



Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu*
Especialização em Gestão Ambiental
Campus Nilópolis

Alexandre Muselli Barbosa

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE PARA O MONITORAMENTO DE
PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS:** Utilização de imagens
orbitais temporais na avaliação de recomposição vegetal

Nilópolis – RJ

2013

Alexandre Muselli Barbosa

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE PARA O MONITORAMENTO DE
PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: Utilização de imagens
orbitais temporais na avaliação de recomposição vegetal**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de
especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurelio Passos Louzada

Nilópolis – RJ

2013

B238a Barbosa, Alexandre Muselli

Aplicação de geotecnologias como suporte para o monitoramento de projeto de recuperação de áreas degradadas: utilização de imagens orbitais temporais na avaliação de recomposição vegetal / Alexandre Muselli Barbosa, Orientador Marco Aurélio Passos Louzada. -- Nilópolis, RJ, 2013.

105f. ; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (pós-graduação) - Instituto Federal Rio de Janeiro - IFRJ, Programa de Pós – Graduação em Especialização em Gestão Ambiental, 2013.

1. Geotecnologia. 2. Imagem orbital. 3. Vegetação. I. Louzada, Marco Aurelio Passos, **Orient.** II. IFRJ. III. Título.

CDU 55:62

Alexandre Muselli Barbosa

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE PARA O MONITORAMENTO DE
PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: Utilização de imagens
orbitais temporais na avaliação de recomposição vegetal**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de
especialista em Gestão Ambiental.

Data de Aprovação: 15 de Abril de 2013

Prof. Dr. Marco Aurelio Passos Louzada (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. João José Fonseca Leal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Manoel Ricardo Simões
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Nilópolis – RJ

2013

“Os computadores são incrivelmente rápidos, precisos e burros; os homens são incrivelmente lentos, imprecisos e brilhantes; juntos, seu poder ultrapassa os limites da Imaginação”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A minha maior amiga, namorada, companheira, conselheira e cúmplice Preta (Evelyn), por toda a compreensão, ajuda, brigas e tudo mais, sua força tem sido fundamental nos últimos tempos, e principalmente em nossa nova vida. Te amo.

Ao IFRJ campus Nilópolis, a todos os professores e funcionários que criaram este curso e que brigam constantemente para que este se mantenha. Agradeço a oportunidade de cursar e concluir essa especialização em uma instituição federal, em um curso gratuito e com grande qualidade.

Ao Prof. Marco Aurélio, pela orientação e principalmente pela amizade. Obrigado por compreender e me ajudar nessa transição de cidade e profissão, muito obrigado.

BARBOSA, Alexandre Muselli. *Aplicação de Geotecnologias como Suporte para o Monitoramento de Projeto De Recuperação de Áreas Degradadas: Utilização de imagens orbitais temporais na avaliação de recomposição vegetal*. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Especialização em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, RJ, 2013.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do uso de geotecnologias como uma ferramenta de suporte para o gerenciamento e manejo de projetos de recuperação de áreas degradadas, com enfoque na mensuração da recomposição da vegetação como forma de avaliação do progresso das atividades de recuperação da área, através da utilização de imagens orbitais temporais de alta resolução, sendo uma para o ano de 2009 e a outra para o ano de 2011. A área utilizada neste estudo está localizada na FLONA Jamari, situada em Rondônia, Brasil, onde se encontra em atividade um projeto de recuperação das áreas de uma antiga mina de extração de cassiterita. As informações disponíveis deste projeto, como georreferenciamento das áreas de interesse, imagens de satélite e informações de campo, serviram como suporte para a construção da base de dados para a realização deste estudo. Para o estudo foi realizada a avaliação das imagens orbitais, estando a imagem de 2011 com impedimento causado por nuvens, onde realizou-se uma composição entre duas imagens de forma a se obter como produto uma imagem com maior porcentagem de áreas de interesse visíveis. Através dos dados obtidos em campo com GPS, foi realizado o mapeamento das áreas de interesse para ambos os anos, delimitando assim as áreas para a realização das análises de vegetação. Preconizou-se a classificação supervisionada da vegetação, mas como os resultados obtidos não atenderam as expectativas optou-se pela utilização da cartografia digital, sendo o mapeamento da ocupação do solo realizado através da fotointerpretação com posterior vetorização, sendo as áreas subdivididas em sete tipos de cobertura, classificadas de acordo com seu grau de desenvolvimento e/ou tipo de cobertura, sendo estas, vegetação densa, vegetação aberta, vegetação isolada, campo sujo, solo exposto, água e nuvens. Foram obtidos bons resultados através da fotointerpretação das imagens orbitais de alta resolução, o nível de detalhe apresentados nestas imagens permitiu a clara diferenciação dos substratos, possibilitando a geração de mapas com um grande nível de detalhe. As informações obtidas através dos mapeamentos foram extraídas e analisadas, realizando-se a comparação entre os resultados obtidos para o ano de 2009 e 2011, mostrando de houve a diminuição das áreas ocupadas por vegetação com menor grau de cobertura e conseqüentemente um acréscimo das áreas com vegetação densa. Mesmo com a realização do mosaico para a imagem do ano de 2011, esta ainda apresentou impedimento causado de cerca de 5% da área de interesse, valor este dificultou a interpretação das áreas A13, A14 e A14a, mas não invalidando seus resultados. Os resultados mostraram que as geotecnologias se apresentam como uma boa ferramenta durante as atividades de gestão de projetos de recuperação de áreas degradadas, podendo ser utilizadas no monitoramento da recomposição vegetal, sendo os resultados dependentes da base de dados, sendo necessária a criação de um banco de dados bem estruturado de forma a garantir a qualidade dos produtos de saída.

Palavras-chave: PRAD, Geotecnologia, Imagem orbital, Vegetação.

BARBOSA, Alexandre Muselli. *Aplicação de Geotecnologias como Suporte para o Monitoramento de Projeto De Recuperação de Áreas Degradadas: Utilização de imagens orbitais temporais na avaliação de recomposição vegetal*. 105 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Especialização em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, RJ, 2013.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the feasibility of using geotechnologies as a support for managing projects and managing recovery of degraded areas, with a focus on measurement of vegetation restoration as a means of assessing the progress of recovery activities in the area through the use of satellite images of high temporal resolution, one for the year 2009 and the other for the year 2011. The area used in this study is located in the Jamari National Forest, located in Rondônia, Brazil, where a project activity in the rehabilitation of an old mine extraction of cassiterite. The information available in this project, as georeferencing of areas of interest, satellite imagery and field information, served as support for the construction of the database for this study. For the study was performed to evaluate the orbital images, the image being 2011 with impediment caused by clouds, where there was a composition between two images in order to obtain an image as a product with a higher percentage of visible areas of interest. Using data obtained in the field with GPS, mapping was conducted in the areas of interest for both years, thereby delimiting areas for analyzes of vegetation. Advocated to supervised classification of vegetation, but as the results didn't meet the expectations we opted for the use of digital mapping and mapping of land cover performed by photointerpretation with subsequent vectorization, the areas being subdivided into seven types coverage, classified according to their degree of development and / or coverage, and these dense vegetation, sparse vegetation, isolated vegetation, grassland, exposed soil, water and clouds. Good results were obtained by photointerpretation of orbital images of high resolution, the level of detail presented in these images allowed clear differentiation of substrates, allowing the generation of maps with a great level of detail. Information obtained through the mappings were extracted and analyzed, making the comparison between the results for the year 2009 and 2011, showing there was a decrease in occupied areas with less vegetation cover and consequently an increase in areas with dense vegetation. Even with the creation of the mosaic image to the year 2011, this still showed impairment caused about 4% of the area of interest, an amount difficult the interpretation of the areas A13, A14 and A14a, but not invalidating their results. The results showed that the geotechnologies present themselves as a good tool for the activities of project management for restoration of degraded areas and can be used in monitoring the recovery vegetation, and the results are dependent on the database, requiring the creation of a database data well structured to ensure the quality of output products.

Keywords: RDAP, Geotechnology, Orbital Image, Vegetation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 Figura de localização de uma área de extração de bauxita, FLONA Saracá-Taquera, Pará.....	4
Figura 2.2 Fluxograma de execução para um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (Modificado de PROIN/CAPES & UNESP/IGCE, 1999).....	5
Figura 2.3 Sistema de classificação de sensores quanto à categoria, tipo de produto e fonte de radiação (Adaptado de MOREIRA, 2001).....	14
Figura 2.4 Diagrama de execução para o processo de vetorização (Adaptado de VIEIRA et al., 1998).....	18
Figura 2.5 Esquema sequencial para geração e validação de mapa temático gerado por classificação assistida (Adaptado de ISA, 2012).....	19
Figura 2.6 Figura de localização da FLONA Jamari, RO.....	20
Figura 2.7 Mapa climático de Rondônia, temperatura média anual na região laranja entre 23-24°, amarela entre 24-25° e esverdeado entre 25-26° (GERO, 2012).....	21
Figura 3.1 Imagem de localização da FLONA Jamari e divisão das células de interesse da área de estudo.....	26
Figura 3.2 Imagem do sensor IKONOS com bandas multiespectrais fusionadas.....	29
Figura 3.3 (A) Imagem do sensor WORLDVIEW-2 com bandas multiespectrais fusionadas obtida em 03/06/2011; (B) Imagem do sensor WORLDVIEW-2 com bandas multiespectrais fusionadas obtida em 08/06/2011; (C) Resultado da combinação da Imagem A e B, reduzindo a área obstruída por nuvens.....	30
Figura 3.4 Limites das áreas de interesse levantados em campo e suas respectivas denominações.....	31
Figura 3.5 Resultados obtidos através da classificação automática supervisionada.....	33
Figura 4.1 Gráfico comparativo entre a área ocupado pelos substratos entre 2009 e 2011 e suas respectivas porcentagens de alteração.....	42
Figura 4.2 Gráfico comparativo entre a porcentagem de área ocupada pelos substratos para o ano de 2009 e 2011.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Levantamento das principais espécies vegetais encontradas na FLONA Jamari segundo AMATA (2009).	23
Tabela 2.2 Uso e ocupação do solo na FLONA JAMARI (RIOTERRA, 2012).....	24
Tabela 3.1 Divisão dos níveis de recuperação utilizados no processo de revegetação das áreas degradadas pela mineração para a área de estudo.	28
Tabela 3.2 Divisão das glebas e seus respectivos dados.	28
Tabela 4.1 Valores de uso e ocupação do solo dividido por região de interesse, para o ano de 2009.....	36
Tabela 4.2 Valores de uso e ocupação do solo dividido por região de interesse, para o ano de 2011.....	38
Tabela 4.3 Valores totais de uso e ocupação do solo para o ano de 2009.....	40
Tabela 4.4 Valores totais de uso e ocupação do solo para o ano de 2011.....	40
Tabela 4.5 Tabela com os resultados comparativos de mudança de uso e ocupação do solo entre os anos de 2009 e 2011.	40

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
ARL	Área de Reserva Legal
BDG	Banco de Dados Geográficos
CECAV	Centro de Estudos de Cavernas
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
FLONA	Floresta Nacional
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
PRAD	Plano de Recuperação de Área Degradada
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SISBAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMM	Secretaria de Minas e Metalurgia
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UTB	Unidades Territoriais Básicas
ZSEE	Zoneamento Socioeconômico Ecológico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. PRAD E A MINERAÇÃO	3
2.2. MINERAÇÃO E LEGISLAÇÃO	7
2.2.1 PRAD – Monitoramento e avaliação	9
2.3. GEOTECNOLOGIAS	11
2.3.1 Sistema de informações geográficas e suas ferramentas	11
2.3.2. Geoprocessamento aplicado em projetos ambientais	14
2.4 MAPEAMENTO DIGITAL	16
2.4.1 Geração de mapas temáticos	17
2.5 FLONA JAMARI	19
2.5.1 Localização	19
2.5.2 Fisiografia	20
2.5.3 Vegetação	21
2.5.4 Solos	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 ÁREAS DE ESTUDO	26
3.2 BASE DE DADOS	29
3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES	31
3.4 MAPEAMENTO DAS ÁREAS	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5. CONCLUSÃO	43
6. REFERÊNCIAS	45
7. APÊNDICE	50
8. ANEXO	92

1. INTRODUÇÃO

A mineração, representada pelos produtos por ela gerados, está presente no cotidiano da sociedade de forma relevante e praticamente indispensável. Estando presente em nossas vidas de diversas formas, indo de simples artigos em vidro (areia) e cerâmica (argila), até na construção de peças de eletroeletrônicos (BRUM, 2000).

Segundo Marques (1993), a mineração atua como base de sustentação para a maioria dos segmentos indústria, desempenhando um papel fundamental na economia brasileira, tanto como geradoras de empregos e impostos, como também representando um fator determinante no desenvolvimento de diversas cidades e microrregiões.

Assim como qualquer outro tipo de atividade exploratória, a atividade de exploração mineral proporciona impactos diretos e indiretos de diferentes naturezas sobre a área em exploração e seu entorno. Os impactos sobre o solo, a vegetação e os recursos hídricos presentes no sistema são observados na forma de alterações estéticas, físicas, químicas e biológicas, dependendo das características da geologia, vegetação, relevo e solo locais, bem como do tipo de lavra e minério a ser extraído (LONGO et al., 2011). Estes impactos podem ser visualizados em diversos ecossistemas, através da remoção de vegetação, solo, contaminação de corpos d'água entre outros.

A mineração obedece a legislação vigente, onde os empreendimentos de mineração estão obrigados a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), assim como submeter o PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada (FARIAS & COELHO, 2002). Desta forma, todo empreendimento de mineração legal, tem como obrigação legal realizar o PRAD na área impactada sobre sua responsabilidade.

A revegetação das áreas degradadas faz parte das metas apresentadas durante um projeto de PRAD, onde esta deverá proporcionar a recuperação de funções do ecossistema degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo (BRASIL, 1989), este deve ser realizado por meio do plantio de mudas, de forma a recompor a vegetação da melhor forma possível, levando em conta as questões fisiográficas da região, assim como a ecofisiologia das espécies selecionadas.

Durante as atividades executadas, deverão ser monitorados os inícios de processos erosivos, estabilidade de inclinações e taludes, assim como o assoreamento da drenagem. Sendo o monitoramento uma das partes críticas, pois em caso de falha, pode levar a perda do trabalho executado, causando prejuízos aos executores (BRUM, 2000).

Com o viés ecológico-econômico, a gestão ambiental surge como uma forma de ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio, neste caso, que este possa ser recuperando, voltando a apresentar suas características naturais. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros. O que deve ficar claro é que gerenciar, significa saber manejar as ferramentas existentes da melhor forma possível e não necessariamente desenvolver a técnica ou a pesquisa ambiental em si (AMBIENTE, 2012).

Desta forma, as ferramentas de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) se apresentam como uma solução para a execução do monitoramento de áreas. Onde através de imagens de alta resolução, é possível visualizar e monitorar o estado de desenvolvimento das áreas revegetadas sem que haja o deslocamento de uma equipe até a área manejada, reduzindo assim os custos de execução dos projetos.

Este trabalho se apresenta como uma proposta para a utilização de imagens temporais de alta resolução, para o monitoramento de um PRAD para uma mina de extração de cassiterita localizada na Floresta Nacional (FLONA) do Jamari em Rondônia, através de análises realizadas com o auxílio de um programa de sistemas de informações geográficas. Espera-se demonstrar que as ferramentas computacionais, em especial, as ferramentas SIG são práticas e funcionais, podendo colaborar durante projetos e que é possível obter bons resultados através destes programas, reduzindo assim os custos operacionais e otimizando o tempo de execução do monitoramento em um projeto de recuperação de áreas degradadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PRAD E A MINERAÇÃO

O profissional que vai realizar o projeto de recuperação deve estar atento para o conjunto de alterações que um empreendimento minerário pode causar, sendo que cada empreendimento apresenta suas características próprias, dependendo da sua localização, do tipo de minério, do tipo de lavra, entre outros aspectos.

A seguir são apresentados os principais tipos de alterações ambientais decorrentes de mineração (PROIN/CAPES & UNESP/IGCE, 1999).

- Retirada da cobertura vegetal e conseqüente perda de espécies de fauna e flora;
- Interceptação do lençol freático;
- Alteração da superfície dos terrenos;
- Aumento da turbidez e de sólidos em suspensão nos corpos d'água receptores;
- Aceleração da erosão;
- Lançamento de fragmentos de rocha;
- Indução de escorregamentos;
- Sobrepressão do ar;
- Alteração de cursos d'água;
- Propagação de vibrações no solo;
- Produção de rejeitos;
- Aumento de partículas em suspensão no ar;
- Assoreamento de cursos d'água;
- Aumento de ruídos;
- Potencialização de enchentes e inundações.

Um exemplo destes impactos pode ser visualizado na Figura 2.1, uma das minas de extração de bauxita situada na FLONA Saracá-Taquera, no Pará. O espaço ocupado pela mina é de aproximadamente 3400 ha ou 34 Km², que é equivalente a mais de 4100 vezes o campo do Maracanã.



