

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA E AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO

**Análise do Módulo do Cadastro Ambiental Rural – CAR:
Estudo de Caso para os Estados de MG, RJ e SP.**

Patrícia Pereira dos Santos

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DO MÓDULO DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL - CAR:
ESTUDO DE CASO PARA OS ESTADOS DE MG, RJ E SP.**

PATRÍCIA PEREIRA DOS SANTOS

Sob a orientação do Professor

Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

e Coorientação do Professor

Jonathas Batista Gonçalves Silva

Dissertação submetida como requisito para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Área de Concentração em Meio Ambiente.

Seropédica, RJ

Abril de 2017

S237a Santos, Patrícia Pereira dos, 1985-
Análise do módulo do Cadastro Ambiental Rural – CAR:
Estudo de caso para os Estados de MG, RJ e SP. /
Patrícia Pereira dos Santos. - 2017.
68 f.: il.

Orientador: Sady Júnior Martins da Costa de
Menezes.

Coorientador: Jonathas Batista Gonçalves Silva.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em
Engenharia Agrícola e Ambiental, 2017.

1. Cadastro Ambiental Rural. 2. Imóvel rural. 3.
Regularização ambiental. 4. Geotecnologias. I.
Menezes, Sady Júnior Martins da Costa de, 1981-,
orient. II. Silva, Jonathas Batista Gonçalves, 1983-,
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós Graduação em Engenharia
Agrícola e Ambiental. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E
AMBIENTAL

PATRÍCIA PEREIRA DOS SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, área de concentração em Meio Ambiente.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/04/2017



Prof. Dr. Sady Júnior Martins da Costa de Menezes (ITR/UFRRJ)
Orientador



Dr. Ricardo Guimarães Andrade (EMBRAPA)



Prof. Dr. Celso Bandeira de Melo Ribeiro (UFJF)

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental – PGEAAmb/UFRRJ, pela oportunidade de realização do curso.

Ao meu orientador professor Dr. Sady Júnior Martins da Costa de Menezes, pela oportunidade, atenção, apoio, paciência e compartilhamento de ideias e conhecimentos, além das palavras de incentivo ao longo desse período.

Aos professores Paula Debiasi e Rafael Coll Delgado, por terem participado do meu exame de qualificação e contribuírem com valiosas sugestões para o aprimoramento dessa pesquisa.

A todos os funcionários do programa e professores que contribuíram para a minha formação durante minha participação em suas disciplinas.

Ao Dr. Ricardo Guimarães Andrade e Prof. Dr. Celso Bandeira de Melo Ribeiro, por aceitarem participar de minha banca de defesa dessa dissertação, e assim, poderem contribuir com essa pesquisa.

Ao senhor Stainer Peixoto Braga, proprietário do imóvel objeto desse estudo, pela confiança e atenção depositada em fornecer todos os documentos e informações necessárias, além do apoio durante a visita de campo.

A FADUC/Comitê de Bacias Hidrográficas da Baía da Ilha Grande, por ter a oportunidade de ter o primeiro contato e trabalhar com o Cadastro Ambiental Rural e me permitirem conciliar o trabalho com essa pesquisa, e ao INEA, por meio da Gerência de Serviço Florestal, pelo fornecendo de capacitações e ensinamentos, além do compartilhamento de conhecimentos dos meus colegas de trabalho durante esse período.

Aos meus pais e minha família, por minha formação e pelo apoio e paciência.

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para possibilitar a execução e conclusão desse trabalho.

RESUMO

SANTOS, Patrícia Pereira. **Análise do Módulo do Cadastro Ambiental Rural - CAR: Estudo de caso para os Estados de MG, RJ e SP.** 2017. 70p Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

O uso de geotecnologias vem sendo amplamente empregado em processos de monitoramento e fiscalização ambiental do território brasileiro. Como forma de identificar os autores de passivos ambientais e promover a regularização ambiental de propriedades rurais privadas, o governo instituiu em âmbito nacional a obrigatoriedade de cadastro no CAR (Cadastro Ambiental Rural), plataforma de registro eletrônico, obrigatório, onde o proprietário/possuidor declara a área de seu imóvel e seus aspectos ambientais. Este trabalho consistiu em analisar e discutir as ferramentas do módulo do CAR, do governo Federal brasileiro, adotado pela grande maioria dos Estados, inclusive o Rio de Janeiro, e comparar com os módulos desenvolvidos pelo Estado de Minas Gerais e São Paulo. Foram analisadas as diferenças entre as plataformas, qualidade das ferramentas disponíveis para a delimitação dos imóveis, das áreas de vegetação nativa, áreas de preservação permanente, área de uso restrito e reserva legal, utilizando-se de imagens gratuitas disponibilizadas por órgãos públicos, e programas computacionais alternativos, além de dados primários coletados nas áreas de estudo, utilizando um aparelho receptor GNSS de navegação, para fins de comparação com as áreas já georreferenciadas por uso de equipamentos topográficos, vislumbrando a possibilidade de se obter diferentes resultados sobre uma mesma realidade espacial, e assim confrontar os resultados a fim de se encontrar a melhor metodologia indicada para o mapeamento no CAR. Os resultados apontam que embora a plataforma do CAR seja bastante amigável e simples, é imprescindível para sua operação conhecimento prévio da legislação vigente, as plataformas permitirem a inserção de dados obtidos por meios distintos, não estabelecendo uma obrigatoriedade padrão de escala de mapeamento e de resolução espacial, com exceção da plataforma paulista, que limita a inserção dos dados, pode possibilitar divergências significativas em relação às informações reais, as imagens disponibilizadas, pela plataforma Federal, para algumas regiões, não atendem satisfatoriamente quanto à identificação visual das feições, principalmente em pequenas propriedades, tornando necessário a utilização de dados e programas computacionais alternativos, com exceção a plataforma do Estado de São Paulo, que fornece imagem de excelente qualidade para a identificação das feições requeridas no CAR, embora não seja atual.

Palavras-chave: imóvel rural, regularização ambiental, geotecnologias.

ABSTRACT

SANTOS, Patrícia Pereira. **Analysis of the module of the Rural Environmental Cadastre - CAR: Case study for the States of MG, RJ and SP.** 2017. 70p Dissertation (Master in Agricultural and Environmental Engineering). Institute of Technology, Department of Engineering, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The use of geotechnologies has been widely used in environmental monitoring and control processes in the Brazilian territory. As a way of identifying the perpetrators of environmental liabilities and promoting an environmental regularization of private rural properties, the government institutes a mandatory national non-CAR (Rural Environmental Cadastre) registry, a mandatory electronic registration platform, where the owner declares A Area of your property and your affairs. This work consisted of analyzing and discussing the research tools of CAR, the federal government, Canada, Rio de Janeiro, and other modules developed by the State of Minas Gerais and São Paulo. The quality of the tools available for the delimitation of the real estate, the native vegetation areas, the permanent preservation areas, the restricted use area and the legal reserve were analyzed, using images provided by public agencies and Alternative computational programs, in addition to primary data collected in the study areas, using a GNSS navigation receiver, for the purpose of solving problems with the geo-referenced areas for the use of topographic equipment, foreseeing a possibility of obtaining different results on the same Spatial reality, and thus confront the results in order to find a better methodology indicated for the mapping in the CAR. The results indicate that the platform of the car is very simple and it is essential for its operation of prior knowledge of the current legislation, as platforms allow an insertion of data obtained by different means, not meeting a standard obligation of scale mapping and spatial resolution, With the exception of the paulista pallet, which limits the insertion of the data, can vary in terms of real information, such as images made available, for the Federal platform, for some regions, not satisfactorily satisfied with the visual identification of the features, Making it necessary to use alternative data and computer programs, with the exception of a platform in the State of São Paulo, which presents an excellent image for the identification of features required in the CAR, although it is not current.

Key words: Rural property, environmental regulation, geotechnology.

LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS

AESF – rea de Escoamento Superficial
APP – rea de Preservao Permanente
ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
AUR – rea de Uso Restrito
CAR – Cadastro Ambiental Rural
CBRN – Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental
CRA – Cota de Reserva Ambiental
CRF – Cota de Reserva Florestal
ESA – European Space Agency
FEMA – Fundao Estadual de Meio Ambiente
GNSS – Global Navigation Satellite Systems
IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INCRA – Instituto Nacional de Colonizao e Reforma Agrária
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITR – Imposto Territorial Rural
MDE – Modelo Digital de Elevao
MMA – Ministério do Meio Ambiente
NASA – National Aeronautics and Space Administration
NIRF – Número de Inscrio na Secretaria da Receita Federal
PMFS – Plano de Manejo Florestal Sustentável
PRA – Programa de Regularizao Ambiental
REM – Radiao Eletromagnética
RL – Reserva Legal
RPPN – Reserva Particular do Patrimnio Natural
SAA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento
SEA – Secretaria Estadual do Ambiente
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SFB – Servio Florestal Brasileiro
SIGAM – Sistema Integrado de Gesto Ambiental
SICAR – Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIG – Sistema de informaoes Geográficas
SLAPR – Sistema de Licenciamento Ambiental das Propriedades Rurais
SNCR – Sistema Nacional de Cadastro Rural
SINIMA – Sistema Nacional de Informaoes sobre Meio Ambiente
SMA – Secretaria de Meio Ambiente
SR – Sensoriamento Remoto
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission
USGS – United States Geological Survey
TC – Termo de Compromisso
UFV – Universidade Federal de Viosa

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Aplicação das regras transitórias, em função do tamanho do imóvel e do uso consolidado.....	20
Tabela 2. Principais diferenças entre a lei paulista e o código florestal nacional, e argumentos utilizados pelo Ministério Público do Estado.....	12
Tabela 3. Dados quantitativos de área (ha), cadastrada no CAR, até 28 de fevereiro de 2017, do Brasil e Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, extraídos do Boletim Informativo do Serviço Florestal Brasileiro.....	29
Tabela 4. Descrição das ferramentas de desenho e importação de dados.....	40
Tabela 5. Características gerais dos satélites RapidEye.....	47
Tabela 6. Características do Landsat 8.....	48
Tabela 7. Características da missão Sentinel 2.....	49
Tabela 8. Coordenadas UTM de cada método adotado.....	51
Tabela 9. Distância horizontal em metros entre as coordenadas do perímetro do imóvel.....	56
Tabela 10. Comparação da distribuição por tamanho de área e percentual de “vegetação” e “não vegetação” nas diferentes imagens em relação ao levantamento de campo.....	59
Tabela 11. Comparação das áreas de declividade.....	60
Tabela 12. Vantagens e desvantagens dos módulos de cadastros comparados (continua).....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Avanço de projetos e iniciativas ao longo do tempo até a criação do CAR.	14
Figura 2. Sistema de Cadastro Ambiental Rural.	16
Figura 3. Fluxograma do sistema de inscrição no CAR.	17
Figura 4. Faixa Marginal de Proteção a ser preservada de acordo com a regra geral.	19
Figura 5. Esquema de definição de Topo de Morro para morro isolado e relevo ondulado, de acordo com a lei 12.651/12.	20
Figura 6. Percentuais de Reserva Legal, estabelecido pela lei 12.651/12.	22
Figura 7. Passo a passo da adequação ambiental do imóvel rural no Estado do Rio de Janeiro.	24
Figura 8. Dados de 28 de fevereiro de 2017, avanço do cadastramento no país.	29
Figura 9. Modelo de um esquema do funcionamento do sensoriamento remoto.	30
Figura 10. Flutuações dos campos elétrico e magnético de uma onda.	31
Figura 11. O espectro eletromagnético e suas principais regiões.	32
Figura 12. Interface do módulo de cadastro e ferramentas de orientação ao usuário.	36
Figura 13. Etapas de inserção de dados nos módulos do CAR Federal e do Estado de Minas Gerais.	37
Figura 14. Passos para a inserção das informações físicas e georreferenciadas do imóvel rural.	38
Figura 15. Itens e ferramentas da etapa Geo.	39
Figura 16. Envio do arquivo gerado no SICAR, e recibo de inscrição gerado.	41
Figura 17. Interface do módulo de cadastro no SICAR-SP.	42
Figura 18. Sequencia do preenchimento da guia "Mapas".	44
Figura 19. Mapa temático final gerado ao término do cadastro.	45
Figura 20. Localização geográfica da área de estudo, no Município de Paraty/RJ.	46
Figura 21. Características das imagens utilizadas.	52
Figura 22. MDE's utilizados na pesquisa.	53

Figura 23. Comparação entre os polígonos gerados pelos diferentes métodos da área de estudo.....	55
Figura 24. Comparação visual entre as imagens utilizadas.	57
Figura 25. Comparação dos resultados encontrados em vegetação e não vegetação para as diferentes imagens em relação ao levantamento de campo (GPS).....	58
Figura 26. Polígonos das classes de declividade gerados.....	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Evolução Histórica e Origem do Cadastro Ambiental Rural	13
2.2 Modularidade do Sistema de Cadastro Ambiental Rural	15
2.3 O Novo Código Florestal e os Temas Abordados	18
2.3.1 Área de Preservação Permanente – APP	19
2.3.2 Área de Uso Restrito - AUR	21
2.3.3 Reserva Legal - RL	21
2.4 Legislações Estaduais	23
2.4.1 Estado do Rio de Janeiro	23
2.4.2 Estado de Minas Gerais	25
2.4.3 Estado de São Paulo	26
2.5 Cenário Atual da Implementação do CAR	28
2.6 Sensoriamento Remoto	30
2.6.1 Sistemas sensores	32
2.7 Processamento digital de imagens	34
3 MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Passo a Passo da Inserção de Dados nos Módulos de Cadastro Federal e Estaduais	35
3.1.1 Módulo de cadastro Federal e mineiro	35
3.1.2 Módulo de cadastro paulista	42
3.2 Área de Estudo	46
3.3 Satélites e sensores utilizados na pesquisa	47
3.3.2 Landsat 8	47
3.3.3 Sentinel 2	48
3.3.4 Ortofoto IBGE	49
3.3.5 Ortofoto Emplasa	49
3.4 Modelos Digitais de Elevação	50
3.5 Base de Dados e Ferramentas Utilizadas	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 Recomendações Futuras	63
5 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que concentra umas das maiores biodiversidades do planeta, com grande endemismo e densidade vegetal, considerada fundamental para a regularização do clima na Terra. Paralelamente a esse potencial, está a responsabilidade pela sua preservação, em esforços conjuntos entre o poder público e população, contando ainda com apoio internacional.

O país é grande referência no mercado internacional de produção de alimentos provenientes da agropecuária, e além de prover o abastecimento interno, é o 4º maior exportador mundial, proporcionando grande impacto na economia de acordo com a CNA, 2017. Com o incentivo ao crescimento da produção agrícola, principalmente a pecuária, ocorreu a expansão desse setor, invariavelmente sobre as áreas verdes, produzindo extensas áreas degradadas, perda de biodiversidade, e degradação dos recursos hídricos, Feistauer et. al (2014). Apesar da legislação ambiental brasileira ser considerada uma das mais rigorosas e evoluídas do planeta, sua aplicabilidade é questionada, principalmente pela dificuldade em fiscalizar os possíveis infratores.

Em vista disso, a preocupação com o desmatamento, possibilitou avanços com investimentos em instrumentos cada vez mais sofisticados nas áreas de monitoramento e fiscalização, utilizando tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento, o que culminou na criação de projetos e programas pioneiros, como o RadamBrasil e o PRODES (Programa de Controle de Desflorestamento da Amazônia), e que posteriormente foi expandido para todo o território nacional (Nascimento et. al., 2012 e Trancoso, 2013).

Visando solucionar falhas de monitoramento da aplicação do Código Florestal de 1965 e sob o argumento da dificuldade em aplicá-lo, foi instituída a lei 12.651/12, que revogou o antigo código e o substituiu, e entre outras inovações, criou um instrumento no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente - SINIMA, o Cadastro Ambiental Rural - CAR.

O CAR é um registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, e tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação dos aspectos ambientais do imóvel rural e seu georreferenciamento, tendo por objetivo subsidiar políticas, programas, projetos e atividades de controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, combatendo o desmatamento.

Por intermédio do CAR, todas as informações referentes à situação ambiental das Áreas de Preservação Permanente - APP, das áreas de Reserva Legal - RL, Remanescentes de Vegetação Nativa, das Áreas de Uso Restrito – AUR, das Áreas Consolidadas, ou antropizadas, e das Áreas de Pousio, das propriedades e posses rurais do país, compõe uma base de dados integrada, com imagens de satélites.

No entanto, de acordo com Laudares (2013), embora o monitoramento de áreas rurais por sensoriamento remoto seja uma ferramenta importante para a gestão ambiental, precisará ser utilizada criteriosamente, pois, para simplificar o processo, para a elaboração do cadastro no CAR não é obrigatório apresentar um responsável técnico, pessoa habilitada para realização do cadastro, sendo permitido que o próprio proprietário ou possuidor rural faça seu croqui do imóvel, com a delimitação do perímetro e das respectivas áreas de preservação diretamente sobre a imagem de satélite. Tal estratégia, por um lado, facilita a inscrição dos proprietários/possuidores rurais, mas, por outro, pode dificultar a análise e validação no sistema, podendo haver discrepâncias nos dados declarados. A correção desses fatores em outra etapa seria muito onerosa ao poder público, pois implicaria na necessidade de

verificação *in loco* dos dados declarados, o que dependendo das circunstâncias inviabilizaria o processo.

O presente estudo consistiu em analisar e discutir a legislação pertinente ao CAR, a nível Federal e Estadual, e as ferramentas disponibilizadas para a inserção das informações solicitadas pelos módulos de Cadastro Ambiental Rural, pelo Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente – MMA, adotada pelo Estado do Rio de Janeiro, e dos Estados de Minas Gerais e São Paulo, adaptadas ou criadas para a mesma finalidade.

Foram discutidas as metodologias para identificar e georreferenciar os aspectos ambientais preconizados pela lei Federal 12.651/2012, no tocante a delimitação do perímetro do imóvel, identificação de vegetação nativa, e de áreas de declividade protegidas, APP e AUR, além dos recursos disponibilizados nos respectivos módulos de cadastro, comparando as imagens disponibilizadas pelos mesmos, RapidEye, Ortofoto Emplasa e Google imagens, com outras imagens gratuitas disponíveis, Ortofoto IBGE, Landsat 8 e Sentinel 2A, e utilizando Modelos Digitais de Elevação – MDE's, igualmente gratuitos, provenientes do projeto RJ 25k IBGE, SRTM e ASTER, para verificação das informações ambientais de declividade. Todos os dados foram processados no *software* QGIS 2.14.6.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Evolução Histórica e Origem do Cadastro Ambiental Rural

O CAR, foi derivado, a partir da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto - SR, utilizadas para a identificação de desmatamentos, principalmente, da floresta amazônica, projetos operacionalizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que obteve avanço até sua criação.

Trata-se de um mecanismo, desenvolvido a partir de um projeto do governo do Estado do Mato Grosso, pela extinta, Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEMA, que criou o Sistema de Licenciamento Ambiental das Propriedades Rurais – SLAPR, que passou a funcionar entre os anos de 1999 e 2000, e inovou ao utilizar um sistema informatizado, com o uso de SR e Sistema de Informações Geográficas - SIG, para o monitoramento, fiscalização e licenciamento ambiental, em um estado cuja produção agropecuária é destaque. (Azevedo, 2009). O SLAPR tinha o objetivo de cumprir a lei nº 4.771 de 1965, o código florestal, com relação às áreas de RL's e APP's em terras privadas, o que até então não tinha sido devidamente implementado.

De acordo com Pires (2014), com a implantação do SLAPR, e campanhas realizadas pela FEMA, houve significativa adesão dos proprietários de imóveis rurais. E desenvolvidos, a partir disso, diversas experiências em cadastramento e instrumentos de aprimoramento da metodologia de implantação do projeto, que posteriormente recebeu o apoio do Ministério do Meio Ambiente – MMA, para a sua replicação aos demais Estados da Amazônia Legal.

No entanto, apesar de se apresentar como uma proposta promissora, foi apontada pelo, Instituto Socioambiental – ISA e Instituto Centro de Vida – ICV, em um estudo encomendado pelo MMA, publicado em 2006, como um sistema com falhas em sua operação, principalmente com relação a deficiência da fiscalização do órgão ambiental, a ausência de integração das informações com órgãos da esfera Federal, como o IBAMA, e aplicação de sanções leves às infrações cometidas, além da dependência da empresa, responsável pela implantação do sistema eletrônico, e custo elevado para aquisição de imagens de satélite e contratação de profissional especializado, pelos produtores.

Segundo Azevedo (2009), apesar do projeto, o desmatamento no Estado do Mato Grosso, continuou aumentando, mesmo nas propriedades que haviam sido cadastradas no sistema. No entanto, de acordo com Pires (2014), não se pode julgar o sistema e seu conceito, mas a forma como foi executado pelo órgão responsável, possivelmente, sofrendo pressão dos interesses em favor da expansão da fronteira agropecuária da Amazônia (figura 1).

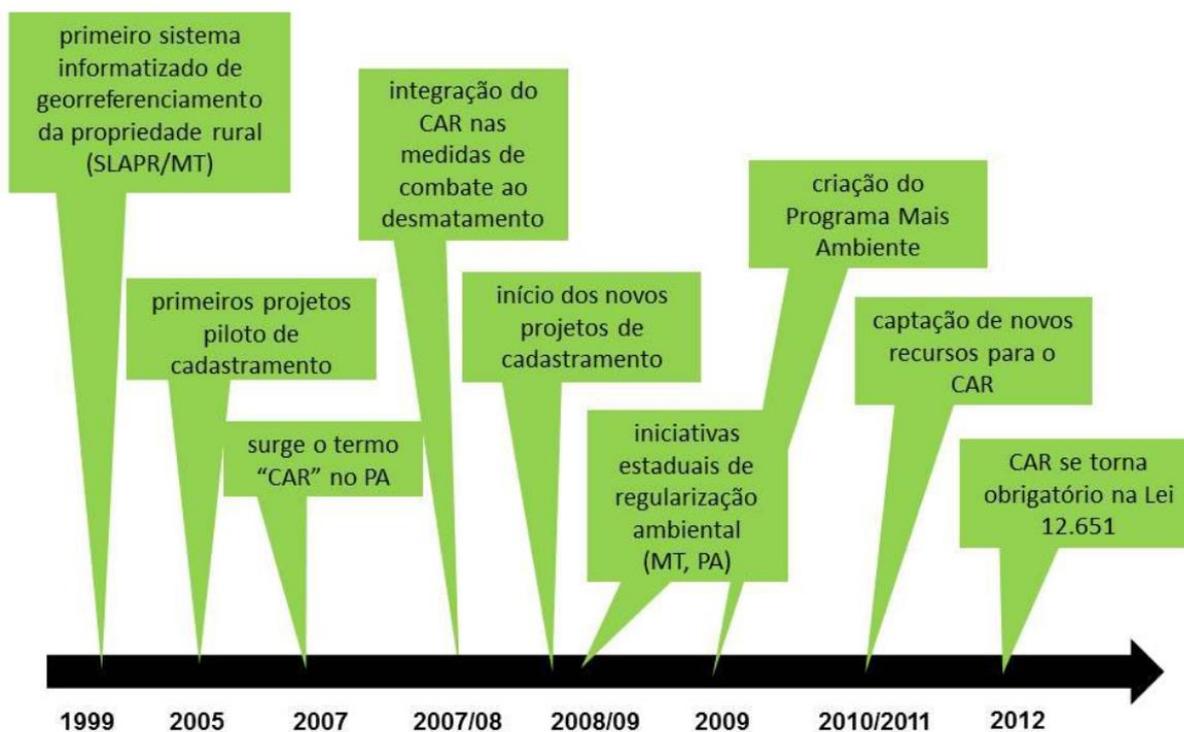


Figura 1. Avanço de projetos e iniciativas ao longo do tempo até a criação do CAR.

Fonte: MMA (2012).

Os demais Estados passaram a adotar o conceito de um cadastro integrado ao licenciamento ambiental das propriedades rurais privadas, o que originou o termo, Cadastro Ambiental Rural, inicialmente cunhado pelo Estado do Pará, no ano de 2007, que condicionou o CAR ao licenciamento ambiental.

