



PLANO DE TRABALHO

Mapeamento da hidrografia e APPs de hidrografia (1:25.000) na área cadastrável do CAR para toda a área definida na Ordem de Serviço/OFB Nº 12, estados MG

Contrato nº:221029

Versão 1.0
Maio de 2022

SUMÁRIO

REVISÕES E TERMO DE HOMOLOGAÇÃO	3
APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	4
INTRODUÇÃO	6
OBJETIVO	9
METODOLOGIA	9
ÁREA DE INTERESSE	9
INSUMOS	11
PROCESSOS	11
Mapeamento da Hidrografia	11
Escala Cartográfica da Base Vetorial Temática de Hidrografia	13
Levantamento de Bases vetoriais de hidrografia de Referência já existentes	15
Geração de hidrografia extraído do Modelo Digital de Elevação (MDE)	16
Recorte por Bacia Hidrográfica para organizar o trabalho	16
Automatização para e correção de inconsistências nas bases de referência	17
Correção de inconsistências nas bases de referência por interpretação visual	17
Interpretação visual de imagens de satélites	17
Vetorização de novos trechos de drenagem	18
Insumos auxiliares na para a interpretação visual e vetorização	19
Criação de Banco de Dados no PostgreSQL	19
Padronização da Escala de visualização	20
Revisão dos dados gerados e consolidação do produto	20
Controle de Qualidade	20
CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	21
EQUIPE TÉCNICA	22
INFRAESTRUTURA	22
GERENCIAMENTO DE RISCOS	23
COMUNICAÇÃO	25
TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO	25
ENTREGA	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A REGEA, empresa de consultoria com mais de 20 anos de atuação no mercado, está capacitada para executar projetos nas áreas de geologia, engenharia, geotecnia, geoprocessamento e meio ambiente.

Com equipe composta por geólogos, geógrafos, engenheiros, biólogos, economistas, advogados, arquitetos, administradores de empresas e técnicos ambientais, a REGEA é composta por profissionais especializados, estando preparada para atuar de forma multidisciplinar integrada, buscando eficiência e excelência nos trabalhos desenvolvidos, com atenção à saúde e segurança e prezando a ética e transparência. O excelente gabarito profissional e a grande experiência da equipe da REGEA constituem o seu diferencial, e é uma das principais qualidades da empresa.

Sua expertise e qualidade na execução de projetos das mais diversas áreas são ratificadas pelos seus mais de 1.000 projetos executados em todas as regiões brasileiras, conforme observa-se na figura a seguir, e também pela certificação ISO 9001 mantida desde o ano de 2015.



Figura 1 - Localização dos projetos executados pela REGEA.

Sua área de atuação abrange os segmentos:

- Indústrias;
- Empresas de construção, incorporação, mineração e concessionárias (rodovias, ferrovias, dutos e obras lineares, edifícios e projetos de parcelamento do solo);
- Empresas e Concessionárias de abastecimento de água, saneamento, e de geração e distribuição de energia.
- Agências Governamentais e Poder Público; e

- Comitês de Bacia Hidrográficas, Consórcios Intermunicipais e demais Organizações Não Governamentais da sociedade civil.

1 INTRODUÇÃO

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) constitui-se na mais importante ferramenta de concretização da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Trata-se de uma base de dados dinâmica, destinada a atender a múltiplas finalidades, com destaque para a integração das informações ambientais das propriedades e posses rurais brasileiras, e para o mapeamento e monitoramento da vegetação nativa. É um instrumento de suporte a diversas políticas públicas tangentes ao planejamento ambiental e econômico do imóvel rural e da paisagem, ao controle e combate ao desmatamento, e à concessão de crédito rural, o que afeta, de conseguinte, o sistema financeiro brasileiro.

O registro das informações no Cadastro Ambiental Rural (CAR) é obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes à situação das Áreas de Preservação Permanente (APP), das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas. O CAR é um importante instrumento de geração e integração de informações ambientais dos imóveis rurais do Brasil, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, servindo também para o combate ao desmatamento ilegal no território nacional, sendo gerenciado e coordenado pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB). O Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) foi criado para gerenciamento das informações ambientais dos imóveis rurais declarados no CAR no âmbito federal. O SICAR é constituído de uma plataforma de base de dados onde são cadastradas e registradas todas as informações do CAR do País.

Até dezembro de 2020, o CAR já apresentava mais de 7 milhões de imóveis rurais registrados, abrangendo uma área cadastrada de cerca de 570 milhões de hectares, contendo suas informações de áreas de preservação permanente, de reserva legal e de uso restrito, além de áreas rurais consolidadas e remanescentes de vegetação nativa. Com essas informações é possível diagnosticar a situação de regularidade ambiental de cada um dos imóveis rurais, com vistas a identificar passivos ambientais e/ou ativos florestais que possam ser objeto de outros programas ou políticas públicas, como os Programas de Regularização Ambiental (PRA), as Cotas de Reserva Ambiental (CRA) e os programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

No entanto, tendo em vista que os dados do CAR são declaratórios, faz-se necessário, por parte do poder público, uma análise prévia das informações declaradas com vistas a garantir sua integridade e/ou sua completude, para continuidade da implantação dos instrumentos do Código Florestal Brasileiro. Essa análise dos dados declarados no CAR é de responsabilidade do órgão estadual, distrital ou municipal competente e, ao Serviço Florestal Brasileiro (SFB), compete apoiar a implantação da análise, enquanto órgão gestor do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR).

Considerando que a análise individualizada de todos os dados registrados no CAR seria inviável devido à lentidão e ao custo elevado, o SFB definiu ações de melhoria do fluxo de análise do CAR por meio de uma proposta denominada Análise Dinamizada do CAR. Essa solução consiste na automatização do processo de análise por meio de cruzamentos espaciais dos dados ambientais declarados no CAR, como remanescentes de vegetação nativa, hidrografia e área consolidada, entre outras, com bases temáticas utilizadas como referência dessas informações, confeccionadas a partir de mapeamentos de uso do solo, hidrografia, relevo e servidão administrativa, em escala compatível com a escala do dado declarado e referência temporal suficiente para identificação de áreas consolidadas e do atual uso e cobertura do solo no imóvel rural. Além disso, foi também proposto um ambiente simplificado de retificação dos cadastros por meio da Central do Proprietário/Possuidor, em que o detentor do imóvel rural terá à disposição informações de referência para apoio na retificação de seus cadastros.

A Análise Dinamizada do CAR consiste na automatização do processo de análise por meio de cruzamentos espaciais entre dados ambientais declarados no CAR (remanescentes de vegetação nativa, hidrografia e área consolidada, entre outros) e Bases Temáticas de Referência. As Bases Temáticas de Referência (Uso e Cobertura da Terra, Hidrografia, Fitofisionomias da Amazônia Legal e Bases Temáticas Complementares) são inseridas no banco de dados do SICAR, onde serão utilizados nos cruzamentos entre os dados declarados pelos proprietários e posseiros rurais e os dados monitorados. O módulo de Análise Dinamizada do SICAR disponibilizará informações detalhadas possibilitando a identificação de inconsistências nas informações declaradas pelos proprietários e posseiros rurais e demais inconformidades relacionadas ao Uso e Cobertura da Terra nas propriedades cadastradas.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são instrumentos computacionais que permitem a realização de estudos complexos ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados, tornando possível a automatização da produção de documentos cartográficos. A Análise Dinamizada do CAR executa processamentos de dados de forma automatizada, incluindo os Dados Declaratórios da base SICAR com as Bases Temáticas de Referência. Esses processamentos de dados geoespaciais permitem confrontar áreas de vegetação nativa declaradas com as áreas de vegetação nativa contidas nas Bases Temáticas de Referência, visando identificar inconsistências ou até mesmo passivos ambientais nos dados declarados.