Figura 2.1 Figura de localização de uma área de extração de bauxita, FLONA Saracá-Taquera, Pará.

Os impactos ambientais e sociais de atividades como esta são de complexa mensuração, pois não apenas modificam os modos de vida das populações e dos ecossistemas, mas recriam em âmbito local toda uma rede de atores e relações de poder que, por fim, mudam significativamente a dinâmica do ambiente inteiro (ALCANTARA, 2010).

Os projetos de recuperação de áreas degradadas (PRAD's) são caracteristicamente familiares aos empreendimentos de mineração. Porém, não há impedimento para que o órgão ambiental licenciador solicite a apresentação de um PRAD para a recuperação de área degradada decorrente, por exemplo, da implantação de um canteiro para construção de uma usina hidrelétrica. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD - é elaborado de acordo com as diretrizes fixadas pela NBR 13030, da ABNT, e outras normas pertinentes.

Em minerações existem dois tipos de recuperação de áreas degradadas: a provisória e a definitiva (BITAR & BRAGA, 1995). A Recuperação Provisória ocorre quando a área degradada ainda não tem seu uso final definido (o que inviabiliza sua reabilitação no momento); ou quando o uso final estiver planejado para longo prazo (as ações devem buscar a estabilização dos processos atuantes, ou seja, recuperação suficiente para o período em que a área esteja desocupada).

Já a Recuperação Definitiva, é realizada quando o uso final do solo estiver definido, o que requer ações voltadas à estabilização da área, em conformidade com a nova utilização e, necessariamente, de acordo com o Plano Diretor do Município ou região. Neste caso evolui-se para o reaproveitamento da área degradada, ou seja, sua reabilitação (UNESP, 2012).

Esses conceitos trazem embutidos fatores que influenciam o desenvolvimento de uma mineração, e que por ventura podem influenciar a recuperação das áreas degradadas, tais como: fatores econômicos, tecnológicos, de planejamento, mudanças de legislação, entre outros.

Um projeto de PRAD deve seguir uma seqüência organizacional que permite que este tenha sucesso em sua execução e permita o menor custo de execução, ainda atendendo toda a exigência prevista na legislação (Figura 2.2).

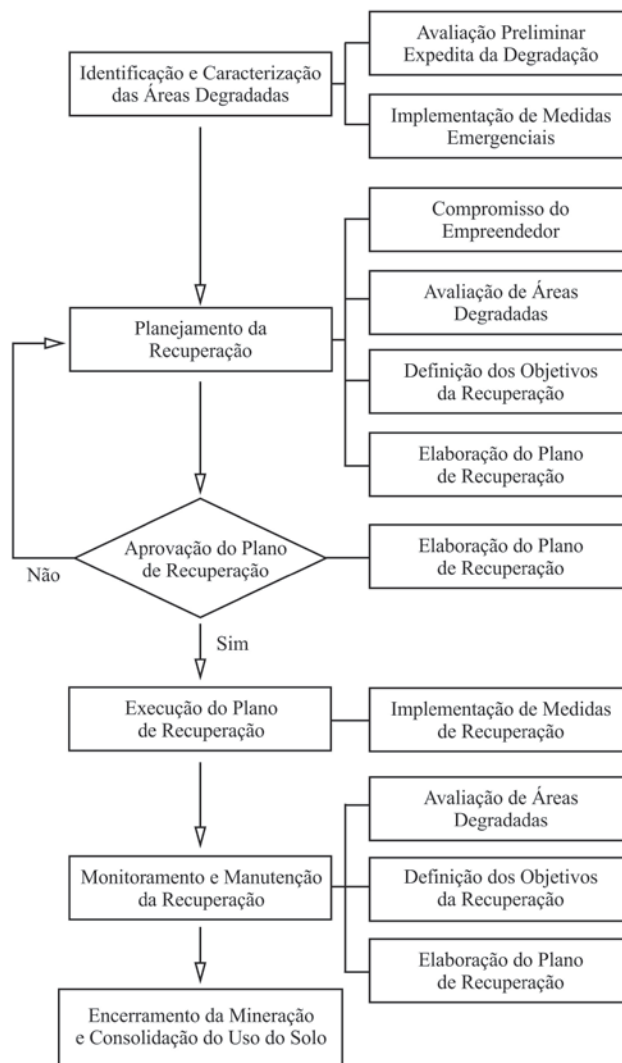


Figura 2.2 Fluxograma de execução para um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (Modificado de PROIN/CAPES & UNESP/IGCE, 1999).

As principais atividades que consolidam um plano de reabilitação ou recuperação de área degradada podem ser sumarizadas da seguinte forma (INDI, 2012).

- Caracterização e avaliação da degradação ambiental;

- Definição dos objetivos e análise das alternativas de recuperação;
- Definição e implementação das medidas de recuperação:
 - Geotécnica (estabilização física),
 - Remediação ou tratamento (estabilização química), e
 - Revegetação (estabilização biológica).
- Proposições para monitoramento e manutenção das medidas corretivas implementadas.

Deve-se ter em mente que, conforme esses fatores interagem com a mineração, uma área pode ter uma recuperação provisória ou definitiva. Em qualquer dos casos é essencial a elaboração de um PRAD e sua aprovação pelos órgãos ambientais responsáveis (UNESP, 2012). Tal plano pode sofrer mudanças ao longo do tempo, desde que aprovadas pelos referidos órgãos.

Este processo ainda conta com diversos agentes, tais como o minerador, o poder público, a comunidade e o proprietário do terreno. Geralmente, uma área de mineração apresenta impactos negativos que são permanentes, como no caso do relevo do terreno, que na grande maioria das vezes, não retorna à sua configuração original (UNESP, 2012).

Segundo Rodrigues & Gandolfi (1998) e Martins (2001), o sucesso de um PRAD pode ser avaliado por meio de indicadores vegetais de recuperação. Sendo através destes indicadores, verificada a consistência do projeto e se esse necessita de novas interferências ou de ser redirecionado, visando acelerar o processo de sucessão e de restauração das funções da vegetação implantada (MARTINS, 2001).

Embora os PRADs sejam voltados para os aspectos de solo e vegetação, eles acabam afetando positivamente a água, o ar, a fauna, e os seres humanos.

2.2. MINERAÇÃO E LEGISLAÇÃO

As atividades antrópicas vêm criando problemas ambientais, no uso do solo e subsolo, além das atividades de mineração citadas neste trabalho, Farias & Coelho (2002) destacam a urbanização desordenada, agricultura, pecuária, construção de barragens visando a geração de hidroeletricidade, uso não controlado de água subterrânea, dentre outras.

No Brasil, a mineração, assim como todo empreendimento, de um modo geral, está submetida a um conjunto de regulamentações, onde os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e o meio ambiente.

Em nível federal, os seguintes órgãos têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais (FARIAS & COELHO, 2002):

Ministério do Meio Ambiente (MMA): Responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;

Ministério de Minas e Energia (MME): Responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás;

Secretaria de Minas e Metalurgia (SMM/MME): Responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral;

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM): Responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo o Código de Mineração;

Serviço Geológico do Brasil (CPRM): Responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial;

Agência Nacional de Águas (ANA): Responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua principal competência é a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): Responsável por formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica;

Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): Responsável por formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA): Responsável, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;

Centro de Estudos de Cavernas (CECAV/IBAMA): Responsável pelo patrimônio espeleológico.

Segundo o Guia do Minerador (2000) a legislação infraconstitucional, que rege as questões ambientais relativas às atividades de mineração estão regulamentadas por diversas resoluções e portarias (Anexo I)

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que é exigido para o licenciamento ambiental de qualquer atividade de aproveitamento de recursos minerais, tem sua definição, normas e critérios básicos, e diretrizes de implementação estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 1/86 (BRASIL, 1986; BRASIL, 2008).

O EIA, a ser elaborado obrigatoriamente por técnicos habilitados, deve estar fundamentado no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o qual é submetido ao órgão de meio ambiente estadual competente, integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), para análise e aprovação.

De acordo com o Decreto nº 97.632/89 (BRASIL, 1989), os empreendimentos de mineração estão obrigados, quando da apresentação do EIA/RIMA, submeter o PRAD à aprovação do órgão estadual de meio ambiente competente.

O PRAD deve apresentar a caracterização e avaliação completas das atividades desenvolvidas ou a ser desenvolvidas pelo empreendimento, assim como da degradação ambiental; definição e análise das alternativas tecnológicas de recuperação; definição e implementação das medidas de recuperação; e proposições para monitoramento e manutenção das medidas corretivas implementadas (BITAR & ORTEGA, 1998).

2.2.1 PRAD – Monitoramento e avaliação

Legalmente, os PRAD podem ser divididos em 5 etapas:

- Inicial: Todo o requisito legal para cadastramento e legitimação do PRAD junto ao IBAMA, assim como as comprovações de posse do proprietário e as atribuições técnicas e ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) do profissional responsável pela execução do projeto. E todos os vértices da área georreferenciados, assim como as áreas de preservação permanentes (APP's), áreas de reserva legal (ARL's), e área onde será executado o PRAD (BRASIL, 2011).

-Implantação: Execução das atividades propostas, assumindo e preconizando as ações previstas na lei e com base em pesquisas publicadas e trabalhos já realizados, atos normativos disponíveis, respeitando-se as especificidades e particularidades de cada região, visando identificar a maior diversidade possível de espécies florestais e demais formas de vegetação nativa, buscando-se, com isso, obter maior compatibilidade com a fitofisionomia local, incluindo-se, também, aquelas espécies ameaçadas de extinção, as quais deverão ser destacadas no projeto.

-Manutenção: Toda a atividade relacionada ao controle de espécies espontâneas, assim como controle de patógenos e tratos culturais, de forma a garantir o sucesso da implantação do projeto. Tendo em vista que estas atividades devem preconizar métodos e produtos que causem o menor impacto possível, observando-se técnicas e normas aplicáveis a cada caso.

-Monitoramento: O monitoramento e avaliação consistem na averiguação da evolução dos processos regenerativos empregados no PRAD. Este devem ser apresentados em forma de relatórios que podem ser apresentados em intervalos que variam de 3 a 6 meses, dependendo da situação, e o monitoramento da área deve ser realizado durante o período de 3 anos após a implementação do PRAD, podendo este período ser prorrogado por mais 3 anos.

-Encerramento: Ao final da execução do PRAD, deverá ser apresentado o Relatório de Avaliação com indicativos que permitam aferir o grau e a efetividade da recuperação da área e contemplem a recuperação das funções e formas ecossistêmicas no contexto da bacia, da sub-bacia ou da microbacia. O Relatório de Avaliação a ser apresentado ao final do projeto terá como base os dados constantes dos Relatórios de Monitoramento do PRAD. O IBAMA efetuará vistoria para quitação do Termo de Compromisso utilizando-se quando necessário, de recursos tecnológicos tais como sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Abaixo é apresentado um trecho a Instrução Normativa N°4, de 13 de Abril de 2011. Instrução esta que trata dos requisitos mínimos para nortear a elaboração de PRAD ou Áreas Alteradas. Sendo este o Capítulo V, que trata exclusivamente “Do Monitoramento e Manutenção” (BRASIL, 2011), como se segue:

“CAPÍTULO V - DO MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO

Art. 13. O monitoramento e consequente avaliação do PRAD e do PRAD Simplificado é de 03 (três) anos após sua implantação, podendo ser prorrogado por igual período.

Art. 14. O interessado apresentará, no mínimo semestralmente, ao longo da execução do PRAD, Relatórios de Monitoramento, conforme modelo constante do Anexo III desta Instrução Normativa.

§ 1º Os Relatórios de Monitoramento, a serem elaborados pelo responsável técnico do PRAD poderão ser solicitados pela área técnica do IBAMA, caso a situação requeira, em intervalos de 03 (três) meses.

§ 2º Ficam isentos da apresentação dos relatórios de que trata o caput deste artigo os pequenos proprietários rurais ou legítimos detentores de posse rural familiar, conforme definidos no art. 1º, § 2º, da Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965.

Art. 15. As Superintendências do IBAMA farão vistorias por amostragem nas áreas degradadas ou alteradas em processo de recuperação.

Parágrafo único. O IBAMA efetuará vistoria para quitação do Termo de Compromisso utilizando-se quando necessário, de recursos tecnológicos tais como sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Art. 16. Eventuais alterações das atividades técnicas previstas no PRAD ou no PRAD Simplificado deverão ser encaminhadas ao IBAMA com antecedência mínima de 90 (noventa) dias, com as devidas justificativas, para que sejam submetidas à análise técnica.

Art. 17. Ao final da execução do PRAD, deverá ser apresentado Relatório de Avaliação com indicativos que permitam aferir o grau e a efetividade da recuperação da área e contemplem a recuperação das funções e formas ecossistêmicas no contexto da bacia, da sub-bacia ou da microbacia.

§ 1º O Relatório de Avaliação a ser apresentado ao final do projeto, terá como base os dados constantes dos Relatórios de Monitoramento do PRAD, Anexo III desta Instrução Normativa.

§ 2º O IBAMA, após a apresentação do Relatório de Avaliação, manifestar-se-á conclusivamente, nos prazos definidos pela legislação.

§ 3º O responsável técnico pela elaboração e execução do PRAD comunicará, por intermédio dos Relatórios de Monitoramento e de Avaliação, Anexo III desta Instrução Normativa, todas e quaisquer irregularidades e problemas verificados na área em processo de recuperação, sob pena da responsabilidade prevista no Decreto nº. 6.514, de 22 de julho de 2008.”

Como o monitoramento da evolução dos processos de regeneração da área duram entre três e seis anos, com entrega de relatórios periódicos, são necessárias diversas visitas a área para a avaliação e obtenção de dados para a produção dos relatórios. Desta forma, a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto surge como uma alternativa, permitindo que sejam obtidas informações sobre a área sem que seja necessário o deslocamento até a mesma.

2.3. GEOTECNOLOGIAS

2.3.1 Sistema de informações geográficas e suas ferramentas

Segundo Câmara & Davis (2012), Geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas.

Este tipo de ciência se baseia em diversas técnicas de forma a integrá-las. Esta inter-relação inicia-se na formação de uma base de dados indo até as análises geográficas, dadas por técnicas como a cartografia, o sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas (SIG) e o GPS (Sistema de Posicionamento Global) (DIAS & BATISTA, 2008).

Câmara & Dias (2006) definem as geotecnologias como todas as ferramentas utilizadas para a aquisição, processamento, interpretação e análises de dados em um ambiente de informações espacialmente referenciado. Como exemplos destas temos o GPS, o GIS, a fotogrametria, levantamentos aéreos ou orbitais, topologia, cartografia, geodésia, entre outros.

Os seres humanos, salvo algumas exceções, possuem limitações para tratar grandes massas de dados e identificar as relações entre variáveis, principalmente quando se propõe a inter-relacionar informações de fontes distintas de forma a gerar um produto que represente com maior fidelidade como se é observado na natureza.

Desta forma, os programas capazes de processar informações geográficas surgem como uma forma de ampliar a capacidade do homem de obter resultados oriundos de interpretações matemáticas complexas. Como por exemplo os algoritmos, que extraem de grandes bancos de dados, e sem prévia formulação de hipóteses, tendências, padrões ou correlações, que podem ser úteis à tomada de decisão e formular a integralização com uma fonte distinta de informações, identificando padrões, assim gerando produtos oriundo de uma grande massa de informação com uma grande agilidade e praticidade (MENDONÇA, 2012).

Assim como qualquer tipo de tecnologia, esta também apresenta limitações quanto a sua funcionalidade e aplicabilidade. O seu potencial e limitação devem ser de conhecimento do usuário, de forma que este possa explorar de forma plena todos os recursos disponíveis pelo sistema.

A maior limitação na utilização das geotecnologias é o conjunto de informações que compõe o bando de dados geográficos (BDG) e o sistema de análise. Estes afetam desde a aplicabilidade até as possibilidades de resultados, sendo esta limitação associada a dois fatores, as características dos dados e a qualidade dos dados (CÂMARA & DIAS, 2006).

A construção de um BDG é dispendiosa, tanto em tempo quanto financeiramente. Estes dados operam em duas naturezas, os dados geográficos armazenados por meio de entidades gráficas (locais de interesse, ruas, edifícios, etc) e os dados descritivos, que são as informações numéricas que descrevem as características dos objetos. Estas duas informações estão associadas por um sistema de representação e descrição, que forma a estrutura de um SIG (DIAS & BATISTA, 2006).

A obtenção dos dados é realizada basicamente de duas formas, ou em loco através de taqueômetro (estação total), DGPS (GPS Diferenciais) e imagens com geotags (assinaturas digitais georreferenciadas), onde é necessário o deslocamento até o local de interesse para que sejam coletadas as informações desejadas. Ou remotamente, através de sensores capazes de obter os dados sem que haja contato entre o sensor e o objeto ou área sensoriada.

Ferramentas de obtenção de dados em campo, geralmente estão relacionadas com levantamentos de apoio e base de dados das áreas de interesse como o levantamento topográfico ou o georrefenciamento.