O Governo Federal, então, editou o decreto nº 6.321/2007, que reuniu uma série de medidas responsáveis pelo combate ao desmatamento, além da portaria MMA nº 102/2009, que estabelece os critérios para inclusão de Municípios em uma lista de Municípios situados na Amazônia Legal, prioritários para ações de combate ao desmatamento, entre elas, projetos de cadastramentos, MMA (2012).

Posteriormente, foi criado por meio do decreto Federal nº 7.029/2009, o Programa Mais Ambiente, como uma tentativa de implementar o CAR em nível nacional. Porém, a participação dos Estados era facultativa, e em contrapartida, oferecia apoio diferenciado a adequação ambiental, visando a estruturação de uma política nacional minimamente universalizada. Este veio a ser substituído pelo Programa Mais Ambiente Brasil, que resgatou os princípios do anterior, e tem a função de apoiar a regularização ambiental dos imóveis rurais, cujos passivos forem identificados no CAR.

Paralelamente as iniciativas de regularização dos imóveis rurais, vinha sendo discutido os mecanismos da lei nº 4.771/1965, e contestada a sua aplicabilidade. O que originou a lei nº 12.651/2012, que o revogou e o substituiu, e que seguida pelos decretos nº 7.830/2012, nº 8.235/2014 e instrução normativa nº 2 MMA de maio de 2014, estabeleceu programas inovadores de controle e incentivo ao cumprimento da lei, por meio da criação do CAR, do PRA, do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas, e das CRA's, Brancalion et. al. (2016).

Por intermédio do CAR, todas as informações referentes à situação ambiental das APP's, das áreas de RL's, dos remanescentes de vegetação nativa, das AUR's e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do país irão compor uma base de dados integrada, com imagens de satélite, disponíveis a população e útil aos gestores e criadores de políticas públicas.

2.2 Modularidade do Sistema de Cadastro Ambiental Rural

O CAR foi instituído, pela lei nº12.651, de 25 de maio de 2012, como um cadastro obrigatório para todo imóvel rural brasileiro, sejam eles públicos ou privados, assentamentos da reforma agrária e áreas de povos e comunidades tradicionais que façam uso coletivo do seu território, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente - SINIMA, sem caráter fundiário, e regulamentado pelo decreto Federal 7.830, de 17 de outubro de 2012, que criou o Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, para o recebimento, gerenciamento e integração das informações ambientais dos imóveis rurais cadastrados. A instrução normativa nº 2 MMA, de maio de 2014, estabeleceu os requisitos técnicos para o cadastramento no CAR.

O cadastro tem natureza declaratória, ou seja, a responsabilidade das informações prestadas e sua atualização, é de responsabilidade do declarante, que incorrerá em sanções penais e administrativas, sem prejuízo de outras previstas na legislação, quando total ou parcialmente falsas, enganosas ou omissas, de acordo com o art. 6º do decreto Federal nº 7.830/12. Vale destacar, que conforme previsto na lei nº12.651/12, o CAR não será considerado como documento para fins de reconhecimento do direito de propriedade ou posse.

O prazo para a inscrição no CAR, inicialmente era de 1 ano, prorrogável por igual período, contando a partir de maio de 2014, em 2015 foi aprovada a sua prorrogação por mais um ano, e em 2016 foi promulgada a lei nº 13.335 que estendeu o prazo para o cadastramento, para dezembro de 2017, podendo ainda ser prorrogado novamente por mais 1 ano, estendendo consequentemente, o prazo para a adesão ao PRA, e para acesso ao crédito rural.

Para a execução do CAR, os entes federativos, integrantes do SINIMA, devem disponibilizar em sítio eletrônico, um programa para o cadastramento, integrado ao SICAR, que deve prever, não só a inscrição, mas a consulta e acompanhamento dele, e da regularização ambiental dos imóveis rurais cadastrados. Além de fornecer ferramentas para que os Estados possam monitorar a manutenção, a recomposição, a regeneração, a compensação e a supressão da vegetação nativa e da cobertura vegetal nas APP's, AUR's, e RL's, no interior dos imóveis rurais. Com o objetivo principal de promover o planejamento ambiental e econômico no uso do solo, e conservação ambiental do imóvel rural, pelos órgãos ambientais e proprietários e possuidores rurais.

O Governo Federal dispõe de um módulo de cadastro e sítio eletrônico destinado para essa finalidade, com o acesso <<http://www.car.gov.br/#/>>, onde é possível obter o módulo de cadastro, acompanhar a inscrição do imóvel, tirar dúvidas, e obter informações gerais sobre o

estado do CAR em nível nacional. Aos Estados, são facultados a utilização da plataforma Federal, fazendo-o por meio de instrumento de cooperação com o MMA, ou a produzir plataforma específica, para atender as peculiaridades locais, desde que compatíveis com os padrões do SICAR (figura 2).

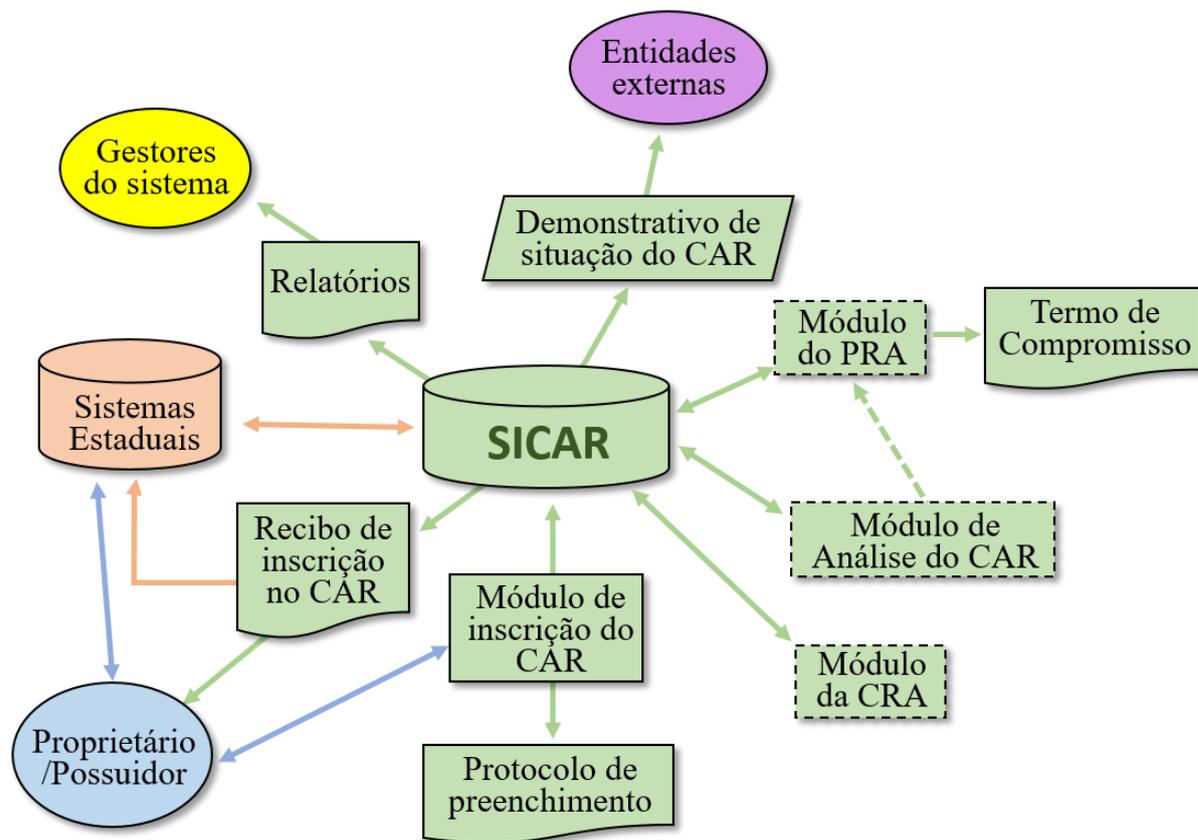


Figura 2. Sistema de Cadastro Ambiental Rural.

Fonte: Adaptado de MMA (2014).

O Estado do Rio de Janeiro, optou por assinar um Termo de Cooperação – TC, com o MMA, e utilizar a plataforma Federal, com o gerenciamento do Instituto Estadual do Ambiente – INEA. O Estado de Minas Gerais adotou uma plataforma bastante similar a nacional, que foi adaptada pelos mesmos desenvolvedores da plataforma Federal, a Universidade Federal de Lavras – UFLA, disponível no sítio eletrônico <<http://www.car.mg.gov.br/#/site>>, sob responsabilidade da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. E o Estado de São Paulo, desenvolveu uma plataforma *on line*, distinta das demais, acessada no sítio do Sistema Integrado de Gestão Ambiental, o SIGAM, em <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/>>, e administrada pela Secretaria do Estado do Ambiente.

Por meio do SICAR, após a inscrição no CAR e envio do cadastro para o sistema, é gerado para o proprietário/possuidor, um recibo, que consta as informações fornecidas e o número vinculado ao Estado a que o imóvel pertence, esses dados são acessados pelos órgãos representantes de cada Estado, que tem a responsabilidade de analisa-los, requerer retificações, informações, validar, cancelar, aprovar a RL proposta e identificar os passivos

ambientais, para posterior assinatura dos TC's, e adesão ao PRA, assim como a vegetação excedente para a adesão aos programas de compensação ambiental, e emissão das CRA's.

Todos os dados, são processados pelo órgão gestor Federal, o MMA, por meio do Serviço Florestal Brasileiro – SFB, e são disponibilizados a acesso público, em seu sítio eletrônico, resguardando o sigilo das informações pessoais dos proprietários e possuidores (figura 3).

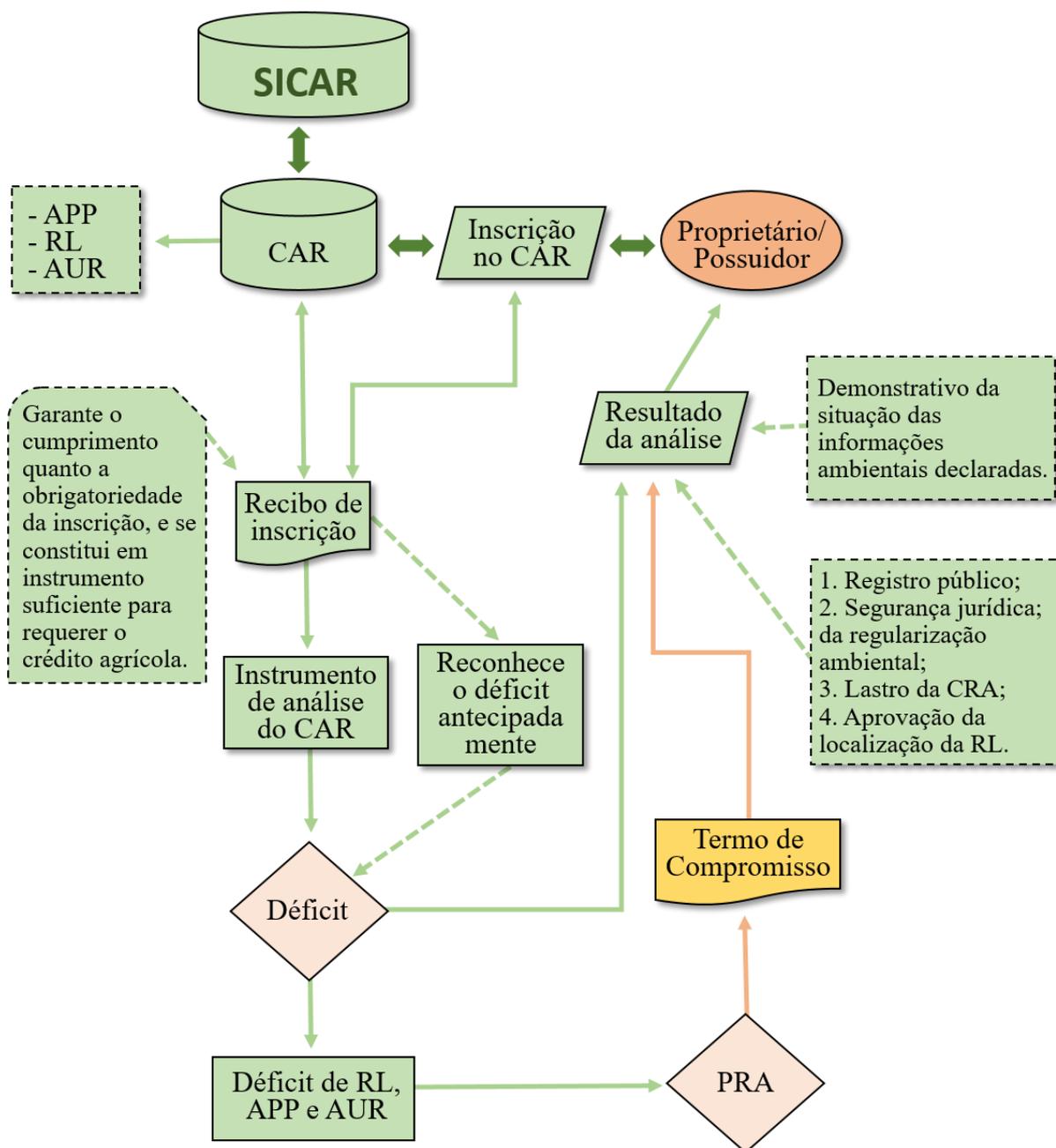


Figura 3. Fluxograma do sistema de inscrição no CAR.

Fonte: MMA (2014).

2.3 O Novo Código Florestal e os Temas Abordados

A lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a vegetação nativa e revogou o antigo código florestal, a lei nº 4.771/65, tem como objetivo principal, promover o desenvolvimento sustentável, e estabelecer normas gerais sobre a proteção da vegetação, as áreas de APP e as áreas de RL, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e a prevenção dos incêndios florestais e inclui a previsão de instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Entre os princípios gerais dessa lei estão, a afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas, biodiversidade, solo, recursos hídricos, integridade do sistema climático; a reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade de vida da população; o compromisso do País com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação; a criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais; a criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis e o fomento a pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa.

As críticas e debates que permitiram a formulação de uma nova lei, para substituir o código florestal de 1965, iniciaram a cerca de 2 décadas, por um lado, pelos ambientalistas, que criticavam a baixa operacionalidade, e as lacunas que ela continha, em relação aos incentivos econômicos para a conservação e estabelecimento da RL, por outro, pelo ruralistas, que defendiam a diminuição do grau de proteção à vegetação nativa nas propriedades privadas, e também a diminuição da criação de Unidades de Conservação e homologação de Terras Indígenas e de Comunidades Quilombolas. O governo, por sua vez, assegura, que o resultado, que sofreu críticas de ambas as partes, foi harmônico, Pires (2014).

As principais diferenças, da atual lei para a anterior, são as aplicações das regras transitórias, para as áreas de APP e RL. Possibilitando a anistia de multas e obrigatoriedade de recomposição das áreas desmatadas anteriormente a 22 de julho de 2008, a título de área consolidada em APP's e flexibilizando a alocação e aprovação das áreas de RL, que mantiveram seus percentuais de preservação em função do bioma local, previstos no antigo código florestal, porém trouxe diferentes instrumentos e mecanismos para sua alocação, sendo permitida ainda, a sobreposição sobre áreas de APP's e redução desses percentuais em função da área consolidada.

A diferença mais significativa, porém, está na criação das regras transitórias, popularmente denominada, regra da “escadinha”, que se aplicam a imóveis que possuem produção consolidada sobre áreas de APP's e RL's, até 22 de julho de 2008, e tem regras diferentes, relacionadas ao tamanho do imóvel rural, TNC (2015). A data de 22 de julho de 2008, é definida por ser a data da aprovação do decreto nº 6.514, que trata das infrações ao meio ambiente e regulamenta a lei de crimes ambientais, publicada em 1998, esse decreto determinou a aplicação de multas pesadas para quem tinha passivos ambientais.

Para o CAR, as regras são mais flexíveis, para imóveis com até 4 módulos fiscais (unidade, em hectare, estabelecida pelo INCRA, com base no perfil econômico do município e seu potencial agrícola), considerados pequenas propriedades, terras indígenas demarcadas e área tituladas de povos e comunidades tradicionais.

2.3.1 Área de Preservação Permanente – APP

Considera-se APP, em zonas rurais ou urbanas, as áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As APPs hídricas, em regra geral, são classificadas, como as faixas marginais de qualquer curso d'água perene ou intermitente, excluído os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima definida em razão da largura do curso d'água; em área em torno de lago e lagoas naturais; em área no entorno de nascentes e olhos d'água perene, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros (figura 4).

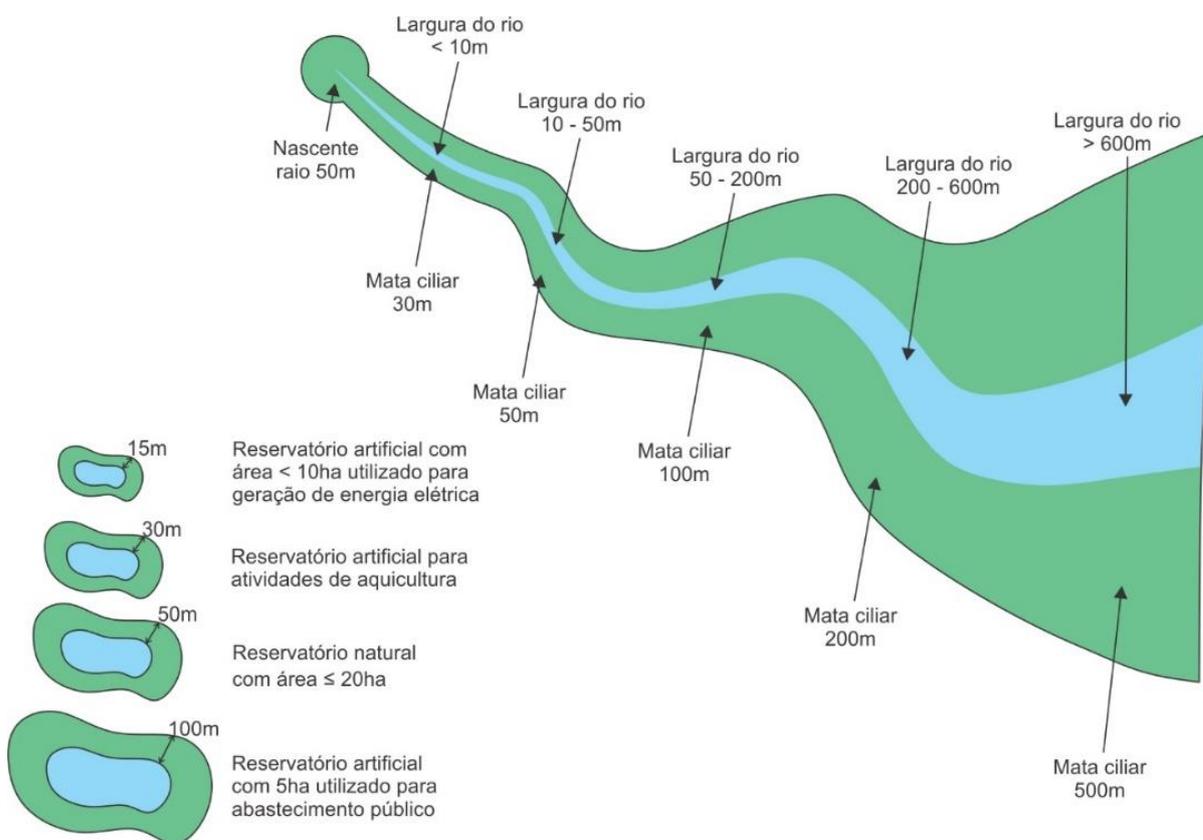


Figura 4. Faixa Marginal de Proteção a ser preservada de acordo com a regra geral.

Fonte: MMA (2014).

Com exceção dos beneficiários das regras transitórias, sistema “escadinha”, que se aplica em imóveis, de até 4 módulos fiscais, que expandiram a área de produção sobre as APPs e RLs, até de 22 de julho de 2008. Imóveis estes, cuja a área de preservação a ser recomposta não poderá ser superior a 10% do tamanho de sua área total, para imóvel de 0 a 2 módulos fiscais, e de 20% de 2 a 4 módulos, conforme tabela 1, e as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento.

Tabela 1. Aplicação das regras transitórias, em função do tamanho do imóvel e do uso consolidado.

Módulos Fiscais	Cursos d'água (largura)		Nascentes e olhos d'água perenes	Lagos e lagoas naturais	Teto de preservação (soma total de APPs) **
	Até 10 m	+ de 10 m			
0 a 1	5 m	5 m	5 m	5 m	10% da propriedade
1 a 2	8 m	8 m	8 m	8 m	10% da propriedade
2 a 4	15 m	15 m	15 m	15 m	20% da propriedade
4 a 10	20 m	30 a 100 m *	15 m	30 m	Recomposição integral
Acima de 10	30 m	30 a 100 m*	15 m	30 m	Recomposição integral

*Metade da largura do rio, observando o mínimo de 30 e máximo de 100m

**Para medição do teto de preservação, utilizar a área da propriedade em 22/07/2008

As APPs de relevo são classificadas como, as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive; Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação (figura 5), e áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

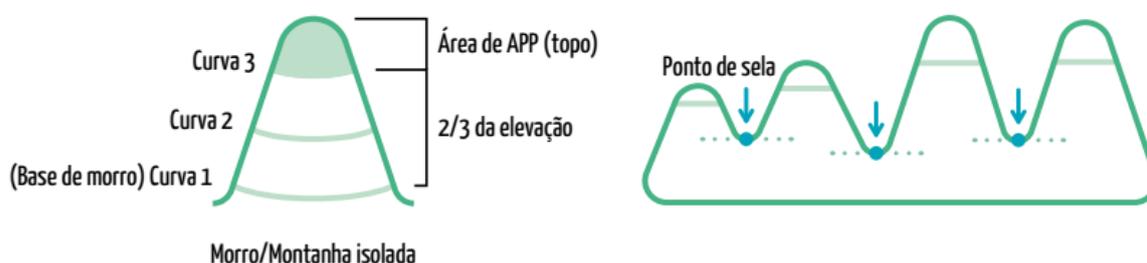


Figura 5. Esquema de definição de Topo de Morro para morro isolado e relevo ondulado, de acordo com a lei 12.651/12.

Fonte: INEA (2015).

No caso em que se apliquem as regras transitórias, será admitida nas APPs de relevo, atividades florestais, culturas de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, bem como da infraestrutura física associada ao desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris, vedada a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo.

Com relação ao pastoreio extensivo, nessas APP's, deverá ficar restrito às áreas de vegetação campestre, admitindo-se o consórcio com vegetação lenhosa perene ou de ciclo longo. E ainda para em bordas de tabuleiros, para imóveis com até 4 módulos fiscais, podem ser mantidas outras atividades agrossilvipastoris, desde que previstas e autorizadas no PRA.

São considerados também, como APP, as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; os manguezais, em toda a sua extensão, onde é assegurada a regularização das atividades e empreendimentos de carcinicultura e salinas cuja implantação tenha ocorrido antes de 22 de julho de 2008, desde que o empreendedor, pessoa física ou

jurídica, comprove sua localização em apicum ou salgado e se obrigue, por termo de compromisso, a proteger a integridade dos manguezais arbustivos adjacentes.

A lei 12.651/12, determina um regime de proteção as APP's, onde a vegetação situada em área de preservação, deverá ser mantida pelo proprietário, possuidor ou ocupante da área a qualquer título, sendo obrigado a promover a recomposição da vegetação, no que estiver previsto em lei, estando a obrigação transferida ao sucessor de domínio ou posse do imóvel.

No entanto, a supressão de vegetação nativa em área de APP, pode ser autorizada em caso de utilidade pública, como: obras de infraestrutura em sistema viário, saneamento, energia, telecomunicações, instalações necessárias à realização de competições esportivas, mineração etc., interesse social, por exemplo: atividades como prevenção, combate e controle do fogo, erradicação de espécies invasoras, exploração agroflorestal e captação e condução de água e efluentes tratados, ou de baixo impacto ambiental, como: abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes, trilhas para o desenvolvimento do ecoturismo, construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro etc.