O módulo de Análise Dinamizada realiza uma série de processamentos de dados espaciais. Ou seja, a partir dos dados de entrada tais como as Bases Temáticas de Referência, os dados Declarados, assim como limites de APPs geradas automaticamente pelo SICAR, são realizadas operações em ambiente SIG que geram dados de saída. Ao final da análise, um parecer técnico é gerado contendo

um relatório das inconsistências e inconformidades identificadas, bem como as formas de atuação para atendimento ou correção do que foi identificado.

Os resultados desses cruzamentos de informações, que geram dados geoespaciais como resultados de saída, serão denominados Parâmetros do Módulo de Análise Dinamizada do CAR. Esses parâmetros serão utilizados pelo sistema para identificar as inconsistências e inconformidades dos dados declarados do SICAR, bem como mostrar as formas de correção desses dados.

A solução da análise dinamizada do CAR foi proposta pelo SFB com o intuito de promover celeridade ao processo e viabilizar a operação da análise nas unidades federativas que adotam a plataforma do SICAR, sem prejuízo da realização da análise individualizada dos cadastros pelo órgão competente, de forma a impulsionar a implementação dos demais instrumentos previstos na Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro).

Para que seja possível sua implantação nas unidades federativas, faz-se necessária a disponibilidade de mapeamentos temáticos de referência como um dos inputs no processo de análise. Essas bases temáticas precisam ser compatíveis com as características dos dados de entrada do CAR.

Tendo em vista que o poder público tem a responsabilidade legal de proporcionar o apoio técnico e jurídico para a inscrição dos imóveis rurais com até quatro módulos fiscais e de Territórios Tradicionais de Povos e Comunidades Tradicionais que façam uso coletivo do seu território no Cadastro Ambiental Rural, uma série de estratégias diferenciadas vêm sendo propostas para apoiar esse público-alvo. Tais iniciativas fundamentam-se no entendimento que regularidade ambiental significa redução do desmatamento, aumento da cobertura, do uso sustentável e do monitoramento da vegetação nativa e, por fim, redução, recuperação e enriquecimento das áreas degradadas. Esta estratégia contribuirá diretamente na redução das emissões líquidas de Gases de Efeito Estufa (GEE), na conservação de florestas e demais vegetações nativas, assim como de seus serviços ambientais.

Este projeto FIP-CAR tem como uma de suas atividades a elaboração de mapeamentos temáticos em sua área de abrangência, de forma a apoiar o processo de cadastramento e regularização ambiental de imóveis rurais e territórios tradicionais.

Neste sentido, cumprindo as especificações definidas no contrato IICA nº 221029, a REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda. elaborou e apresenta este Plano de Trabalho para a realização do mapeamento do uso e cobertura do solo, hidrografia, relevo e servidões administrativas na área cadastrável do CAR para os estados da Bahia, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e o Distrito Federal.

2 OBJETIVO

O presente Plano de Trabalho tem como objetivo apresentar de forma detalhada a metodologia a ser desenvolvida para a elaboração das bases temáticas de hidrografia (com áreas de preservação permanente correspondentes) de acordo com as especificações técnicas do contrato IICA nº 221029, em apoio à implementação da análise do CAR, no âmbito do Projeto Regularização Ambiental de Imóveis Rurais no Cerrado (FIP-CAR).

Além da metodologia, o plano de trabalho visa apresentar o cronograma de execução do trabalho por ordem de serviço, a equipe técnica envolvida, a infraestrutura da empresa contratada (REGEA), metodologia para realizar o controle de qualidade, estratégias para gerenciamento de risco, plano de comunicação e ações para transferência de conhecimento.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE INTERESSE

A área de estudo deste Plano de Trabalho está localizada no Estado de Minas Gerais, compreendendo a área cadastrável de 487.617 km², conforme Figura 2. Esta área foi definida pelo Órgão responsável pelo Cadastro Ambiental Rural – CAR do estado com apoio do Serviço Florestal Brasileiro.

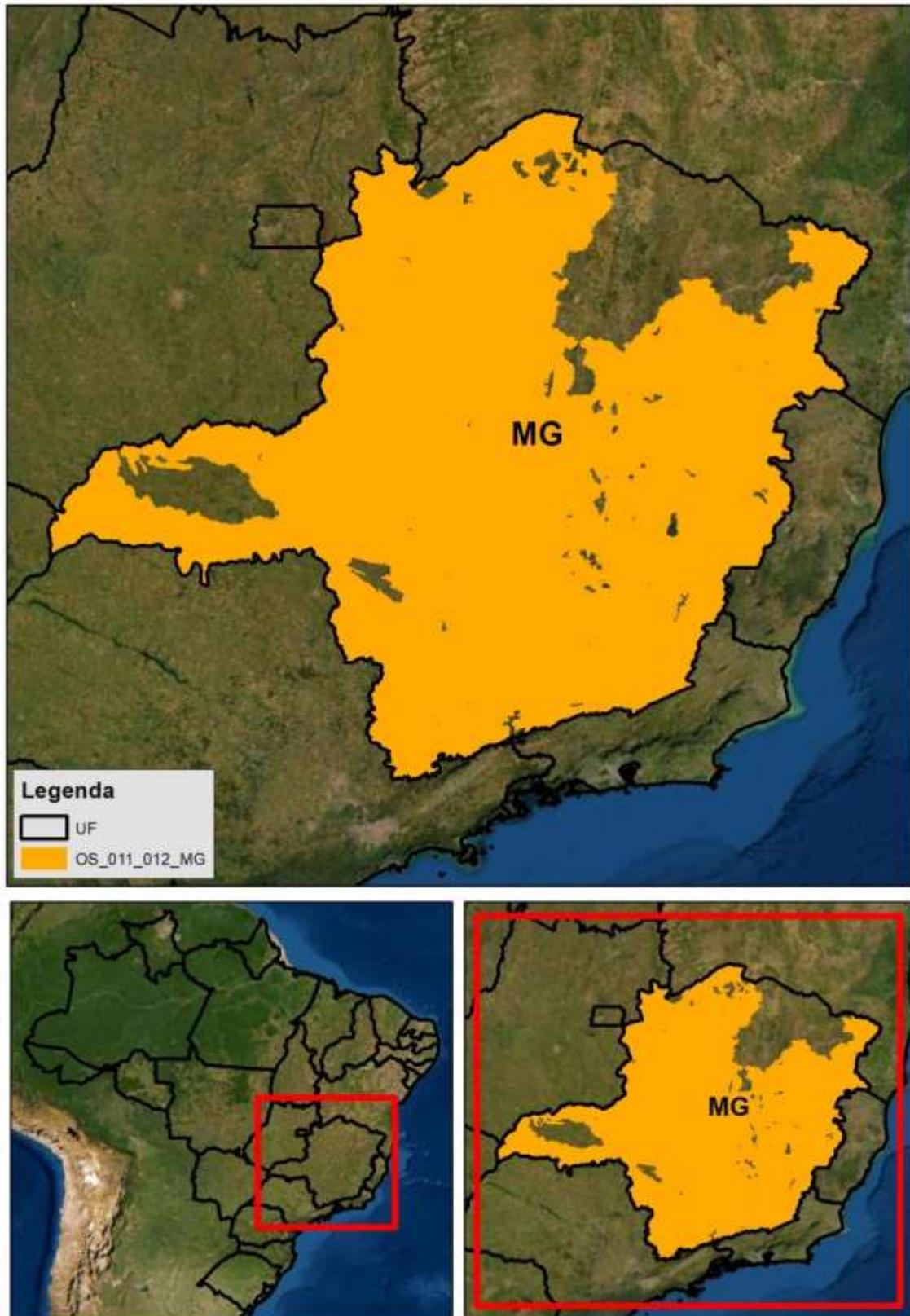


Figura 2 - Localização da área dos mapeamentos.