Topografia é o conjunto de atividades que são executadas no campo, a fim de capturar as informações necessárias para determinar as coordenadas retangulares e de elevação de pontos do terreno, que diretamente ou através de um processo de cálculo, permite a determinação da área e volume do terreno (PANCHAS, 2009). Estes podem ser realizados com o auxílio do taqueômetro (estação total), equipamento utilizado para a medição de ângulos e distâncias, onde através de cálculos trigonométricos são obtidas as coordenadas das posições atuais (X, Y e Z) dos pontos examinados.

O DGPS foi desenvolvido para as aplicações em navegação necessitando de precisão melhor que a oferecida pelo GPS quando se usa SPS (*Standard Positioning Service*) no modo absoluto. O conceito de DGPS envolve o uso de um receptor estacionário numa estação com coordenadas conhecidas, rastreando todos os satélites visíveis. O processamento dos dados nesta estação permite que se calculem as correções posicionais ou de pseudo-distâncias, aumentando a acurácia, tornando assim os dados mais confiáveis (LTC, 2012).

A aquisição de dados remotos, conhecido como sensoriamento remoto, pode ser realizada por diferentes tipos de ferramentas, sendo estas selecionadas de acordo com as metas, necessidades e disponibilidade destas para uso. O Sensoriamento Remoto é a técnica de se adquirir informações sobre a superfície da Terra por meio da captação da energia refletida ou emitida pela superfície, a qual é gravada e processada para ser analisada nas mais diversas áreas (SAUSEN, 2005).

Esta aquisição é feita através de sensores, segundo Moreira (2001), que são dispositivos capazes de detectar e registrar a radiação eletromagnética, em determinada faixa do espectro eletromagnético, e gerar informações que possam ser transformadas num produto passível de interpretação, quer seja na forma de imagem, na forma gráfica ou de tabelas.

Um sistema sensor é constituído basicamente por um coletor, que pode ser um conjunto de lente, espelho ou antena, e um sistema de registro (detector) que pode ser um filme ou outros dispositivos e um processador (MOREIRA, 2001). Os sistemas sensores podem ser classificados quanto: à fonte de radiação, ao princípio de funcionamento e ao tipo de produto, conforme é resumido na Figura 2.3.

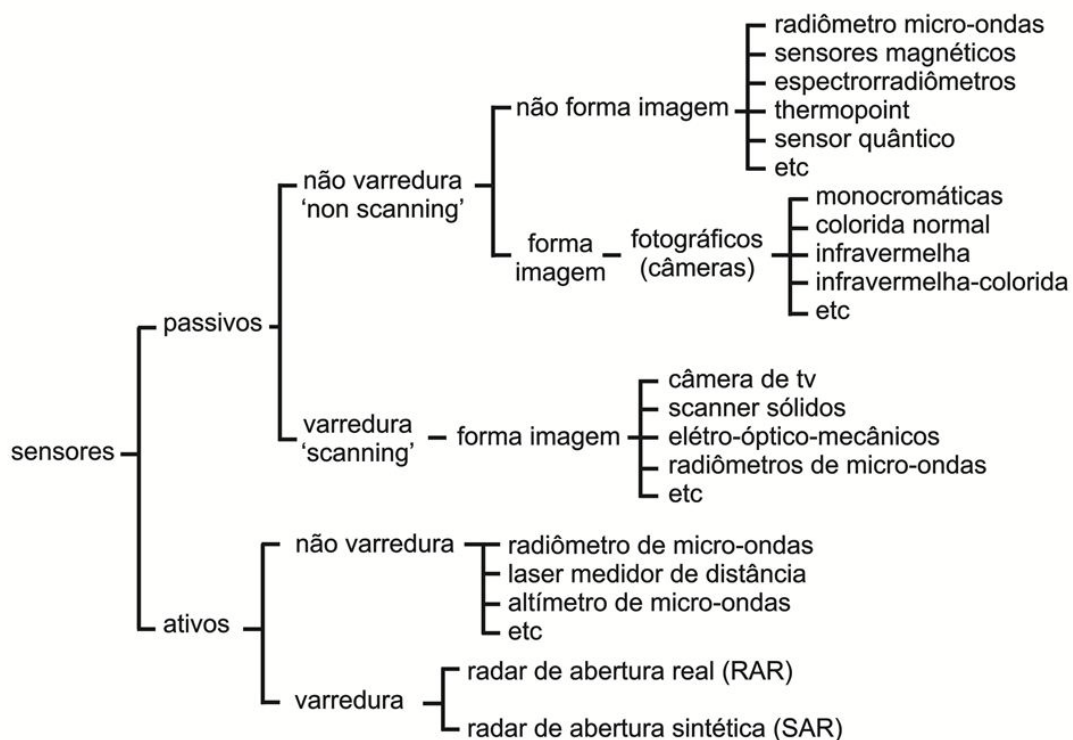


Figura 2.3 Sistema de classificação de sensores quanto à categoria, tipo de produto e fonte de radiação (Adaptado de MOREIRA, 2001).

2.3.2. Geoprocessamento aplicado em projetos ambientais

Durante as atividades de gestão de áreas todas as ações de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, assim como a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. Onde as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo.

Um aspecto fundamental na recuperação de áreas degradadas pela mineração é o conhecimento do solo onde essa recuperação será realizada. Os procedimentos específicos na recuperação dessas áreas dependem essencialmente das propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo que deverão ter condições para o adequado desenvolvimento das plantas (FONTES, 1991).

Segundo Griffith (1980), a única maneira de se mitigar os impactos no solo, causados pela mineração, é por meio do restabelecimento de uma cobertura vegetal perene sobre o local minerado em curto tempo, visto que o processo de sucessão é lento, enquanto

a ação da água sobre o solo exposto (ex. erosão), é imediata e acelerada, mantendo ativo o processo de degradação.

Deste modo, pode-se apontar pelo menos quatro grandes áreas que abrangem os problemas ligados aos estudos ambientais, onde é grande o impacto do uso da tecnologia de SIG (MEDEIROS & CAMARA, 2013), sendo de grande valia no apoio durante a execução destes estudos, sendo estas:

- **Mapeamento Temático** - Visam a caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento para ações e estudos futuros;
- **Diagnóstico Ambiental** – Que objetiva estabelecer estudos específicos sobre regiões de interesse, com vistas a projetos de ocupação ou preservação;
- **Avaliação de Impacto Ambiental** – Onde envolve o monitoramento dos resultados da intervenção humana sobre o ambiente; e
- **Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais** - objetivam normatizar a ocupação do espaço, buscando racionalizar a gestão do território.

Como base, todo estudo que tem como proposta o entendimento do comportamento dos fenômenos ambientais, trás consigo a interdisciplinaridade, visto que não é possível compreender perfeitamente os fenômenos ambientais sem analisar todos os seus componentes e as relações entre eles, visto que estes projetos buscam sempre uma visão integrada da questão ambiental em conjunto com a questão social.

Nesta visão, os estudos de mapeamento temático buscam caracterizar e entender a organização do espaço, de forma a se estabelecer as bases para ações e estudos. Onde entre estes se encontra o zoneamento, que busca gerar a partição do espaço por meio da identificação de uma ou várias ações, sendo este um processo de regionalização a partir de um conjunto de intenções (SANTOS, 1996).

Na metodologia proposta por Crepani et al. 1996, o uso de imagens de satélite serve como base para definição de unidades de paisagem, chamadas unidades territoriais básicas (UTB). Uma UTB exprime o conceito geográfico de zonalidade através de atributos ambientais que permitem diferenciá-la de outras unidades vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais (MEDEIROS & CAMARA, 1996). Estas UTBs são definidas por interpretação visual em imagens de sensores remotos, também utilizadas para a definição dos mapas derivados do meio físico-biótico.

Em termos operacionais, tanto a delimitação das UTB's como a revisão dos mapas temáticos são procedimentos de interpretação visual efetuadas diretamente na tela do

computador, considerando os padrões fotográficos identificados pela variação dos matizes de cores, apoiados por funções de processamento de imagens (ampliação de contraste, filtros, componentes principais), que por sua vez, ampliam as possibilidades de extração de informação das imagens de sensores remotos (CREPANI et al., 1996).

Os produtos obtidos após esta etapa vão formar, em conjunto com as imagens, um BDG, com a seguinte constituição básica: imagens de sensores remotos; geo-campos temáticos, neste caso, cobertura vegetal e dados referentes ao avanço e desenvolvimento da cobertura vegetal ao longo do tempo.

2.4 MAPEAMENTO DIGITAL

O mapeamento é realizado para expressar e sintetizar graficamente um banco de dados e está diretamente relacionado ao método de mapeamento e a utilização de variáveis visuais adequadas à sua representação. A combinação dessas variáveis, segundo os métodos padronizados, dará origem aos diferentes tipos de mapas temáticos (ARCHELA & THERY, 2008).

Os mapas temáticos são aqueles que através de elementos, símbolos e estilos gráficos (cores, hachuras e legendas), representam graficamente dados de um determinado local. São utilizados para representar diferentes aspectos da vida econômica, social, ambiental, cultural, histórica, geográfica, etc. de uma determinada região de interesse (ARCHELA & THERY, 2008). Estas categorizam a superfície do terreno de forma a se obter um número relativamente reduzido de classes, onde a partir destas e de medidas de precisão associadas, é possível, estimar áreas de ocupação de classes no terreno e efetuar análises sobre sua distribuição (MACHADO, 2005).

Os mapas temáticos podem ser classificados em três tipos básicos, os qualitativos, os ordenados e os quantitativos.

Qualitativos – Mapas utilizados para representação de fenômenos qualitativos. Utilizam as variáveis visuais seletivas forma, orientação e cor, nos três modos de implantação: pontual, linear e zonal. Este tipo de mapa se caracteriza pela enfatizar as diferenças qualitativas de um fenômeno ocorrido numa área, para o fenômeno que varia em outra área (ARCHELA & THERY, 2008). Como exemplos podemos citar os mapas geológicos, pedológicos e de uso da terra, fitogeográficos, etnográficos, oceanográficos, etc.

Ordenados - Representam classes visualmente ordenadas e utilizam a variável *valor* na implantação zonal. Os mapas mais significativos para representar fenômenos ordenados

são os mapas elaborados com dados quantitativos, e que apresentam sua legenda ordenada em classes, onde a variável visual do valor é dada por meio de tonalidades de cores (ARCHELA & THERY, 2008).

Os mapas no modo de implantação zonal são os mais adequados para representar distribuições espaciais de dados que se refiram as áreas. São indicados para expor a distribuição das densidades (habitantes por quilômetro quadrado), rendimentos (toneladas por hectare), ou índices expressos em percentagens os quais refletem a variação da densidade de um fenômeno (médicos por habitante, taxa de natalidade, consumo de energia) ou ainda, outros valores que sejam relacionados a mais de um elemento (ARCHELA & THERY, 2008).

Quantitativos – Os mapas que expressam os fenômenos quantitativos são representados pela variável visual *tamanho* e podem ser implantados em localizações pontuais do mapa ou na implantação zonal, por meio de pontos agregados, como também, na implantação linear com variação da espessura da linha. Esses mapas são utilizados para representar dados absolutos tais como população em número de habitantes, produção, renda, em pontos selecionados do mapa ou construídos com a união de pontos de mesmo valor e são aplicáveis a fenômenos geográficos que apresentam continuidade no espaço (ARCHELA & THERY, 2008), como altitude do relevo, temperatura, precipitação, umidade, pressão atmosférica.

Geralmente utiliza-se um símbolo proporcional aos valores que cada unidade apresenta em relação a uma determinada variável. A variação do tamanho do signo depende diretamente da proporção das quantidades que se pretende representar (ARCHELA & THERY, 2008).

2.4.1 Geração de mapas temáticos

A produção de cartas temáticas pode ser feita de forma convencional, por fotointerpretação e vetorização das áreas de interesse, também conhecido como cartografia digital, por integrar elementos da cartografia clássica com ferramentas computadorizadas (FILHO, 2000). Outra opção é a automatizada, através de classificações supervisionada ou não supervisionadas, usando-se imagens de satélite e informações sobre as assinaturas espectrais das classes, podendo este processo ser executado totalmente sem a intervenção humana (ISA, 2012).

Vetorização - O processo de vetorização é a sequência de ações que transforma uma carta original de lineamentos do formato matricial ao vetorial. São os processos aplicados nos objetos formais que resultam nos objetos operacionais (VIEIRA et al., 1998). O termo vetorização, aqui, é usado no contexto de se criar polígonos de interesse a partir de uma imagem de forma a se criar e distinguir regiões dentro das cartas.

A descrição de todo o processo, desde a transcrição do objeto real (imagem orbital), para a identificação de todos os requisitos da representação, indo até a geração dos polígonos vetoriais é apresentado na Figura 2.4.

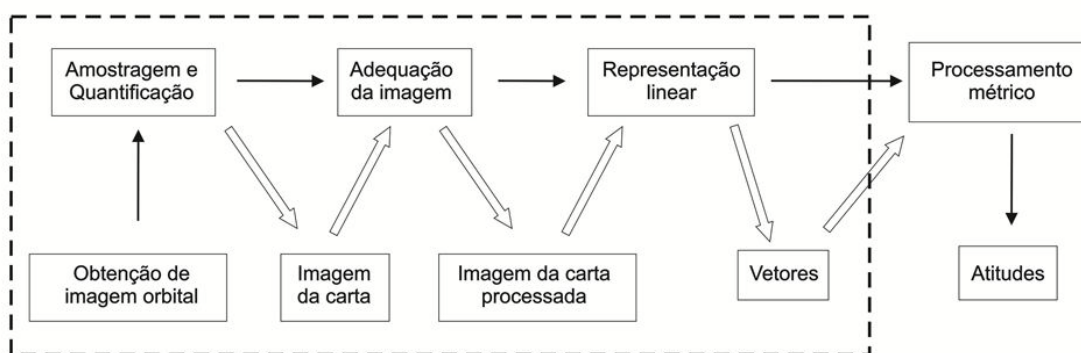


Figura 2.4 Diagrama de execução para o processo de vetorização (Adaptado de VIEIRA et al., 1998).

Esta metodologia segue o princípio da topologia, que é a ciência que estuda as propriedades geométricas que não variam mediante uma deformação e especialmente o relacionamento espacial entre objetos, como, por exemplo, proximidade e vizinhança (MARINO, 2012). Neste tipo de trabalho, as formas e coordenadas dos objetos são menos importantes que os elementos do modelo topológico, como por exemplo, conectividade, contiguidade e contingência (MARINO, 2012)

Este tipo de mapeamento permite converter elementos presentes nas imagens orbitais e tratá-los como polígonos topologicamente fechados, georreferenciados, e com seus atributos temáticos associados a um banco de dados relacionado, o que permite seu tratamento temático e análise espacial num ambiente de Geoprocessamento (MACHADO, 2005).

Classificação Assistida - A classificação assistida ou supervisionada se baseia na hipótese do “pixel puro”, ou seja, que cada pixel de uma imagem pode ser associado a uma

única classe, sendo assim possível discretizá-los e agrupá-los em classes pré-definidas (ISA, 2012).

Neste sistema de classificação, cada pixel é associado a uma só classe, e através das assinaturas espectrais dos pixels (imagem de satélite) é realizada a sua associação à outra fonte de informação conhecida, por exemplo, um conjunto de k classes pré-definidas (ISA, 2012). Desta forma, é realizada a associação dos pixels da imagem com as classes desejadas, obtendo-se assim a discretização do mapa em classe de interesse (Figura 2.5).

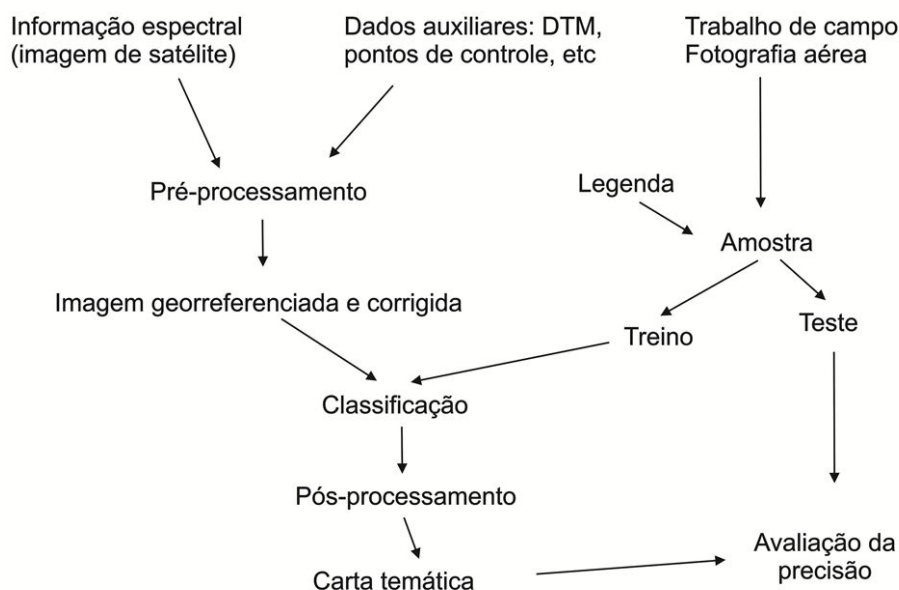


Figura 2.5 Esquema sequencial para geração e validação de mapa temático gerado por classificação assistida (Adaptado de ISA, 2012).

