Maio 2018.

BRASIL. **Lei nº 10.267**, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis no 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br> >. Acesso em: 09 Maio 2018.

CÂMARA, G., & Monteiro, A. M. V. (2001). **Conceitos básicos em ciência da geoinformação. Introdução à Ciência Da Geoinformação**, 1–35. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html/> >. Acesso em: 27 de Maio de 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, UNESP, 2ª ed., p.179, 1980.

CRISTINA, Q., & Rodrigues, G. (2017). **A certificação de Imóveis Rurais e o Sistema de Gestão Fundiária do Incra – SIGEF**, p. 1–35.

CYSNE, A. L. N.; SANTOS, J. H. S.; PEREIRA, E. D. **A bacia hidrográfica como unidade de planejamento socioambiental: caracterização geomorfológica e hidrográfica da sub-bacia do Rio Maracanã, São Luís-MA**. Anais. XVI. Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre, 2010.

ENGESAT. **Soluções em imagem de satélite e geoprocessamento**. Curitiba-PR, 2008. Disponível em: < <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/rapideye/> >. Acesso em: 24 de agosto de 2018.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 90 p., 1996.

Felix, A. M.; Kazmierczak, M. L.; Espíndola, G. M. RapidEye: a nova geração de satélites de Observação da Terra. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, Natal. 2009. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p.7619-7622, 2009.

FRANCO, T. C. R. (2009). **Análise da precisão no posicionamento com um receptor gps de navegação**. Revista Agroambiental, 1(3), p.79–86.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER H.; WASLE. **GNSS: Theory and practice**. N. York: Springer-Verlag Wien, 2008.

IPEIA. **Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: IPEA, 2010. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro07_sustentabilidade_ambienta.pdf / > Acesso em: 21 de Maio de 2018.

MAGALHÃES JR., A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2007.

MEDEIROS, A. **Norteando seus conhecimentos sobre Geotecnologias** - Disponível em< <http://www.andersonmedeiros.com/norteando-seus-conhecimentos-sobre-geotecnologias/> > 2011. Acesso em: 26 Maio 2018.

Ministério do Meio Ambiente. (2014). **Instrução Normativa N° 2/MMA**, de 06 de Maio de 2014, 31, 11.

MONICO, J. F. G.: **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Unesp, 2008.

PAULINO, L. A.; CARNEIRO, A. F. T. **Base de dados gráficos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)**. Anais do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico junho de 2007. Multifinalitário – COBRAC 98, UFSC, Florianópolis, 1998. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/GeodesiaOnline/arquivo/cobrac98/016/016.HTM>> Acesso em 15 de Maio de 2018.

PINTO, M. S.; de O. C. P.; & Monico, J. F. G. (2013). **Influência da combinação de dados GPS e GLONASS no georreferenciamento de imóveis rurais**. Boletim de Ciências Geodésicas, 19(1), p.135–151.

QGIS Development Team, 2.14.14, 2017. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: < <http://www.qgis.org/> > Acesso em: 09 de Maio de 2018.

RAPIDEYE. **Satellite imagery product specifications**. Disponível em: <<https://www.planet.com/>> Acesso em 14 de Maio de 2018.

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. **O desafio da delimitação das áreas de preservação permanente.** Revista *Árvore*, v.29, n.2, p.203-212, 2005.

ROCHA, C. J. S. da; TEIXEIRA, N. N. **Análise do Nível de Precisão dos Georreferenciamentos Feitos com GNSS de Navegação Para o Cadastro Ambiental Rural (CAR/CEFIR) no Estado da Bahia.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 15. p. 211-234., fevereiro de 2017.

RODRIGUES, A.; AROUDO, J. **Sustentabilidade ambiental no Brasil: Biodiversidade, economia e bem-estar humano.** Brasília: IPEIA, 640 p., 2010.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications.** New York: Walter de Gruyter, 2003.

SILVEIRA, T. de A.; CARNEIRO, A. F. T.; PORTUGAL, J. L. **Estruturação de bases cartográficas para sistemas de informação geográfica (SIG).** II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife: 8-11 de setembro de 2008.

SOBRINHO, T. A. et. al. **Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM.** Jaboticabal: v.30, n.1, p. 46-57, jan./fev., 2010.

TEODORO, V. L. I *et. al.* **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local.** Revista UNIARA, n.20, 2007, p.136-155.

TRAGUETA, N. L.; CARDOSO, L. G. Desempenho de receptores de GPS de navegação no cálculo de área e perímetro segundo diferentes configurações. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 105-120, 2009.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos.** Biota Neotropica, v.10, n.4, p.67-75.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. 2005. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras.** Viçosa (MG) – Brasil. Aprenda fácil.