2.3.2 Área de Uso Restrito - AUR

São áreas cujo uso é limitado, em virtude de suas características, sendo definidas como, as áreas de inclinação entre 25° e 45°, onde poderão ser permitidos, o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social.

Também é considerado AUR, os pantanais e planícies pantaneiras, onde é permitida a exploração ecologicamente sustentável, devendo-se considerar as recomendações técnicas dos órgãos oficiais de pesquisa, ficando novas supressões de vegetação nativa para uso alternativo do solo condicionadas à autorização do órgão Estadual, e se for o caso, municipais de meio ambiente.

2.3.3 Reserva Legal - RL

Considera-se RL, a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12 da lei nº 12.651/2012, com a função de assegurar o uso econômico 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 da fauna silvestre e da flora nativas.

Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de RL, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as APP's, observados os percentuais mínimos em relação à área do imóvel, que, se localizado na Amazônia legal: 80% do imóvel situado em área de floresta; 35% do imóvel situado em área de cerrado; e 20% do imóvel situado em área de campos gerais. E, se localizado nas demais regiões do país: 20% do imóvel (figura 6).



Figura 6. Percentuais de Reserva Legal, estabelecido pela lei 12.651/12.

No entanto, a lei nº12.651/12, abriu uma exceção no seu art. 67, ao estabelecer que nos imóveis rurais que detinham área de até 4 módulos fiscais, em 22 de julho de 2008, e que possuam remanescentes de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto, a RL será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo.

Antes da aprovação do novo código, a legislação anterior, determinava que a área e os limites da RL, deveria ser averbada em cartório, a margem da matrícula do imóvel, e assim disponibilizada a acesso público.

Com a nova lei, a averbação em cartório se tornou facultativa, podendo agora ser realizada de forma simplificada por meio da inscrição do CAR, onde é indicada a uma área proposta para a RL, que deve ser analisada pelo órgão ambiental que, levará em consideração, o plano de bacia hidrográfica da região do imóvel, o Zoneamento Ecológico-Econômico, a formação de corredores ecológicos com outra RL, com APP, com UC ou com outra área legalmente protegida, as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade e as áreas de maior fragilidade ambiental, para validar e aprovar, ou não, a área indicada.

A RL também pode ser estabelecida em regime de condomínio, onde uma área de vegetação nativa, que é comum a um grupo de proprietários/propriedades, e estabelecida como RL e deve obedecer ao percentual de preservação previsto em lei proporcional a área total dos imóveis que formam o condomínio. Para as pequenas propriedades, as regras são mais flexíveis, quem não possuía até 22 de julho de 2008, os percentuais de vegetação nativa exigidos por lei, passam a considerar para fim de RL, apenas o que havia até esse período. Assim, como fica permitido também o cômputo das APP's cobertas por vegetação nativa. As outras modalidades possíveis para o cumprimento da reserva legal, são a regeneração natural, a recomposição e a compensação.

A regeneração natural consiste na recuperação de uma área por meio da sucessão natural, necessitando apenas do isolamento da área a ser recuperada para que esta se desenvolva, impedindo por exemplo a passagem de máquinas e animais, Engel e Parrota (2003). O prazo para a conclusão da regeneração natural ou recomposição é de até 20 anos, sendo exigido o mínimo de 5% ao ano. A recomposição, segundo o decreto nº 7.830/2012, é a reconstrução de um ecossistema ou comunidade biológica nativa degradada ou alterada a condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Na recomposição, é permitido ainda, a exploração agroflorestal, podendo intercalar o plantio de 50% espécies nativas da região, com 50% de espécies exóticas ou frutíferas.

Um outro mecanismo para a regularização da reserva legal, é a compensação, que ocorre quando o proprietário ou possuidor de um imóvel com um déficit de RL, que não quer optar pela regeneração ou recomposição, pode compensar em um outro imóvel de mesma

titularidade, ou adquirir ou locar uma área equivalente em extensão, desde que no mesmo bioma do imóvel que se quer compensar.

Porém, para o cômputo de APP, regeneração, recomposição e compensação, o proprietário ou possuidor, não poderá obter licença para supressão de vegetação no imóvel, para outros usos do solo, ou seja, caso exista remanescente de vegetação nativa no imóvel onde optou-se por uma dessas modalidades, o remanescente de vegetação nativa deverá ser mantido conservado.

2.4 Legislações Estaduais

2.4.1 Estado do Rio de Janeiro

O Estado do Rio de Janeiro, criou o decreto nº 44.512, de dezembro de 2013, que dispõe sobre o CAR, o PRA, a RL, e seus instrumentos de regularização, o regime de supressão de florestas e formações sucessoras para uso alternativo do solo, a reposição florestal e dá outras providências.

O decreto definiu o CAR, como o principal instrumento para a regularização ambiental dos imóveis rurais. Em linhas gerais, apresentou definições baseadas na lei nº 12.651/12 e no decreto Federal nº 7.830/12, quando se refere ao CAR, por outro lado, traz esclarecimentos importantes com relação aos mecanismos do Estado para o estabelecimento do PRA e das CRA's.

Com relação ao CAR, o decreto explica os processos que correrão no órgão ambiental Estadual responsável, o INEA, para a análise dos dados inseridos, aprovação, solicitação de retificações ou cancelamento. Estabelecendo o CAR como pré-requisito obrigatório, para a aprovação da localização da RL, adesão ao PRA; emissão de CRA, e do Crédito de Reposição Florestal – CRF, e para a emissão de autorização ambiental para a supressão de vegetação.

O decreto institui no Estado do Rio de Janeiro, o PRA, compreendendo um conjunto de ações e iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental, com vistas à manutenção e recuperação de APP's e de RL's e ao uso adequado de matéria-prima florestal.

Após análise, adequação, quando necessária, e aprovação dos termos contidos na inscrição do CAR, e requerimento de adesão ao PRA, o INEA convocará o proprietário ou possuidor para assinar um termo de compromisso, título executivo extrajudicial, elaborado com base no requerimento de adesão ao PRA, contendo no mínimo, os compromissos a serem cumpridos pelo proprietário; método de recuperação; prazo de cumprimento da recuperação e sanções pelo descumprimento do TC. E mediante a assinatura do TC, fica automaticamente suspensas as sanções por infrações relacionadas a supressão irregular em áreas de APP, RL e AUR, cometidas até 22 de julho de 2008.

Os imóveis com até 4 módulos fiscais, poderão receber do poder público, apoio técnico gratuito para a recomposição da área de RL, por meio do fornecimento de mudas e compartilhamento de informações técnicas.

Na RL será admitida a exploração econômica, mediante manejo florestal sustentável, de acordo com os procedimentos técnicos previstos no Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, plano de administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal. O processamento para a regularização no Estado está explicitado na figura 7.

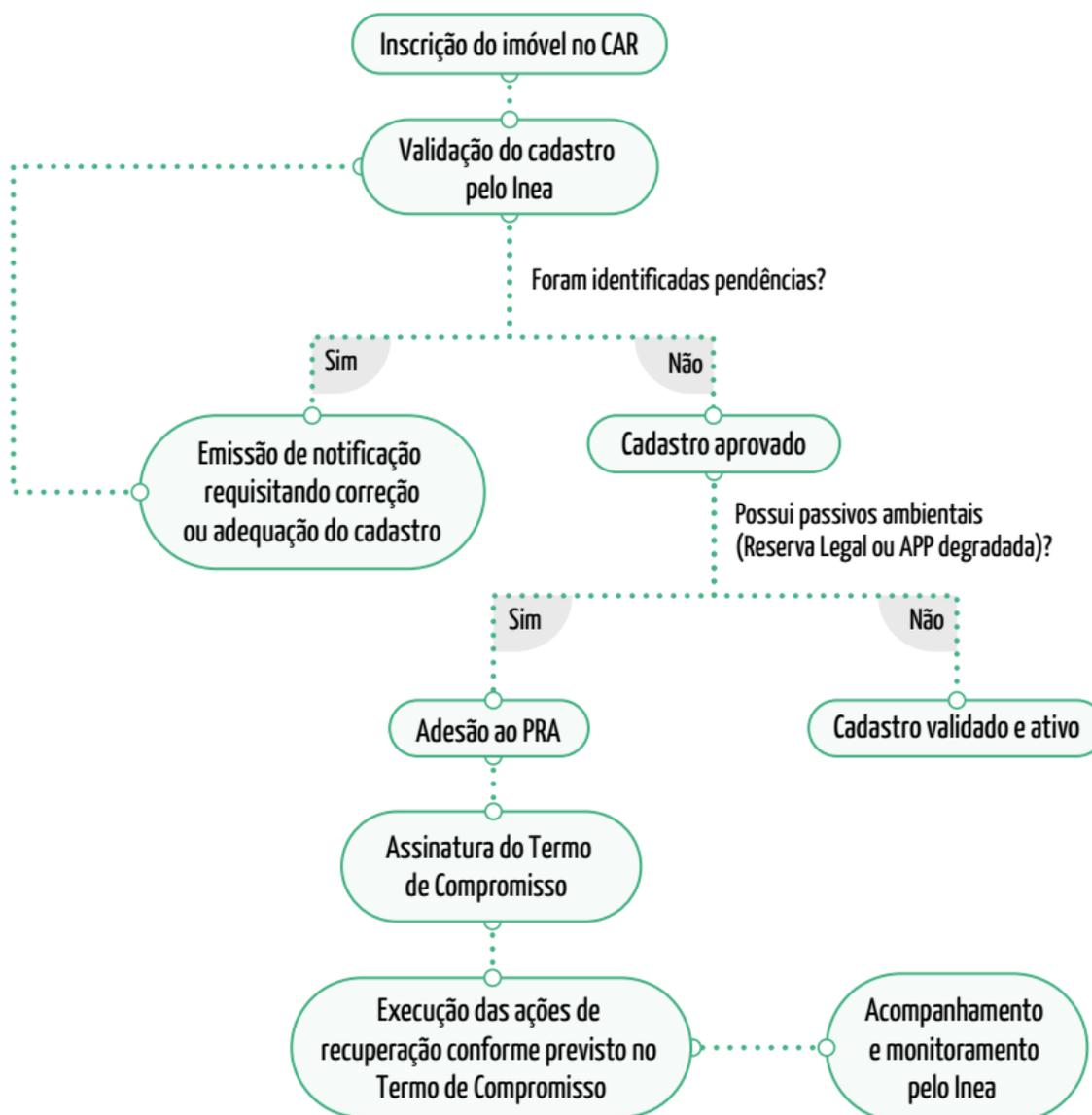


Figura 7. Passo a passo da adequação ambiental do imóvel rural no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: INEA (2015).

A CRA é um título nominativo representativo de vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação, sob regime de servidão ambiental, correspondente à área de RL instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais exigidos em lei, protegida na forma de Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, INEA (2015).

A CRA será emitida pelo INEA, após a aprovação da proposta, e identificará, o número da CRA no sistema único de controle e no Sistema Estadual de Registro, o nome do proprietário do Imóvel Gerador, a dimensão e a localização exata do Imóvel Gerador, com memorial descritivo, entre outras informações.

Cada CRA corresponderá a 1 (um) hectare de área com vegetação nativa primária ou secundária em qualquer estágio de regeneração ou recomposição mediante reflorestamento com espécies nativas.

A CRA poderá ser transferida, onerosa ou gratuitamente, a pessoa física ou a pessoa jurídica de direito público ou privado, mediante termo assinado pelo titular da CRA e pelo adquirente. E poderá ser utilizada para fins de compensação de vegetação nativa.

O CRF é definido, como título representativo de vegetação resultante de plantio florestal, devidamente comprovado e emitido pelo INEA. Por meio deste mecanismo, aqueles que efetuarem reflorestamentos voluntários de espécies nativas em suas propriedades poderão requerer ao INEA a emissão de CRF (cada CRF representa um hectare de plantio). Posteriormente será possível negociar estes créditos com empresas ou pessoas físicas que possuam obrigações relativas ao cumprimento de reposição florestal, Bochner et. al. (2015).

As CRA's e os CRF's serão emitidos por ato do INEA, registrados e mantidos em um sistema de controle registro – Sistema Estadual de Registro, integrado ao CAR, em conta específica em nome de pessoas físicas ou jurídicas a elas vinculadas.

O INEA editou ainda a resolução de nº 93, que estabelece a metodologia a ser utilizada para a delimitação de Topo de Morro no Estado, motivada pela impossibilidade de se demarcar, de imediato, todas as APP's com base em dados de campo, e a necessidade de se estabelecer uma metodologia única para a delimitação com o fim de assegurar o princípio da segurança jurídica, criando um sistema com procedimentos automatizados.

Para a delimitação das áreas APP de Topo de Morro, de acordo com a resolução, deve ser adotada a Base Cartográfica IBGE/SEA na escala 1:25.000, ou, quando disponível, outra base cartográfica de fé pública em escala de maior detalhe.

Entre os procedimentos para a delimitação de topo de morro, está a elaboração de um Modelo Digital de Elevação – MDE, hidrologicamente consistente, adotando tamanho de célula adequada a escala; a inversão do MDE; delimitação das depressões a partir do MDE invertido, para a obtenção da áreas de escoamento superficial – AESF, que correspondem aos morros, montanhas e serras; cálculo da altura do morro, por diferença entre a célula com o valor mais alto de elevação (topo) e a célula com o valor mais baixo (base do morro), para cada AESF; cálculo da declividade a partir da maior diferença de elevação de uma célula em relação aos seus vizinhos imediatos, com base no modelo digital de elevação; cálculo da inclinação média, que consistirá na soma dos valores de declividade de todas as células da AESF, dividida pelo número total de células; as áreas de preservação permanente de topo de morro serão calculadas para as AESF que conjugarem altura superior a 100 m e inclinação média maior que 25°, a partir da diferença entre a célula com maior valor de elevação (topo) e o valor correspondente a 1/3 da altura em cada AESF.

2.4.2 Estado de Minas Gerais

O Estado de Minas Gerais, possuía uma plataforma própria de cadastro, que funcionava, *on line*, no entanto, devido a problemas de compatibilidade com o sistema SICAR, foi adotada uma plataforma customizada do CAR Federal.

Seu principal dispositivo legal, para regularizar os imóveis rurais no Estado é a lei 20.922 de 16 de outubro de 2013, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção a biodiversidade, conhecido como o código florestal mineiro, que veio a substituir a lei nº 14.309, de 2002. Lei esta que contribuiu para reeditar a lei Federal 12.651/12, e por esse motivo, a nova lei mineira não traz muitas novidades, além do que foi previsto na lei Federal, com relação a definições e mecanismos de regularização, Bedê (2013).

A elaboração da lei florestal de Minas Gerais teve como objetivo a modernização da lei Estadual, além da regulamentação de artigos da constituição do Estado de Minas Gerais relativos às questões ambientais, e trata, além da política florestal, da proteção da biodiversidade do Estado, o que inclui, portanto, o sistema Estadual de UC's.

Com relação a exploração da RL, a lei mineira, permite que a área seja utilizada, sem propósito comercial, exclusivamente para consumo no próprio imóvel, e respeitados os limites de 2 m³/ha para o agricultor familiar e 1 m³/ha para as demais propriedades ou posses, para isso, não depende de prévia autorização do órgão ambiental do Estado.

O Estado conta ainda com a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, nº 200 de 2014, que estabelece critérios para a compensação da RL em UCs, pendentes de regularização fundiária. Trata-se da opção de doação voluntária da área referente ao passivo de RL do imóvel para o órgão gestor da UC com a finalidade de compor a RL, devendo esse procedimento ser precedido do cadastro no CAR.

2.4.3 Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo, é considerado pioneiro ao elaborar dispositivos legais e mecanismos de regularização ambiental. Com relação ao CAR, PRA e CRA, existem leis e decretos, que orientam os procedimentos que devem ser adotados pelo órgão ambiental do Estado e pelos proprietários e possuidores de imóveis rurais.

Após a instituição dos marcos regulatórios nacionais em 2012, o Estado criou o decreto nº 59.261 de junho de 2013, que trata do SICAR-SP, que deve funcionar integrado ao SICAR nacional. E estabelece que a interface de programa de cadastramento integrada ao SICAR-SP, é de responsabilidade do Estado, e será destinado à inscrição, consulta e acompanhamento da situação da regularização ambiental dos imóveis rurais, disponibilizada em sítio eletrônico localizado na rede mundial de computadores - Internet.

Em dezembro de 2014, o Estado, institui o decreto nº 60.107, que dá nova redação e acrescenta dispositivo ao decreto anterior, sobre o SICAR. Instituiu a Secretaria do Meio Ambiente, como órgão gestor do sistema, representando o Estado na celebração de convênios com Municípios paulistas com o fim de apoiar os proprietários e possuidores de imóveis rurais com área menor ou igual a 4 (quatro) módulos fiscais que tenham de providenciar a inscrição do seu imóvel no SICAR-SP.

Em janeiro de 2015, é instituída a lei 15.684, que dispõe sobre o PRA no âmbito do Estado de São Paulo, atualmente suspensa por uma ação de inconstitucionalidade do Ministério Público Estadual, sob os argumentos previstos na tabela 2.

Tabela 2. Principais diferenças entre a lei paulista e o código florestal nacional, e argumentos utilizados pelo Ministério Público do Estado.

Fonte: Adaptado do Observatório do Código Florestal (2017).

Lei 15.684/2015	Lei 12.651/2012	Ministério Público
Confere 20 anos para a recomposição das Áreas Degradadas e Alteradas, seja pela regeneração natural, pelo plantio (recomposição) ou por meio de compensação (art. 9º, § 1º, 1 a 3).	O Código Florestal estabelece o prazo de 20 anos, que deverá ter progressão de no mínimo 5% ao ano (art. 66, I, II, III, e § 2o).	Fere princípio constitucional da proporcionalidade da proteção conferida à RL e um ambiente mais frágil ambientalmente como a APP. Ainda, a antiga lei paulista previa o prazo de 5 anos para a recuperação de APP (§ 1º do art. 2º da Lei nº 9.989, de 21 de Maio de 1998, de São Paulo) e a legislação ambiental não pode retroceder em proteção.
Prevê a revisão e adequação de termos de compromissos ou instrumentos similares para a regularização ambiental do imóvel rural, pela iniciativa exclusiva do proprietário ou o possuidor do imóvel rural. (Art. 12, §§ 1º, 2º, 3º e 8º, 1 e 2)		Termos de compromissos ou instrumentos similares são atos jurídicos perfeitos, que só poderiam ser alterados para aumento da proteção ambiental, pois tal alteração fere o direito adquirido, ato jurídico perfeito e coisa julgada. Além de causar insegurança jurídica e ferir o princípio da vedação ao retrocesso em matéria ambiental.
Inclui a aquicultura entre as atividades de interesse social e considera a atividade de aquicultura de pequeno porte desenvolvida em propriedade ou posse rural de até 4 módulos fiscais como de baixo impacto ambiental, para fins de intervenção em faixa marginal de proteção de cursos d'água (art. 17, § 2º).	Não inclui aquicultura entre as atividades de interesse social e vincula a especificação de novas atividades de interesse social ao Chefe do Poder Executivo Federal (Art. 3º, IX, X, b e k; 8º; 9º).	A aquicultura não é uma hipótese de interesse social e somente poderia ser introduzida por ato do Poder Executivo.
Anistia aos proprietários ou possuidores de imóveis rurais que desmataram durante a vigência de leis antigas, em todos os biomas (art. 27, § 1º, 1 a 3).	Anistia para quem desmatou mais do que o permitido na Lei anterior em imóvel menor que 4 módulos fiscais, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo (art. 67). Anistia para quem desmatou extensão maior do que a de sua RL, em observância a norma anterior, que assim o autorizava (art. 68).	Há uma interpretação equivocada de que os Códigos de 1934 e 1965 não se referiam a todo tipo de vegetação, mas apenas às “matas” ou vegetação arbórea, na qual dizem não se incluir o cerrado, reduzindo assim a proteção prevista na Lei Federal. Tal posição já foi afastada e pacificada em jurisprudência, definindo-se que tais Códigos se referiam a todo tipo de vegetação natural. Além disso, pode-se verificar, por meio da interpretação sistemática, que o novo Código Florestal impôs a todos os imóveis rurais a obrigação de possuir uma RL e expressamente dispôs quando permitiu alguma anistia, como é o caso do art. 67.
Permite alterar a localização da área de Reserva Legal (art. 35, § 1º).	Veda a alteração da localização da Reserva Legal (art. 18).	Reserva Legal já averbada não poderá ter sua destinação alterada. Determinação da Lei Federal que não pode ser alterada por lei Estadual.
Permite que projetos de loteamento elaborados com base na definição de APP's prevista na legislação em vigor à época da implantação do empreendimento (art. 40 e parágrafo único).	Não contem tal previsão.	A Lei do PRA paulista dá vigência a norma já revogada ao permitir que a implantação de novos loteamentos urbanos siga hoje as APPs definidas na época do licenciamento ambiental e do registro do parcelamento do solo para fins urbanos. Tal fato é impossível na legislação brasileira e afronta ao princípio da vedação ao retrocesso em matéria ambiental.

A lei estabelece como instrumentos para o PRA, o CAR, o TC e o projeto de recomposição de áreas degradadas e alteradas, este último contendo a individualização das áreas rurais consolidadas e das obrigações de regularização, com a descrição detalhada de seu objeto, o cronograma de execução e de implantação das obras e serviços exigidos, com metas bianuais a serem atingidas.

A adesão ao PRA foi posteriormente regulamentada pelo decreto nº 61.792, de 11 de janeiro de 2016. E discriminada por meio da resolução conjunta da Secretária do Meio Ambiente e o Secretário de Agricultura e Abastecimento - SMA/SAA-1, de 29 de janeiro de 2016.

E ratifica o Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, autorizando o poder executivo Estadual a incentivar a adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável, observados sempre os critérios de progressividade, por meio do, pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, a atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais; compensação pelas medidas de conservação ambiental necessárias ao cumprimento dos objetivos desta lei, utilizando-se de instrumentos creditórios, fiscais e tributários e incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa.

A Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais - CBRN, estabeleceu por meio da portaria CBRN nº 3, de 11 de fevereiro de 2015, os procedimentos a serem realizados em relação aos requerimentos de aprovação da localização da Reserva Legal, considerando a efetiva implantação do CAR. Informando prazos e requisitos técnicos necessários a análise da alocação da RL.

2.5 Cenário Atual da Implementação do CAR

Como referência para o estabelecimento de metas, e acompanhar a evolução do cadastramento do CAR, o SFB e o MMA, utilizam dados do Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Este Censo, informa o número e a área de estabelecimentos agropecuários no país, individualizados por município, e o modo de utilização da terra.

O IBGE (2006), define como estabelecimento agropecuário, as unidades de produção, dedicada, total, ou parcialmente a atividades agropecuárias, florestais e aquícolas, subordinadas a uma única administração, do produtor ou administrador. A denominação independe do seu tamanho, forma jurídica, ou localização, seja em área urbana ou rural.

De acordo com a instrução normativa nº 2 MMA, o CAR deve considerar o imóvel rural, que é definido, como, prédio rústico de área contínua, qualquer que seja sua localização, que se destine ou possa se destinar a exploração, agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial.

Portanto a diferença entre os dois termos, precisa ser considerada para o computo de imóveis rurais cadastráveis, já que um imóvel rural pode ter mais de um estabelecimento agropecuário, Inovacar (2016).

Os avanços com relação ao número de cadastros (tabela 3), são disponibilizados mensalmente, por meio de boletins, por meio do portal na internet do SFB, assim como no sítio eletrônico do CAR, onde também é possível fazer o *download* dos dados vetoriais inseridos no sistema.

Tabela 3. Dados quantitativos de área (ha), cadastrada no CAR, até 28 de fevereiro de 2017, do Brasil e Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, extraídos do Boletim Informativo do Serviço Florestal Brasileiro.