Ambas as metodologias descritas se apresentam como metodologias válidas para a realização de mapeamento e divisão de substratos, como os que estão inseridos dentro da FLONA do Jamari, RO.

2.5 FLONA JAMARI

2.5.1 Localização

A Floresta Nacional (FLONA), é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em método para exploração

sustentável de florestas nativas (ICMBIO, 2012), sendo regida pela lei Federal nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000).

A FLONA do Jamari está compreendida entre os meridianos 62° 44' 05" e 63° 16' 54" e paralelos 9° 00' 00" e 9° 30' 00" de latitude sul. Possui aproximadamente 225 ha e foi criada pelo Decreto nº 90.224, de 25.09.1984 (BRASIL, 1984). Encontrando-se inserida na subzona 3.1 do Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) de Rondônia, portanto seus recursos ambientais podem ser explorados mediante critérios específicos contidos no Plano de Manejo (Figura 2.6).

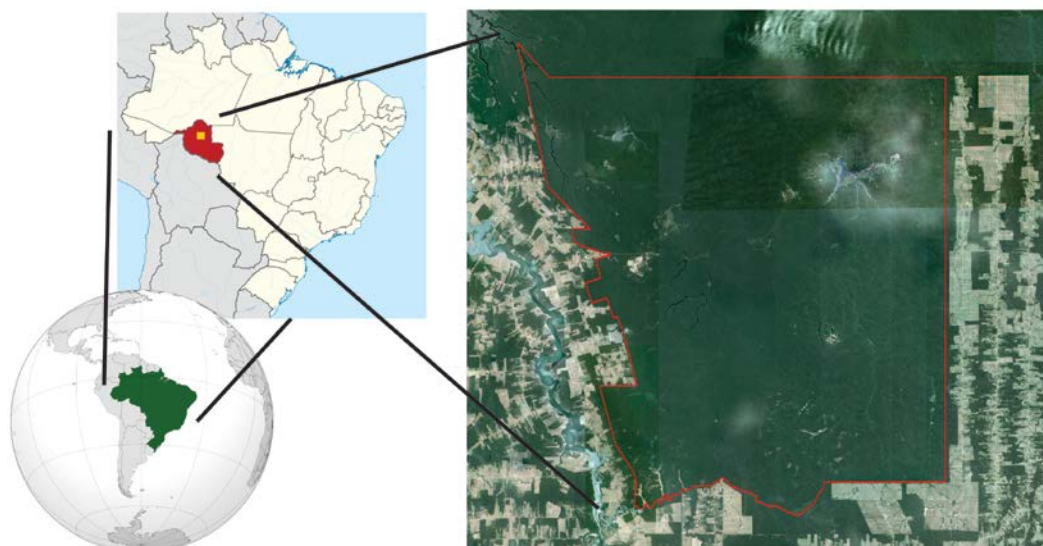


Figura 2.6 Figura de localização da FLONA Jamari, RO.

A FLONA do Jamari possui cerca de 95% de sua área no município de Itapuã do Oeste e 5% em Cujubim. Em relação às sedes administrativas dos municípios, encontra-se a 15 km de Itapuã do Oeste, 100 km de Candeias do Jamari, 128 km de Cujubim e 120 km de Porto Velho. Tendo acesso por via terrestre pela BR 364 e rodovia estadual RO 452.

2.5.2 Fisiografia

Quanto a topografia a FLONA possui cotas variando entre 50m e 300 m, sendo cerca de 90% situa-se em cota inferior a 150 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Amwi, quente e úmido, apresentando duas estações climáticas bem

definidas, com curta estação seca, temperatura médias entre 24 e 25° C (Figura 2.7), com precipitação superiores a 2.200 mm.ano⁻¹ (SILVA, 2000; GERO, 2012).

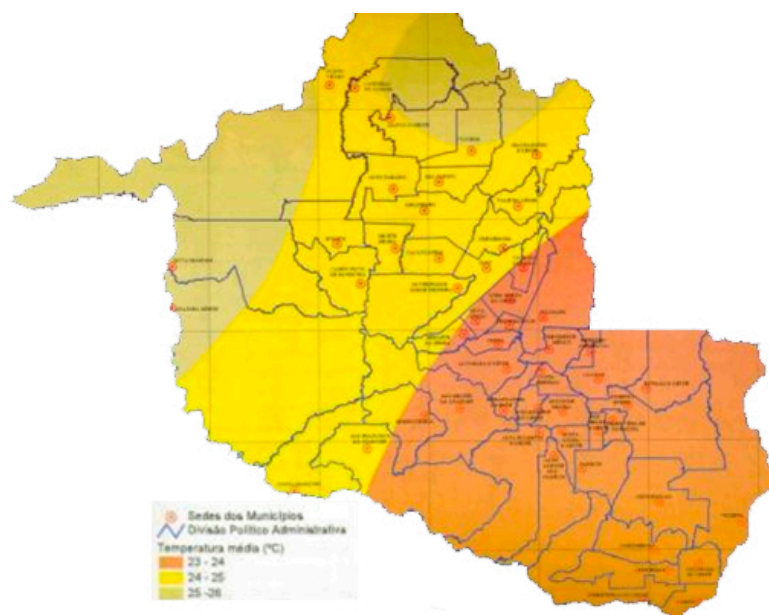


Figura 2.7 Mapa climático de Rondônia, temperatura média anual na região laranja entre 23-24°, amarela entre 24-25° e esverdeado entre 25-26° (GERO, 2012).

Em relação à hidrografia, existe uma grande quantidade de rios de primeira ordem, a maioria com pouca extensão e com grande variação do balanço hídrico por serem intermitentes, ficando alguns meses do ano com o leito seco (GERO, 2012).

2.5.3 Vegetação

A formação vegetal pertence ao bioma amazônico, sendo sua fitofisionomia composta principalmente por Floresta Ombrófila Aberta (terras baixas e submontana) e pequenas manchas de Floresta Ombrófila Densa, apresentando relevo levemente ondulado, além de florestas com formações aluviais (florestas de várzea, baixio e buritizal, em menor proporção). A formação ombrófila ou de terra firme (Floresta Ombrófila das Terras Baixas e Ombrófila Submontana) abrangem mais de 95% da área da FLONA (AMATA, 2009). Suas características fitofisionômicas são descritas segundo o Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari (IBAMA, 2012), como:

Florestas Ombrófilas Submontanas: Ocorrem florestas do tipo densa ou aberta com palmeiras e cipós, ocupando principalmente em áreas com cotas entre 100 e 160m de altitude, com relevo suavemente ondulado a ondulado. Cobrem a porção leste e sul da Unidade, havendo ainda pequenas inserções em relevos residuais ao norte e noroeste e

encontram-se nas encostas dos planaltos e/ou serras, desenvolvendo-se principalmente em solos profundos como os Latossolos e os Argissolos

Floresta Ombrófila Densa e Aberta das Terras Baixas: Encontra-se principalmente nas áreas mais planas e cotas baixas. Situa-se na porção central, norte e oeste da FLONA, predominando latossolos vermelho amarelo, encontrando-se também esparsamente em regiões com ocorrências de concreções lateríticas e matacões, assim como em áreas do entorno de afloramentos graníticos;

Floresta Ombrófila Aluvial ou de Várzea: Recobre as planícies de inundação dos rios, margens de lagos e de igarapés da região, em períodos sazonais de 1 a 4 meses de inundação, em função da elevação do nível das águas.

Floresta Ombrófila Aluvial ou de Baixo: Ocorre em planícies aluviais recentes e ao longo dos leitos dos pequenos igarapés. Apresenta-se em solos aluviais distróficos, de baixa permeabilidade e mal drenados, ocasionalmente inundados durante o inverno. Predominam as palmeiras;

Formação Aluvial – Buritizal: Característica pela abundância de Buritis (*Mauritia flexuosa*), Caranã (*Mauritiella aculeata*) e Açaí (*Euterpe precatoria*). Localiza-se em depressões encharcadas ou em áreas de lençol freático superficial, próximas às nascentes de rios. O maior buritizal da FLONA inicia-se na porção sul de seu limite oeste, onde este se estende por cerca de 16 km para o interior da Unidade;

Áreas Antrópicas: Regiões em processo de regeneração de áreas antropizadas, estas apresentam árvores e arbustos típicos, como ingá (*Inga sp.*), imbaúba (*Cecropia sciadophylla*, *Cecropia sp.*), entre outras. São áreas que foram abandonadas após utilização ou utilizadas em caráter provisório, que apresentam processo natural de regeneração.

As principais espécies que ocorrem em casa uma destas fitofissionomias são apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Levantamento das principais espécies vegetais encontradas na FLONA Jamari segundo AMATA (2009).

Tipo	Espécies
Floresta Ombrófila Densa e Aberta Submontana	Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl); Castanha-vermelha (<i>Eschweilera atropetiolata</i> S.A.Mori); Tauari (<i>Cariniana decandra</i> Ducke); Mandioqueira (<i>Qualea paraenses</i> Ducke); Cumaru (<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.); Angelim vermelho (<i>Dinizia excelsa</i> Ducke); Angelim-da-mata (<i>Hymenolobium sericeum</i> Ducke); Muiracatiara (<i>Astronium lecointei</i> Ducke); Ipê-amarelo (<i>Tabebuia incana</i> A. H. Gentry); Piquiá (<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers); Roxinho (<i>Peltogyne excelsa</i> Ducke); Breu-vermelho (<i>Protium hebetatum</i> Daly); Copaíba (<i>Copaifera multijuga</i> Hayne).
Floresta Ombrófila Densa e Aberta das Terras Baixas	Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.); Tauari (<i>Cariniana decandra</i> Ducke); Muiracatiara (<i>Astronium lecointei</i> Ducke); Louro-gamela (<i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werrf); Copaíba (<i>Copaifera multijuga</i> Hayne); Jutai (<i>Hymenaea reticulata</i> Ducke); Tachi (<i>Tachigalia</i> cf. <i>plumea</i> Ducke); Sucupira-vermelha (<i>Andira parviflora</i> Ducke); Angelim-pedra (<i>Dinizia excelsa</i> Ducke); Angelim-da-mata (<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke); Catuaba (<i>Qualea grandiflora</i> Mart.); Carapanauba (<i>Aspidosperma nitidum</i> Benth.); Breu-vermelho (<i>Protium hebetatum</i> Daly); Itauba (<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taub. ex Mez); Roxinho (<i>Peltogyne excelsa</i> Ducke); Sucupira-amarela (<i>Diplotropis purpurea</i> (Rich.) Amsh.); Sucupira-preta (<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke); Cedro (<i>Cedrela fissilis</i> Vell.); Acariquara (<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.).
Floresta Ombrófila Aluvial - Floresta de Várzea	Tauari-da-várzea (<i>Leuheopsis duckeana</i> Burret.); Matá-matá-da-várzea (<i>Eschweilera albiflora</i> (A.P.DC.) Miers); Seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.); Copaíba (<i>Copaifera multijuga</i>).
Floresta Ombrófila Aluvial - Floresta de baixo	Envira-bobó (<i>Rollinia insignis</i> R. E. Fries); Seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.); Patauá (<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.); Paxiúba-de-escora (<i>Iriartella setigera</i>); Paxiúba barriguda (<i>Iriartella deltoidea</i>); Açaí (<i>Euterpe precatória</i>); Marupá (<i>Simarouba amara</i> Aubl.); Catuaba (<i>Qualea grandiflora</i> Mart.).

Tipo	Espécies
Buritizal	Sumaúma-branca (<i>Cochlospermum orinoccense</i> (Kunth) Steud; Cedro (<i>Cedrella fissilis</i> Vell.); Cerejeira (<i>Torresia acreana</i> Ducke); Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.); Açaí (<i>Euterpe precatória</i> Mart.); Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.); Angelim-pedra (<i>Dinizia excelsa</i> Ducke).

O uso dentro desta FLONA se apresenta com as seguintes distribuições (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Uso e ocupação do solo na FLONA JAMARI (RIOTERRA, 2012).

Cobertura	Área (ha)	%
Floresta ombrófila densa/ submontana	43.628,12	94,47
Floresta ombrófila de terras baixas	1.422,16	3,08
Desflorestamento	739,74	1,60
Solo exposto à garimpagem	81,81	0,18
Formação rochosa (afloramento):	287,05	0,62
Água	25,37	0,05

2.5.4 Solos

Quanto ao solo, a FLONA do Jamari possui 04 tipos de solos em sua área geográfica e adjacências, conforme Mendes (2002), que apresentam as seguintes características (EMBRAPA, 2006):

Latossolos: Solos que apresentam avançado estágio de intemperização bem evoluídos, geralmente profundos e bem drenados. Pouca diferenciação de cor e textura em seus horizontes superficiais e subsuperficiais; a presença de óxido de ferro determina a diferenciação de cores (goethita e hematita); maiores resistências aos processos erosivos, sendo geralmente ácidos. Tanto o amarelo, quanto o vermelho são encontrados em relevo predominantemente plano e suave ondulado, mas com ocorrência em área acidentadas.

Argissolos: Solos que apresentam diferenciais nos teores de argila entre o horizonte B (Bt) e o horizonte imediatamente acima. Apresentam argila de baixa atividade (1:1), suas

profundidades são variáveis e apresentam problemas de drenagem, ocorrendo em relevos suave ondulado e ondulado, o que os tornam susceptíveis a processos erosivos naturais.

Neossolos: Representados na área principalmente pelas areias quartzosas e litólicos distróficos, ocorrem em relevo plano a suave ondulado, com fertilidade natural muito baixa, sendo que as do primeiro tipo possuem textura arenosa, pouco desenvolvidas e com drenagem excessiva. Os litólicos também são pouco desenvolvidos, com solos rasos atingindo até 50 cm de profundidade, ocorrem em relevo ondulado e escarpado próximo aos afloramentos rochosos.

Gleissolos – Compreendem os solos hidromórficos, constituídos por material mineral que apresentam horizonte glei. São solos permanentemente ou periodicamente saturados por água, apresentando coloração cinza, decorrente ao processo de redução influenciado pelo lençol freático, que inunda o solo com água durante certo período do ano. Ocorrem em regiões próximas de cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a hidromorfia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na porção nordeste da FLONA Jamari, se tratando de uma mina de extração de cassiterita que finalizou suas atividades (Figura 3.1).

A área foi dividida em 21 glebas, diferenciadas de acordo com o tipo de material depositado durante as atividades de mineração e/ou cobertura vegetal restante na área após o encerramento das atividades; e ainda presentes durante a execução do PRAD e de acordo com o nível de evolução apresentado durante as intervenções aplicadas no PRAD.

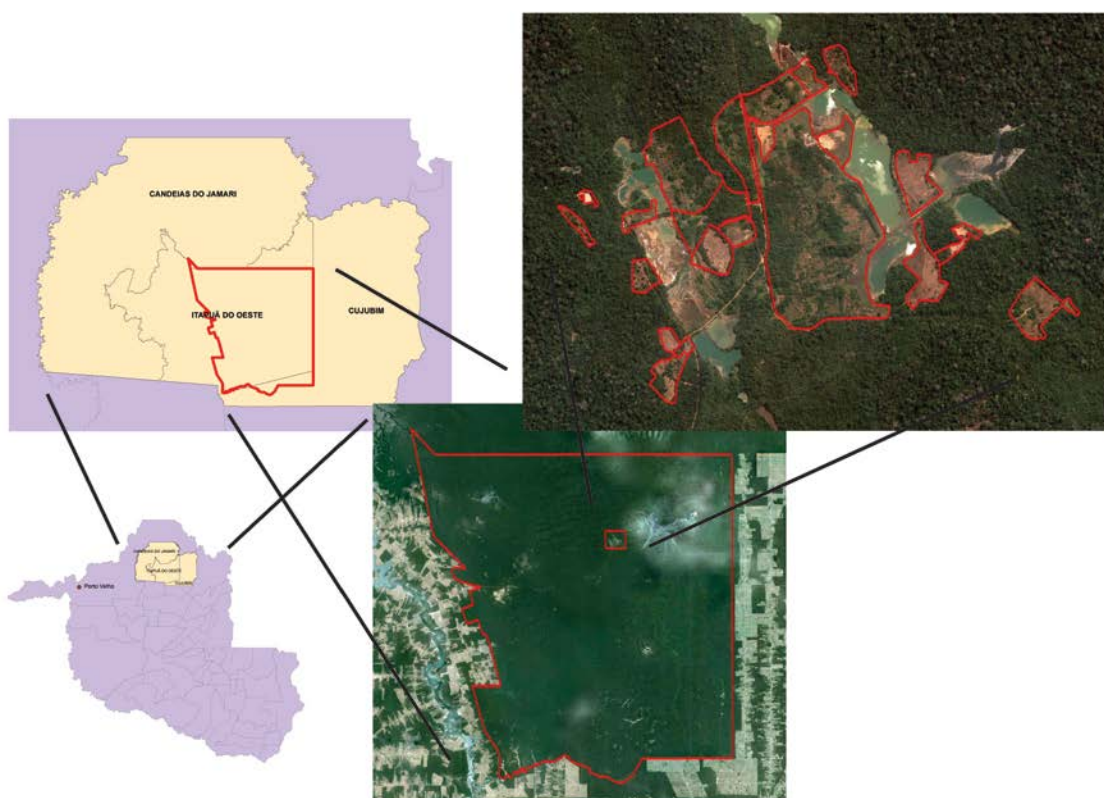


Figura 3.1 Imagem de localização da FLONA Jamari e divisão das células de interesse da área de estudo.