3.2 INSUMOS

Para atender aos objetivos do presente contrato, serão utilizados os seguintes insumos como bases de referência para a elaboração dos produtos:

a) Para o mapeamento da hidrografia e APPs.

- Imagens Planet 09/2021 (R, G, B, NIR);
- Imagens Sentinel
- Mapeamento da hidrografia da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS);
- Mapeamento de APPs da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS);
- Imagens do Alos Palsar (12,5 metros); E
- Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas de 2017 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).
- Bases de apoio fornecidas pelos estados

3.3 PROCESSOS

Todos os insumos listados passarão por validação e pré-processamento para possibilitar sua utilização. Em um segundo momento, os dados serão importados para um banco de dados geoespacial Postgresql que possibilitará um acesso multi-usuários em uma base de dados única e fracionado seguindo o grid. Após a adequação desta estrutura cada tema seguirá os seguintes passos metodológicos:

3.3.1 Mapeamento da Hidrografia

O mapeamento da Hidrografia seguirá a metodologia apresentada no Fluxograma (Figura 5) a seguir, desenvolvida exclusivamente para produzir a base temática de hidrografia para atender às demandas específicas do presente contrato.

A confecção e estruturação da base vetorial da hidrografia seguirá as normas estabelecidas pela Norma da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV), 2ª Edição (DCT, 2016), assim como as Especificações Técnicas para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais, Edição 2.1.3 (CONCAR, 2010).

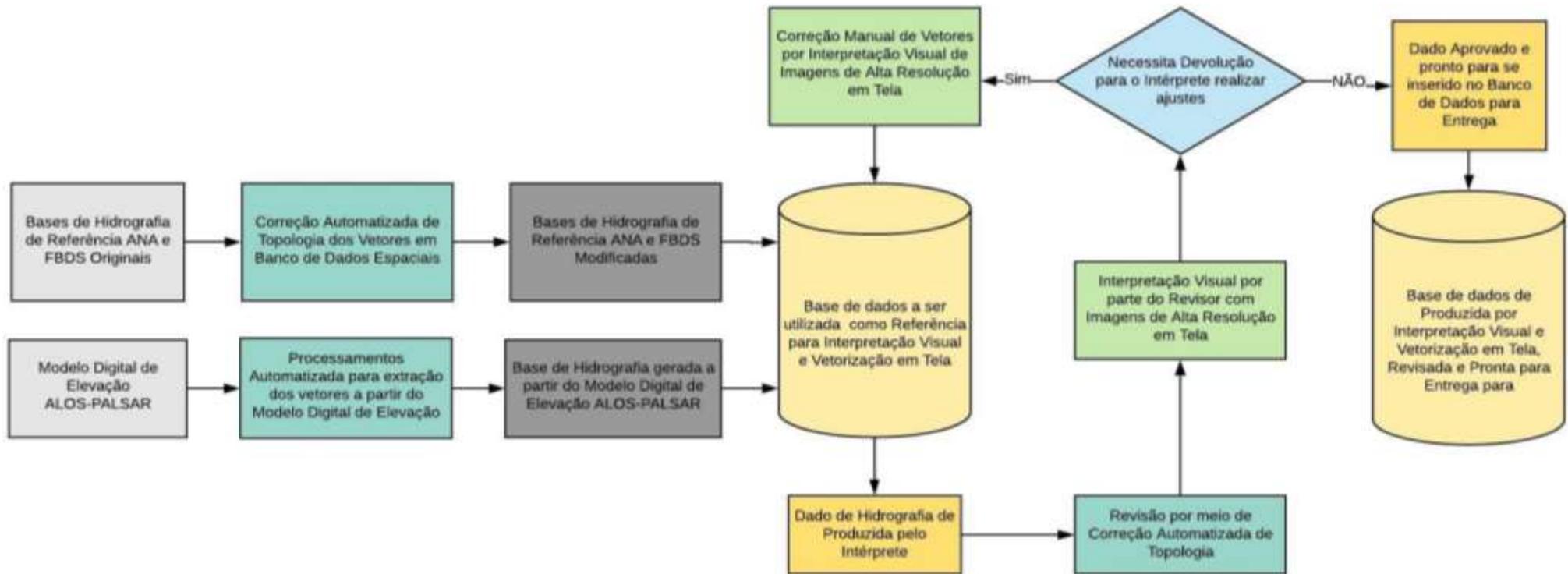


Figura 5 : Fluxograma da Metodologia para produção da base temática de Hidrografia.

A base de dados vetoriais referentes ao mapeamento da hidrografia será entregue em escala 1:25.000, contendo rios, lagos, lagoas naturais ou artificiais, reservatórios artificiais decorrentes de barramento ou represamentos de cursos d'água naturais. Para isso, será gerada uma base temática que será subdividida em diversas feições:

- a) Rios simples (largura menor que 10 metros), representados por meio de vetores de linhas. As linhas serão vetorizadas manualmente, tendo como referência os insumos e imagens descritos na presente metodologia.
- b) Rios com margem dupla (largura maior ou igual a 10 metros), representado por meio de vetores de polígonos. Os rios de margem dupla serão mapeados também por interpretação visual em tela, com apoio das bases de referência, além de resultados de uma classificação orientada a objeto realizada com imagens de alta resolução.
- c) Massas d'água (lagos, lagoas, barramentos ou represamentos), representadas por meio de vetores de polígonos. O mapeamento das massas d'água seguirá a mesma metodologia utilizada para os rios com margem dupla.

Todos os trechos de drenagem (rios simples e rios com margem dupla) serão classificados de acordo com sua respectiva largura (distância entre as margens). Essas classes servirão como dado de entrada para geração das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), sendo elas:

- a) até 10 metros de largura
- b) 10 a 50 metros de largura
- c) 50 a 200 metros de largura
- d) 200 a 600 metros de largura
- e) acima de 600 metros de largura.

Para realizar o trabalho de mapeamento das drenagens e geração da base de dados temática serão utilizadas bases vetoriais de referência, conforme descrito no tópico a seguir.

3.3.1.1 Escala Cartográfica da Base Vetorial Temática de Hidrografia

A delimitação das APPs de drenagens será realizada de forma automatizada a partir dos dados da Base Temática de Referência para Hidrografia. Por esse motivo, o recomendável é que a escala cartográfica da hidrografia seja a mais detalhada possível, necessariamente maior do que a escala utilizada nas demais Bases Temáticas de Referência. Quanto maior o detalhe no mapeamento da Hidrografia, maior será a precisão das APPs geradas por meio de processamentos automatizados a partir desses dados de hidrografia. Caso exista qualquer inconsistência no mapeamento das drenagens, esse erro estará sujeito a um efeito cascata, pois as APPs geradas a partir desses dados

propagaram o erro gerando delimitação de APPs distorcidas, e conseqüentemente as análises geradas a partir do módulo de Análise Dinamizada do CAR poderão ficar comprometidas.