	Área passível de cadastro ¹	Área total cadastrada ²	Percentual de área cadastrada ³	Número de imóveis cadastrados
Brasil	397.836.864 ha	402.782.597 ha	Acima de 100%	3.998.883
Rio de Janeiro	2.059.459 ha	3.172.901 ha	Acima de 100%	39.783
Minas Gerais	33.083.503 ha	37.646.387 ha	Acima de 100%	618.558
São Paulo	16.954.564 ha	17.729.130 ha	Acima de 100%	307.161

¹Área estimada com base no Censo Agropecuário 2006 (IBGE)

²Informações extraídas do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), em 28/02/2017, considerando o número de beneficiários dos Assentamentos da Reforma Agrária; dados não incluem as áreas cadastradas em Unidades de Conservação da Natureza de Uso Sustentável, nas quais admite-se a permanência de populações tradicionais

³Percentual calculado com base na área passível de cadastro

Os dados mais recentes (figura 8), demonstram que nas regiões norte e sudeste, mais de 100% da área cadastrada, está inserida no sistema, enquanto que a região nordeste tem 75,5%, a região sul 93,4% e o Centro-Oeste 92,4%, números bastante expressivos, que podem revelar a grande adesão ao sistema.



Figura 8. Dados de 28 de fevereiro de 2017, avanço do cadastramento no país.

Fonte: SFB (2017).

2.6 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto - SR vem sendo utilizado amplamente nas últimas décadas, principalmente em função da necessidade de se obter imagens periódicas que possibilitem o monitoramento do meio ambiente em escala global. No Brasil, a aplicação do SR ocorreu ainda na década de 60, iniciada por pesquisadores do INPE, o que fomentou sua popularização e extensão as universidades brasileiras, em áreas como, ciências naturais da terra, computação, urbanismo, engenharia civil, geotecnia, cartografia, ordenamento territorial, agricultura, geologia, defesa civil entre outras, Florenzano (2002).

O SR pode ser definido da forma clássica, como um conjunto de técnicas destinado a obtenção de informações sobre um objeto, sem que haja contato físico com ele, e mais recentemente como uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres, INPE (2001).

Na figura 9, pode-se observar que a energia proveniente do sol, refletida pela superfície em direção ao sensor, é captada e registrada por este, que é transformada em sinais elétricos que são registrados e transmitidos para estações de recepção na Terra, os sinais enviados para essas estações são transformados em dados em forma de gráficos, tabelas e imagens, em sua trajetória a energia atravessa a atmosfera, que interfere na energia final registrada pelo sensor. Quanto mais distante o sensor estiver da superfície terrestre, maior será a interferência da atmosfera. A presença de nuvens, por exemplo, pode impedir que a energia refletida pela superfície terrestre chegue ao sensor a bordo de um satélite, sendo registrada nesse caso, apenas a energia proveniente da própria nuvem. A partir da interpretação dos dados obtidos, é possível possuir e interpretar informações sobre a superfície terrestre, Florenzano (2002).

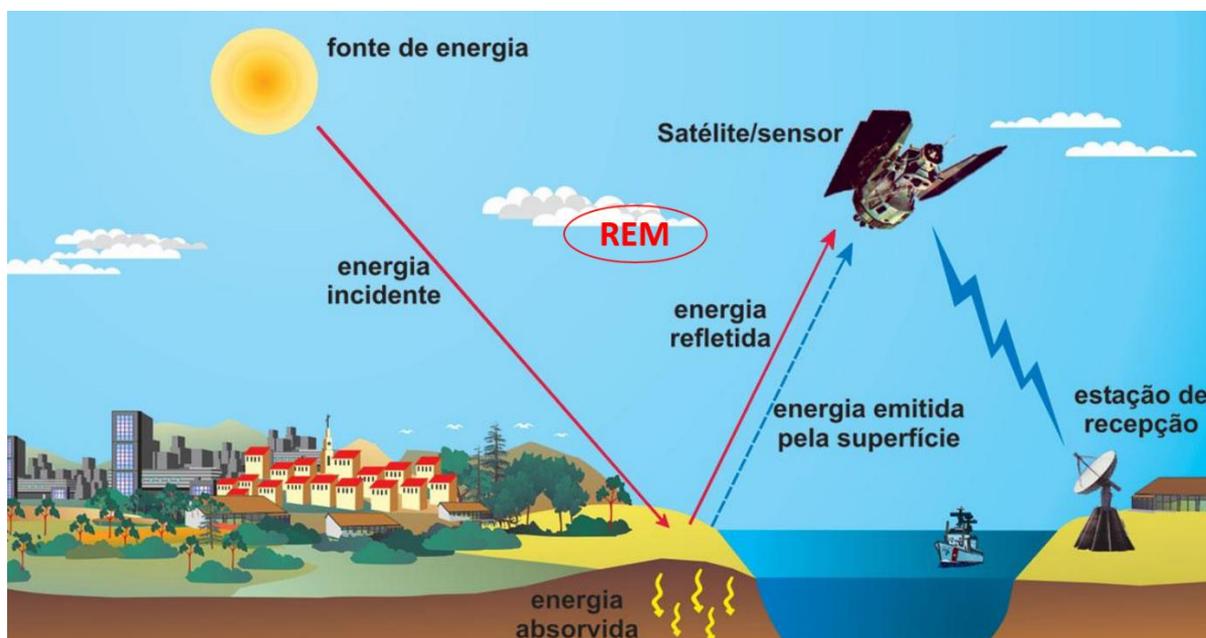


Figura 9. Modelo de um esquema do funcionamento do sensoriamento remoto.

Fonte: Florenzano (2002).

Existem 4 elementos fundamentais para a técnica do SR, a Radiação Eletromagnética - REM, a fonte, o sensor e o alvo. A REM é o elemento de ligação entre os demais, a fonte de REM para a aplicação das técnicas de SR em estudo de Recursos Naturais é o sol, para sensores passivos de micro-ondas e termais, é a Terra, e são as antenas de micro-ondas para sensores radares. O sensor, é o instrumento capaz de coletar e registrar a REM refletida ou emitida pelo objeto, que também é denominado alvo, e que representa o elemento do qual se pretende extrair a informação, Moraes (2002).

A REM é a transmissão de energia produzida pela aceleração de uma carga elétrica em um campo magnético. Por se propagar de forma ondulatória, também é chamada de onda magnética. A interação da REM com o meio físico pode ser explicada através de dois modelos, o corpuscular, ou quântico, e o ondulatório.

De acordo com INPE (2001), sob a perspectiva quântica a REM é concebida como o resultado de pequenos pulsos de energia, enquanto que sob uma perspectiva ondulatória, a REM se propaga na forma de ondas formadas pela oscilação dos campos elétrico e magnético. Essa é a dualidade onda-partícula que caracteriza a REM, ora contínua, ora discreta. Assim a REM é constituída de um campo elétrico e um campo magnético, perpendiculares entre si e que oscilam perpendicularmente a direção de propagação da onda (figura 10).

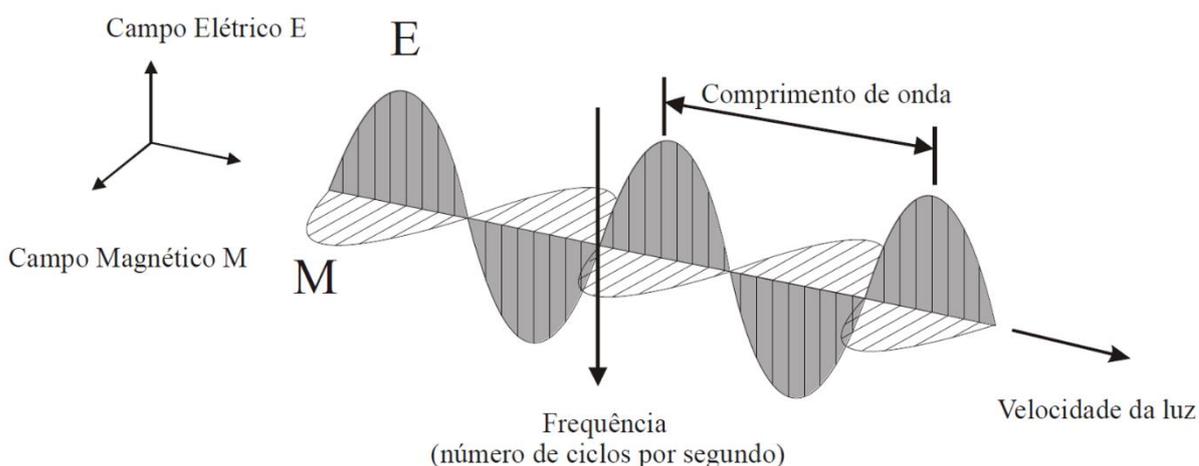


Figura 10. Flutuações dos campos elétrico e magnético de uma onda.

Fonte: Meneses et. al (2012)

A REM pode ser representada por uma escala crescente de comprimento de onda e decrescente de frequência, chamada espectro eletromagnético, que apresenta subdivisões de acordo com as características de cada região (figura 11). Cada subdivisão é função do tipo de processo físico que dá origem a energia eletromagnética, do tipo de interação que ocorre entre a radiação e o objeto sobre o qual esta incide, e a transparência da atmosfera em relação a REM.

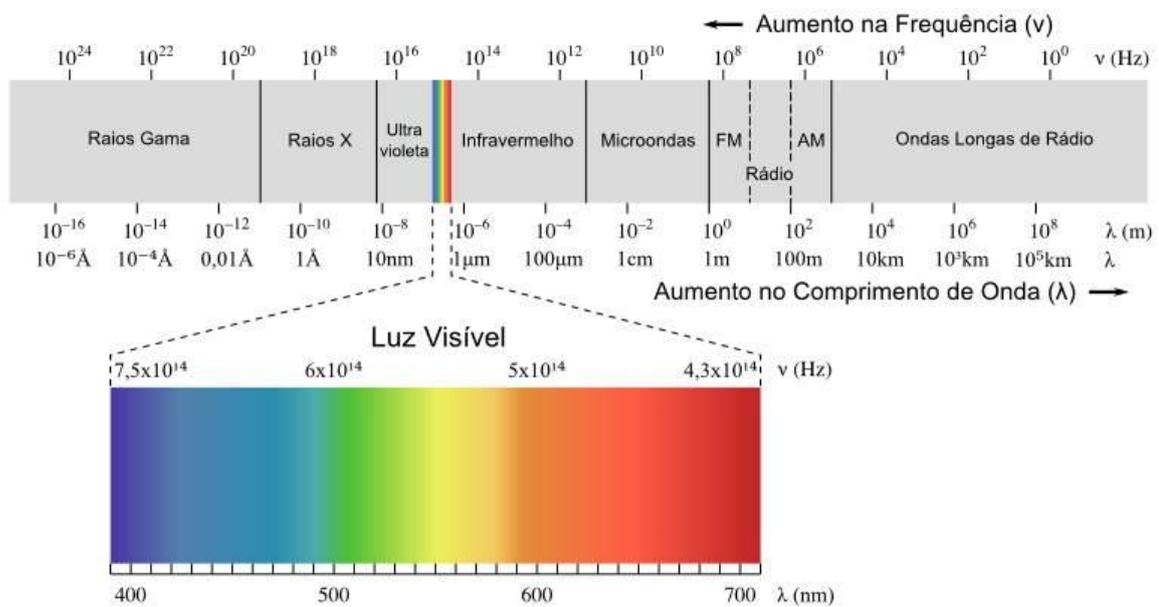


Figura 11. O espectro eletromagnético e suas principais regiões.

Fonte: Figueiredo (2005)

O espectro da radiação eletromagnética engloba a luz visível, os raios gama, as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios-x, ultravioleta e infravermelho. Essas são as regiões espectrais, as diferenças entre elas estão no comprimento de onda e na frequência da radiação, que fazem com que tenham diferentes características, como o poder de penetração do raio-x ou o aquecimento do infravermelho. Uma fonte de radiação, como o sol, pode emitir luz dentro de um espectro variado, e decompondo-se a luz solar com um prisma é possível ver um espectro de cores, como as do arco-íris. Outras são invisíveis ao olho humano, mas detectáveis por instrumentos. Pode-se observar na figura 11, que a faixa espectral do visível é bastante pequena em relação ao espectro eletromagnético, Santos (2013).

Os tipos de dados de SR a serem adquiridos, dependem do tipo de informação necessária, do tamanho e da dinâmica dos objetos ou fenômenos estudados, principalmente pelas diferentes composições físico-químicas e biológicas dos objetos ou feições terrestres. O fluxo de energia eletromagnética ao atingir um objeto (energia incidente) sofre alterações com o material que o compõe, sendo parcialmente refletido, absorvido e transmitido pelo objeto, esses fatores podem ser totais ou parciais, guardando sempre o princípio de conservação de energia, fazendo com que cada alvo tenha sua assinatura espectral. A capacidade de um objeto absorver, refletir e transmitir a REM é denominada respectivamente, absortância, reflectância e transmitância, Epiphanyo (2002).

2.6.1 Sistemas sensores

Os sensores remotos são dispositivos capazes de detectar a energia eletromagnética proveniente de um objeto, em determinadas faixas do espectro, transforma-las em um sinal elétrico e registra-las, de forma que este possa ser armazenado e transmitido em tempo real

para posteriormente ser convertido em informações que descrevem as feições dos objetos que compõe a superfície terrestre.

Esses sensores podem ser classificados em função da fonte de energia, podendo ser passivos, quando não possuem fonte própria de radiação solar refletida, emitida ou transmitida pelos objetos da superfície, dependendo de uma fonte de radiação externa para que possam operar, por exemplo, os sistemas fotográficos sem *flash*, caso das câmaras aerofotogramétricas, e ativos, que são aqueles que produzem sua própria REM, emitindo-a e depois registrando a resposta que retorna após interação com o alvo, trabalham em faixas restritas do espectro, são por exemplo, radares e lidares. São classificados ainda em não imageadores, que não geram imagens da superfície sensoriada, mas sim gráficos ou dígitos, que são transferidos para um computador acoplado, por exemplo, os radiômetros. E em imageadores, quando o resultado obtido da superfície observada, é a geração de uma imagem, trazendo informações sobre a variação espacial da resposta espectral da superfície observada, geralmente estão a bordo de aeronaves e satélites, Meneses et. al. (2012).

A qualidade de um sensor geralmente é especificada pela sua capacidade de obter medidas detalhadas. As características dos sensores imageadores estão relacionadas com a resolução espacial, espectral e radiométrica.

A resolução espacial, representa a capacidade de um sensor distinguir objetos. Ela indica o tamanho do menor elemento da superfície individualizado pelo sensor, e depende principalmente do detector, da altura do posicionamento do sensor em relação ao objeto. Cada sistema sensor tem uma capacidade de definição do tamanho do *pixel* (*picture element*), que corresponde a menor parcela imageada, o pixel é indivisível, e é impossível identificar qualquer alvo dentro de um pixel, pois seu valor integra todo feixe de luz proveniente da superfície correspondente ao mesmo. A dimensão do pixel é denominada de resolução espacial. Por definição um objeto somente pode ser detectado, quando o tamanho deste é, no mínimo, igual ou maior do que o tamanho do elemento de resolução no terreno, ou seja, da resolução espacial. Por exemplo, se o alvo tem 20 m por 20 m de tamanho, a resolução espacial da imagem deveria ser, no mínimo de 20 metros para que esse alvo possa ser identificado na imagem, Santos (2013).

A resolução espectral, refere-se a largura espectral em que opera o sensor, portanto ela define o intervalo espectral no qual são realizadas as medidas, e conseqüentemente a composição espectral do fluxo de energia que atinge o detector. Quanto maior o número de medidas em um determinado intervalo de comprimento de onda, melhor será a resolução espectral da coleta.

A resolução radiométrica, está relacionada a faixa de valores numéricos associados aos *pixels*, esse valor representa a intensidade da radiação proveniente da área do terreno correspondente ao *pixel*, e é chamado de nível de cinza. A resolução radiométrica define a eficiência do sistema em detectar pequenos sinais, ou seja, refere-se a maior ou menor capacidade do sistema sensor em detectar e registrar diferenças na energia refletida e/ou emitida pelos elementos que compõe a cena, rochas, solos, vegetações, água etc. Outra característica importante é a resolução temporal do sensor, que está relacionada com a repetitividade com que o sistema sensor pode adquirir informações referentes a um mesmo objeto.

2.7 Processamento digital de imagens

O grande volume de dados, intrínseco as imagens de satélite, associado a relativa complexidade de cálculos, requer expressivos recursos computacionais para armazenamento das informações de SR. Um segmento importante no processamento digital de imagens consiste na execução de operações matemáticas dos dados, visando as suas transformações em imagens de melhores qualidades espectrais e espaciais e que sejam mais apropriadas para uma determinada aplicação, orientado para cada tipo de problema.

O processamento de imagens é configurado por algoritmos especializados, que disponibiliza para o usuário a aplicação de uma grande variedade de técnicas de processamento. Os algoritmos tratam matematicamente a imagem como um dado diretamente relacionado ao processo físico que o criou. Porém, a representação e o processamento matemático da imagem não é 100% a representação do mundo real. Por isso, sempre caberá ao usuário e não apenas ao computador, a análise e a interpretação dos dados contidos na imagem, Figueiredo (2005).

Para que uma imagem possa ser utilizada, são aplicadas algumas técnicas de pré-processamento, que é a etapa preliminar do tratamento digital de imagens, e tem a finalidade de corrigir os dados originalmente recebido pelos satélites, ou imagem bruta, que apresentam degradações radiométricas, devidas a desajustes na calibração dos detectores, erros esporádicos na transmissão de dados, influencias atmosféricas, e distorções geométricas. Todas essas imperfeições, se não corrigidas, podem comprometer os resultados e produtos derivados das imagens, Epiphanyo (2002).

A correção radiométrica, destina-se a reduzir as degradações radiométricas decorrentes dos desajustes na calibração dos detectores e erros esporádicos na transmissão de dados. As principais correções radiométricas são os *stripping*, aplicado ao longo das linhas com base em padrão sucessivo, que aparecem na imagem em decorrência da diferença ou desajuste de calibração dos detectores, e o *dropped lines*, aplicado entre linhas com base em padrão anômalo na imagem, que ocorre pela perda de informações na gravação ou na transmissão dos dados, Santos (2013).

A correção atmosférica visa resolver problemas gerados por interferência atmosférica. A atmosfera afeta a radiância medida em qualquer ponto de uma imagem, ora atuando como um refletor adicionando uma radiância extra ao sinal que é detectado pelo sensor, ora absorvendo, atenuando a intensidade de energia que ilumina o alvo na superfície. Portanto, para a para uma interpretação confiável das imagens de satélite, é necessário remover os efeitos que a atmosfera introduz. A correção atmosférica pode ser aplicada por meio de métodos empíricos e modelos de transferência radiativa. O modelo empírico mais utilizado é o desenvolvido por Chavez, que se baseia no pixel mais escuro da imagem. A correção atmosférica por meio de modelos de transferência radiativa consiste na solução da equação da transferência radiativa para a situação da atmosfera em que a imagem foi obtida. Estes utilizam as características da atmosfera para obter o fluxo de radiação solar que chega à superfície, bem como o que sai da superfície, com base na radiância obtida por meio do sensor, Antunes (2014).

Outro tipo de distorção nas imagens brutas, são as distorções geométricas, que diminuem a precisão espacial das informações. Entre as causas das distorções geométricas estão as oscilações do satélite em torno de eixos definidos por um sistema cartesianos posicionado no mesmo, (eixos x, y, z), a variação da altitude do satélite afeta a escala da

imagem, a variação da velocidade do satélite provoca uma superposição ou afastamento de varreduras consecutivas, o movimento de rotação da Terra provoca deslocamentos laterais gradual das linhas ao longo da imagem. Imperfeições do mecanismo de varredura do sensor, também provocam distorções geométricas. Estas distorções podem ser corrigidas, pelo menos parcialmente, por meio de modelos matemáticos que descrevem as distorções existentes. Após a aquisição dos coeficientes deste modelo, uma função de mapeamento é criada para a construção da nova imagem corrigida, Meneses et. al. (2012).

Para a interpretação das informações de SR, utiliza-se o artifício da composição colorida, atribuindo-se a imagem em nível cinza, cores primárias, vermelha, verde e azul, a três bandas espectrais qualquer, técnica conhecida como composição RGB (*red, green and blue*), atribuindo ao olho humano maior facilidade de identificação dos alvos. Como os níveis de cinza de cada banda representam a assinatura espectral dos alvos, as colorações que as feições terrestres recebem nas imagens, representam valioso meio de reconhecimento e de obtenção de informações, INPE (2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Passo a Passo da Inserção de Dados nos Módulos de Cadastro Federal e Estaduais

3.1.1 Módulo de cadastro Federal e mineiro

Para iniciar um cadastro, é necessário fazer o download do módulo de cadastro do CAR, plataforma Federal e de Minas Gerais, em seus respectivos portais, e para o Estado de São Paulo fazer uma inscrição no portal do SIGAM, para utilizar o sistema.

Após instalar o programa, é necessário baixar as imagens do município onde se encontra o imóvel a ser cadastrado, o módulo de cadastro oferece ferramentas de suporte ao usuário, é possível acessar a legislação sobre o assunto, inclusive pesquisando um termo ou palavra que contenha na lei, e o manual do usuário, em caso de dúvidas, há uma opção “sobre” o sistema, e uma opção para buscar a versão mais recente, por meio da “atualização”, em ambos os módulos.

Após o *download* da imagem, o programa pode ser utilizado *offline*, sendo requerida a conexão com a internet, apenas quando for realizado o envio do arquivo gerado, o “.car”, para o sistema SICAR, e assim obter o recibo de cadastro, anteriormente a esse procedimento, é gerado apenas um protocolo no formato pdf, após a finalização da inserção das informações no módulo. A figura 12, apresenta a interface do módulo Federal que é a mesma para o Estado de Minas Gerais.



Figura 12. Interface do módulo de cadastro e ferramentas de orientação ao usuário.

Na primeira etapa, o usuário deve fornecer os dados de identificação do cadastrante, CPF, data de nascimento, nome completo, nome da mãe. Deve ser fornecido também, se houver, o CPF do representante, que é a figura que estará habilitada a representar o proprietário ou possuidor, no âmbito do CAR, em todas as etapas.

Na segunda etapa, devem ser fornecidos os dados do imóvel, e preenchidos os seguintes dados obrigatórios: nome do imóvel, Estado e Município ao qual ele pertence, o CEP, e uma descrição de acesso. No módulo mineiro, deve ser informada ainda, quais atividades são desenvolvidas no imóvel, entre um conjunto de opções, como, atividades minerárias, industriais, de infraestrutura, agrossilvipastoris, serviços e comércio atacadista, outras, ou se não desenvolve nenhuma atividade. Nesta etapa, também deve ser fornecido os dados do proprietário ou possuidor: endereço de correspondência, e-mail e telefone para contato.

Na terceira etapa, devem ser fornecidos os dados do proprietário ou possuidor, ou um conjunto deles, pessoa física ou jurídica, ou ainda em caso de espólio, de um inventariante. Para pessoa física, deverá ser informado seu CPF, data de nascimento, nome completo e nome da mãe. Já para pessoa jurídica deverá ser informado o CNPJ da empresa/instituição, nome da empresa/instituição e, opcionalmente, o seu nome fantasia. Deverão ser informados também no caso de pessoa jurídica, os dados pessoais do representante legal, como, seu CPF, data de nascimento, nome completo, nome da mãe, e-mail, telefone residencial, logradouro, número, complemento, bairro, CEP, UF e Município, SFB (2016).

A quarta etapa deve conter os dados dos documentos que comprovem a propriedade do imóvel, podendo se tratar de uma propriedade, ou posse e a situação da Reserva Legal, no caso dela ter sido averbada na matrícula do imóvel (figura 13).