As diferentes atividades e processos envolvidos na mineração de cassiterita resultam em subprodutos com características que decorrem, principalmente, do tipo e da composição da rocha matriz, dos processos intempéricos, da forma e do tempo de exposição do material

remanescente (RODRIGUES, 2009). O material gerado durante as atividades encontrados na área e utilizados para a divisão das glebas foram separados em 5 tipos:

Piso de lavra (PL): Material resultante da abertura de cavas para a exploração do minério, o que exige a exposição de encostas e a confecção de bermas. A declividade das encostas e largura das bermas é função das características do material, do processo de abertura da cava, da necessidade de vias de acesso e do volume de minério a ser explorado. Por sua vez, esse volume de PL gerado depende da pureza do minério e dos aspectos econômicos do processo;

Rejeito Capeado (RC): Composto de uma massa heterogênea de material produzido pela retirada do minério, sem o retorno do estéril ou dos horizontes superficiais;

Rejeito Seco (RS): Composto principalmente da fração areia que foi retirada durante o processo de desmonte e decantação do minério;

Rejeito Úmido (RU): É caracterizado por áreas que são preenchidas com sedimentos de granulometria variável, sujeitas à inundação, acarretando problemas de sustentação dos taludes.

Cascalheira (CC): Material heterogêneo composto por elementos grosseiros de granulometria variável, decorrente da separação do material minerado, assemelhando-se a cascalho.

Para melhor operacionalização e acompanhamento do processo de recuperação foram estabelecidos níveis. Cada nível é composto por um conjunto de atividades e operações que estão ligados aos tipos de intervenções realizados. Estes são descritos na Tabela 3.1, estes foram divididos em 7 níveis, indo de N0 para as áreas em sem intervenção, sob processo de planejamento das ações, indo até o N6, áreas em estado avançado de regeneração. Os níveis N1 e N2 não são apresentados nesta tabela, visto que atualmente, nenhuma das áreas presentes se encontram nestes níveis.

Desta forma, as áreas monitoradas durante este trabalho foram divididas de acordo com a Tabela 3.2, sendo assim classificados com base no material depositado e nível de evolução/ intervenção.

Tabela 3.1 Divisão dos níveis de recuperação utilizados no processo de revegetação das áreas degradadas pela mineração para a área de estudo.

Nível de Recuperação	Descrição
Nível 0	Área em intervenção
Nível 3	Recomposição topográfica, preparo superficial, calagem, adubação química, adubação verde (1 ano), plantio e replantio, adensamento, monitoramento
Nível 4	Nível 3 + adubação verde (2 ano) + adubação orgânica, plantio de mudas
Nível 5	Nível 4 + adubação verde (3 anos) + plantio de mudas e replantio + manutenção
Nível 6	Nível 5 + enriquecimento

Tabela 3.2 Divisão das glebas e seus respectivos dados.

Área	Material Depositado	Nível	Código	Perímetro (m)	Área	
					(m²)	(ha)
A1	Rejeito Capeado	5	A1 - RCN5	786,48	27171,29	2,72
A2	Rejeito Capeado	6	A2 - RCN6	343,42	5580,51	0,56
A3	Rejeito Seco	5	A3 - RSN5	371,25	8591,45	0,86
A4	Rejeito Seco	5	A4 - RSN5	544,49	18273,12	1,83
A5	Rejeito Capeado	5	A5 - RCN5	739,82	35986,09	3,60
A7	Rejeito Capeado	6	A7 - RCN6	712,00	23193,33	2,32
A8	Rejeito Úmido	5	A8 - RUN5	622,91	16310,50	1,63
A9	Rejeito Seco	6	A9 - RSN6	1038,14	45017,85	4,50
A10	Rejeito Seco	5	A10 - RSN5	1241,79	45178,84	4,52
A11	Piso de Lavra	5	A11 - PLN5	1161,98	50937,92	5,09
A12	Piso de Lavra	4	A12 - PLN4	611,24	13133,93	1,31
A13	Cascalheira	0	A13 - CCN0	865,60	15814,58	1,58
A14	Piso de Lavra	6	A14 - PLN6	1326,66	58186,62	5,82
A14a	Piso de Lavra	6	A14a - PLN6	1432,16	113659,99	11,37
A16	Piso de Lavra	6	A16 - PLN6	1282,15	60778,66	6,08
A15	Piso de Lavra	5	A15 - PLN5	955,23	53074,00	5,31
A5a	Rejeito Capeado	5	A5a - RCN5	560,35	18975,33	1,90
A17	Rejeito Seco	4	A17 - RSN3	371,32	4191,56	0,42
A17a	Rejeito Seco	4	A17a - RSN4	587,66	9547,76	0,95
A6	Piso de Lavra	5	A6 - PLN5	727,19	25791,39	2,58
A6a	Piso de Lavra	5	A6a - PLN5	3628,87	500627,54	50,06

3.2 BASE DE DADOS

Para a execução deste trabalho foram usadas imagens orbitais de alta resolução e com intervalos de registro de 2 anos. Para o ano de 2009 foi utilizada imagem obtida através do sensor IKONOS com resolução espacial de 0,60 m, com bandas multiespectrais separadas (Figura 3.2).



Figura 3.2 Imagem do sensor IKONOS com bandas multiespectrais fusionadas.

Para o ano de 2011, foram utilizadas imagens obtidas pelo sensor WorldView-2, com resolução espacial de 0,50 m e bandas pancromáticas separadas, obtida em 03/06/2011. Como a imagem obtida apresentava interferência de nuvens sobre a área de interesse, foi necessária a aquisição de uma nova imagem para a realização da combinação destas, onde através de um mosaico pudesse ser obtido um campo de visão livre sobre a área de interesse ou com o menor nível de interferência possível.

Desta forma, utilizou-se uma nova imagem do mesmo sensor obtida em 08/06/2011, realizando-se a combinação das imagens onde se obteve uma imagem com um maior campo de visão, possibilitando a realização do mapeamento da área (Figura 3.3).

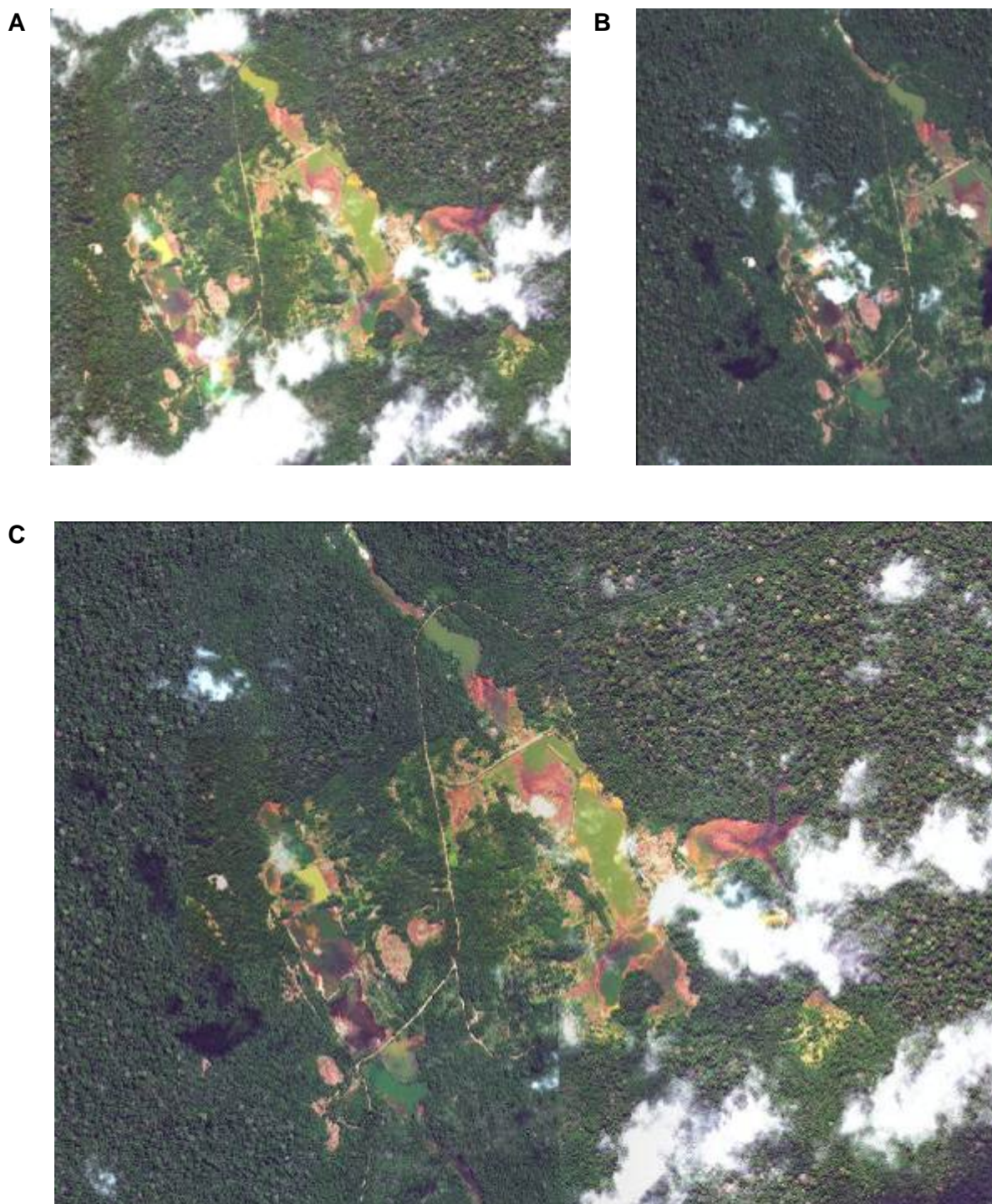


Figura 3.3 (A) Imagem do sensor WORLDVIEW-2 com bandas multiespectrais fusionadas obtida em 03/06/2011; (B) Imagem do sensor WORLDVIEW-2 com bandas multiespectrais fusionadas obtida em 08/06/2011; (C) Resultado da combinação da Imagem A e B, reduzindo a área obstruída por nuvens.

Para ambas as imagens foram realizadas composições coloridas apenas considerando a faixa do visível e também inserindo a banda do Infra-vermelho próximo, para

fins de estudo mais detalhado da vegetação e foram aplicados filtros de forma a melhorar o contraste das imagens.

Os limites da área de interesse foram gerados a partir dos dados levantados previamente em campo e transformados em arquivos no formato *shapefile* (.shp), de forma a alimentar o banco de dados já existentes da área (Figura 3.4).

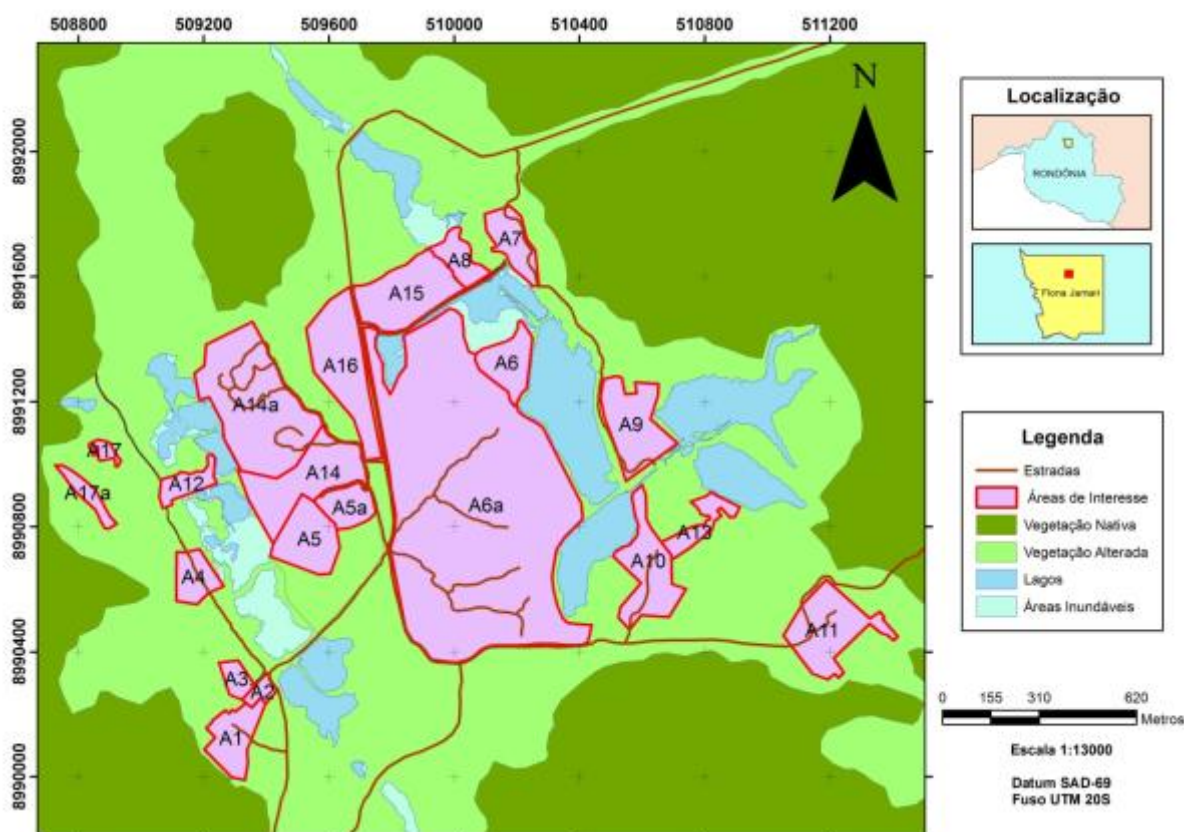


Figura 3.4 Limites das áreas de interesse levantados em campo e suas respectivas denominações.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES

Para a realização do mapeamento foram determinadas as tipologias, sendo estas divididas em 6 classes de forma a se realizar a discretização dos substratos. Estas foram divididas nas seguintes categorias:

Vegetação Densa – Vegetação que mais se assemelha com os padrões da vegetação natural da região, apresentando árvores de grande porte, dossel maciço e compacto, característico de Floresta ombrófila densa.

Vegetação Aberta – Quando apresenta falhas no dossel acima de 30%, indícios de alteração, ocorrência de árvores de menor porte e arbustivas, esta recebeu a denominação de Cobertura Aberta.

Vegetação Isolada – Indivíduos de grande porte, que pela ocorrência de alguma ação antrópica ou não, foram separados do restante da vegetação se tornando ilhas verdes em meio a vegetação rasteira ou ao solo exposto.

Campo Sujo – Quando a área apresentou vegetação do tipo herbácea, graminóide ou arbustiva, recebeu a denominação de campo sujo, mesmo se possui algumas espécies arbóreas isoladas.

Solo Exposto - Quando o solo exposto respondeu por mais de 80% da feição, mesmo apresentando algum tipo de vegetação, essa foi classificada como solo exposto.

Plantio – Áreas onde foram feitas intervenções antrópicas e plantio ordenado de espécimes.

3.4 MAPEAMENTO DAS ÁREAS

Para a realização deste trabalho, preconizou-se a utilização da classificação automatizada do tipo supervisionada, sendo realizada a geração de mapas com a finalidade de validar a metodologia para os dados presentes. Em algumas imagens foram aplicados diferentes algoritmos a fim de selecionar o que mais se aproximasse da meta proposta. O que apresentou os melhores resultados foi o classificador estatístico de máxima verossimilhança (MaxVer) utilizado através do programa ENVI 4.3, os resultados são apresentados na Figura 3.5.



Área 14



Área 14

Figura 3.5 Resultados obtidos através da classificação automática supervisionada.

Após a classificação foi realizado o pós-processamento e a amostragem para a avaliação da precisão.

Os resultados mostraram uma grande precisão para a quantificação e individualização das áreas de solo exposto. Mais quando a diferenciação da vegetação, os resultados não foram satisfatórios, onde os algoritmos testados não conseguiram uma boa diferenciação destes.

Este resultado se deve a época de obtenção das imagens. Como as imagens foram obtidas na época de junho, sendo a estação inverno, época esta em que há grande variação nas tonalidades das folhas, assim como queda de folhas em algumas espécies. Como este tipo de classificação está baseada no valor do pixel (coloração) obtida pelos sensores orbitais, qualquer efeito que altere esta coloração causará interferência durante o processo de classificação automática, seja esta supervisionada ou não.