Devido à importância dos dados de hidrografia na delimitação das APPs, de acordo com a Lei 12.651/2012, que serão utilizadas em cruzamentos com dados de uso e cobertura da terra para verificar possíveis supressões irregulares de vegetação nativa em APP, e conseqüentemente apontar passivos ambientais dentro das propriedades cadastradas, e considerando ainda o impacto dessas análises para os proprietários rurais que deverão arcar com a recuperação das áreas degradadas ilegalmente dentro de APPs, deve-se prezar pelo maior nível de detalhes possível nos dados de hidrografia, para que as análises dentro das APPs não sejam questionadas pelos proprietários rurais posteriormente.

Como a Lei 12.651/2012 diferencia as APPs de drenagens em diversas faixas de extensão, com largura variando de acordo com a largura dos rios, e sendo uma das classes definidas como “rios com largura menor que 10 metros”, a resolução espacial das imagens e a escala cartográfica desse mapeamento deve necessariamente permitir um nível de detalhe que possa diferenciar esses rios com largura menor que 10 metros. Ou seja, com uma imagem de resolução espacial de 10 metros, onde 1 pixel representa 10 metros no campo, fica impraticável a delimitação dessa largura de rio devido à ocorrência de mistura espectral dos pixels da imagem. Problemas de mistura espectral ocorrem em imagens de Sensoriamento Remoto devido à resolução espacial dos sensores, que ocasionam o fenômeno no qual mais de um tipo de cobertura do terreno são capturados dentro da área correspondente a um pixel da imagem, misturando mais de um elemento dentro de um único pixel da imagem e causando uma resposta que não corresponde à assinatura espectral de um alvo específico. Quando um sensor captura a imagem, a radiância detectada em cada pixel da imagem é a integração de todos os objetos observados dentro daquele pixel, denominados componentes da mistura (INPE, 2006).

É recomendado não apenas a utilização imagens de alta resolução para a delimitação das drenagens, mas também um modelo digital de elevação do terreno que permita uma análise tridimensional da paisagem, permitindo gerar automaticamente as linhas de drenagem a partir do relevo. Esse procedimento garante que as drenagens que não podem ser observadas nas imagens ópticas de sensoriamento remoto sejam mapeadas por algoritmos que identificam as drenagens a partir de dados de altimetria e modelagem tridimensional da superfície terrestre. Estes modelos podem ser obtidos por meio da interpolação de curvas de nível e pontos cotados, obtidos de um levantamento topográfico ou de um levantamento aerofotogramétrico, ou por meio de sensores como o Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer (ASTER) e o ALOS/PALSAR. No presente trabalho será utilizado o dado do

ALOS/PALSAR como referência de Modelo Digital de Elevação do terreno para fins de mapeamento das drenagens, pois esse é o dado gratuito disponível com melhor resolução espacial.

Modelos Digitais de Elevação (MDE) devem representar o relevo de forma fidedigna e assegurar a convergência do escoamento superficial para e ao longo da drenagem mapeada, para que seja possível sua consistência hidrológica, sendo conhecidos na literatura como modelos digitais de elevação hidrológicamente consistente (MDEHC) e servindo de base para quaisquer estudos de natureza hidrológica. A resolução espacial do modelo digital de elevação também influencia no nível de detalhamento das drenagens obtidas e escala cartográfica dos dados gerados. Por apresentarem uma superfície tridimensional, a resolução espacial de um MDE inclui a resolução horizontal e a resolução vertical.

A resolução espacial está fortemente relacionada à escala (Hengl, 2006). Com a diminuição da resolução espacial, as variáveis de terreno derivadas do modelo digital de elevação (MDE) perdem detalhamento, e muitas nuances da paisagem também são perdidas (Wu et al., 2008). Ou seja, diferentes resoluções espaciais do MDE produzem distintas informações sobre as variáveis de terreno. Quanto melhor a resolução espacial do modelo digital de elevação e das imagens ópticas utilizadas no mapeamento, melhor será o mapeamento da hidrografia e mais confiável será a Base Temática de Referência para Hidrografia, garantindo dessa forma que as APPs geradas a partir desses dados sejam delimitadas com precisão.

Portanto, a escala cartográfica indicada para a Base Temática de Referência de Hidrografia é de 1:25.000, prezando pela qualidade e refinamento dos limites das APPs geradas a partir desses dados, que irão influenciar diretamente nos resultados da Análise Dinamizada do CAR.

Os mapas temáticos de alta resolução realizados pela FBDS incluem dados de hidrografia em escala 1:25.000, gerados a partir das imagens Landsat-8 e RapidEye. Esses dados de hidrografia contêm drenagens, massas d'água e nascentes, incluindo os atributos necessários para delimitação das APPs de acordo com a Lei 13.651/2012, conforme detalhado na metodologia da FBDS para mapeamento de hidrografia (disponível em: <https://geo.fbds.org.br/>).

3.3.1.2 Levantamento de Bases vetoriais de hidrografia de Referência já existentes

No estudo realizado pela equipe da REGEA, foram analisadas as bases cartográficas diferentes instituições cujos dados são públicos, dentre eles dados da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), disponível no sítio <https://geo.fbds.org.br/> e da Agência Nacional de Águas (ANA), disponível no sítio (<https://www.snirh.gov.br/>). Definiu-se por adotar como drenagens de base primária os produtos do FBDS como insumo principal deste trabalho, e com base secundária os vetores da ANA.

Entretanto, nessa análise, concluiu-se que a rede de drenagem do FBDS se apresenta em multiescalas, devido a generalizações cartográficas presentes na construção das bases. Evidenciaram-se, principalmente na base do FBDS, diversos erros cartográficos na delimitação dos trechos de drenagem, como por exemplo desconexão de trechos de drenagem com o curso principal e/ou demais afluentes, gerando trechos de drenagens descontínuos. Também foram identificadas inconsistências e descontinuidades nos limites municipais. Outro erro encontrado com frequência é a delimitação de drenagens em áreas de chapadas, com relevo plano, onde não é possível identificar indícios de drenagens sequer nas imagens de altíssima resolução espacial.

Conclui-se que se faz necessário a conferência e o refinamento cartográfico das hidrografias, sejam eles: editar trechos de drenagens existentes para corrigi-los; retirar trechos de drenagem em áreas onde não há indícios de curso d'água nas imagens de altíssima resolução espacial; conectar trechos de drenagem descontínuos principalmente nos limites municipais; retirar nascentes geradas indevidamente nos trechos descontínuos; entre outros erros menos frequentes.

3.3.1.3 Geração de hidrografia extraído do Modelo Digital de Elevação (MDE)

Além das bases de referência do FBDS e da ANA, será utilizada como referência adicional os vetores de drenagens gerados de forma automatizada por meio de processamentos de dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite ALOS.

3.3.1.4 Recorte por Bacia Hidrográfica para organizar o trabalho

No presente trabalho, os dados de hidrografia serão recortados por bacia hidrográfica para evitar que existam descontinuidades no dado final. Esse recorte por bacia hidrográfica permite evitar um erro comum em mapeamentos de hidrografia realizados utilizando limites políticos como recorte. Esse procedimento é importante, pois a continuidade do dado é imprescindível para que a base gerada tenha uma topologia consistente. Caso contrário, pode-se gerar um dado com problemas nos limites das áreas utilizadas como recorte, tais como limites entre municípios ou limites estaduais.