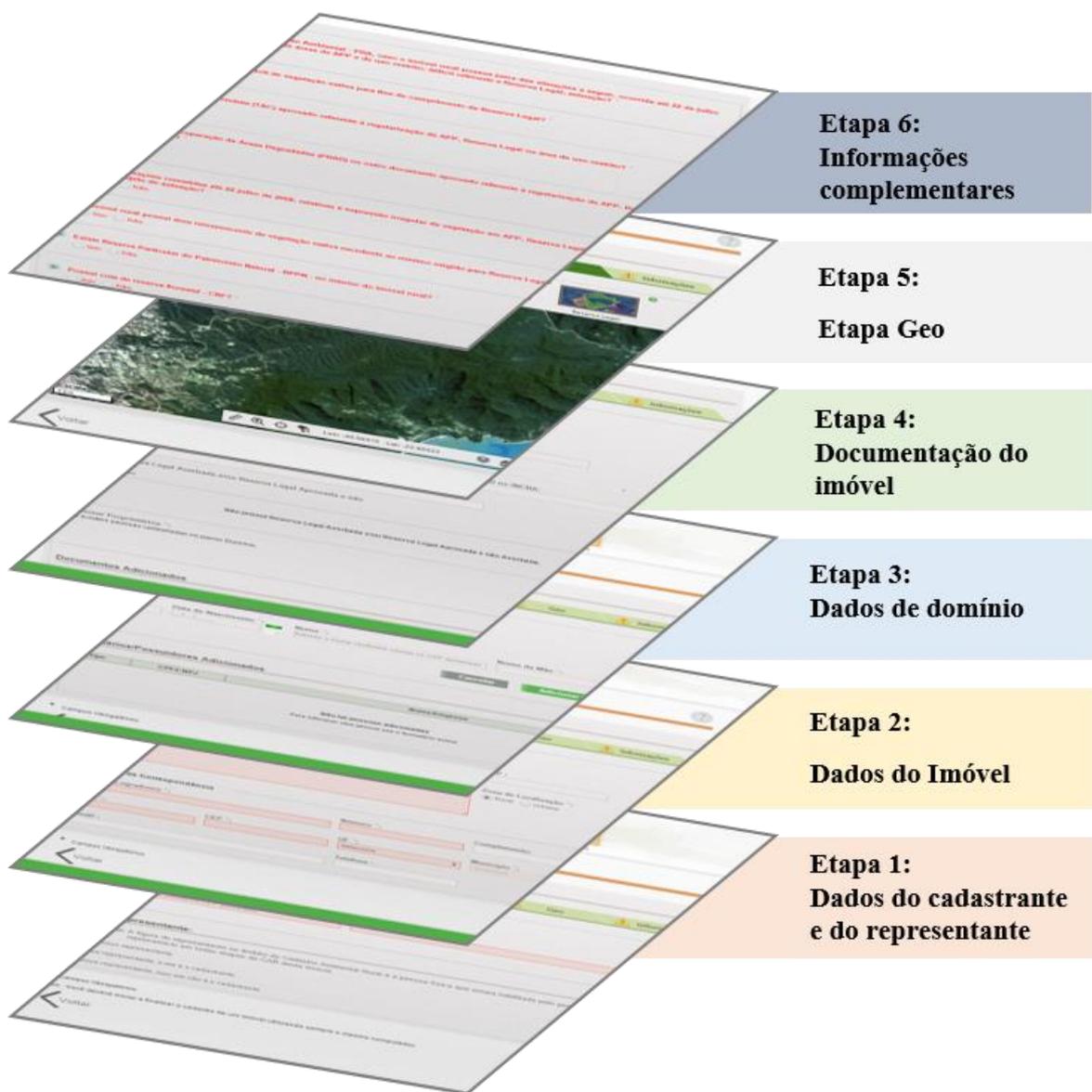


Figura 13. Etapas de inserção de dados nos módulos do CAR Federal e do Estado de Minas Gerais.

Em caso de propriedade, deve ser informado qual o tipo de documento que comprove a condição de proprietário, podendo ser, contrato de compra e venda, em regularização (quando houver processo judicial), escritura, certidão de registro ou imissão de posse. Nesses casos, devem ser preenchidas as guias com as informações do nome da propriedade, área em hectare, número da matrícula ou documento, data do documento, livro, folha, Estado e Município do cartório, o número do código no Sistema Nacional de Cadastro Rural – SNCR, o número da Certificação do Imóvel no INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), e o número do NIRF (Número de Inscrição do Imóvel na Secretaria da Receita Federal do Brasil). Quando houver RL averbada, número da averbação/documento, data da averbação e área averbada.

Em caso de posse, entre os tipos de documentos solicitados, estão: autorização de ocupação, carta de anuência, concessão real de direito de uso, contrato de alienação de terras públicas, contrato de concessão de domínio de terras públicas, contrato de transferência de aforamento, contrato de assentamento do órgão fundiário, contrato de promessa de compra e

venda, declaração de sindicato rural, declaração de assentamento municipal, declaração dos confrontantes, licença de ocupação, termo de autodeclaração (preenchido no próprio módulo, no caso de não haver nenhum outro documento comprobatório), termo de doação, título de domínio, título de ratificação, título de reconhecimento de domínio, título definitivo sujeito a re-ratificação, título definitivo com reserva florestal em condomínio. Nesses casos, devem ser informados, além do nome da posse e a área, a identificação do emissor e a data do documento.

Na etapa 5, a Geo, o cadastrante deve inserir, o perímetro e as informações físicas e ambientais do imóvel, georreferenciadas. Essa etapa é composta por 5 passos, cada item solicitado no CAR deve ser demarcado sobre o mapa, por meio das ferramentas disponibilizadas, ou ser importado nos formatos permitidos para o módulo. Para a delimitação das informações solicitadas, o cadastrante deve checar se a imagem referente ao município do imóvel a ser cadastrado, foi baixada, essa é uma etapa prévia ao cadastramento, quando a imagem é baixada, automaticamente ela aparece na etapa Geo (figura 14).

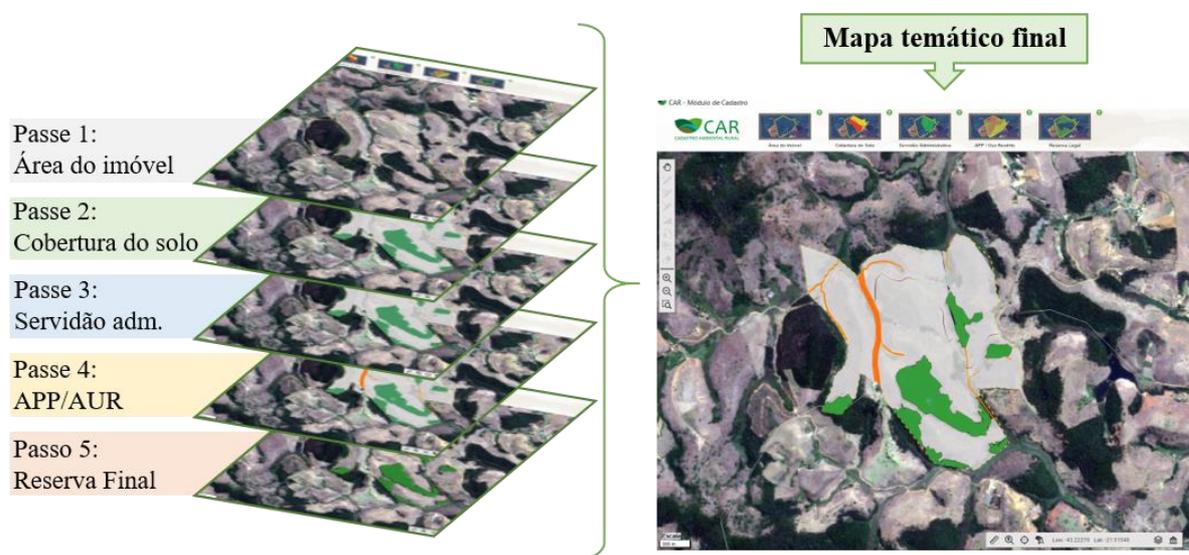


Figura 14. Passos para a inserção das informações georreferenciadas do imóvel rural.

Na plataforma do Governo Federal, as imagens em questão, foram adquiridas pelo MMA, e são provenientes de satélite, em alta resolução, que foram ortorretificadas, para 5 metros de resolução espacial, cobrindo 97% do território nacional, referentes ao ano de 2011/2012, da empresa alemã de satélites RapidEye. Já na plataforma do Estado de Minas Gerais, além da opção pela imagem RapidEye, é possível visualizar imagens da Google (Google híbrido e Google satélite).

No primeiro passo, “Área do imóvel”, o cadastrante, deve inserir obrigatoriamente, o perímetro da área total do imóvel, considerando que, um conjunto de propriedade ou posses, distribuídas de forma contínua, vinculadas a um mesmo CPF, caracteriza um único imóvel. Neste passo, também deve ser indicada a sua sede. Após a conclusão dessa fase, os demais passos são habilitados. Enquanto que no segundo, em “Cobertura do Solo”, deve-se delimitar as áreas consolidadas, áreas que foram desmatadas, ou antropizadas, até 22 de julho de 2008, as áreas de Remanescente de Vegetação Nativa e as Áreas de Pousio.

No terceiro passo, “Servidão Administrativa”, deverão ser delimitadas as áreas correspondentes às estradas e/ou outras obras públicas que recortam o interior do imóvel rural. A descrição destas áreas é fundamental para que se obtenha o cálculo da área líquida do

imóvel rural, o que dará condições de projetar a área necessária a ser mantida como dispositivo da RL. A Servidão Administrativa é dividida em “Infraestrutura Pública”, “Utilidade Pública” ou “Reservatório para Abastecimento ou Geração de Energia”.

No quarto passo, “APP/AUR”, deverão ser inseridas as áreas definidas pela lei nº 12.651/12, como legalmente protegidas. No aplicativo de inscrição, será possível escolher cada uma das APPs, por categoria, podendo utilizar a ferramenta de desenho para elaborar as feições com linhas, ponto ou polígono. Quando inserida a informação, o sistema definirá automaticamente, sobre o desenho, a faixa de recomposição e/ou manutenção da vegetação nativa de acordo com a legislação. E no quinto passo, em “Reserva Legal”, deverá ser delimitada a área corresponde a RL proposta, quando esta estiver submetida a lei nº 12.651/12, ou inserir os limites dela quando averbada e aprovada e não averbada, em regime legal anterior, além da indicação quando vinculada a compensação de outro imóvel.

As ferramentas de criação de geometria das plataformas, Federal e mineira (figura 15 e tabela 4), permitem o desenho de pontos, linhas e polígonos, que devem representar as feições das informações solicitadas no CAR. É com base nos desenhos dessas geometrias que o sistema fará os diversos cálculos de vegetação nativa existente, área de RL, áreas de APP, entre outros.



Figura 15. Itens e ferramentas da etapa Geo.

Fonte: baseado no Manual SICAR-MG (2016).

Tabela 4. Descrição das ferramentas de desenho e importação de dados.

Fonte: Manual SICAR-MG (2016).

Item	Descrição
	Arrastar o Mapa: Permite ao usuário mover o mapa a fim de identificar a localização do imóvel a ser cadastrado, usada também para sair do modo de alguma ferramenta de desenho ou exclusão.
	Desenhar um Ponto: Esta ferramenta permite ao usuário criar pontos no mapa. O ponto é adicionado a partir de um clique simples em uma determinada região do mapa.
	Desenhar Polígono: permite ao usuário criar polígonos no mapa. O polígono é adicionado ao mapa utilizando os seguintes passos: Clique simples: adiciona um nó inicial e nós intermediários ao polígono; clique duplo: adiciona o nó final e fecha o polígono
	Desenhar Linhas: Permite ao usuário criar linhas no mapa. A linha é adicionada ao mapa utilizando os seguintes passos: Clique simples: adiciona um nó inicial e nós intermediários da linha; Clique duplo: adiciona o nó final e finaliza a linha, se pelo menos um nó tiver sido inserido.
	Inserir vértices de polígono manualmente: Permite a adição de pontos no mapa por meio da inserção manual de coordenadas e azimutes para o mesmo ou da importação de um arquivo contendo estas coordenadas. Selecionando esta ferramenta, uma janela será exibida na tela para que o usuário informe manualmente cada coordenada.
	Importar arquivo: Permite ao usuário realizar a importação de um arquivo externo, em formato compatível com o sistema (<i>shp</i> , <i>kml</i> ou <i>gpx</i>), e que contenha a geometria do imóvel a ser cadastrado. É necessário acessar a opção “Importar” e em seguida selecionar o arquivo desejado.
	Clonar Feição: Permite ao usuário clonar um polígono de alguma feição para outra feição. Por exemplo, para usar o mesmo polígono de vegetação nativa para marcar a RL, basta marcar a aba RL, Clonar Feição e marcar vegetação nativa. Essa ferramenta, contudo, clona sempre todos os polígonos de uma determinada feição. Para escolher apenas um ou alguns, será necessário excluir os demais manualmente.
	Remover um objeto do desenho: Esta ferramenta permite excluir uma geometria adicionada.
	Diminui o zoom do mapa.
	Aumenta o zoom do mapa.
	Aproxima o mapa do perímetro selecionado.

Após a finalização da Etapa Geo, são requeridas algumas informações na etapa seguinte, como, se o proprietário ou possuidor, deseja aderir ao PRA, em caso de déficit em relação a APP e RL, e ainda se houver déficit quanto a RL, qual a alternativa adotará para regularizar, se a compensação, de que forma, ou regeneração e ainda recomposição.

Se existe Termo de Ajuste de Conduta – TAC, Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas, ou infrações cometidas até 22 de julho de 2008, referentes a irregularidades sobre áreas de APP, RL e AUR. Ou se o imóvel, possui remanescentes de vegetação nativa, excedente ao mínimo exigido para compor a RL, se sim, se deseja constituir esse excedente como, servidão ambiental, disponibilizar para compensação, emitir CRA, utilizar em outro imóvel de mesma titularidade, ou utilizar para outros fins. E ainda, se existe RPPN, ou possui CRF, qual período está submetido a RL, e se ocorreu alteração no tamanho do imóvel após 22/07/2008.

Após finalizar essa etapa, será emitido um protocolo de cadastro, no formato pdf, que contém um resumo das informações inseridas. Posteriormente, deve-se “gravar para envio”, desse cadastro, e assim gerar o arquivo com extensão “.car”, que deverá ser carregado no sítio eletrônico do CAR (figura 16), e assim gerar o recibo de cadastro, que funciona como uma certidão provisória, até que os dados sejam analisados pelo órgão ambiental. O usuário deverá acompanhar a análise de seu cadastro no endereço do portal eletrônico disponibilizado, por meio da central do proprietário/possuidor, criando nesse espaço, uma conta indicando o nº de CPF, nº de recibo, e-mail e senha.



RECIBO DE INSCRIÇÃO DO IMÓVEL RURAL NO CAR

Registro no CAR: MG-[REDACTED]	Data de Cadastro: 07/05/2015 13:49:49
--------------------------------	---------------------------------------

RECIBO DE INSCRIÇÃO DO IMÓVEL RURAL NO CAR

Nome do Imóvel Rural: [REDACTED]	
Município: Piau	UF: Minas Gerais
Coordenadas Geográficas do Centroides do Imóvel Rural:	Latitude: 21° 29'55,81" S Longitude: 43° 14'35,42" O
Área Total (ha) do Imóvel Rural: 317,2536	Módulos Fiscais: 20,96

INFORMAÇÕES GERAIS

1. Este documento garante o cumprimento do disposto nos § 2º do art. 14 e § 3º do art. 29 da Lei nº 12.651, de 2012, e se constitui em instrumento suficiente para atender ao disposto no art. 78-A da referida lei;
2. O presente documento representa a confirmação de que foi realizada a declaração do imóvel rural no Cadastro Ambiental Rural-CAR e que está sujeito à validação pelo órgão competente;
3. As informações prestadas no CAR são de caráter declaratório;
4. Os documentos, especialmente os de caráter pessoal ou dominial, são de responsabilidade do proprietário ou possuidor rural declarante, que ficarão sujeitos às penas previstas no art. 299, do Código Penal (Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de setembro de 1940) e no art. 69-A da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998;
5. O demonstrativo da situação das informações declaradas no CAR, relativas às áreas de Preservação Permanente, de uso restrito e de Reserva Legal poderá ser acompanhado no sítio eletrônico www.car.gov.br;

Figura 16. Envio do arquivo gerado no SICAR, e recibo de inscrição gerado.

3.1.2 Módulo de cadastro paulista

Para a realização do CAR, pelo SICAR-SP, é necessário fazer um cadastro e autenticação no sistema. Imediatamente após a autenticação, é apresentada a guia de “Novo Cadastro Ambiental Rural”, interface na figura 17, contendo a primeira aba, que solicita as informações do imóvel. O sistema é dividido em três guias principais, Cadastro Ambiental Rural, Adequação Ambiental e Comunicações e Pendências. As guias, referentes ao CAR, são subdivididas em 7, propriedade, domínio, declarações, mapa, anexos, resumo e finalizar.

Figura 17. Interface do módulo de cadastro no SICAR-SP.

Na guia “Propriedade”, deve-se responder quanto ao tipo de imóvel (rural ou urbano), o tipo de domínio (propriedade, posse, propriedade em espólio ou em usufruto), inserir nome, endereço, coordenadas geográficas e área da propriedade atualmente e em 22/07/2008. Além de informar qual a atividade principal no local, entre as opções, agricultura, criação animal, silvicultura, ecoturismo, turismo rural, atividade industrial, extrativismo, aquicultura, mineração, conservação, lazer familiar/veraneio, ou outra. E a qualificação do responsável pelo cadastro, proprietário, possuidor, responsável legal ou técnico.

Na guia “Domínio”, é exigido que se anexe o documento comprobatório da propriedade ou posse, e que seja informado, CPF e nome completo do (s) proprietário (os) ou possuidor (es), assim como do representante, ou técnico responsável, se houver.

Na guia “Declarações”, o cadastrante deve selecionar as declarações pertinentes ao uso e características do imóvel e do proprietário ou possuidor, para por exemplo, a prática da agricultura, pecuária ou silvicultura para sustento familiar, se é pequeno agricultor familiar, cujo imóvel não possua mais de 4 módulos fiscais, se existe exploração comercial para a prática de ecoturismo ou turismo rural, se a área cadastrada pertence a povo ou comunidade tradicional, ou a UC, se existe interesse em oferecer os remanescentes de vegetação nativa para a coleta de semente, ou disponibilizar APP’s para restauração ecológica com recursos de terceiros. E ainda, se deseja ter apoio para a construção de cerca e adequação do imóvel.

Na guia “Mapas”, são listadas todas as informações solicitadas, que devem ser selecionadas para que se inicie a inserção dos dados, na ordem apresentada. Além das ferramentas de desenho disponibilizadas, é permitido o carregamento e *upload* de um arquivo no formato *shapefile*, organizados em uma pasta compactada, alinhado ao sistema de projeção geográfica WGS84.

O sistema disponibiliza três opções de bases para a identificação das feições solicitadas, ortofoto da Emplasa, adquiridas pelo Estado de São Paulo, com 1 metro de resolução espacial, dos anos de 2010/2011, imagens do Google imagens e um mapa da região.

O sistema disponibiliza ainda, um modelo de *shapefile* para todas as camadas que possuem atributos (rios com mais de três metros, outros corpos d’água, outras APPs, RL, RL de Compensação, Servidão Ambiental e Uso Consolidado) e, em algum *software* de SIG, preencher os atributos e realizar o carregamento desse arquivo no sistema. Essa funcionalidade foi criada para casos de grandes propriedades que tenham muitas áreas a declarar, SIGAM (2016).

Dando sequência ao preenchimento da etapa de georreferenciamento, clica-se na opção “próximo”, para que seja seguida a ordem de inserção dos dados, quando existir, havendo uma opção de marcação para esse caso, na seguinte sequência: área da propriedade, servidão administrativa, APP derivada de corpo d’água, onde inicialmente, desenha-se rios com mais de três metros de largura e depois, com até 3 metros de largura, nascente e outros corpos d’água, outras APP’s, vegetação nativa, RL, Declividade entre 25° e 45°, Uso Consolidado, RL de Compensação e Servidão Ambiental.

Na guia “Anexos”, devem ser inseridos arquivos relevantes ao cadastro ou arquivos solicitados pelo órgão ambiental no âmbito da análise do cadastro, como anotação de responsabilidade técnica (ART), fotos, laudos técnicos e relatórios de vistoria.

Em “Resumo”, é possível visualizar a prévia do cadastro, como todas as informações relevantes que foram inseridas, para que seja analisado pelo cadastrante e então prosseguir para a última aba “Finalizar”, para que seja gerado o recibo, gerado um mapa temático final e o cadastro seja enviado para análise do órgão ambiental (figuras 18 e 19).

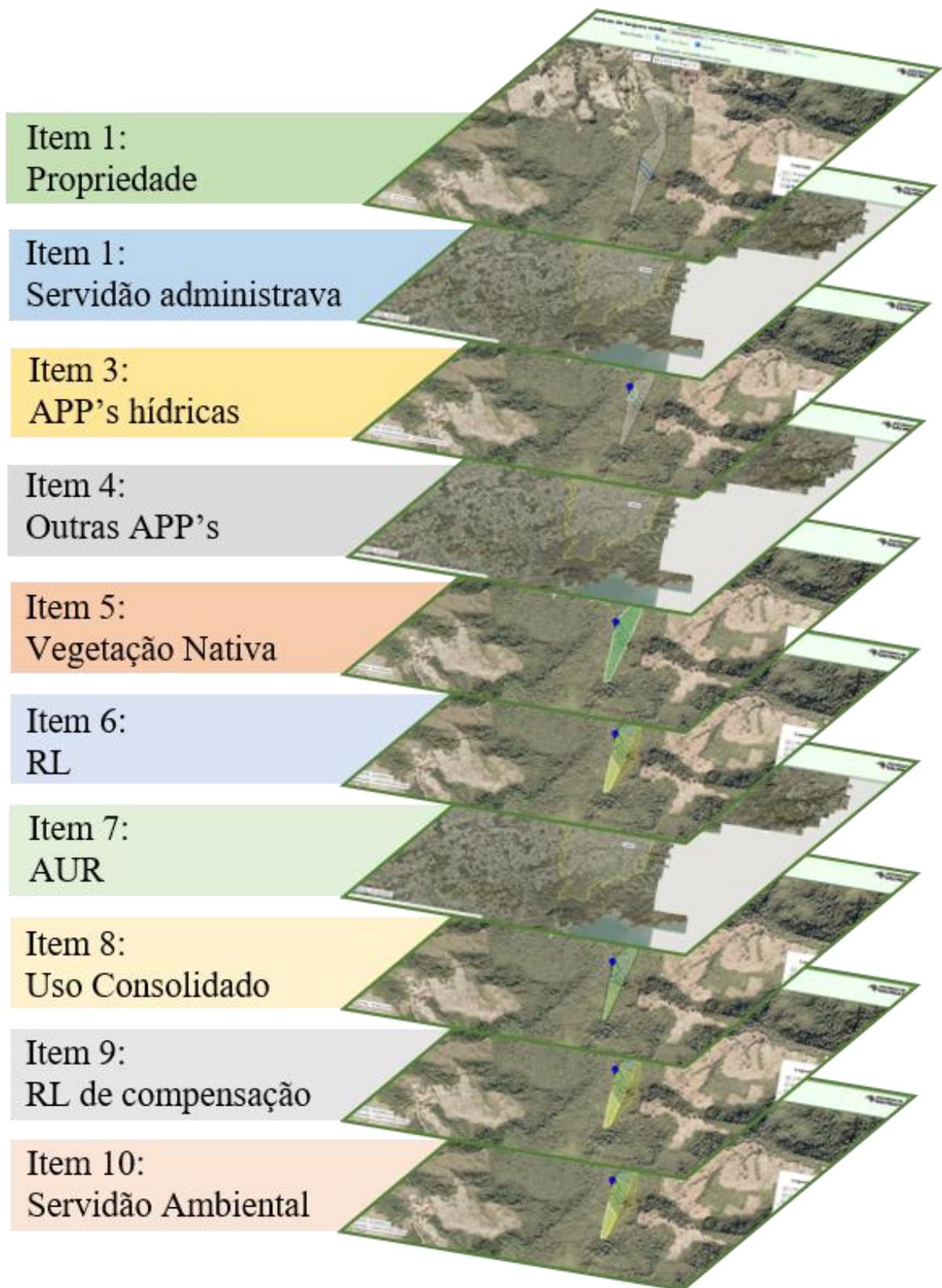


Figura 18. Sequência do preenchimento da guia "Mapas".