Desta forma, optou-se pela técnica de cartográfica digital e vetorização das áreas, através da interpretação das imagens, sendo estas realizadas no programa ARCGIS 10.

Através das imagens de alta resolução obtidas com auxílio do satélite Quickbird e Worldview-2, foram identificados os padrões de vegetação existente nas áreas onde foram realizadas as intervenções e revegetação. Estas áreas foram segmentadas em células, de forma a facilitar a interpretação e a descrição dos processos observados nas mesmas.

A vetorização das imagens foi realizada para os dois períodos, 2009 e 2011, uma obtida no início do projeto e uma mais recente, gerando os mapas de cobertura vegetal com base nas imagens e nos padrões observados.

Com estes dados primários foi correlacionado com a base de dados, obtendo-se o cálculo de cobertura que cada classe de vegetação representa dentro de cada célula e através da comparação entre as cartas, o comportamento desta ao longo do tempo. As tabelas obtidas com os dados individualizados foram analisadas no programa Excel 2010, sendo possível a observação destes tanto por área, quanto no todo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto ao mapeamento das áreas, apresentados no anexo II (Mapeamento realizado para o período de 2009) e anexo III (Mapeamento realizado para o período de 2011), é possível observar os mapas obtidos através da interpretação e vetorização da ocupação das áreas de interesse.

Foram obtidos dois tipos de produtos, um mapa com a delimitação da área de interesse e um mapa de ocupação do solo, estes para cada área de interesse e para ambos os anos (2009 e 2011). Os resultados obtidos mostram que a utilização de imagens de alta resolução (0,6m) possibilita uma fácil diferenciação dos tipos de vegetação, permitindo uma clara interpretação e permitindo a realização de um mapeamento mais preciso. Apresentando assim bons resultados em trabalhos como estes, que visam o acompanhamento e a evolução da vegetação em área de PRAD, assim como acompanhar a regeneração natural da vegetação.

Com a utilização da ferramenta *Summary Statistics (ArcToolbox→Analysis Tools→Summary Statistics)*, foram extraídos valores referentes a cada cobertura, em cada área, para ambos os anos. Estes valores são apresentados na tabela 4.1 e 4.2, sendo estes para o ano de 2009 e 2011, respectivamente.

Estes valores foram obtidos através do cruzamento da base de dados entre as áreas delimitadas com base nas imagens e a classificação dada a estas. Como cada porção ocupa um posicionamento dentro do sistema GPS, foi possível realizar a quantificação de cada subdivisão dos substratos de cada área.

As tabelas 4.3 e 4.4 apresentam os dados sumarizados dentro das categorias de substratos, apresentado assim os valores totais representados por cada tipo de cobertura do solo dentro das áreas de interesse.

Tabela 4.1 Valores de uso e ocupação do solo dividido por região de interesse, para o ano de 2009.

Área	Substrato	Perímetro (m)	Área	
			(m ²)	(%)
A1	Solo Exposto	1096,98	9032,98	33,25
	Vegetação Aberta	453,91	6307,32	23,21
	Vegetação Densa	890,67	11641,09	42,85
	Vegetação Isolada	85,79	187,95	0,69
A2	Solo Exposto	445,21	2083,28	37,34
	Vegetação Aberta	503,81	3496,03	62,66
A3	Solo Exposto	432,61	7522,07	87,55
	Vegetação Densa	529,04	1069,37	12,45
	Campo Sujo	195,89	714,40	3,91
A4	Solo Exposto	1261,45	7118,01	38,95
	Vegetação Aberta	1308,53	7761,57	42,48
	Vegetação Densa	245,72	2419,01	13,24
	Vegetação Isolada	83,44	260,12	1,42
A5	Solo Exposto	1331,97	24398,83	67,80
	Vegetação Aberta	1047,82	8158,50	22,67
	Vegetação Densa	762,41	3428,77	9,53
A5a	Solo Exposto	399,26	8982,58	47,56
	Vegetação Aberta	766,07	5540,77	29,34
	Vegetação Densa	516,61	4363,02	23,10
A6	Solo Exposto	1095,15	20890,64	81,00
	Vegetação Aberta	887,15	4411,54	17,10
	Vegetação Densa	90,97	489,22	1,90
A6a	Campo Sujo	9626,97	180050,24	35,96
	Solo Exposto	1800,50	15961,81	3,19
	Vegetação Aberta	8525,19	146533,84	29,27
	Vegetação Densa	7257,64	157633,13	31,49
	Vegetação isolada	79,97	448,51	0,09
A7	Campo Sujo	1053,56	10628,77	45,83
	Solo Exposto	971,61	3680,59	15,87
	Vegetação Aberta	743,32	4362,72	18,81
	Vegetação Densa	581,31	4521,26	19,49
A8	Campo Sujo	54,38	142,17	0,49
	Plantio	745,76	10087,53	35,12
	Solo Exposto	1641,66	18000,17	62,66
	Vegetação Aberta	109,09	495,90	1,73
A9	Campo Sujo	1580,65	27565,74	84,55
	Solo Exposto	302,26	2066,60	6,34
	Vegetação Aberta	470,74	2970,22	9,11
A10	Campo Sujo	236,38	1697,48	3,76
	Solo Exposto	1523,85	40124,62	88,81
	Vegetação Aberta	159,58	825,74	1,83

Área	Substrato	Perímetro (m)	Área	
			(m ²)	(%)
	Vegetação Densa	436,93	1925,51	4,26
	Vegetação Isolada	181,96	605,46	1,34
A11	Campo Sujo	848,73	7528,21	14,78
	Solo Exposto	2048,59	31996,93	62,82
	Vegetação Aberta	498,18	3928,84	7,71
	Vegetação Densa	772,97	7483,91	14,69
	Campo Sujo	107,93	679,62	5,17
A12	Solo Exposto	973,31	8115,90	61,79
	Vegetação Aberta	763,43	4338,41	33,03
	Solo Exposto	626,51	7483,93	47,32
A13	Vegetação Aberta	236,45	2462,06	15,57
	Vegetação Densa	600,61	5868,59	37,11
	Campo Sujo	620,49	3741,10	6,43
A14	Solo Exposto	490,30	2335,41	4,01
	Vegetação Aberta	2114,94	25707,00	44,18
	Vegetação Densa	1470,37	26403,10	45,38
	Campo Sujo	2759,32	33649,69	29,62
A14a	Solo Exposto	851,57	7308,40	6,43
	Vegetação Aberta	2827,51	41009,13	36,09
	Vegetação Densa	1312,98	31653,52	27,86
	Solo Exposto	2106,82	18261,01	34,41
A15	Vegetação Aberta	2451,90	21117,99	39,79
	Vegetação Densa	964,17	12777,91	24,08
	Vegetação Isolada	163,48	917,10	1,73
	Campo Sujo	481,44	4345,86	7,15
A16	Solo Exposto	950,37	7900,35	13,00
	Vegetação Aberta	1688,65	24402,12	40,15
	Vegetação Densa	1295,38	24130,34	39,70
	Solo Exposto	396,19	3003,42	71,65
A17	Vegetação Densa	575,15	1188,15	28,35
	Solo Exposto	808,88	5877,42	61,56
A17a	Vegetação Densa	737,68	3670,32	38,44

Tabela 4.2 Valores de uso e ocupação do solo dividido por região de interesse, para o ano de 2011.

Área	Substrato	Perímetro (m)	Área	
			(m ²)	(%)
A1	Solo Exposto	1133,94	8158,60	30,03
	Vegetação Densa	1390,15	18589,31	68,42
	Vegetação Isolada	161,25	423,05	1,56
A2	Campo Sujo	194,91	1301,85	93,08
	Solo Exposto	129,84	95,83	6,85
	Vegetação Densa	165,49	1,03	0,07
A3	Solo Exposto	358,11	7045,78	82,02
	Vegetação Densa	504,71	1544,48	17,98
A4	Solo Exposto	1183,32	5032,68	27,86
	Vegetação Densa	1433,72	12739,58	70,52
	Vegetação Isolada	105,31	291,83	1,62
A5	Campo Sujo	179,30	1571,69	4,38
	Solo Exposto	1406,11	19827,63	55,23
	Vegetação Densa	1695,77	13701,32	38,17
	Vegetação Isolada	406,31	796,50	2,22
A5a	Solo Exposto	446,88	9594,09	50,56
	Vegetação Aberta	478,64	2794,88	14,73
	Vegetação Densa	804,73	6586,36	34,71
A6	Campo Sujo	1422,22	13665,07	52,98
	Solo Exposto	1129,09	12126,31	52,98
A6a	Campo Sujo	4692,49	94866,02	18,95
	Solo Exposto	1806,19	12985,43	2,59
	Vegetação Aberta	3840,88	94078,66	18,79
	Vegetação Densa	6853,70	297880,73	59,50
	Vegetação Isolada	183,79	816,69	0,16
A7	Campo Sujo	358,95	3488,90	15,04
	Solo Exposto	748,10	2234,41	9,63
	Vegetação Aberta	117,51	821,74	3,54
	Vegetação Densa	1573,81	16648,28	71,78
A8	Campo Sujo	455,85	1821,72	11,17
	Plantio	627,32	7981,66	48,94
	Solo Exposto	952,73	4993,16	30,61
	Vegetação Aberta	322,35	1513,95	9,28
A9	Campo Sujo	3149,78	22876,08	50,82
	Solo Exposto	1038,44	5271,93	11,71
	Vegetação Aberta	2197,21	13463,00	29,91
	Vegetação Densa	304,71	2084,71	4,63
	Vegetação Isolada	615,72	1322,12	2,94
A10	Campo Sujo	1504,41	28082,27	62,16
	Solo Exposto	1174,87	10532,31	23,31
	Vegetação Aberta	498,42	3569,08	7,90

Área	Substrato	Perímetro (m)	Área	
			(m ²)	(%)
	Vegetação Densa	585,98	2777,19	6,15
	Vegetação Isolada	76,96	217,98	0,48
A11	Campo Sujo	1841,58	15842,36	31,10
	Solo Exposto	875,32	2701,29	5,30
	Vegetação Aberta	1719,42	13489,37	26,48
	Vegetação Densa	1669,18	18904,89	37,11
	Água	214,88	538,80	4,10
A12	Campo Sujo	917,44	5792,88	44,11
	Solo Exposto	243,11	491,80	3,74
	Vegetação Aberta	486,27	2566,28	19,54
	Vegetação Densa	594,23	3744,18	28,51
	Nuvem	686,31	10306,46	65,17
A13	Solo Exposto	35,60	44,50	0,28
	Vegetação Densa	388,01	5463,62	34,55
	Nuvem	1052,24	20233,62	34,80
A14	Solo Exposto	760,93	2332,56	4,01
	Vegetação Aberta	254,48	1484,07	2,55
	Vegetação Densa	2080,08	34097,14	58,64
	Campo Sujo	675,73	3988,46	3,51
A14a	Nuvem	964,68	19357,64	17,04
	Solo Exposto	454,69	2546,30	2,24
	Vegetação Aberta	1461,71	22055,45	19,41
	Vegetação Densa	2094,56	65672,91	57,80
	Campo Sujo	2273,45	17407,31	32,80
A15	Solo Exposto	800,02	4632,34	8,73
	Vegetação Aberta	136,95	979,31	1,85
	Vegetação Densa	1886,18	30055,04	56,63
	Solo Exposto	704,42	2245,45	3,69
A16	Vegetação Aberta	898,00	8226,13	13,53
	Vegetação Densa	2106,31	50307,09	82,77
	Solo Exposto	376,84	2723,77	64,98
A17	Vegetação Densa	588,12	1467,80	35,02
	Solo Exposto	512,46	1853,96	13,70
A17a	Vegetação Densa	1577,86	11681,05	86,30

Tabela 4.3 Valores totais de uso e ocupação do solo para o ano de 2009.

Substrato	Perímetro (m)	Área		
		(m ²)	(ha)	(%)*
Campo Sujo	17565,74	270743,27	27,07	23,55
Plantio	745,76	10087,53	1,01	0,88
Solo Exposto	21483,84	249937,88	24,99	21,74
Vegetação Aberta	25556,26	313829,73	31,38	27,29
Vegetação Densa	19111,79	302873,33	30,29	26,34
Vegetação Isolada	594,65	2419,14	0,24	0,21

*representação em porcentagem em relação à área total.

Tabela 4.4 Valores totais de uso e ocupação do solo para o ano de 2011.

Substrato	Perímetro (m)	Área		
		(m ²)	(ha)	(%)*
Campo Sujo	17666,11	210704,61	21,07	18,32
Plantio	627,32	7981,66	0,80	0,69
Solo Exposto	16353,61	117664,70	11,77	10,23
Vegetação Aberta	12411,84	165041,93	16,50	14,35
Vegetação Densa	28297,31	593946,71	59,39	51,65
Vegetação Isolada	1602,78	4077,19	0,41	0,35
Água	214,88	538,80	0,05	0,05
Nuvem	2703,23	49897,72	4,99	4,34

*representação em porcentagem em relação à área total.

Os resultados obtidos através da comparação entre os dados de vegetação para o ano de 2009 e 2011, são apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 Tabela com os resultados comparativos de mudança de uso e ocupação do solo entre os anos de 2009 e 2011.

Substrato	2009	2011	Diferença	
	Área (m ²)	Área (m ²)	(m ²)	(%)
Campo Sujo	270743,27	210704,61	60038,66	-22,18
Plantio	10087,53	7981,66	2105,87	-20,88
Solo Exposto	249937,88	117664,70	132273,18	-52,92
Vegetação Aberta	313829,73	165041,93	148787,79	-47,41
Vegetação Densa	302873,33	593946,71	291073,38	96,10
Vegetação Isolada	2419,14	4077,19	1658,05	68,54
Água	0	538,80	-	0,05*
Nuvem	0	49897,72	-	4,34*

* Valor representa a área encoberta em relação à área total.

Através da comparação dos resultados, foi possível observar uma diminuição da área ocupada por alguns substratos quando comparadas as áreas para os anos 2009 e

2011, sendo estes observados nos seguintes substratos, campo Sujo, redução de 22,18%; plantio, redução de 20,88%; solo exposto, redução de 52,92%; vegetação aberta, redução de 47,41%.

O substrato Vegetação Densa apresentou um aumento de área, indo de 26,34 para 51,65%, sendo este um aumento de 96,10%, o mesmo observado para vegetação isolada (de 0,21 para 0,35%), com um aumento de 68,54%. Estes valores sugerem que houve um grande incremento na cobertura vegetal da área, fazendo que as áreas mudassem de classe, havendo o incremento das áreas em 2011 quando comparadas as áreas ocupadas pelas respectivas classes em 2009.

Mesmo com a realização do mosaico para a imagem de 2011, esta ainda apresentou parte da área encoberta por nuvens, área esta mensurada e representada por 4,34% da área de interesse. Valor este que dificultou a interpretação das áreas A13, A14 e A14a, mas não invalidando seus resultados. Foi observada também a ocorrência da classe água para o ano de 2011, este sugere que a imagem obtida para o ano de 2011 foi realizada em período chuvoso, confirmada pela grande presença de nuvens na imagem.

O processo de recuperação natural da vegetação pode ser visualizado nas Figuras 4.1 e 4.2, onde é possível observar a diminuição das áreas expostas e a evolução da vegetação rasteira e aberta para uma vegetação mais compacta e densa, assim como a porcentagem de alteração encontrada.

Foram observados grandes acréscimos de área ocupada pela vegetação densa quando comparados os dados de 2009 e 2011. Como o intervalo é de apenas 2 anos, parte deste valor pode estar relacionado com erro de interpretação das imagens devido a condição hídrica no momento de obtenção das imagens. A imagem obtida para o ano de 2011 estava sob um período hídrico ativo, constatado pela ocorrência de áreas alagadas e nuvens nas imagens, essa condição faz com que a vegetação fique mais exuberante e com cores mais realçadas. Isso pode causar problemas na interpretação, gerando falsos resultados, podendo ser a causa do resultado tão expressivo encontrado.

Os resultados demonstram que a utilização de geoferramentas como auxílio no processo de gestão de PRAD's é possível, sendo uma eficiente ferramenta para obtenção de dados. Trazendo uma maior facilidade durante o monitoramento das áreas, além do benefício econômico, evitando o deslocamento de equipes e locação de veículos para a realização deste tipo de atividade.