Dessa forma, a presente metodologia irá realizar o mapeamento da hidrografia por bacia hidrográfica e, após a verificação das bases por bacia hidrográfica, o dado será recortado por município para ser entregue de acordo com a Ordem de Serviço. No entanto, apesar do produto entregue estar recortado por Ordem de Serviço, será mantida uma base de dados contínua por bacia hidrográfica, em Banco de Dados PostgreSQL/PostGis, para que ao final do projeto o dado completo seja entregue ao SFB e aos estados, evitando problemas futuros e garantindo a consistência topológica da base final gerada ao longo do presente contrato.

A base de dados de hidrografia gerada pelo FBDS estará disponível para download por município. Portanto, os dados de cada municípios serão unidos por meio de uma ferramenta em ambiente SIG para que se possa criar uma tabela de dados espaciais única para todo o território, e em seguida esse dado será recortado por bacia hidrográfica.

3.3.1.5 Automatização para e correção de inconsistências nas bases de referência

Serão realizados alguns procedimentos para correção automática de erros encontrados nas bases de referência, tais como: a) Análise de linhas desconectadas (GAPs de até 20 metros). Consiste em mapear de forma automática as extremidades de trechos de drenagem desconectados, onde serão gerados pontos nessas extremidades desconexas e as linhas serão conectadas; b) Análise das linhas desconectadas com GAP maior que 20 metros. Cria-se um registro do ponto onde a linha está desconectada e, caso seja menor que 500 metros a linha é excluída, caso seja maior que 500 metros será mantida para verificação por interpretação visual. O intérprete poderá consultar um arquivo das linhas excluídas de forma automática.

3.3.1.6 Correção de inconsistências nas bases de referência por interpretação visual

Além dessas inconsistências que podem ser identificadas de forma automatizada, será feita a verificação das áreas com muito adensamento de drenagens em área que não é possível visualizar esses trechos de drenagens nas imagens de alta resolução. Deverão ser verificadas as áreas onde existem drenagens no dado do FBDS, porém não existem drenagens no dado da ANA, pois essas áreas são prováveis de terem sido geradas por meio de Modelo Digital de Elevação (MDE), e não por interpretação visual de imagens. Observar se essas áreas podem ser identificadas nas imagens, e caso não sejam, deverão ser excluídas. Verificar especialmente as áreas mais planas (platôs e chapadas) onde existem drenagens com muitas ramificações que não se identificam nas imagens, pois essas áreas muito provavelmente foram geradas por meio de processamentos automatizados com Modelos Digitais de Elevação. Para correção desses problemas poderá ser utilizada como referência a base de hidrografia da ANA, pois ele está com uma densidade de drenagens mais uniforme ao longo de todo o território.

3.3.1.7 Interpretação visual de imagens de satélites

A metodologia utilizará digitalização por edição manual de feições novas e ajuste nas feições drenagem das bases de referência por meio de interpretação visual de imagens de alta resolução, alternando a visualização das bases de drenagens existentes. O intérprete utilizará imagens de alta resolução para interpretação e poderá utilizar as diversas bases de referência para editar trechos de

drenagens, incluir novas drenagens inexistentes nos mapeamentos anteriores ou excluir drenagens que não estejam condizentes com as imagens.

Apesar da metodologia proposta utilizar como referência bases de dados já existentes (FBDS e ANA), além de dados gerados por meio de processamento automático (vetores extraídos do Modelo Digital de Elevação), a essência do trabalho será interpretação visual em imagens de alta resolução e vetorização manual das feições de drenagem.

Ou seja, as bases serão utilizadas apenas como referência para auxiliar o intérprete que irá realizar edições de forma manual. O intérprete pode manter, excluir, editar linhas de drenagens existentes nas bases de referência, além de criar novos trechos de drenagens que possam ser identificados por interpretação visual nas imagens de alta resolução e que não estejam presentes nas bases de referência. Será utilizado como referência para delimitação das drenagens de margem dupla (rios acima de 10 metros de largura), vetores extraídos a partir da classificação orientada a objeto com imagens Planet (alta resolução).

Dessa forma, as bases de referência poderão ser parcialmente aproveitadas nos trechos onde o intérprete considera que o dado está coerente com a interpretação visual. As bases de referência também poderão ser editadas e corrigidas em áreas que se considerem necessárias a edição e a correção. Os dados de referência também poderão ser descartados em locais onde se verificar divergências/inconsistências consideráveis em relação à interpretação visual em imagens de alta resolução. Assim, o intérprete será o responsável pela geração de um dado novo, criado a partir da interpretação visual em imagens de alta resolução, tendo apenas como referência as bases já existentes ou geradas de forma automatizada.

3.3.1.8 Vetorização de novos de trechos de drenagem

Em seguida, após todas as etapas acima, destinadas a eliminar inconsistências nas bases de referência, deverá ser feita uma interpretação visual em imagens de alta resolução (Google, Bing, Planet, Sentinel), com auxílio do Modelo Digital de Elevação do ALOS PALSAR, para que os intérpretes identifiquem novas drenagens que não estavam mapeadas e que são possíveis de serem identificadas nas imagens de alta resolução, assim como identificação das calhas no MDE ALOS PALSAR. Para auxiliar nessa etapa de interpretação visual, será utilizado um dado auxiliar, linhas de drenagem extraídas diretamente do MDE ALOS PALSAR. Esse dado poderá servir como referência para auxiliar o intérprete na hora de inserir um trecho de drenagem que não existia em nenhuma das bases de referência utilizadas nas etapas anteriores (FBDS e ANA), sendo essa uma forma de confirmar a existência de um novo trecho de drenagem identificado por interpretação visual.

3.3.1.9 Insumos auxiliares na para a interpretação visual e vetorização

No presente trabalho, serão usadas as bases de imagens de satélites:

a) As imagens de satélites da Planet, com resolução espacial de 4,77m metros, formadas pela constelação de satélites Dove que possuem o mesmo tipo de sensor, são adquiridas por mais de 130 satélites, com 04 bandas espectrais e resolução radiométrica de 12 bits, sendo todas ortorretificadas. E, as As imagens Planet são adquiridas nas bandas do visível: azul, verde e vermelho e, também, no infravermelho próximo (NIR);

b) Imagens Google Earth, com imagens do satélite Landsat 8 (da NASA), SPOT, WorldView, GeoEye, Plêiades e Ikonos;

c) Bing Virtual Earth;

d) Imagens Sentinel-2, do Programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) conjuntamente administrada pela Comunidade Europeia e a ESA, com imagens em alta resolução (10 m).

e) O Modelo Digital de Elevação (MDE) de imagens de radar SRTM, com resolução espacial de 30 metros, do Projeto TOPODATA/INPE (2008). O MDE é uma forma de representação do terreno, referente exclusivamente à altimetria ou modelagem topográfica. Esta base altimétrica será utilizada para auxiliar no refinamento da rede de drenagem.

f) Bases de dados auxiliares fornecidas pelos pontos focais dos estados.

3.3.1.10 Criação de Banco de Dados no PostgreSQL

A edição vetorial será realizada em um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL, com extensão geográfica PostGis, o que permite manter a consistência dos dados, controle das edições realizadas por cada intérprete, além de facilitar o trabalho de revisão e consolidação do produto final. O SGDB irá conter as feições de drenagens das bases de referência como camadas independentes. Além das camadas de referência, serão criados usuários no banco de dados para cada técnico responsável pelo mapeamento de drenagens. Cada técnico terá acesso para realizar edições apenas na área que lhe couber realizar edições, mas terá acesso para visualizar a edição realizada pelos demais intérpretes. Assim, pode-se trabalhar no modo multi-usuários em uma base de dados única sem que um intérprete interfira nas edições dos demais. Além disso, o Banco de Dados permite um controle das edições por meio do Log que registra todas as alterações realizadas, com nome do usuário, data e hora. O SGDB deverá ser replicado em outra máquina para espelhamento da base que será trabalhada, ou seja, haverá um servidor principal (master) e outra máquina secundária (slave).