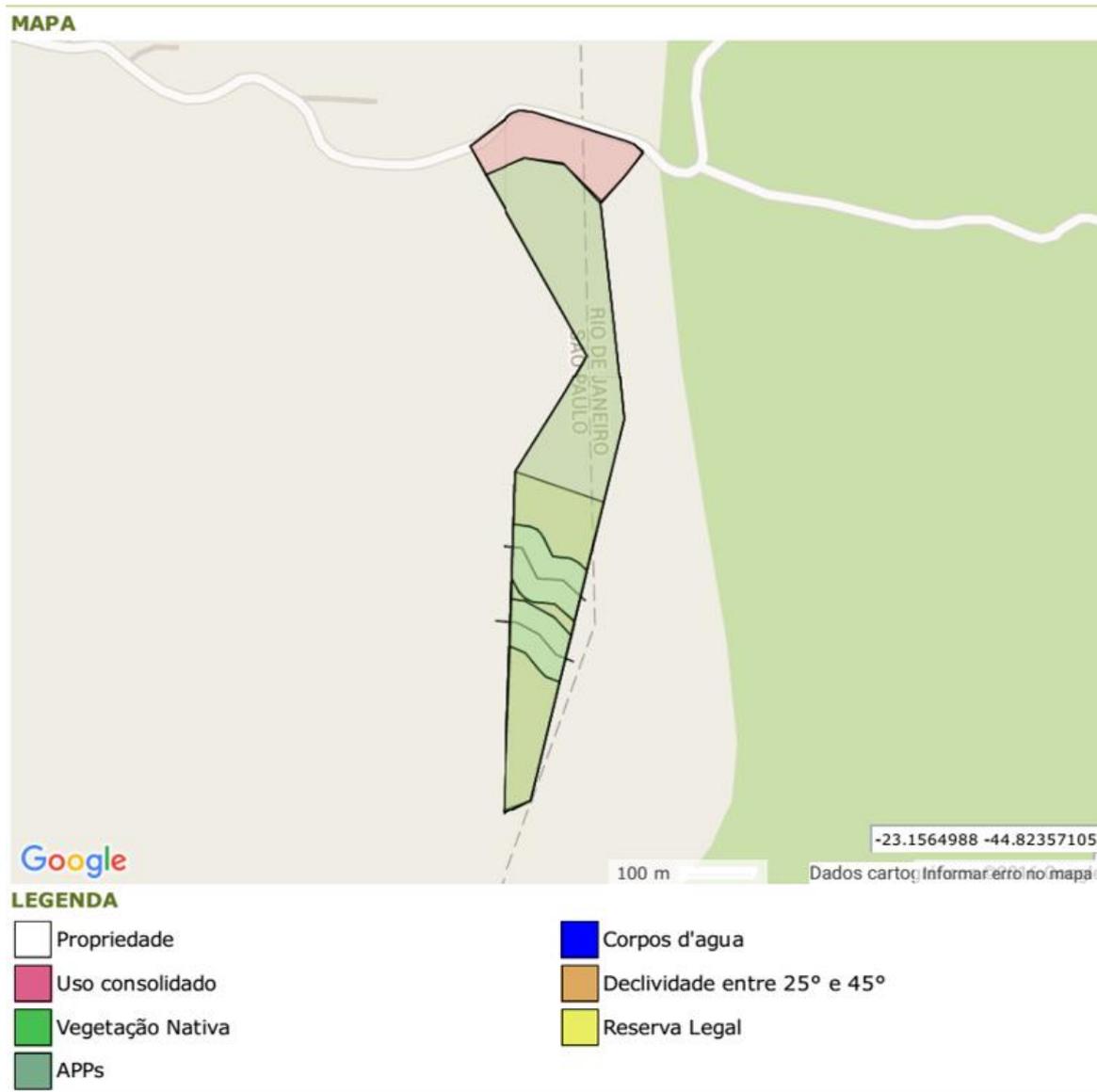
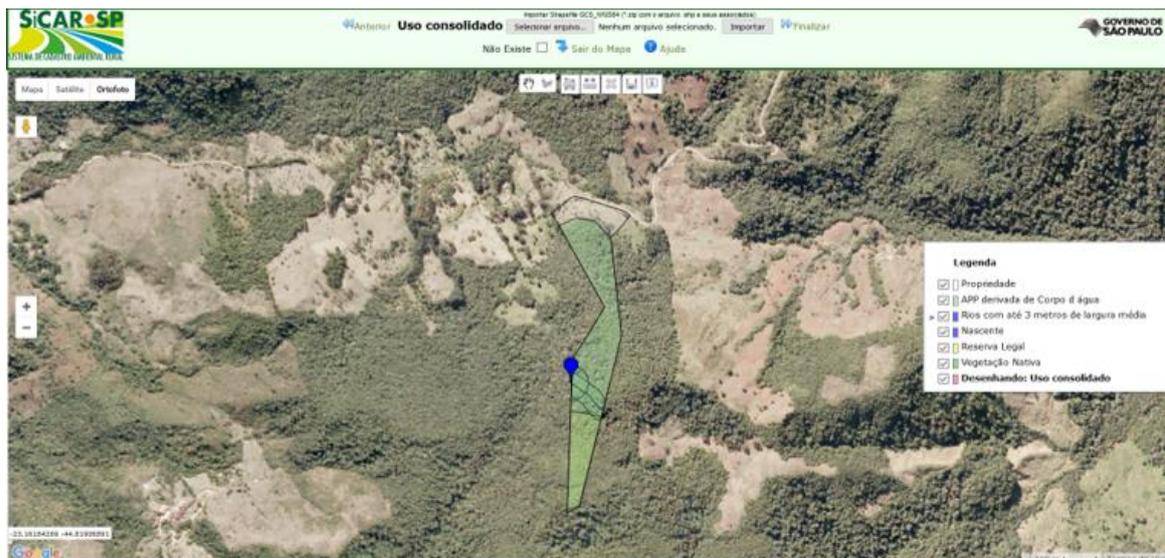


Figura 19. Mapa temático final gerado ao término do cadastro.

3.2 Área de Estudo

Como o módulo de cadastro e as ferramentas disponibilizadas para a delimitação das informações solicitadas são quase idênticas para as três plataformas, que diferem apenas, com relação a imagem disponibilizada, e do Estado de São Paulo, nas possibilidades de importação de dados externos, foi adotado apenas um imóvel representativo para os Estados.

A pesquisa foi realizada em uma pequena propriedade rural do município de Paraty, situado à região sul fluminense, do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, atravessado pela Serra do Mar, com coordenadas, -44.75801, -23.24724, (figura 20). Onde apesar de passar por vários ciclos econômicos se mantém com 82% do seu território cobertos pela floresta nativa. Com cerca de 40.478 mil habitantes, segundo estimativa de 2015 do IBGE, aproximadamente 26% desta população vive em área rural, onde as atividades predominantes estão ligadas a agricultura familiar.

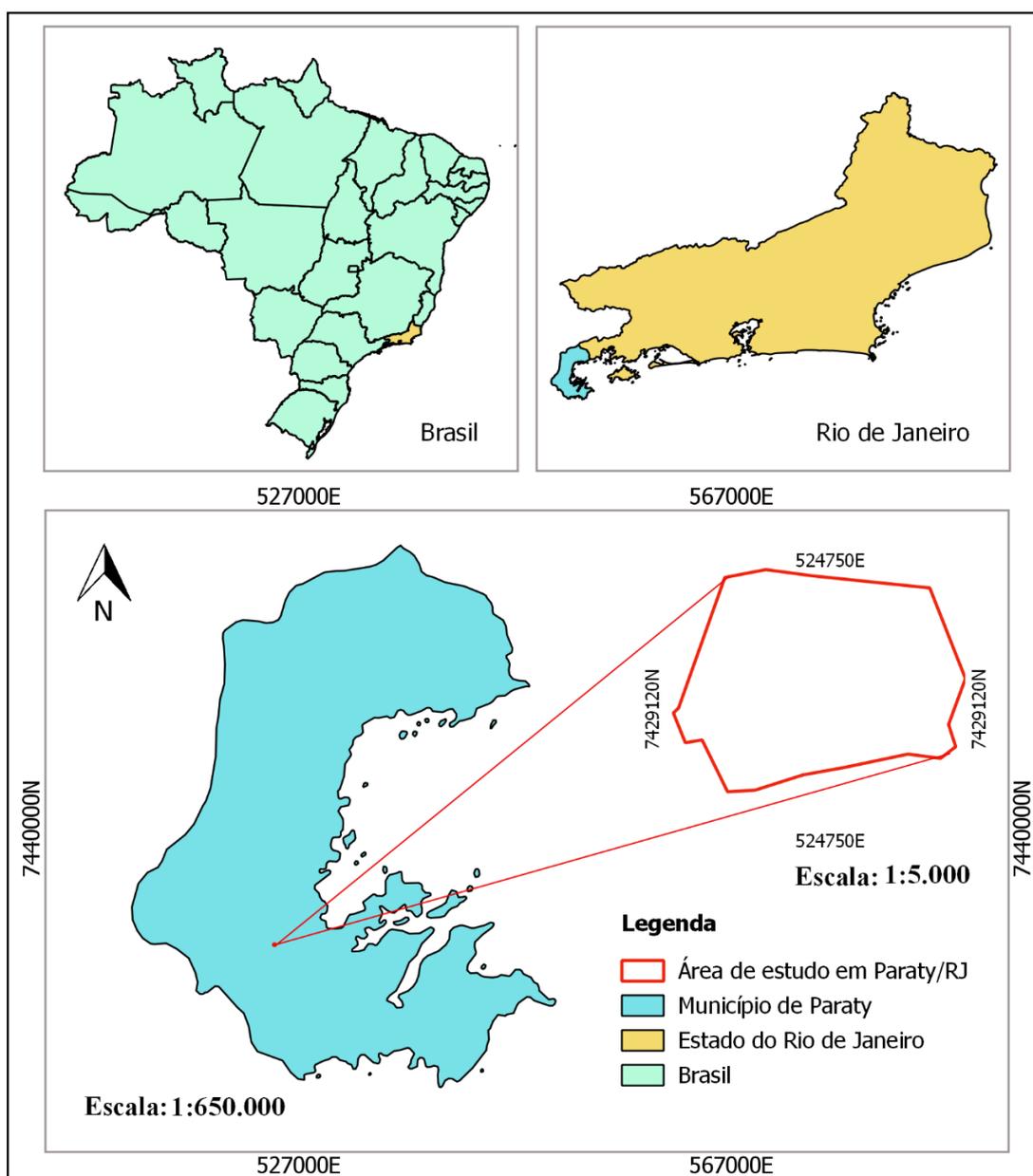


Figura 20. Localização geográfica da área de estudo, no Município de Paraty/RJ.

3.3 Satélites e sensores utilizados na pesquisa

3.3.1 RapidEye

O sistema RapidEye é formado por uma constelação de 5 satélites de SR, idênticos e posicionados em órbita síncrona ao sol, com igual espaçamento entre cada satélite, capazes de coletar imagens sobre grandes áreas, com alta capacidade de revisita. Cada um dos 5 satélites efetua 15 voltas por dia em torno do planeta ao longo de uma faixa de 77 km de largura por até 1.500 km de extensão, (tabela 5). Esses satélites podem ser programados para coletar imagens transversalmente a trajetória de sua órbita, e juntos geram aproximadamente 4,5 milhões de km² em imagens diariamente, Antunes (2013).

Tabela 5. Características gerais dos satélites RapidEye.

Fonte: Adaptado de RapidEye (2012).

Característica	Informações
Número de satélites	5
Altitude da órbita	Heliosíncrona com 630 km de altitude
Hora de passagem no Equador	11 horas
Velocidade	27.000 km/h
Largura da imagem	77 km
Tempo de revisita	Diariamente (<i>off-nadir</i>) e 5,5 dias (<i>nadir</i>)
Capacidade de coleta	4,5 milhões km ² /dia
Tipo de sensor	Multiespectral (<i>pushbroom imager</i>)
Bandas espectrais	Red, green, blue, red-edge e near IR
Resolução espacial (<i>nadir</i>)	6,5 metros
Tamanho do pixel (ortoretificado)	5 metros
Armazenamento de dados a bordo	1.500 km de dados de imagem por órbita
Resolução radiométrica	12 bits

Os satélites são equipados por sensores multiespectrais compostos de scanners de linha com 12.000 mil *pixels* cada, capazes de capturar imagens em 5 bandas espectrais com alcance de comprimento de onda entre 400 µm e 850 µm, incluindo a banda *Red-Edge*, específica para o monitoramento da atividade fotossintética da vegetação. A resolução espacial de cada banda é originalmente de 6,5 metros, e após a ortoretificação, as bandas são reamostradas para uma resolução de 5 metros. A imagens RapidEye tem aplicação voltada principalmente para as áreas de agricultura, floresta, cartografia, governo, energia e segurança, Felix (2009).

3.3.2 Landsat 8

A Agência Espacial americana desenvolveu um projeto visando a observação dos recursos naturais terrestres, o que culminou na criação de uma série de satélites denominados LANDSAT, o programa Landsat contou com o lançamento de 8 satélites, que são gerenciados pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *U.S. Geological Survey* (USGS).

Lançado em fevereiro de 2013 o satélite Landsat-8, o mais moderno até então, apresenta órbita praticamente polar, posicionando-se de maneira heliossíncrona a uma altitude de aproximadamente 705 km (tabela 6). Existem dois sensores embarcados no satélite Landsat-8 o OLI (*Operational Land Imager*) e o TIRS (*Thermal Infrared Sensor*). Os sensores a bordo do satélite Landsat-8 possuem faixa de imageamento de 170 km norte-sul por 185 km leste-oeste, resolução temporal de aproximadamente 16 dias, resolução espacial de 30m para as bandas do visível, 15m para banda pancromática e 100m para as bandas termais (TIRS), USGS (2017).

Tabela 6. Características do Landsat 8.

Fonte: USGS, 2017.

Característica	Informações
Vida útil do satélite	No mínimo 5 anos
Altitude da órbita	Heliossíncrona com 705 km de altitude
Tempo de revisita	16 dias
Bandas espectrais	11
Resolução espacial (nadir)	30, 15 (pancromática), 100 (termal)
Resolução radiométrica	16 bits

As imagens provenientes dos sensores instalados no satélite Landsat-8 trazem inovações importantes para usuários que demandam de mapeamentos em mesoescala. O sensor espectral OLI e sensor termal TIRS apresentam resolução espectral melhor que seus antecessores.

3.3.3 Sentinel 2

Os Sentinels são um conjunto de famílias de satélites que foram concebidas e desenvolvidas para dar resposta aos requisitos do Sistema Copernicus. A missão Sentinel-1 opera na região das microondas e as missões Sentinel 2 e 3 nas regiões do visível e do infravermelho do espectro eletromagnético. As missões Sentinel-1 e 3 são dedicadas ao monitoramento dos meios terrestre e marinho, enquanto que a Sentinel-2 é essencialmente dedicada ao monitoramento do meio terrestre. Cada uma das missões Sentinel 1, 2 e 3 são constituídas por dois satélites que operam em conjunto com o objetivo de aumentar a frequência de aquisição de imagens. Em uma primeira fase, cada uma destas missões terá as unidades A e B e numa segunda fase as unidades C e D. Este satélite garante a continuidade de aquisição de dados das missões SPOT e LANDSAT, destacando-se pela resolução espectral e temporal que apresenta, Richter (2011).

Esta missão é essencialmente dedicada a serviços de monitoramento do meio terrestre, na criação de mapas de ocupação e uso do solo, caracterização de alterações e mapas de variáveis biogeofísicas (percentagem de cobertura vegetal, índice de clorofila, índice de área foliar); serviços de suporte à gestão de emergências, nomeadamente por meio do mapeamento de áreas urbanas localizadas em zonas de risco de ocorrência de desastres naturais; serviços relativos a segurança, como vigilância marítima e de fronteiras, atividades de apoio à ação externa da União Europeia; serviços de monitoramento de alterações climáticas, ESA (2017).

A missão Sentinel-2 tem uma órbita quase-polar e dispõe de um sensor MSI (*MultiSpectral Instrument*) com 13 bandas espectrais, com resoluções espaciais, de 10, 20 ou 60 metros, dependendo da banda, e uma resolução temporal de 10 dias com um satélite e de 5 dias apenas com os dois satélites operacionais (tabela 7).

Tabela 7. Características da missão Sentinel 2.

Fonte: ESA, 2017.

Característica	Informações
Vida útil da missão	15 anos
Número de satélites	2
Vida útil do satélite	7,25 anos podendo prolongar por mais 5 anos
Altitude da órbita	Heliosíncrona com 786 km de altitude
Tempo de revisita	5 dias
Tipo de sensor	Multiespectral (<i>pushbroom imager</i>)
Bandas espectrais	13
Resolução espacial (nadir)	10, 20, 60 metros
Resolução radiométrica	12 bits

3.3.4 Ortofoto IBGE

O ortofotomosaico 1:25.000, que integra o projeto RJ-25, é formado por um mosaico de fotografias aéreas coloridas ortorretificadas, escala aproximada de 1:30.000, com resolução de 0,7m, articulado por folhas segundo o recorte do mapeamento sistemático brasileiro. Abrange um quadrilátero geográfico de 07'30" de latitude por 07'30" de longitude, não existindo representação de curvas de nível e pontos cotados. O levantamento consiste em fornecer base cartográfica de referência topográfica para mapeamentos diversos. Tem distribuição gratuita por meio da página do IBGE.

Para a aquisição e processamento das imagens, foram realizadas campanhas de campo para levantamento de pontos de apoio suplementar compatíveis com a escala de 1:25.000. Foram levantados em campo, para essa área de trabalho, 1.300 pontos GPS pelo método de posicionamento relativo estático. Todos os pontos levantados foram rastreados a partir de pontos da rede fundamental do IBGE, onde o erro médio do ajustamento foi menor que 30cm, dentro das especificações relativas à escala final de trabalho 1:25.000. As fotos foram ortorretificadas por meio de processos fotogramétricos analíticos digitais de aerotriangulação. Posteriormente, foram mosaicadas segundo o recorte de folhas do mapeamento sistemático brasileiro, com a resolução final de 1m, utilizando o aplicativo LPS, da empresa ERDAS. O processo de aerotriangulação foi realizado em blocos e o resultado final do ajustamento ficou entre 3 e 7 m, compatível com a escala final de trabalho, IBGE (2017).

3.3.5 Ortofoto Emplasa

As Ortofotos Emplasa de 2010/2011 fazem parte do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São Paulo – Mapeia São Paulo e foram elaboradas com resolução aproximada de 1 metro, e composição colorida RGB, recobrimdo todo o Estado. A precisão

planialtimétrica é compatível com a escala 1:10.000 e as folhas estão recortadas segundo o recorte sistemático do Sistema Cartográfico Nacional (SCN) e do Sistema Cartográfico Metropolitano (SCM), na escala de 1: 25.000.

Foram utilizadas as fotografias aéreas dos anos 2010 e 2011, com resolução espacial (GSD - *Ground Sample Distance*) aproximada de 45 cm no centro da foto, sendo que cada Ortofoto é produzida em média com 40 fotografias aéreas. O total de Ortofotos que recobrem o Estado de São Paulo é de 1.727 e os arquivos digitais são disponibilizados, porém não gratuitamente, em formato "tiff" georreferenciado.

3.4 Modelos Digitais de Elevação

Há grande demanda pela utilização de modelos de elevação e atributos morfométricos derivados, para representação contínua do terreno em formato digital, utilizada geralmente em análise da paisagem, monitoramento ambiental entre outros. Porém, pouca atenção tem sido empregada na padronização dos procedimentos para obtenção e avaliação da qualidade, na representação das variáveis morfométricas derivadas. Os MDE podem ser obtidos por diferentes técnicas, pela interpolação de feições vetoriais, pontos cotados, curvas de nível e hidrografia, ou diretamente de sensores remotos. Os MDE obtidos por sensoriamento remoto orbital estão disponíveis mundialmente, com grande cobertura de área por cena e baixo custo de processamento; porém, a qualidade das informações depende da rugosidade e da declividade do terreno, Pinheiro (2012).

O governo norte americano, por meio da NASA, e o Japão, por meio do Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI), lançaram em parceria a missão ASTER GDEM, para construção de um MDE global de livre acesso. Foram disponibilizados gratuitamente, a partir do dia 29 de junho de 2009, MDE's, as imagens são oriundas da plataforma EOS AM-1 com o instrumento ASTER, sensor VNIR, para obtenção dos dados de elevação da superfície, Rodrigues (2010).

O ASTER, é um sensor capaz de adquirir pares estereoscópicos, para quase todo o globo terrestre, a bordo do satélite Terra. Com dois telescópios, o sistema capta imagens no espectro visível e infravermelho próximo. Para a América do Sul, os dados obtidos são disponibilizados na resolução espacial de 1 arco de segundo, aproximadamente 30 metros, no sistema de coordenadas Lat/Long e DATUM WGS84 (Landau e Guimarães, 2011).

No ano 2000, foi lançada a missão SRTM (*National Aeronautics and Space Administration*) e NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), com parceria das agências espaciais da Alemanha DLR (*Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt*) e da Itália a ASI (*Agenzia Spaziale Italiana*), com o objetivo de gerar um MDE da Terra utilizando a interferometria, de alta resolução. Inicialmente os dados foram disponibilizados em resoluções diferentes, para o território norte americano e o restante dos continentes. No entanto, a partir 2014, o governo norte americano anunciou a disponibilização gratuita dos dados de 1 arco de segundo, o equivalente a 30 metros de resolução espacial (Biffi et. al., 2013).

O IBGE, disponibilizou um MDE, que integra o projeto RJ-25, provenientes de aeroimagens, que representa as características altimétricas da superfície, obtido por meio de processamento fotogramétrico analítico, que gerou imagens *rasters* com resolução de 20x20 metros.

3.5 Base de Dados e Ferramentas Utilizadas

Para a análise com relação a delimitação do perímetro da propriedade, foram utilizados como referência, os dados do memorial descritivo do imóvel denominado, Chácara do Sossego, anexo a escritura de registro do imóvel, legalmente reconhecida no cartório de ofício único da comarca de Paraty/RJ, com 24.234m², localizado no bairro Corisco, 1º distrito de Paraty-RJ, provenientes do levantamento planimétrico em escala de 1:500 metros, utilizando-se um teodolito, por profissional habilitado e com registro em seu conselho de classe.

Para fim de comparação, foi realizado levantamento de dados, percorrendo-se os mesmos pontos presentes no levantamento planimétrico, porém utilizando-se um receptor GNSS de navegação portátil GARMIN GPSMAP 64.

Além desses dados, foi solicitado ao proprietário do imóvel que o localizasse e o demarcasse, por meio de sua visualização sobre uma imagem digital, na forma de croqui, conforme previsto pela legislação que regulamenta o CAR, no caso de não haver levantamento topográfico realizado por profissional, para tal foi utilizado o complemento *OpenLayers Plugin* do *software* QGIS e imagem do Google Satélites, uma vez que, por se tratar de uma área pequena, não ter sido possível utilizar a imagem proveniente do RapidEye. As coordenadas de todos os meios então na tabela 8.

Tabela 8. Coordenadas UTM de cada método adotado.