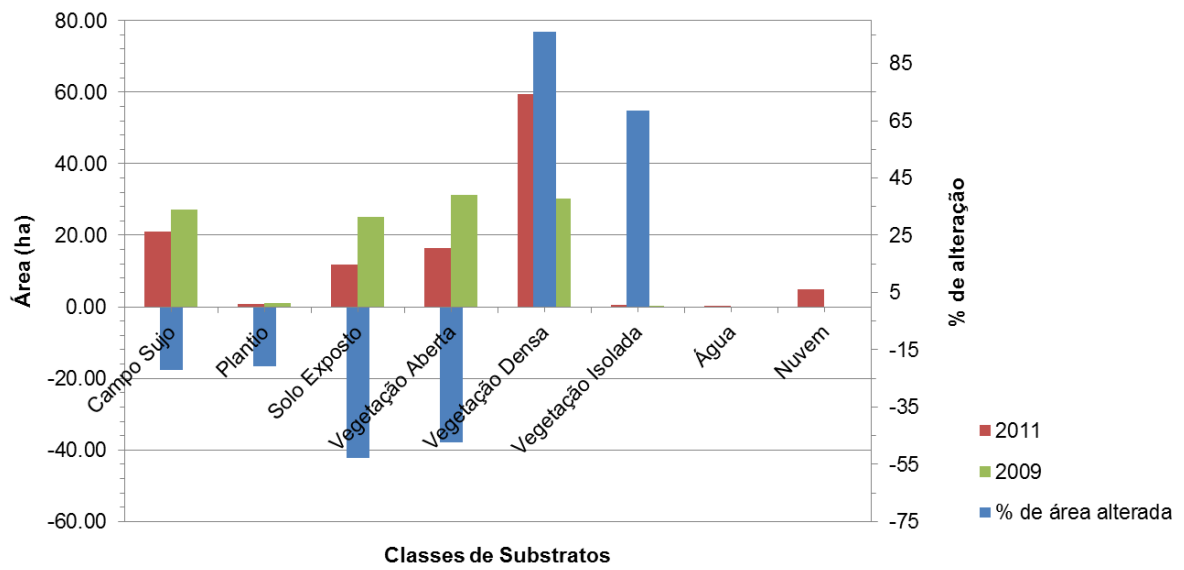


Figura 4.1 Gráfico comparativo entre a área ocupada pelos substratos entre 2009 e 2011 e suas respectivas porcentagens de alteração.

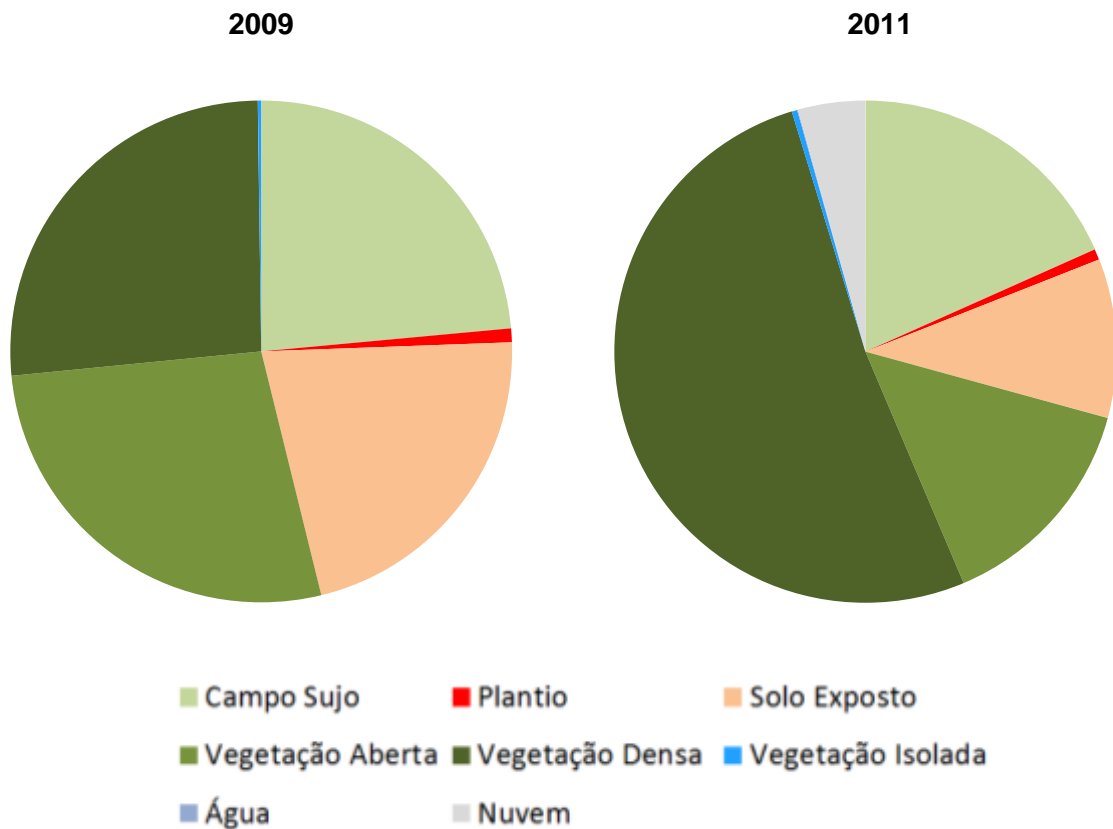


Figura 4.2 Gráfico comparativo entre a porcentagem de área ocupada pelos substratos para o ano de 2009 e 2011.

5. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a utilização de imagens de alta resolução se apresenta como uma boa fonte de dados, dando suporte durante a gestão de PRAD`s.

A utilização de conhecimentos de cartografia clássica associada a utilização de ferramentas digitais e a foto interpretação, permitem o mapeamento de áreas e a realização da subdivisão destas em classes pré-determinadas.

Através de programas de geoinformação e suas ferramentas, é possível realizar análises quantitativas, neste caso, permitindo avaliar o processo de recomposição da vegetação e regeneração natural.

Durante o processo de aquisição de imagens, é necessário que seja feita a seleção das mesmas para que não apresentem bloqueios sobre a área de interesse, como nuvens e/ou sombras, caso isso ocorra, é necessária à realização de processos para melhorar a qualidade das imagens, como a geração de mosaicos com as imagens disponíveis de forma a contornar este fator limitante.

Os resultados mostram que é possível realizar um monitoramento remoto da área, diminuindo gastos com deslocamento de equipes, custos com diárias, alimentação, locação de veículos. Trazendo uma maior economia para este tipo de projeto, sendo ainda possível a utilização desta ferramenta em outras áreas do conhecimento. Tendo em mente que os resultados obtidos são produtos do banco de dados e processamento destes, se o dados de entrada não for alimentado com dados confiáveis, ou o técnico responsável pelo processamento não tiver domínio sobre a técnica, podem haver falsos produtos e resultados incorretos.

Os resultados mostraram que as geotecnologias se apresentam como uma boa alternativa para as atividades de gestão de projetos de recuperação de áreas degradadas, sendo os resultados dependentes da base de dados, sendo necessária a criação de um banco de dados bem estruturado de forma a garantir a qualidade dos produtos de saída.

Este trabalho não teve como objetivo apresentar uma proposta de substituição das atividades de campo por um gerenciamento realizado integralmente em escritório, mas sim apresentar uma proposta metodológica para aumentar a eficiência e otimizar tempo e recursos dentro de processos de gestão de PRAD`s. Deixando claro que as atividades de campo são imprescindíveis durante atividades que tenham como objetivo o estudo de qualquer área das ciências ambientais. Durante as atividades de campo é possível

magnificar a base de conhecimento sobre a área e a percepção de sua real situação. Sendo esse conhecimento imprescindível durante o reconhecimento e mapeamento realizado em escritório.

6. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, L. A. G. Sobre Cultura Tradicional e Práticas Legitimadas em Espaços Territoriais Protegidos: Uma Reflexão Acerca da Exploração da Madeira, Mineração da Bauxita e Populações Tradicionais na Floresta Nacional Saracá-Taquera e na Reserva Biológica Do Rio Trombetas – PA. V Encontro Nacional da Anppas, 4 a 7 de outubro de 2010. Florianópolis – SC, Brasil. 2010.

AMATA. Projeto concessão pública da floresta nacional do Jamari, 2008. Disponível em <http://www.amatabrasil.com.br/conteudo/biblioteca/projeto-de-concessao-publica-da-floresta-nacional-do-jamari>. Acesso em 15/12/2012.

AMBIENTE, 2012. Afinal, O que é Gestão Ambiental?. Disponível em http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/afinal,_o_que_e_gestao_ambiental%3F.html. Acesso em 07/05/2013.

ARCHELA, R. S & E THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos, *Confins (on line)* 3: 2008. URL : <http://confins.revues.org/3483>.

BITAR, O. Y. & BRAGA, T.O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. cap. 4.2, p.165-179.

BRASIL DNPM. Mineração no Brasil – Guia do investidor – 2000. DNPM. Disponível em <http://www.dnrm.gov.br/guia2000.html>, acesso em 30/04/2013.

BRASIL DNPM. Mineração no Brasil – Guia do investidor – 2000. DNPM <http://www.dnrm.gov.br/guia2000.htm> in FARIAS, C.E.G.& COELHO, J. M. Mineração e meio ambiente no brasil. Relatório Preparado para o CGEE, PNUD – Contrato 2002/001604. 40 p. 2002.

BRASIL, IBAMA - Instrução Normativa nº 4 de 13/04/2011. Procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Diário Oficial da União, 14/04/2011.

BRASIL. Portaria Nº 266 de 10 de julho de 2008. Esta Portaria regulamenta o regime de licenciamento no âmbito do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. 2008.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da

Natureza e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm, acesso 09 de dezembro de 2012.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe Sobre a Regulamentação do Artigo 2, Inciso VIII, da Lei 6.938, de 31 de Agosto de 1981, e da Outras Providencias. Disponível em <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/114332/decreto-97632-89>, acesso em 09 de dezembro de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549. 1986.

BRASIL. Decreto nº 90.224, de 25 de Setembro de 1984. Cria a FLORESTA NACIONAL DO JAMARI, no Estado de Rondônia, e dá outras providências. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/flona_jamari.pdf, acesso em 09 de dezembro de 2012.

BRUM, I. A. S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração. Dept. Hidráulica e Saneamento, Escola Politécnica. 22 f. 2000.

CAMARA, G & DAVIS JR, C.A. Introdução à Ciência da Geoinformação. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso 08 de agosto de 2012.

CÂMARA G. DAVIS C.; MONTEIRO A. M. V.; Introdução à ciência da geoinformação. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <http://mtcm12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>> Acesso em 12 de dezembro de 2012.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico. São José dos Campos. INPE. 1996.

DIAS, N.W. & BATISTA, G.T. Uma agenda para a sustentabilidade regional: Reflexão e ação - Parte III: Ferramentas. 2008.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FARIAS, C.E.G.& COELHO, J. M. Mineração e meio ambiente no brasil. Relatório Preparado para o CGEE, PNUD – Contrato 2002/001604. 40 p. 2002.

FILHO, B. S. S. Cartografia assistida por computador - Conceitos e métodos. Dept. de cartografia -UFMG. 20 f. 2000.

FONTES, M.P.F. Estudo pedológico reduz impacto da mineração. Revista Cetesb de Tecnologia e Ambiente, v.5, p. 58-61, 1991.

GERO, Governo do estado de Rondônia. Mapa climático do estado de Rondônia. disponível em <http://www.rondonia.ro.gov.br/> acesso em 02 de novembro de 2012.

GRIFFITH, J.J. Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: Uma revisão de literatura. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1980. 106p. (Boletim Técnico n. 79).

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari. Disponível em <http://www.florestal.gov.br/edital/view-category>. Acesso em 28/11/2012.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. FLONAS. Disponível em <http://www4.icmbio.gov.br/flonas>. Acesso em 09 de dezembro de 2012.

INDI, Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais. Guia de Licenciamento Ambiental. Belo Horizonte, 2010. Disponível em http://www.indi.mg.gov.br/imagens_up/file/guiaamb.pdf. Acesso em 09/12/2012

ISA, Instituto Superior de Agronomia. Classificação: produção de cartas temáticas. Disponível em www.isa.utl.pt/def/deteccaoremota/classificacao.pdf. Acesso em 08 de dezembro de 2012.

LIMA, H. M.; FLORES, J. C. do C.; COSTA, F. L. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Versus Plano de Fechamento de Mina: Um Estudo Comparativo. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, v. 59, p. 397-402, out/dez. 2006.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. I.; MELO, W. J. Recuperação de solos degradados na exploração mineral de cassiterita: biomassa microbiana e atividade da desidrogenase. Bragantia, Campinas, v. 70, n. 1, p.132-138, 2011.

LTC, Laboratório de Topografia e Cartografia. Fundamentos GPS - Sistema de Posicionamento Global. Curso de GPS e Cartografia básica. Instituto CEUB de pesquisa e desenvolvimento - UFES. 18 p. 2012.

MACHADO, R. P. P. Metodologia para a vetorização topológica e análise espacial das zonas de uso permitido propostas na nova lei de zoneamento do município de São Paulo.

Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo, sp. 2005.

MARINO, T. B. Aula 5 - Representação de dados espaciais. Disponível em <http://www.ufrj.br/lga/tiagomarinno/aulas/> acesso em 08 de dezembro de 2012.

MARQUES, M. A importância da mineração para a economia do Brasil. São Paulo, Ed. Especial . 1993.

MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas, 2001.

MEDEIROS, J. S. & CÂMARA, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. disponível em <http://www.inpe.br/sergio/2004/04.19.15.08/doc/cap10-aplicacoesambientais.pdf>. Acesso em 12/01/13.

MENDES, A.M. A importância do nosso solo. In: Geoatlas Ambiental de Rondônia.2ª ed. Porto Velho: SEDAM, 2002.

MENDONÇA, S. Ferramentas do SIG. Disponível em www.slideshare.net/SergioMendonca/ferramentas-de-sig. Acesso em 12 de dezembro de 2012.

MOREIRA, M. A. Sistemas Sensores. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 22 p. 2001.

PACHAS, R. Levantamiento Topográfico - ACADEMIA – Trujillo – Venezuela – ISSN 1690-3226- Julio-Diciembre. Vol. VIII. (16) 29-45, 2009.

PFENNING, L.; EDUARDO, B.P.; CERRI, C.C. Os métodos de fumigação-incubação e fumigação-extração na estimativa de solos da Amazônia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.16, p. 31-37, 1992.

PMFJ, Plano de manejo da Floresta Nacional do Jamari. Vol. I (Diagnóstico) e III (Sumário Executivo), Anexo 08: Análise de Antropismo nas Unidades de Manejo. Anexo 09: Estudo Técnico de Viabilidade. Brasília: IBAMA, 2005.

PROIN/CAPES e UNESP/IGCE. Material Didático: arquivos de transparências (CD). Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada, 1999.

RESENDE, A.V., KONDO, M.K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. Informe Agropecuário, v.22, p. 46-56, 2001.

RIOTERRA. Análise socioeconômica da área do entorno da FLONA JAMARI. Disponível em http://www.rioterra.org.br/wp-content/uploads/2011/07/analise_socioeconomica_do_entorno_da_area_de_concessao_publica_parte_ii.pdf. Acesso em 14/11/2012.

RODRIGUES, N. D. Avaliação da revegetação de áreas mineradas na Floresta nacional do Jamari, RO. Instituto de Florestas - UFRRJ. 43 p. 2009. (monografia)

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELO, J. W. V. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV, SOBRADE, 1998, p.203-215.

SANTOS, M. A. Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo. Editora Hucitec. 1996.