3.3.1.11 Padronização da Escala de visualização

Para a interpretação visual e edição vetorial será utilizada uma escala fixa para padronizar o trabalho. A escala será fixada em 1:10.000 de modo que o mapa final em escala 1:25.000 contenha todos os detalhamentos necessários à esta escala. Considerando que o mapeamento é realizado com imagens do Planet (5 m de resolução), obtém-se uma escala de 1:25.000 com área mínima mapeável de 1,56 ha. Para as massas d'água, não serão incluídos polígonos menores que a área mínima mapeável.

3.3.1.12 Revisão dos dados gerados e consolidação do produto

Após a edição por arte do intérprete, o dado salvo será verificado pelo revisor, que será responsável por avaliar a qualidade do dado final gerado, bem como por garantir que o dado esteja concatenado (contínuo) entre as áreas mapeadas por cada intérprete, e também que o dado esteja topologicamente consistente. Após revisão por parte do revisor, o dado poderá ser devolvido ao intérprete para ajustes, caso seja necessário. Caso o dado esteja com a qualidade esperada, será aprovado sem necessidade de ajustes e passará a integrar o dado final para entrega do produto. O revisor faz a carga dos dados para uma tabela no banco de dados PostgreSQL/PostGis, consolidando os dados finais para serem exportadas e entregues no formato *.GDB, conforme consta no termo de referência do presente contrato.

3.3.2 Controle de Qualidade

Para aferir o produto final será realizado um controle de qualidade dos dados para que estes deverão estar padronizados conforme estabelecido previamente. O controle de qualidade será efetuado de forma sistemática em todos os mapeamentos aplicados para atender a escala de 1:25.000.

Uma das ferramentas para controle da qualidade do produto serão as regras de topologia onde serão identificados e corrigidos erros como, sobreposição total ou parcial de polígonos ou linhas e disjunção entre polígonos ou linhas. Também será verificada a existência de polígonos ou linhas agrupadas (multipart).

A avaliação da qualidade seguirá a metodologia proposta no Manual Técnico de Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais – IBGE (2019) e o manual de Procedimentos de Inspeção de Qualidade de Bases Cartográficas Contínuas IBGE (2020), com amostragem aleatória de parcelas do lote, com tamanho da amostra definido de acordo com o tamanho do lote. Os elementos da qualidade analisados serão:

- Completude

- Omissão
- Comissão
- Consistência lógica
 - Consistência conceitual
 - Consistência de domínio
 - Consistência de formato
 - Consistência topológica
- Acurácia temática
 - Correção da classificação
 - Acurácia dos atributos quantitativos
- Acurácia temporal

Também será necessária uma homogeneidade na edição, correção de classes iguais sem unir, contorno e delimitação de cada classe, área mínima e inconsistências de interpretação.

A avaliação da exatidão da classificação de cobertura do solo será realizada conforme o manual de procedimentos para a execução do controle de qualidade de mapeamentos temáticos no SFB, e deve atender um Índice Kappa com um valor superior a 0,85.

O controle de qualidade, além de todos estes itens mencionados, visa aferir toda estrutura de entrega, objetivando-se em padronizar, organizar e corrigir possíveis erros encontrados dentro do produto de entrega.

4 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Conforme apresentado no cronograma abaixo, a entrega do produto referente às bases temáticas da área de interesse da ordem de serviço 012, terá o prazo máximo de de nove semanas. Esse prazo se justifica pelo fato das primeiras ordens de serviço servirem como área piloto para calibração da metodologia apresentada, bem como dimensionamento das equipes. No entanto, vale destacar que a equipe da REGEA fará o possível para entregar o produto antes desse prazo máximo definido no cronograma, visando atender ao pedido da contratante para dar celeridade à execução do presente contrato.

Tabela 02 - Cronograma de execução

Ordem de Serviço	Prazos de entrega	Área (km²)
OS 012 – MG (hidrografia e APPs)	21/07/2022	487.616

5 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica da REGEA para executar os trabalhos definidos neste Plano de Trabalho será composta pelos seguintes profissionais (Tabela 2):

Tabela 03 - Equipe técnica da REGEA

Cargo	Nome	Documento
Coordenador	Thiago Felipe de Oliveira Spagnolo	CPF 991.788.691-53
Revisor de produtos	Adão A. Lanzieri Modesto	CPF 299.986.968-10
Téc. em Geoprocessamento	Micheli Flores Pereira	CPF 290.324.468-51
Téc. em Geoprocessamento	Vitor Luiz Monteiro Bueno	RG 17859792

6 INFRAESTRUTURA

Com sede própria de cerca de 450 m² de área construída, localizada na Região do Butantã na capital paulista, a estrutura da empresa REGEA contempla espaço para a infraestrutura de TI (com 4 servidores, no breaks e switches), área administrativa, almoxarifado de amostras e equipamentos de campo, além amplo espaço de escritório com aproximadamente 50 estações de trabalhos destinadas à execução dos serviços técnicos.

Além da infraestrutura física apresentada, contamos com um quadro próprio e de fornecedores de suporte de informática/servidores de modo a garantir a disponibilidade dos equipamentos em tempo integral para nossos técnicos executarem suas tarefas, priorizando a qualidade dos produtos.

Caso, ao longo dos trabalhos, seja verificada a necessidade de expansão da estrutura tanto física quanto humana, contamos com equipe capacitada e experiente para realizar a tarefa.

Para este projeto, está sendo montado um Banco de Dados PostGis, exclusivo, de modo a organizar todos os dados em uma base unificada e centralizada com controles de qualidade topológicos, realizados simultaneamente à definição das feições espaciais, além de um acompanhamento mais rápido pelo revisor do produto, possibilitando que algum erro seja corrigido antes de estar sedimentado no procedimento adotado pelo técnico de geoprocessamento.

Importante destacar que esse Banco de Dados estará alocado em uma máquina com no break e contará com Backups diários, de modo a reduzir ao máximo as chances de perda de trabalho realizado.

7 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Considerando as fases do ciclo de vida do presente projeto, a fase execução é a que apresenta maiores desafios e possibilidades de risco. Dentre os riscos mapeados, os principais são: necessidade de ajustes na metodologia, mudanças nos insumos utilizados como dado de referência para o mapeamento, produtividade das equipes para o mapeamento de cada base temática, necessidade de aumentar a equipe para atender aos prazos, necessidade de troca de membros da equipe, tempo gasto com possíveis ajustes solicitados pelo órgão contratante antes da aprovação definitiva dos produtos entregue, burocracia interna do órgão para aprovação dos produtos entregues (SFB e pontos focais de cada estado) e prazo de pagamento das ordens de serviço por parte do IICA.