Pontos	A levantamento planimétrico presente na certidão de registro		B levantamento de campo com GPS		C Identificação visual sobre imagem de satélite	
	E	N	E	N	E	N
P1	524.639,703	7.429.117,805	524.639,669	7.429.117,876	524.707,187	7.429.163,328
P2	524.643,309	7.429.121,149	524.643,727	7.429.121,253	524.644,033	7.429.122,413
P3	524.675,791	7.429.213,663	524.675,317	7.429.214,506	524.667,505	7.429.212,155
P4	524.704,555	7.429.219,238	524.704,914	7.429.221,978	524.682,449	7.429.217,223
P5	524.737,558	7.429.214,798	524.736,653	7.429.216,372	524.724,803	7.429.211,210
P6	524.819,517	7.429.206,285	524.820,384	7.429.206,849	524.809,981	7.429.198,744
P7	524.844,519	7.429.142,113	524.845,926	7.429.145,879	524.828,991	7.429.148,017
P8	524.832,716	7.429.109,589	524.832,714	7.429.111,489	524.827,352	7.429.125,761
P9	524.837,710	7.429.093,863	524.838,276	7.429.095,943	524.827,959	7.429.107,309
P10	524.827,039	7.429.085,595	524.827,297	7.429.085,975	524.828,587	7.429.082,585
P11	524.804,239	7.429.088,622	524.803,920	7.429.088,290	524.811,403	7.429.070,546
P12	524.759,630	7.429.079,164	524.760,119	7.429.077,394	524.781,303	7.429.054,877
P13	524.730,603	7.429.073,904	524.731,096	7.429.073,598	524.744,908	7.429.052,057
P14	524.730,478	7.429.073,840	524.730,961	7.429.073,505	524.744,829	7.429.052,036
P15	524.696,901	7.429.063,071	524.697,074	7.429.062,522	524.716,963	7.429.057,087
P16	524.677,734	7.429.061,960	524.678,859	7.429.062,149	524.689,151	7.429.064,108
P17	524.659,872	7.429.098,631	524.660,848	7.429.100,001	524.668,443	7.429.099,125
P18	524.648,121	7.429.096,692	524.648,346	7.429.096,957	524.647,980	7.429.097,056

Todos os dados foram processados utilizando-se o programa computacional QGIS 2.14.6, as informações do memorial descritivo foram utilizadas no *plugin* Azimute e Distância. Para a geração do polígono e arquivo *shapefile* do imóvel, os dados do GPS Garmin foram descarregados por meio do *software* GPS TrackMaker, e posteriormente

processados no QGIS para a geração da poligonal e arquivo *shapefile*. Todos os polígonos foram gerados no sistema UTM de coordenadas, DATUM SIRGAS 2000, fuso 23S.

Para a comparação das diferenças entre os três tipos de levantamentos, conforme proposto por Erba (2005), foi calculada a distância horizontal entre os respectivos pontos das coordenadas do sistema cartesiano de cada polígono, em metros, sendo para isso adotada a seguinte fórmula:

$$DH = \sqrt{(\Delta E_2 - \Delta E_1)^2 + (\Delta N_2 - \Delta N_1)^2} \quad (1)$$

Onde:

DH = Distância Horizontal

AE₂ e AN₂ = Levantamento da certidão de registro

BE₁ e BN₁ = Levantamento de campo com GPS

CE₁ e CN₁ = Identificação visual sobre a imagem

Para a identificação dessas feições, foram utilizadas e comparadas as imagens orbitais RapidEye, fornecida pelo MMA, do dia 05 de junho de 2012, imagem do Google satélites, e ortofoto da Emplasa, utilizada no Estado de São Paulo, com outras imagens disponibilizadas gratuitamente, sendo, o LANDSAT 8, que foi desenvolvido e disponibilizado pela Agencia Espacial Americana, cujo projeto vem sendo gerenciado pela NASA e a USGS, do dia 31 de agosto de 2015, imagens aéreas coloridas ortorretificadas, em escala 1:25.000 do ano de 2005, do projeto RJ 1:25.000, do IBGE, disponibilizadas para uso público, e a imagem proveniente do satélite Sentinels, missão Sentinel - 2, do programa Copernicus, da ESA, do dia 16 de junho de 2016 (figura 21), a imagem fornecida pela plataforma mineira, proveniente do Google satélites, não está representada na figura, por se tratar de um conjunto de imagens sem origem definida.

		RAPIDEYE	ORTOFOTO Emplasa	ORTOFOTO IBGE	SENTINEL 2A	LANDSAT 8
IMAGENS	Resolução					
	Espacial	5 m	1 m	5 m	10 ~60 m	30 m
	Temporal	5 dias	--	--	10 dias	16 dias
	Radiométrica	12 bits	8 bits	8 bits	12 bits	16 bits
	Espectral	5 bandas	RGB	RGB	13 bandas	9 bandas
	Distribuição	MMA	Emplasa	IBGE	ESA	USGS
Aquisição	2011/2012	2010/2011	2005	2016	2016	

Figura 21. Características das imagens utilizadas.

O Estado de São Paulo, utiliza mapeamentos oficiais próprios, tais como ortofotos da Emplasa de 2010/2011, agregados a mapeamentos de cobertura da terra com mapas de declividade, todos do governo do Estado.

Para a identificação e delimitação das informações ambientais, que correspondem as áreas de pousio, que de acordo com o decreto Federal 7.830/2012, trata-se de uma área em que foi adotada a prática de interrupção temporária de atividades ou uso agrícolas, pecuários ou silviculturais, por no máximo 5 anos, para possibilitar a recuperação da capacidade de uso ou da estrutura física do solo, a área consolidada, e ainda remanescente de vegetação nativa, que é classificada como a área com vegetação nativa em estágio primário e secundário avançado de regeneração.

Foi adotado como referência os pontos coletados por aparelho receptor GNSS GARMIN 64, com o qual percorreu-se as informações supracitadas e gerado os polígonos das respectivas áreas. Cabe ressaltar que para o cadastro das áreas consolidadas, os dados inseridos devem corresponder a uma data anterior a 22/07/2008, e as imagens utilizadas neste estudo são de diferentes datas, e as áreas de pousio, que não puderam ser identificadas visualmente nas imagens, assim e para fim de comparação, foram identificados a área de vegetação nativa, e não vegetação.

Para a delimitação das APP's de relevo, utilizou-se de Modelos Digitais de Elevação-MDE, provenientes de sensores orbitais (figura 22), mesmo que esta ferramenta não esteja contemplada no módulo de cadastro do CAR Federal e mineiro, já que no módulo paulista essa informação é obtida, no entanto, não é possível exporta-la, somente demarca-la sobre a imagem, ficando limitada a declaração do proprietário ou possuidor do imóvel, ou a obtenção desses dados por meio externo alternativo.

Esse estudo analisou três alternativas disponibilizadas para uso público, para agregar essas informações de forma mais precisa no CAR. Para a geração de mapas de elevação visando identificar e delimitar APP's de declividade e AUR, e comparar os dados gerados. Foram utilizados e comparados dados dos projetos ASTER, e SRTM, ambos disponibilizados pelo governo norte americano, e o MDE disponibilizado pelo IBGE, proveniente do projeto RJ- 25.000.

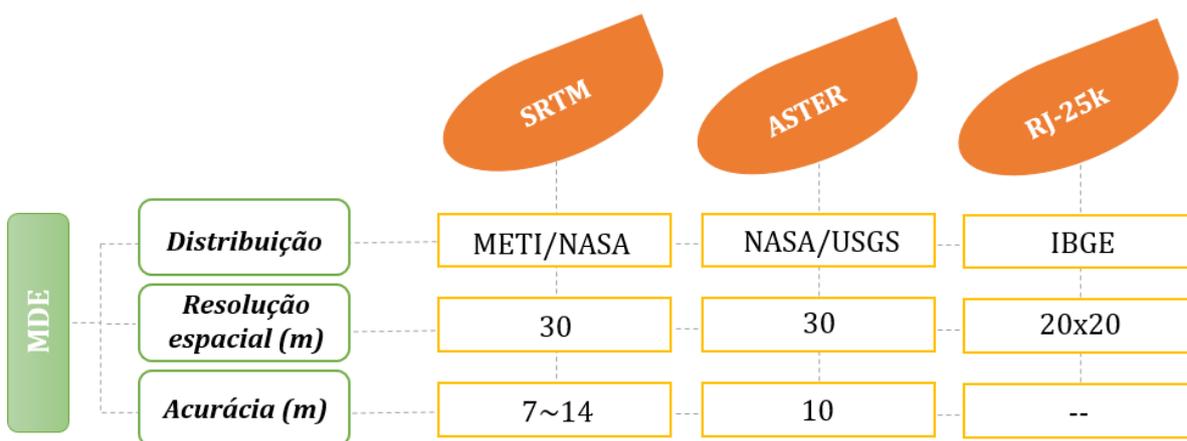


Figura 22. MDE's utilizados na pesquisa.

Para inferir os tratamentos nos MDEs, a fim de obter os dados de declividade, foi considerado um recorte da área de estudo de 2.365 hectares, no município de Paraty/RJ, entre as coordenadas, - 23.22736 a -23.22716 latitudes S, e - 44.79515 a - 44.74016 longitudes W.

Neste trabalho, para fins de comparação, foram consideradas as duas classes mais comuns de declividade. As AUR's, e a APP de declividade, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declividade.

Para a obtenção dos dados de declividade, os MDE's foram manipulados no *software* QGIS, onde foram inicialmente reprojatados para o sistema de coordenadas planas, Datum SIRGAS 2000, zona 23S, e posteriormente gerado o MDE no modo declividade do *raster*. O mapa de declividade foi classificado em três intervalos de classe, 0 a 25, 25 a 45 e maior que 45, e em seguida reclassificado pela ferramenta "*reclass*" em duas classes, 25° a 45° e maior que 45°. Dando continuidade, o resultado gerado, foi convertido em polígono, e a partir destes, foram geradas duas camadas *shapefile*, uma para AUR e outra para APP, que tiveram suas áreas calculadas, para fins de comparação entre os MDE's.

Os MDE's são disponibilizados gratuitamente por meio de seus sítios digitais de consulta a dados, pelos governos e instituições públicas, e vêm sendo empregados em diversas pesquisas. Portanto podem compor base de dados sólidas para o mapeamento das características de relevo, preconizadas no CAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os dados obtidos entre as diferentes metodologias, foram identificadas discrepâncias. O levantamento planimétrico presente na certidão de registro do imóvel quando comparado com os dados coletados em campo, e a identificação visual sobre a imagem, apresentaram diferenças em relação a área, enquanto no primeiro a área encontrada foi de 24.234m², no segundo a área era de 24.620m², e no terceiro 25.431m². Foram identificadas diferenças razoáveis entre a distâncias dos pontos/coordenadas gerados, principalmente considerando-se a identificação visual.

Essa observação é importante, pois de acordo com a lei 12.651/2012, para o cadastro dos imóveis com área inferior a 4 módulos fiscais, tem seu cadastro simplificado, necessitando apenas de um croqui para a inserção dos dados no sistema, bastando reconhecer a área sobre uma imagem de satélite, assim como as informações ambientais desse imóvel. De acordo com o decreto 7.830 de 2012, em seu artigo 2º, as pequenas propriedades poderão utilizar os mecanismos e imagens disponibilizadas no SICAR, para elaborar o georreferenciamento da área do imóvel e inserir suas informações ambientais por meio da vetorização da imagem georreferenciada com representação gráfica plana em escala mínima de 1:50.000.

Por permitir também diferentes formas de inserção desses dados no sistema, o processo de cadastro no CAR é bastante simplificado, mas quando realizado por pessoas sem conhecimento técnico para manusear esses dados, podem ser gerados futuros problemas aos órgãos ambientais Estaduais, como sobreposições de propriedades, inserção de dados errôneos ou oportunistas, omissão de dados, como áreas de APP e outras informações ambientais, e ainda, inconsistências nas informações apresentadas, podendo gerar atrasos e uma maior demanda de trabalho aos órgãos responsáveis pela análise e validação do cadastro, com exigência de retificações. Cabe ressaltar, que para a realização do CAR, não é necessária responsabilidade técnica ou um profissional especializado, podendo qualquer pessoa que possua os instrumentos necessários realizar o cadastro.

Os resultados apontam, que na ausência de um levantamento topográfico, realizado com equipamentos de precisão, a utilização de um aparelho portátil receptor GPS, atende moderadamente aos requisitos exigidos para o CAR, considerando que o mesmo não tem finalidade fundiária. A diferença máxima encontrada, entre os pontos A e B, foi de 4,2 metros no ponto 7 e a mínima de 0,08 metros no ponto 1, com uma média de 1,27 metros, a diferença da área total do imóvel, comparada entre os levantamentos A e B é de 380 m² (figura 23).



Figura 23. Comparação entre os polígonos gerados pelos diferentes métodos da área de estudo.

A maior distância identificada quando comparados os levantamentos A e C, foi de 81,40 metros no ponto 1, e a menor de 0,39 metros no ponto 18, apresentando uma média de 18,79 metros, a diferença em relação a área total do imóvel comparando os levantamentos A e C, é de 1.190 m² (tabela 9).

Tabela 9. Distancia horizontal em metros entre as coordenadas do perímetro do imóvel.

Pontos	Distancia A - B (metros)	Distancia A - C (metros)
P1	0,08	81,40
P2	0,43	1,45
P3	0,97	8,42
P4	2,76	22,19
P5	1,82	13,25
P6	1,03	12,15
P7	4,02	16,61
P8	1,90	17,03
P9	2,16	16,61
P10	0,46	3,38
P11	0,46	19,44
P12	1,84	32,55
P13	0,58	26,11
P14	0,59	26,10
P15	0,58	20,93
P16	1,14	11,61
P17	1,68	8,58
P18	0,35	0,39

Em que “A” representa o valor de referência, considerando o levantamento planimétrico, “B” refere-se ao levantamento de campo realizado com um aparelho receptor GNSS, e “C” os valores referentes a identificação visual sobre a imagem de satélite, realizada pelo proprietário do imóvel.

As informações de localização são apenas para responsabilizar o declarante por possíveis passivos, e fornecer base de dados consistentes sobre as informações ambientais dos Municípios. Em contrapartida, o perímetro do imóvel delimitado por meio da identificação visual sobre imagem de satélite, pode induzir o declarante a erros, demarcando uma área que pode ser diferente da sua propriedade ou posse, podendo abarcar parcialmente um vizinho, ou deixando declarar área própria, e ainda, deixando de fornecer informações em virtude da dificuldade de identificá-las sobre a imagem principalmente, se não houver a identificação visual de pontos de controle, tornando difícil a definição de divisas em áreas com densa vegetação, como no exemplo do estudo em questão.

A imagem RapidEye disponibilizada para o mapeamento visual, pelo módulo de cadastro do governo Federal, utilizada pelo Estado do Rio de Janeiro, e do Estado de Minas Gerais, embora de alta resolução espacial, não forneceu subsídios suficientes para a identificação das feições solicitadas no CAR.

A resolução espacial, determina o tamanho do menor objeto possível identificado na imagem, e para atender ao CAR, deve possibilitar a identificação de alguns elementos urbanos, áreas de vegetação, e cursos d’água. Porém, ao colocar a imagem RapidEye na mesma escala de imagens de melhor ou mesma resolução espacial, como a ortofoto do IBGE, as imagens do Google satélites, e ortofoto Emplasa, observou-se um nível maior de detalhamento dos elementos perceptíveis nas imagens comparadas, portanto o uso da imagem RapidEye, não foi suficiente para a identificação visual de alguns alvos requeridos no CAR, para uma pequena propriedade, como a área estudo.

Em contrapartida, ao comparar a imagem RapidEye, com as imagens de média resolução espacial, como as provenientes do satélite Lansat 8 e missão Sentinel – 2A, percebe-se que as imagens de média resolução não possuem os requisitos necessários para esse tipo de mapeamento (figura 24). Portanto, devido à dificuldade de identificação das feições em todas as imagens utilizadas nesse estudo, para fins de comparação entre elas com relação a identificação das informações ambientais relativas a cobertura do solo, foram adotadas apenas as classes de “vegetação” e “não vegetação”.

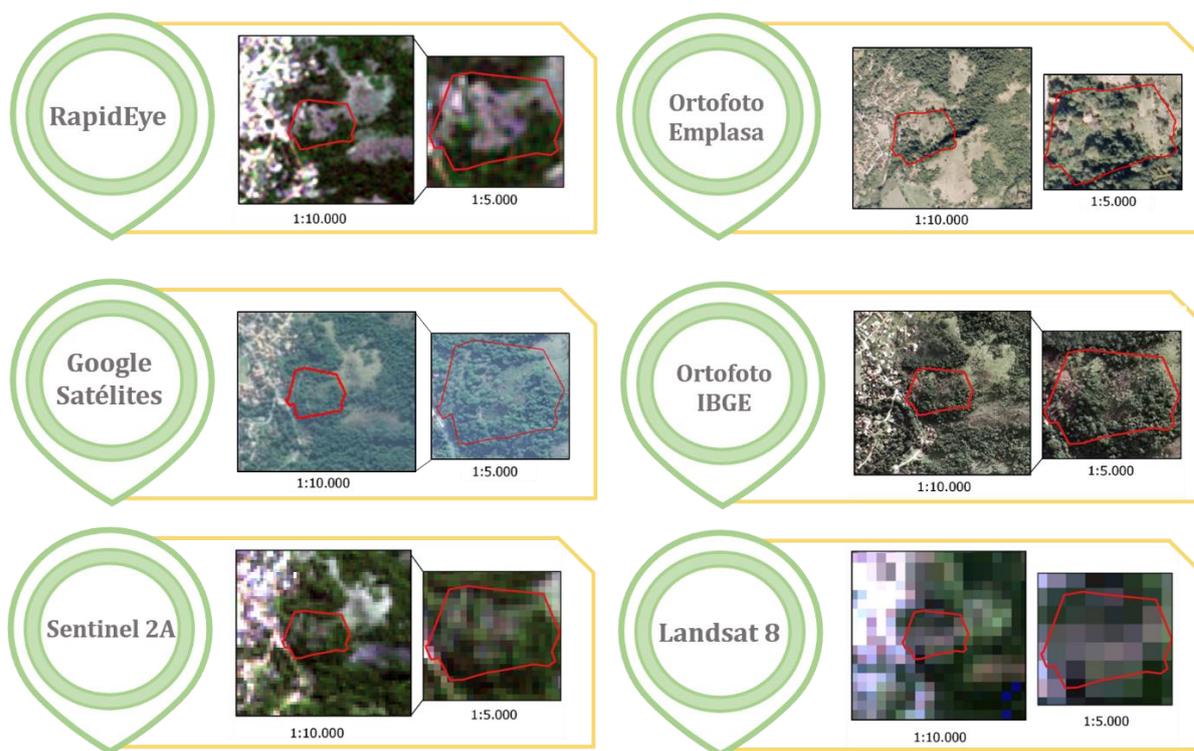


Figura 24. Comparação visual entre as imagens utilizadas.

É importante considerar que as imagens adquiridas pelo governo brasileiro, para a plataforma Federal, não são atualizadas, e nem atuais, datam entre 2011 e 2012, assim como a ortofoto utilizada na plataforma paulista de 2010 e 2011, o que para fins de monitoramento com relação a desmatamento, e acompanhamento de recomposição florestal em área de APP e RL, por exemplo, torna-se um dado defasado.

As ortofotos disponibilizadas pelo IBGE, atendem satisfatoriamente a interpretação visual dos alvos requeridos, o que poderia se tornar uma opção viável no mapeamento desses dados, para Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, porém, sendo do ano de 2005, também não atende os anseios de monitoramento, um dos maiores objetivos do CAR. As imagens Landsat 8 e Sentinel 2-A, são atuais, e tem boa resolução temporal, mas devido a média resolução espacial, a delimitação das informações ambientais, bem como a localização do imóvel, principalmente pequenas propriedades, é bastante dificultada.

Em vista disto, na ausência de uma imagem com maior qualidade, a coleta de dados *in loco*, utilizando-se de equipamento receptor GNSS, apresentou melhores resultados. Como pode ser observado na figura 25 e tabela 10, há uma tendência em superestimar a vegetação nativa, em detrimento de outras áreas em imagens de média a baixa resolução espacial.

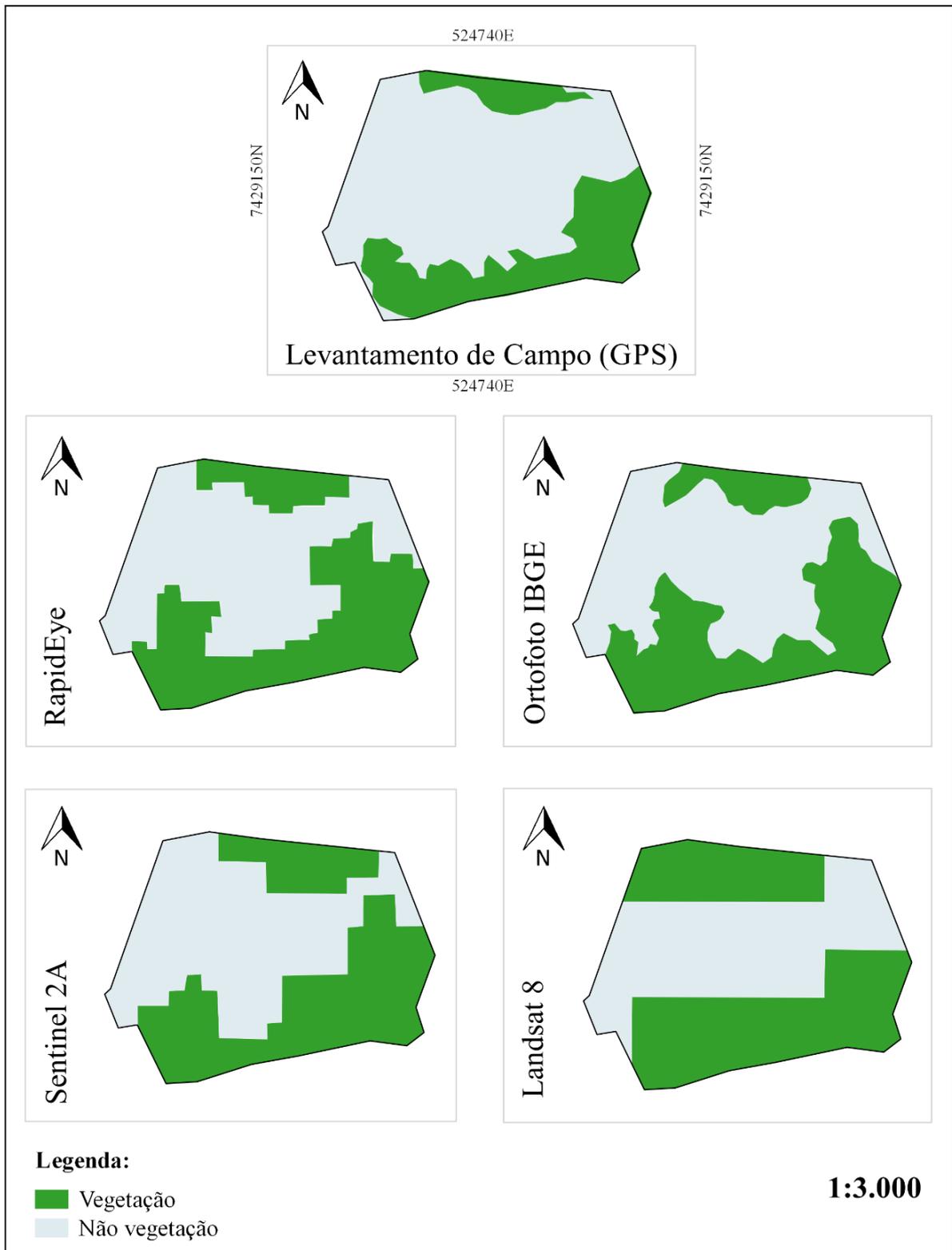


Figura 25. Comparação dos resultados encontrados em vegetação e não vegetação para as diferentes imagens em relação ao levantamento de campo (GPS)

Tabela 10. Comparação da distribuição por tamanho de área e percentual de “vegetação” e “não vegetação” nas diferentes imagens em relação ao levantamento de campo.

Origem do dado	Vegetação (m²)	%	Não vegetação (m²)	%
Levantamento de campo	8.269	34	15.965	66
RapidEye	10.981	45	13.253	55
Ortofoto	10.722	44	13.512	56
Sentinel 2-A	11.526	48	12.708	52
Landsat 8	12.919	53	11.315	47

O que pode ser explicado por Ponzoni (2002), que utilizando o sensoriamento remoto no estudo da vegetação, afirma que um dossel florestal apresenta valores de reflectância relativamente baixos na região do visível, devido a ação dos pigmentos fotossintetizantes que absorvem a REM para a realização da fotossíntese. O sensor colocado em órbita terrestre, mede a radiância espectral, e o sensor de cada banda espectral, apto a coletar a REM refletida pelos objetos possui sua própria sensibilidade, o que implica em um desbalanceamento das radiâncias espectrais medidas, que pode ocasionar diferenças de brilho de um mesmo objeto entre as diferentes bandas, ora subestimando-o, ora superestimando-o. Dependendo da forma e distribuição espacial dos indivíduos em todas as fases de desenvolvimento de um dossel florestal, o diagnóstico da cobertura vegetal pode ser “mascarada” pelo efeito da participação do solo e outros elementos da vegetação, como, folhas, galhos e troncos. Assim, em uma floresta, ou fragmento florestal, um indivíduo dominante projetando sua copa acima da cota média inferior, poderia acarretar o sombreamento daqueles que se posicionam imediatamente abaixo, o que implicaria no “escurecimento” do dossel da floresta, tal efeito é ainda maior quanto maior for o ângulo de incidência solar, efeito provocado também pela participação do solo, porém de forma inversa, ou seja, quanto menor for o ângulo de incidência de iluminação maior a sua participação.

Ainda de acordo com Ponzoni (2002), a escala adotada para o mapeamento pode apresentar limitações para estudos mais detalhados, unidades de pequenas extensões podem ficar impossibilitadas de serem mapeadas, e pequenos fragmentos florestais desconectados, podem ser agrupados em razão da escala utilizada. Portanto, quanto maior a escala de mapeamento, menor é a área mínima que poderá ser mapeada com melhor detalhamento.

Em vista disso, a presença desses efeitos pode gerar dados errôneos para o CAR, no mapeamento das faixas marginais de proteção das APP's, como margens de rios, lagos e nascentes, que devem ser recompostas ou conservadas, informações que são gerados automaticamente pelo sistema do CAR, após a delimitação cobertura vegetal, podendo assim, trazer prejuízos ecossistêmicos a região. Esse dado é de suma importância, pois a presença ou não de vegetação, e seu percentual em relação ao imóvel, implica na verificação de déficits referentes a RL e APP, além de definirem a necessidade de adesão ao PRA, ou desejo de aderir ao CRA.

Comparando-se as informações de declividade, pode-se observar na figura 26 e tabela 11, no MDE ASTER, foi detectada uma área maior da classe AUR, representando 10,8% da área de estudo, seguida pelo SRTM, e consideravelmente menor no do IBGE. Em contrapartida a classe APP encontrada, foi maior no MDE IBGE, representando 0,7% da área de estudo, seguida por SRTM e ASTER.

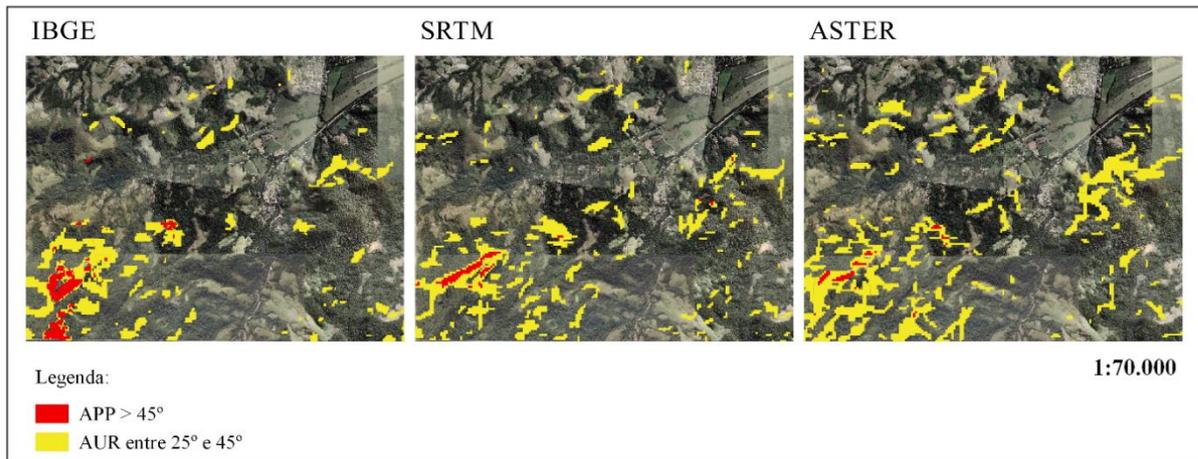


Figura 26. Polígonos das classes de declividade gerados.

Tabela 11. Comparação das áreas de declividade.

Classes de declividade (graus)	Categoria	IBGE		SRTM		ASTER	
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
25 – 45	Área de Uso Restrito - AUR	188,220	7,2	232,010	9	282,981	10,8
> 45	Área de Preservação Permanente - APP	18,414	0,7	10,942	0,4	6,415	0,2

Na tabela 12 são comparadas as plataformas estaduais, e suas ferramentas, apresentando as suas vantagens e desvantagens com relação aos instrumentos que disponibilizam para a realização do cadastro.

Tabela 12. Vantagens e desvantagens dos módulos de cadastros comparados (continua).

Aspectos	Módulo Federal (Rio de Janeiro)	Módulo de Minas Gerais	Módulo de São Paulo
Módulo CAR	Funcionam de forma <i>off line</i> , teoricamente foi desenvolvido para o homem do campo, realizar o cadastro em locais de difícil acesso à internet, dessa forma, bastaria baixar as imagens do Município e realizar o cadastro no local, o que poderia funcionar perfeitamente caso não fosse necessária a utilização de dados alternativos para a inserção de todos os dados requeridos, como outras imagens para melhor visualização e MDE's.		Funciona no modo, <i>on line</i> , portanto sendo obrigatório o uso da internet, pois o sistema é operado do portal do SIGAM, ao contrário dos demais que são programas instalados no computador. Como o Estado possui uma imagem de melhor qualidade, e disponibiliza outros dados vetoriais, como de declividade, valeria estudar a possibilidade de gerar um software para cadastramento.
Inserção de dados gerais, de contato, e documentos.	Nessas duas plataformas, a inserção dos dados é bastante simples, e compreende uma vasta gama de possibilidades, principalmente com relação a apresentação de documentação comprobatória da propriedade ou posse, sendo permitida inclusive a inclusão de um termo de auto declaração, para quem não dispõe de nenhum documento. Não é necessário anexar nenhum tipo de cópia de documento no sistema, o que pode representar uma desvantagem, caso esta venha ser necessária em etapa futura.		A inserção dos dados gerais funciona também de forma bem simplificada, no entanto, a figura do cadastrante é considerada a mesma de um representante legal ou técnico responsável, sendo exigida uma procuração, caso este não seja o proprietário ou possuidor do imóvel em questão, que deve ser anexada a plataforma, além disso, é possível anexar ao sistema o documento comprobatório da propriedade ou posse, caso esse exista. Possibilidade vantajosa, pois facilita em caso de futuras solicitações.
Inclusão de representante ou responsável técnico.	Não é obrigatório, porém na última atualização, existe a opção de indicação de uma representante, figura poderá responder e apresentar documentos pelo proprietário quando solicitado pelo órgão ambiental.	Obrigatório para imóveis com mais de 4 módulos fiscais. Sendo possível a indicação também da figura de um representante.	Facultativo para qualquer imóvel.
Imagem disponibilizada para mapeamento.	No módulo federal é possível obter apenas imagens do satélite RapidEye, que não fornece qualidade suficiente para a identificação de algumas feições solicitadas no CAR, principalmente em pequenos imóveis.	A plataforma mineira, por sua vez, além da RapidEye, disponibiliza para quem a utiliza <i>on line</i> , imagens do Google imagens, com alta resolução espacial, e boa qualidade para identificação das feições.	E a plataforma paulista, além das imagens do Google imagens, disponibiliza também ortofotos com 1 metro de resolução espacial, de alta qualidade para a delimitação das informações e perímetro do imóvel, com a única desvantagem de não sofrer atualizações, sendo dos anos de 2010/2011.

Tabela 12. Continuação

Inserção de dados externos, <i>upload</i> .	Nessas duas plataformas, é possível inserir as coordenadas ponto a ponto, utilizando diversos sistemas de projeção geográfica, inclusive azimutes, importar arquivos nos formatos <i>shp</i> , <i>kml</i> , <i>gpx</i> e <i>xls/xlsx</i> . O que pode representar uma vantagem pela facilidade, mas também oferece uma margem maior de erros que deverão ser checados e corrigidos, embora o sistema converta esses diversos formatos para o padrão automaticamente, a diversidade de opções, pode confundir o cadastrante não familiarizado com os termos e ferramentas.	Na plataforma paulista, é possível o carregamento/ <i>upload</i> de arquivos, apenas no formato <i>shp</i> , e embora possa ser um fator limitante para quem não saiba manusear os programas computacionais específicos e tenha dificuldade em delimitar as informações sobre a imagem disponibilizada, é importante devido a maior possibilidade de padronização dos dados inseridos.
Ferramentas de desenho.	Em todas as plataformas, as ferramentas de desenho são bastantes similares, para a delimitação de pontos, linhas e polígonos.	
Geração de recibo.	Gera um recibo com informações básicas, e apenas o perímetro do imóvel, sem as informações ambientais e suas respectivas margens de recomposição, quando for o caso. Dessa forma, o proprietário/possuidor, não visualiza o que há sobre seu domínio para prosseguir com um melhor planejamento do uso do imóvel e providenciar sua adequação.	No recibo gerado, além das informações básicas, há uma imagem do mapa temático gerado, com todas as informações fornecidas.
Acompanhamento.	No pós-CAR, os proprietários e possuidores podem fazer o acompanhamento do andamento do cadastro por meio da Central do Proprietário/Possuidor, instrumento bastante interessante para quem tem acesso à internet, de onde podem ser feitas as retificações e inserção de informações e documentos que venham a ser solicitados. No entanto, é importante que o órgão ambiental, mantenha uma opção alternativa de diálogo, pois o acesso a um computador ainda não é a realidade da maioria da população rural.	Na plataforma do Estado de Minas Gerais, o acompanhamento é realizado por meio da Central de Comunicação, que funciona da mesma forma da Federal. O acompanhamento do CAR no Estado de São Paulo, funciona de forma <i>on line</i> , por meio da guia “Comunicações e pendências” ao fazer a autenticação e entrar no sistema SICAR-SP, onde também é possível anexar documentos e se inteirar sobre o andamento do cadastro. Neste caso, também é importante salientar que se o Estado não encontrar outras vias de comunicação, telefone e telegramas, por exemplo, o acompanhamento poderá ser comprometido.

4.1 Recomendações Futuras

Recentemente foi disponibilizado para consulta pública, todos os arquivos vetoriais, provenientes de cadastros no CAR em âmbito nacional. Embora esses dados ainda não tenham sido analisados e validados pelos respectivos órgãos ambientais responsáveis, podem compor uma base de dados interessante para uma análise mais aprofundada de possíveis discrepâncias nesses cadastros, como sobreposições com unidades de conservação e área de povos e comunidades tradicionais, e quantificá-las.

Também seria possível avaliar a qualidade das informações ambientais declaradas, utilizando de técnicas de geoprocessamento para estabelecer a hidrografia, topos de morros, manguezais e outras APP, além de dados disponibilizados quanto a malha viária, criando um modelo padronizado que poderiam vir a serem adotados pelos órgãos que farão a análise, e simular os problemas que estes poderão enfrentar.

5 CONCLUSÕES

O uso das geotecnologias no auxílio ao monitoramento ambiental e planejamento de imóveis rurais é imprescindível nos dias atuais, o CAR é uma iniciativa precursora nesse sentido. Trata-se de uma ferramenta amigável e acessível, criada para ser operada pelo próprio proprietário rural. No entanto, por necessitar de dados técnicos, e conhecimento da legislação, é importante discutir sobre um preparo mínimo para operar a ferramenta. E a importância de se obter metodologias padronizadas para a confecção do CAR, haja vista a necessidade de um resultado final (mapa temático da área cadastrada) para nortear o proprietário/possuidor do imóvel para o que existe sob o seu domínio e também na recuperação de suas áreas conforme verificação e exigência do órgão ambiental, e ao poder público para aplicação da legislação vigente e elaboração de programas e projetos dependentes destes dados.

Nesse sentido, pode-se considerar que o Estado de São Paulo, está a um passo à frente dos demais, pois a plataforma de cadastro, por ser mais restritiva em relação a inserção de dados, permite que haja uma padronização do volume de dados gerados, além de disponibilizar uma imagem com excelente qualidade para a visualização das feições requeridas no CAR, e informações ambientais adicionais, possibilitando seu desenho sobre a imagem.

O Estado de Minas Gerais, ampliou a possibilidade de inserção dos dados, realizando o convenio com a Google, e disponibilizando imagens de alta resolução em seu módulo de cadastro adaptado, para ser utilizado *on line*, no entanto, isso não é o suficiente para evitar que ocorram possíveis erros de sobreposição de imóveis, em UC's e área de povos e comunidades tradicionais, e divergência nas informações ambientais apresentadas, que carecem da utilização de ferramentas não disponibilizadas pelo sistema, como informações de declividade e hidrografia, e da ausência de padronização para se obter essas informações de fontes externas, ficando a mercê da auto declaração do responsável pelo cadastro, que muitas vezes não tem domínio sobre os termos solicitados. Observações estas que podem ser estendidas ao módulo de cadastro disponibilizado pelo governo Federal, adotado pelo Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, M.A.H.; SIQUEIRA, J.C.S. Características das imagens RapidEye para mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. XVI., 2013. Foz do Iguaçu. *Anais ...* São José dos Campos, Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais, 2013.

ANTUNES, M.A.H.; DEBIASI, P.; SIQUEIRA, J.C.S. Avaliação espectral e geométrica das imagens RapidEye e seu potencial para mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental. *Revista Brasileira de Cartografia*. Rio de Janeiro, RJ, v. 66. p. 105-113. 2014.

AZEVEDO, A. *Legitimação da insustentabilidade? Análise do sistema de licenciamento ambiental de propriedades rurais - SLAPR (Mato Grosso)*. 2009. 325 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília, Brasília 2009.

BEDÊ, J. C. Lei Florestal de Minas Gerais: Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013: dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade: orientações aos produtores rurais. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013. 53p.

BIFFI, L.J.; JERENKOW G.L.; FRANCHINI, RL.; VIEIRA R.M.; NETO, S.L.R.; CORDEIRO, M. A. Comparação de modelos digitais de elevação de SRTM e ASTER com modelo de elevação de grande escala do município de Lages -SC. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. XVI. 2013. Foz do Iguaçu. *Anais ...* São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2013.

BOCHNER J.K.; FILHO J.M.S.; MUSSI R. Adequação Ambiental de Imóveis Rurais: Orientações Gerais. Rio de Janeiro, RJ, 2015, 52p.

BRANCALION P.H.S.; GARCIA L.C.; LOYOLA R.; RODRIGUES R.R.; PILLAR V.D.; LEWINSOHN T.M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação (Brazilian Journal of Nature Conservation)*. São Paulo, SP, v.14. p. 1–15. 2016.

BRASIL. Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007. Dispõe sobre ações relativas à prevenção, monitoramento e controle de desmatamento no Bioma Amazônia, bem como altera e acresce dispositivos ao Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999, que dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 dez. 2007.

BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 jul. 2008.

BRASIL. Decreto nº 7.029, de 10 de dezembro de 2009. Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado “Programa Mais Ambiente”, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 dez. 2009.

BRASIL. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos

Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 out. 2012.

BRASIL. Decreto nº 8235, de 5 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto no 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 de maio de 2014.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 set. 1965.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 13.335, de 14 de setembro de 2016. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, para dispor sobre a extensão dos prazos de inscrição no Cadastro Ambiental Rural e adesão ao Programa de Regularização Ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 set. 2016.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm> . Acessado em 17 de janeiro de 2017.

CNA. Confederação Nacional de Agricultura. Disponível em: <<http://www.cnabrazil.org.br/noticias/cna-publica-estudo-sobre-o-impacto-da-tpp-para-agropecuaria-brasileira>> . Acessado em 17 de fev. 2017.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM. Deliberação Normativa COPAM nº 200. Estabelece critérios gerais para compensação de Reserva Legal em Unidades de Conservação de Domínio Público, pendentes de regularização fundiária no Estado de Minas Gerais. 13 de agosto de 2014.

EMPLASA. Metadados ortofoto 2010 e 2011 do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://portal.emplasa.sp.gov.br:8080/geonetwork/srv/pt/main.home>>, acessado em fev. de 2017.

ESA - European Spatial Agency. Sentinel-2 User Handbook. 2015. 64 p. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/about-sentinel-online>> acessado em fev. de 2017.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decreto nº 44.512, de 09 de dezembro de 2013. Dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural - CAR, o Programa de Regularização Ambiental - PRA, a Reserva Legal e seus instrumentos de regularização, o regime de supressão de florestas e formações sucessoras para uso alternativo do solo, a reposição florestal, e dá outras providências. Diário Oficial, Estado do Rio de Janeiro, RJ, 10 de dez. 2013. Seção 1, p.1.

ESTADO DE MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Diário do Executivo, Minas Gerais, MG, 17 de out. 2013.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 59.261, de 5 de junho de 2013. Institui o Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado de São Paulo SICAR-SP, e dá providências Correlatas. Diário Oficial do Poder Executivo, São Paulo, SP, 7 de jun. 2013.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 60.107, de 29 de janeiro de 2014. Dá nova redação e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 59.261, de 5 de junho de 2013, que institui o Sistema de Cadastro Ambiental do Estado de São Paulo SICAR-SP e dá providências correlatas. Diário Oficial do Poder Executivo. São Paulo, SP, 30 de jan. 2014. Seção I. p. 124.

ESTADO DE SÃO PAULO. Lei 15.684, de 14 de janeiro de 2015. Dispõe sobre o Programa de Regularização Ambiental - PRA das propriedades e imóveis rurais, criado pela Lei Federal nº 12.651, de 2012 e sobre a aplicação da Lei Complementar Federal nº 140, de 2011, no âmbito do Estado de São Paulo. Diário Oficial do Poder Executivo. São Paulo, SP, 15 de jan. 2015.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto 61.792, de 11 de janeiro de 2016. Regulamenta o Programa de Regularização Ambiental - PRA no Estado de São Paulo, instituído pela Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015, e dá providências correlatas. Diário Oficial Poder Executivo. São Paulo, SP, 12 de jan. 2016. Seção I.

ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução Conjunta SMA/SAA-1, de 29 de janeiro de 2016. Dispõe sobre a regularização ambiental de propriedades e posses rurais no âmbito do Programa de Regularização Ambiental - PRA no Estado de São Paulo, instituído pela Lei 15.684-2015, regulamentada pelo Decreto 61.792-2016, e dá providências correlatas. Diário Oficial Poder Executivo. São Paulo, SP, 30 de jan. 2016.

ESTADO DE SÃO PAULO. Portaria CBRN-3, de 11 de fevereiro de 2015. Estabelece procedimentos a serem realizados pela Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais - CBRN, em relação aos requerimentos de aprovação da localização de Reserva Legal, considerando a efetiva implantação do Cadastro Ambiental Rural – CAR. Diário Oficial Poder Executivo. 12 de fev. 2015. São Paulo, SP, Seção I. p. 125.

EIPHANIO, J.C.N. Satélites de sensoriamento remoto. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002. p. 38. 2002.

ERBA, D. A.; THUM, A. B.; UCHÔA, C. A. *Topografia para estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia*. São Leopoldo: Unisinos, 2005.

FEISTAUER D.; LOVATO P.E.; SIMINSKI A.; RESENDE S.A. Impactos do Novo Código Florestal na regularização ambiental de propriedades rurais familiares. *Ciência Florestal*. Santa Maria, RS, v. 24. P. 749-757. 2014.

FELIX, I.M.; KAZMIERCZAK, M.L.; ESPINDOLA, G.M. RapidEye: a nova geração de satélites de observação da Terra. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. XIV., 2009. Natal. *Anais ...* São José dos Campos, Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais, 2009.

FIGUEIREDO, D. Conceitos básicos de sensoriamento remoto. Brasília – DF: Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2005. 30p, 2005.

FLORENZANO, T. C. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo - SP: Oficina de textos, 2002.

IBGE. Metadados do produto Ortofoto 1:25.000 do Projeto RJ-25. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/imagens_do_territorio/imagens_corrigidas/ortomosaicos/rj25/informacoes_tecnicas/Metadados-ORTOFOTO-RJ25.pdf>, acessado em fev. de 2017.

INEA. Resolução nº 93, de 24 de outubro de 2014. Estabelece a metodologia a ser utilizada para delimitação de Área de Preservação Permanente de Topo de Morro no Estado do Rio de Janeiro. Boletim oficial, 25 de out. 2014.

INEA. Programa de Regularização Ambiental (PRA), Orientações Básicas de Recomposição Florestal para o Pequeno Produtor Rural. Rio de Janeiro, RJ, 2015, p.16, 2015.

INPE. Introdução ao sensoriamento remoto. São José dos Campos – SP, 2001, p. 68, 2001.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA) e INSTITUTO CENTRO DE VIDA (ICV). Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais do estado do Mato Grosso: análise de sua implementação. Série Estudos 7. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2006, p. 44.

LANDAU, E.C.; GUIMARÃES, D.P. Análise comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. XV., 2011. Curitiba. *Anais ...* São José dos Campos, Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais, 2011.

LAUDARES S.S.A.; SILVA K.G.; BORGES L.A.C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Curitiba, PR, v. 31. P. 111-122. 2013.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T.; ROSA, A.N.C.S.; SANO, E.E; BAPTISTA, G.M.M.; BRITES, R.S. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília – DF: Universidade de Brasília – UnB. 2012. 276p. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Portaria 102, de 24 de março de 2009. Dispõe sobre a lista de Municípios situados no Bioma Amazônia onde incidem ações prioritárias de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento ilegal. Diário Oficial da União. 25 mar. 2009. Brasília, DF.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Instrução Normativa nº 02, de 6 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural - SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural - CAR. Diário Oficial da União. 06 mai. 2014. Brasília, DF.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Cadastro Ambiental Rural: Conceito, experiências e desafios no contexto das políticas de regularização ambiental. Brasília, DF, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Orientações básicas sobre o CAR. Brasília, DF, 2012, p. 11.

MOORE, I.D.; GESSLER, P.E.; NIELSEN, G.A.; PETERSON, G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science. Soc. Am.* v. 57. p. 443-452. 1993.

MORAES, E.C. Fundamentos de sensoriamento remoto. São José dos Campos – SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002. 23 p. 2002.

NASCIMENTO B.K.B.; PARISE M.E.; PINHEIRO E.S. Avaliação de técnicas de classificação de imagens SAR-r99b para o mapeamento do desflorestamento. *Revista Geografia Acadêmica*. Boa Vista, v. 6. p. 15-24, 2012.

PINHEIRO H.S.; CHAGAS, C.S.; JÚNIOR, W.C.; DOS ANJOS, L.H.C. Modelos de elevação para obtenção de atributos topográficos utilizados em mapeamento digital de solos. *Pesquisa Brasileira Agropecuária*. v. 47. p. 1384-1394, 2012.

PIRES, M.O. O cadastro ambiental rural: das origens às perspectivas para a política ambiental. Brasília, DF: Conservação Internacional, 2014. 24 p. 2014.

PONZONI, F. J. Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a Mata Atlântica. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002. 27p. 2002.

RICHTER, K.; ATZBERGER, C.; VUOLO, F.; D'URSO, G. Evaluation of Sentinel-2 spectral sampling for Radiative transfer model based LAI estimation of wheat, sugar beet and maize. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. v. 4. p. 458–464, 2011.

RODRIGUES, T.L; DEBIASE, P.; DE SOUZA, R.F. Avaliação da adequação dos produtos ASTER GDEM no auxílio ao mapeamento sistemático brasileiro. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. III., 2010. Recife. *Anais ...* Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

SANTOS, A.R. Sensoriamento remoto. Alegre – ES: Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2013. 87p, 2013.

TRANCOSO R. *Sensoriamento remoto da vegetação no monitoramento do desmatamento do cerrado e das categorias territoriais da Amazônia*. 2013. 130 f. Dissertação (mestrado em geociências aplicadas). Universidade de Brasília, UnB. Brasília, DF 2013.

USGS – U.S Geological Survey. About Landsat 8. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/landsat-8-history>>, acessado em fev. de 2017.