A análise qualitativa dos riscos mapeados nos permite aplicar técnicas e ferramentas para determinar o impacto desses riscos no cronograma de execução e no cronograma financeiro do projeto. Para que a equipe da REGEA esteja preparada para lidar com os riscos identificados e para mitigar qualquer impacto negativo que pudesse atrasar a execução do projeto, serão tomadas as seguintes ações:

1. Ajustes na metodologia: a equipe responsável pela execução do projeto é flexível em relação à necessidade de ajuste na metodologia e já vem testando diversas ferramentas (softwares), possibilidades de metodologia diferentes, assim como insumos (imagens de satélites) de diversas fontes, visando desenvolver uma expertise que permita produzir o mapeamento temático contratado considerando adaptações necessárias. A equipe tem como foco desenvolver formas de trabalho que possam otimizar o tempo de execução e melhorar a qualidade do dado final. Dessa forma, a equipe está apta a desenvolver o trabalho e alcançar o objetivo proposto, independentemente da necessidade de ajustes na metodologia.
2. Mudanças nos insumos utilizados como dado de referência para o mapeamento: para o presente trabalho, serão utilizados diversos insumos como referência para os mapeamentos, incluindo imagens de satélite de diversos sensores. Caso surja um dado novo com melhor resolução espacial ou melhor qualidade durante a execução do projeto, a equipe está preparada para adaptar a metodologia e utilizar esse dado novo como insumo de maneira que o produto final tenha uma qualidade melhor. A equipe estará constantemente pesquisando fontes de dados geoespaciais com melhor qualidade e resolução e também está aberta a indicações de fontes de dados por parte do Serviço Florestal Brasileiro.
3. Produtividade das equipes para o mapeamento de cada base temática, necessidade de aumentar a equipe para atender aos prazos: a REGEA conta com diversos profissionais (Analistas Plenos) que podem ser alocados no projeto caso seja necessário. Além destes profissionais, a empresa conta com um grande número de colaboradores especialistas em geoprocessamento.

Além disso, a REGEA está firmando convênio com faculdades de tecnologia para viabilizar a contratação de diversos estagiários que estarão disponíveis para serem alocados na execução do projeto sob orientação dos Analistas Plenos, Revisores e Coordenador Geral. Dessa forma, existe um potencial para aumentar a equipe consideravelmente visando reduzir o tempo de execução do projeto, caso isso seja necessário.

4. Necessidade de troca de membros da equipe: conforme mencionado no item anterior, a contratada possui equipe sobressalente disponível caso seja necessário realizar a substituição de algum profissional que esteja na equipe do projeto e por algum motivo precise ser substituído.

5. Tempo gasto com ajustes antes da aprovação definitiva dos produtos entregues: o cronograma de execução do projeto já foi elaborado considerando a possível necessidade de ajustes nos produtos entregues. Mesmo assim, para evitar que produtos sejam devolvidos, o Coordenador Geral por parte da REGEA irá manter contato próximo com os diversos atores (pontos focais dos estados, fiscais de contrato e equipe do SFB) para assegurar que a metodologia e a qualidade do dado que está sendo gerado atende ao padrão esperado, evitando que algum produto tenha necessidade de ser refeito por completo. Mesmo assim, alguns ajustes podem ser necessários, o que já é previsto no fluxo de trabalho apresentado.

6. Burocracia interna do órgão para aprovação dos produtos entregues e prazo de pagamento das ordens de serviço por parte do IICA: a empresa já está considerando que pode haver alguma morosidade inerente à tramitação interna de documentos no órgão público, e para mitigar possíveis prejuízos advindos da falta de planejamento, a REGEA está preparada com valor em caixa para custear as equipes contratadas por um período mínimo necessário até que os primeiros produtos sejam aprovados e que as respectivas ordens de serviço sejam pagas pelo IICA. Dessa forma, não será necessário interromper o trabalho por motivo de demora na aprovação e pagamento dos produtos. No entanto, caso esse tempo de aprovação e pagamento se estenda excessivamente, isso poderá influenciar no ritmo de produção dos trabalhos, como impacto no cronograma. Por outro lado, caso a aprovação dos produtos e a realização dos pagamentos aconteça de forma mais célere, a empresa contratada terá condições de aumentar a equipe de trabalho e realizar as entregas em tempo menor do que foi proposto no cronograma inicial de cada plano de trabalho. Essa é uma via de mão dupla, pois a velocidade de resposta por parte do órgão poderá interferir na velocidade de produção por parte da empresa. Mas vale destacar que o compromisso da empresa é que o trabalho seja realizado da forma mais rápida possível, mantendo o padrão de qualidade dos produtos entregues.

Dessa forma, acredita-se que o projeto será executado dentro do prazo estipulado em contrato e de acordo com os cronogramas de execução contidos nos planos de trabalho de cada ordem de serviço.

8 COMUNICAÇÃO

A comunicação dos produtos entregues será realizada por meio de videoconferência na qual serão convidados os atores envolvidos no projeto: SFB, Pontos Focais de cada Estado e representantes do IICA.

9 TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

A transferência de conhecimento irá envolver a entrega de um roteiro metodológico e fluxos de trabalho com os passos necessários para replicar a metodologia desenvolvida para geração das bases temáticas.

Serão entregues também os bancos de dados desenvolvidos para a execução do projeto, além de scripts e árvores de decisão utilizadas no processamento de dados durante a execução do projeto. Todo material e informações necessárias para replicar a metodologia serão disponibilizados para o estado.

10 ENTREGA

A entrega será disponibilizada via comunicação eletrônica, e-mail, por meio de um link para acesso aos dados armazenados no GoogleDrive, e corresponderão a:

- Documento em formato digital .gdoc contendo relatório técnico das atividades realizadas;
- Arquivo Geodatabase (.gdb) contendo os seguintes feature datasets:
 - a. **Hidrografia** no Sistema de Coordenadas GCS SIRGAS 2000. Contendo 01 feature dataset, no formato polígono, com as massas d'água, com as classes represa/açude, lago/lagos; 01 dataset, no formato polígono, contendo os trechos de massa d'água; 01 feature dataset, no formato linha, contendo os trecho de drenagem, que representa os rios com largura menor que 10 metros; 01 feature dataset, no formato polígono, contendo todos os trechos de drenagem; 01 feature dataset, no formato polígono, contendo todas as APPs referentes à hidrografia.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADE, A.N.; CARVALHO-JUNIOR, O.A.de; GUIMARÃES, R.F.; OLIVEIRA, S.N.de. Comparative analysis of modis time-series classification using support vector machines and methods based upon distance and similarity measures in the brazilian cerrado-caatinga boundary. **Remote Sensing**, n.7, p. 12160-12191, 2015.

ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J.T.; WITMER, R.E. Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos. Tradução de Harold Strang. Rio de Janeiro, IBGE, 1979. 78 p. (Série Paulo de Assis Ribeiro, n.9).

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, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 547-554. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00065-2 (Internet), 978-85-17-00066-9 (DVD). Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1253.pdf>>. Acesso em: setembro de 2020.

ANTUNES, M.A.H.; DEBIASI, P.; SIQUEIRA, J.C.S. Avaliação espectral e geométrica das imagens RapidEye e seu potencial para o mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental. Revista Brasileira de Cartografia Nº 66/1, p. 105-113. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: [https://www.ide.ufrj.br/geopostseropedica/upload/link/arquivos_enviados/43899-texto%20do%20artigo-182754-1-10-20180815\(1\).pdf](https://www.ide.ufrj.br/geopostseropedica/upload/link/arquivos_enviados/43899-texto%20do%20artigo-182754-1-10-20180815(1).pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

BAND, L.E. Topographic partition of watersheds with digital elevation models. *Water Resources Research*, v.22, n.1, p.15-24, 1986. Disponível em: https://www.academia.edu/3461304/Topographic_partition_of_watersheds_with_digital_elevation_models. Acesso em: 12 out. 2021.

BRASIL, DECRETO Nº 7.830, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm.

BRASIL. Lei n.º12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 12 out. 2021.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

CÂMARA, G.E.; MEDEIROS, J.S. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (coords.) *Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura*. 2 ed. Brasília: Embrapa-CPAC, 1998. p.13-29.

CAMPBELL, J.B. *Introduction to remote sensing*. 4th Ed. The Guildford Press, 622 p.19 New York, 1996.

CATEN, A.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F.A.; MENDOÇA-SANTOS, M.L. Resoução especial de um modelo digital de elevação definida pela função wavelet. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)*, v.47, n.3, p.449-457. Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v47n3/18.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV - Versão 3.0). Brasília, DF: Concar, 2017. 211 p. Disponível em: www.geoportal.eb.mil.br/portal/images/PDF/ET-EDGV-3_0_210518.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

CONGALTON, R. G., A comparison of sampling schemes used in generating error matrices for assessing the accuracy of maps generated from remotely sensed data. **Photogramm. Eng. Remote Sens.**, v.54, n.5, p.593-600, 1988.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. 2nd ed. Taylor & Francis Group, 2008. 201p.

CONGALTON, R.G. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. **Remote Sens. Environ.**, v.37, p.35-46, 1991.

CONGALTON, R.G. Putting the map back in map accuracy assessment. *In*: LUNETTA, R.S.; LYON, J.G. (org.). **Remote Sensing and GIS Accuracy Assessment**. Florida: CRC Press Web. 2005. p. 1-14.

COSTA, C.R.; LUZ, N.B.; ARAKI, H.; ROSOT, M.A.D.; GARRASTAZÚ, M.C.; KRUEGER, C.P. Análise da exatidão cartográfica das imagens RapidEye adotadas no Inventário Florestal Nacional de Brasil (IFN-BR). *In*: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE. João Pessoa, 2015. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/marte2/2015/06.15.15.25.13>. Acesso em: 12 out. 2021.

ESA. Sentinel-2 -Overview -Sentinel Online. Disponível em: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/overview>. Acesso em: 12 out. 2021.

ESRI. About geocoding a table of addresses. Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/guide-books/geocoding/geocoding-a-table-of-addresses-about.htm>. Acesso em 12 out. 2021.

ESRI. Accuracy Assessment for Image Classification—Help | ArcGIS Desktop. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/accuracy-assessment-for-image-classification.htm>. Acesso em: 12 out. 2021.

HENGL, T. Finding the right pixel size. *Computers and Geosciences*, v.32, p.1283-1298, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/1217947/Finding_the_right_pixel_size. Acesso em: 12 out. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais Técnicos em Geociências, número 14. Acesso e uso de dados geoespaciais. Ministério da Economia. Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101675.pdf> Acesso em: 12 out. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ª Edição. 2010.

IGARASHI, T. ALOS mission requirement and sensor specifications. *Advances in Space Research*, v.28, n.1, p. 127-131, 2001.

INPE, Manuais – Tutorial de Geoprocessamento, DPI/INPE, 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/modelos.html> Acesso em: 12 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Noções básicas de cartografia. Manuais técnicos em geociências, n. 8. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

JUNIOR, E. A. M.; FERREIRA, M. C.; Estimativa de largura de rios, a partir de imagens do Google Earth e mapas de hierarquia fluvial, para o mapeamento de Áreas de Preservação Permanente na alta bacia do rio Jaguari, MG. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

MANTOVANI, J.E.; PEREIRA, A. Estimativa da Integridade da Cobertura Vegetal de Cerrado Através de Dados TM/Landsat. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE. São Paulo, 1998.

MANTOVANI, J.E.; PEREIRA, A. Estimativa da Integridade da Cobertura Vegetal de Cerrado Através de Dados TM/Landsat. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE. São Paulo, 1998. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.57/doc/2_168p.pdf Acesso em: 12 out. 2021.

MARTZ, L.W.; GARBRECHT, J. Digital elevation model issues in water resources modeling. Hydrologic and hydraulic modeling support with geographic information systems, ESRI Press, 2000. Disponível em: <https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap866/p866.htm>. Acesso em: 12 out. 2021.

MENEZES, P.R.; ALMEIDA, T. (org.). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Universidade de Brasília (UNB). Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em: 12 out. 2021.

MENEZES, P. R.; COELHO NETTO, A L. Escala: Estudo de Conceitos e Aplicações. In: Anais do XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, Recife, 1999. Disponível em: http://www.geocart.igeo.ufrrj.br/pdf/trabalhos/Escala_Conceitos_Aplic.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

MOTTA, T. O. Área mínima mapeável: Qualidade da cartografia ambiental. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, área de concentração em Gestão de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Bahia, p. 95. 2010.

NORMA DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS VETORIAIS (ET-ADGV). VERSÃO 3.0. Ministério da Defesa - Exército Brasileiro - Departamento de ciência e tecnologia diretoria de serviço geográfico. 1ª Edição. 2018.

NORMA DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS VETORIAIS (ET-ADGV) VERSÃO 3.0. Ministério da defesa Exército Brasileiro Departamento de Ciência e tecnologia diretoria de serviço geográfico. 1º Edição. 2018. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/images/PDF/ET-ADGV_3.0_211218.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

OLOFSSON, G.M.F; HEROLD, M.; STEHMAN, S.V.; WOODCOCK, C.E.; WULDER, M.A. Good practices for estimation area and assessing accuracy of land change. Remote Sensing of Environment. 148, 42–57. 2014. Disponível em: http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/olofsson_et_al._2014_-

_good_practices_for_estimating_area_and_assessing_accuracy_of_land_change.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

RADOUX, J. ; BOGAERT, P. Good Practices for Object-Based Accuracy Assessment. Remote Sensing of Environment, v. 9, n. 7, p.646, 2017.

ROCHA, M.B.B.; ROSA, R. Caracterização do meio físico e monitoramento do uso da terra em 1985 e 2005 do município de Araxá – MG. Caminhos da Geografia, v. 9, p. 95-107, 2008.

ROVANI, F. F. M.; VIERA, M. Potencial social do município de Silveira Martins, RS: contribuição ao ZEE. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 17, n. 58, p. 162-175, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/RCG175811>. Acesso em: 12 out. 2021.

ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A.; CASSOL, R. Potencial social do município de Barão de Cotegipe. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 15, n. 52, p. 41-54, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/26788/15958>. Acesso em: 12 out. 2021.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira , v. 43, p.153-156, 2008.

SANTOS, J. de R. C. dos; DIAS, L. J. B. da S.; CATUNDA, P. H. de A. Relatório Técnico de Recursos Hídricos Superficiais: hidrografia e hidrologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) - Etapa Bioma Amazônico. IMESC. São Luís: 2019.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. Nota técnica Nº 68/2019/GECAF/DCF/SFB, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília/DF, 2019.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. Módulo de Cadastro Manual do Usuário v2. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Brasília/DF, 2016. Disponível em: <http://car.gov.br/public/Manual.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. Nota técnica Nº 68/2019/GECAF/DCF/SFB, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília/DF, 2019.

STRAHLER, A.H.; BOSCHETTI, L.; FOODY, G.M; FRIEDL, M.A.; HANSEN, M.C; HEROLD, M.; MAYARUX, P., MORISSETTE, J.T.; STEHMAN, S.V.; WOODCOCK, C.E. Global land cover validation: Recommendations for evaluation and accuracy assessment of global land cover maps. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, v. 51, n. 4, 2006.

TRIBE, A. Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method. Journal of Hidrology, v.139, p.263-293, 1992.

WU, W.; FAN, Y.; WANG, Z.; LIU, H. Assessing effects of digital elevation model resolutions on soil-landscape correlations in a hilly area. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.126, p.209-216, 2008b.