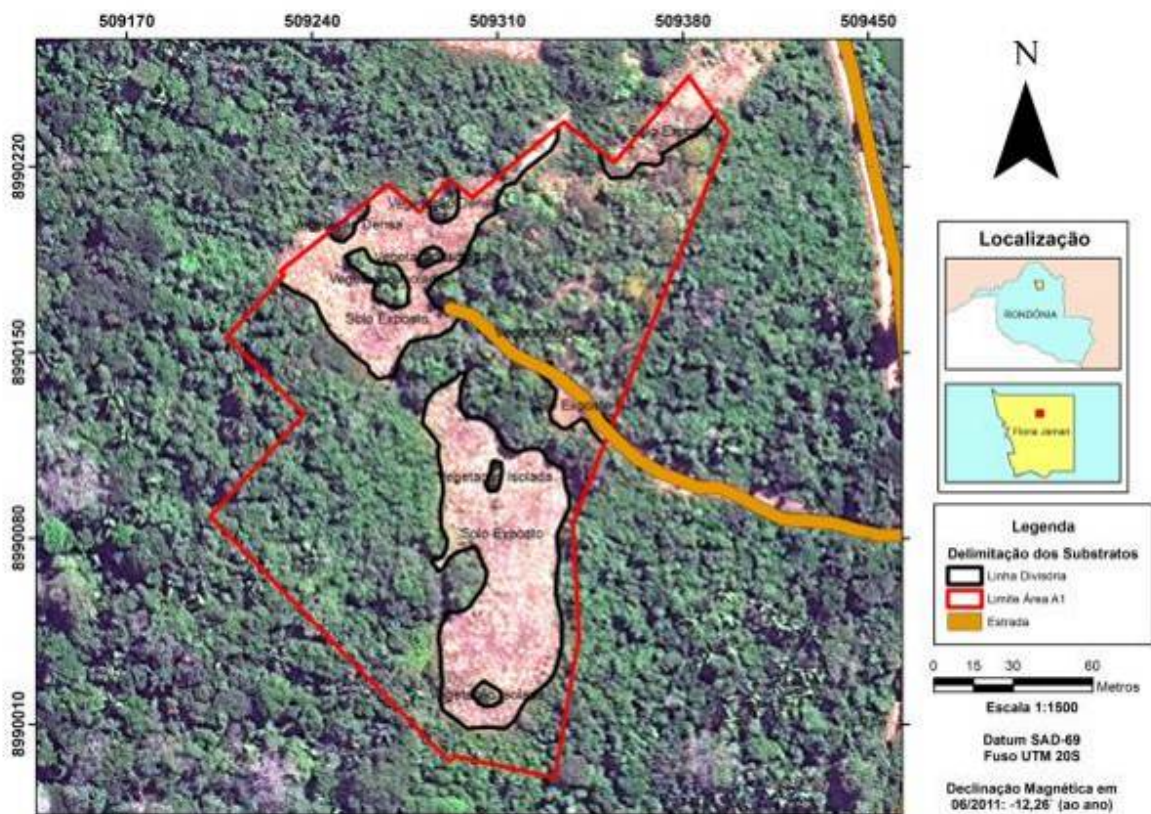
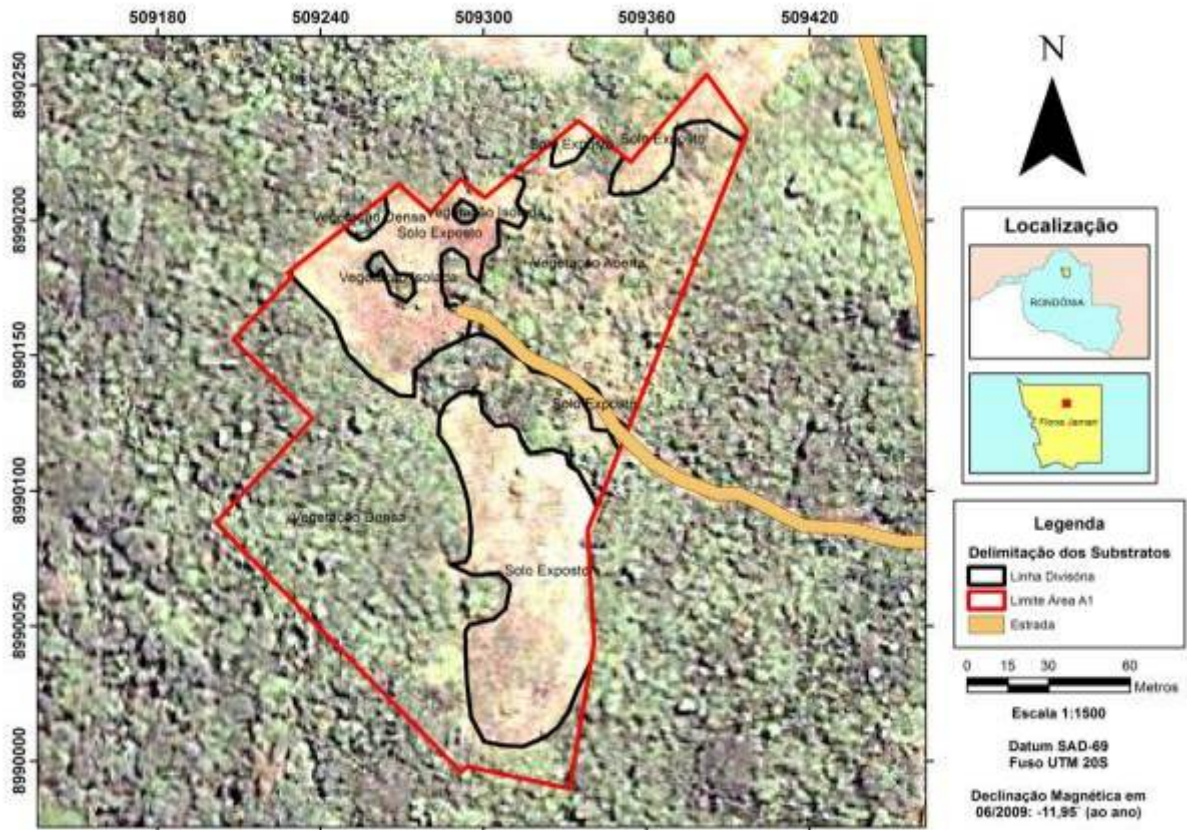
SAUSEN, T. Sensoriamento Remoto: Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. INPE, 10 p. 2005.

SILVA, M.J.G da. Boletim climatológico de Rondônia. 13a. ed. Porto Velho: SEDAM / RO, 24p. 2000.

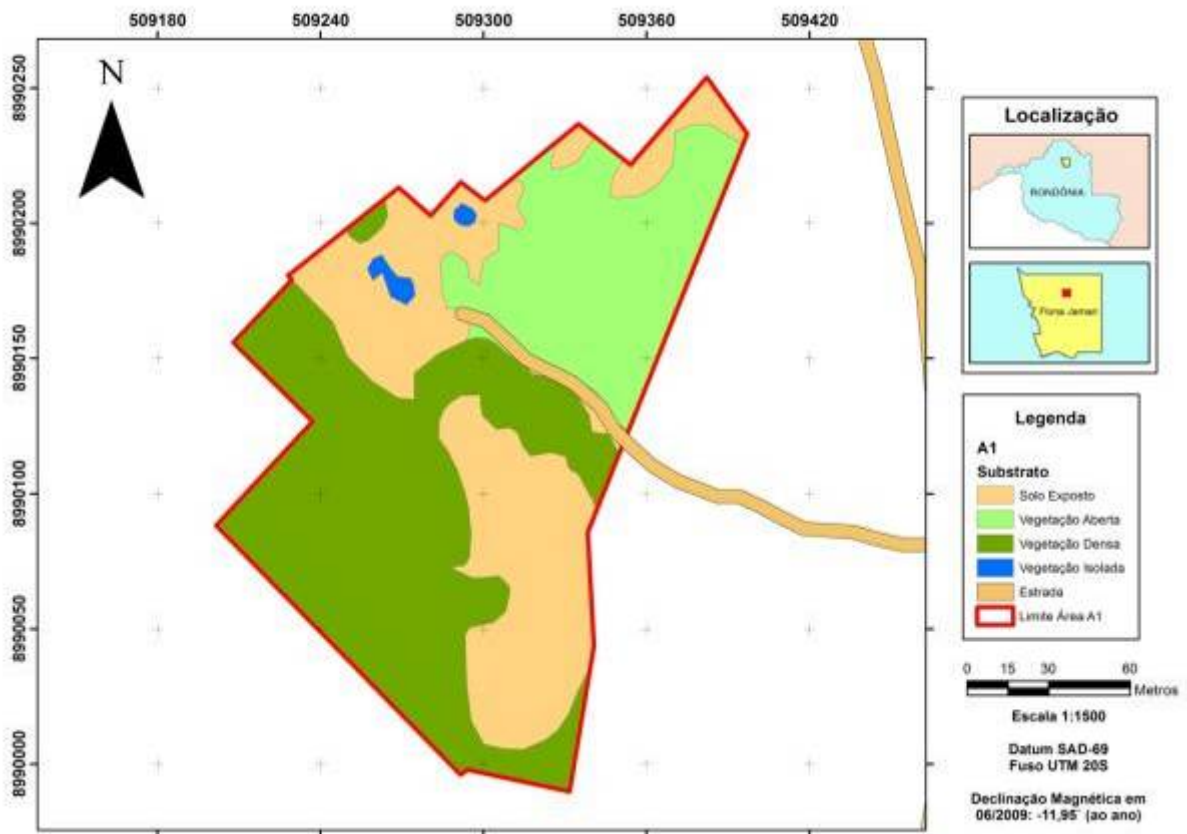
UNESP, Universidade Estadual Paulista. Módulo 5 - Estudos Ambientais: Recuperação de Áreas Degradadas. Disponível em http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea18.html. Acesso em 09 de dezembro de 2012.

VIEIRA, M. B.; ARAÚJO, A. A.; MARTINS JR, O. Vetorização e Análise de Tendência de Cartas de Lineamentos Geológicos. PGCC-UFMG. 97f. 1998.

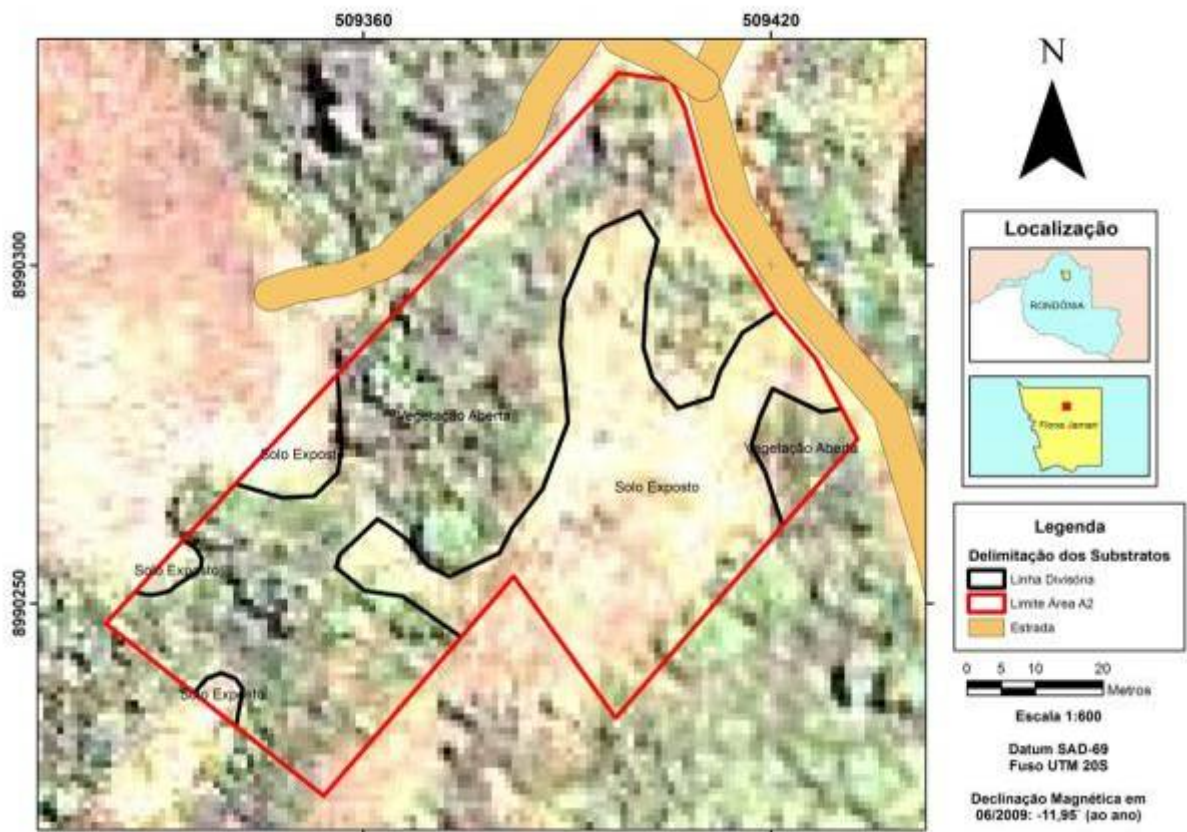
7. APÊNDICE - MAPEAMENTO



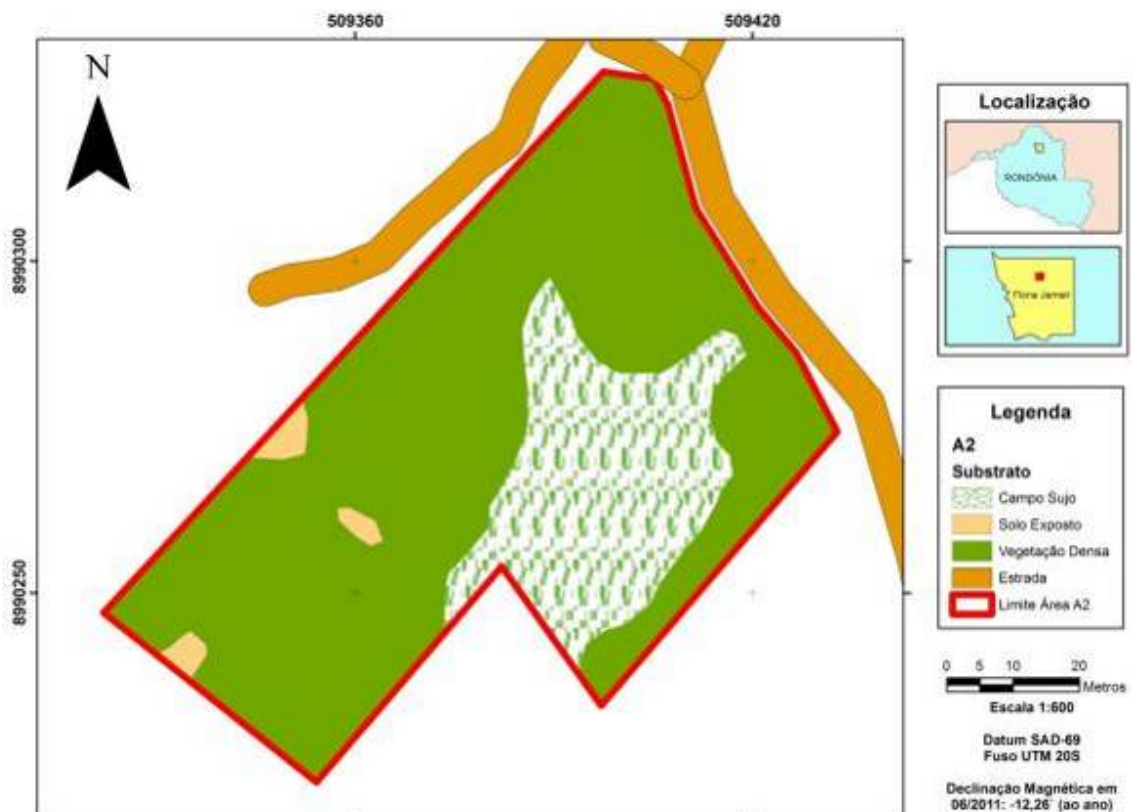
Área A1 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



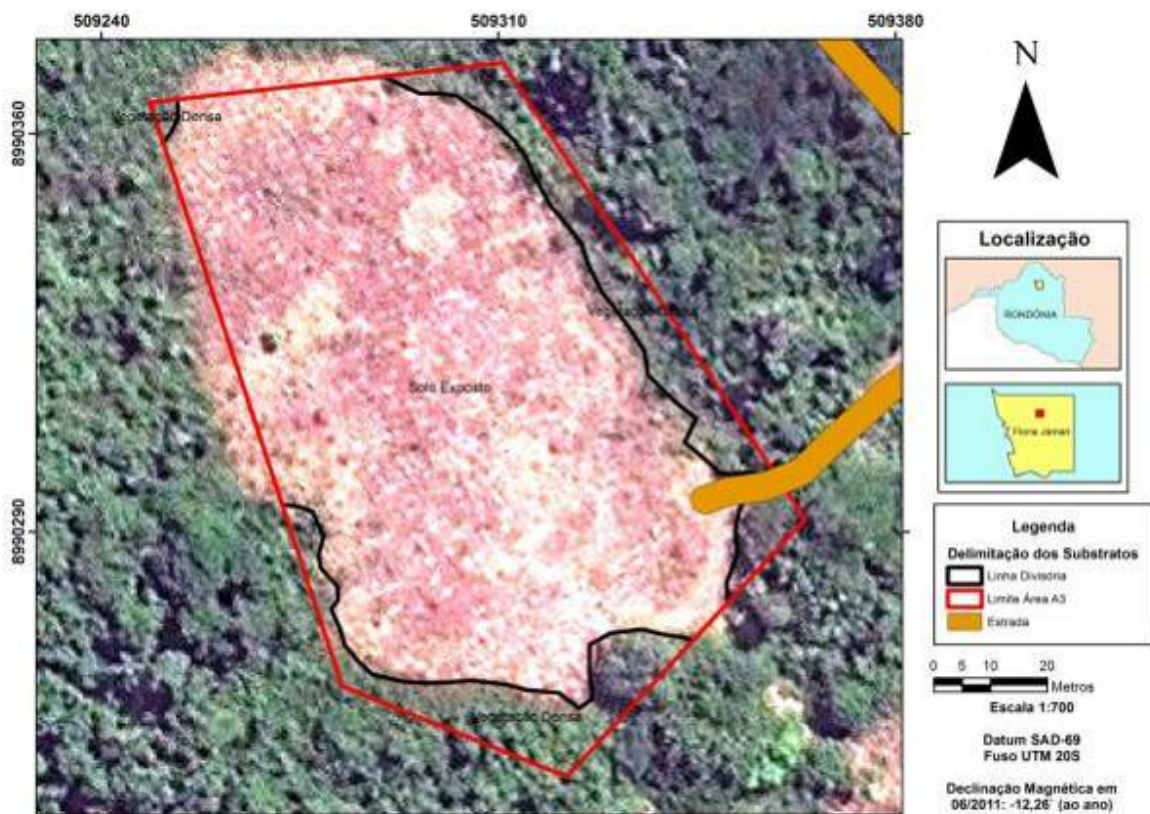
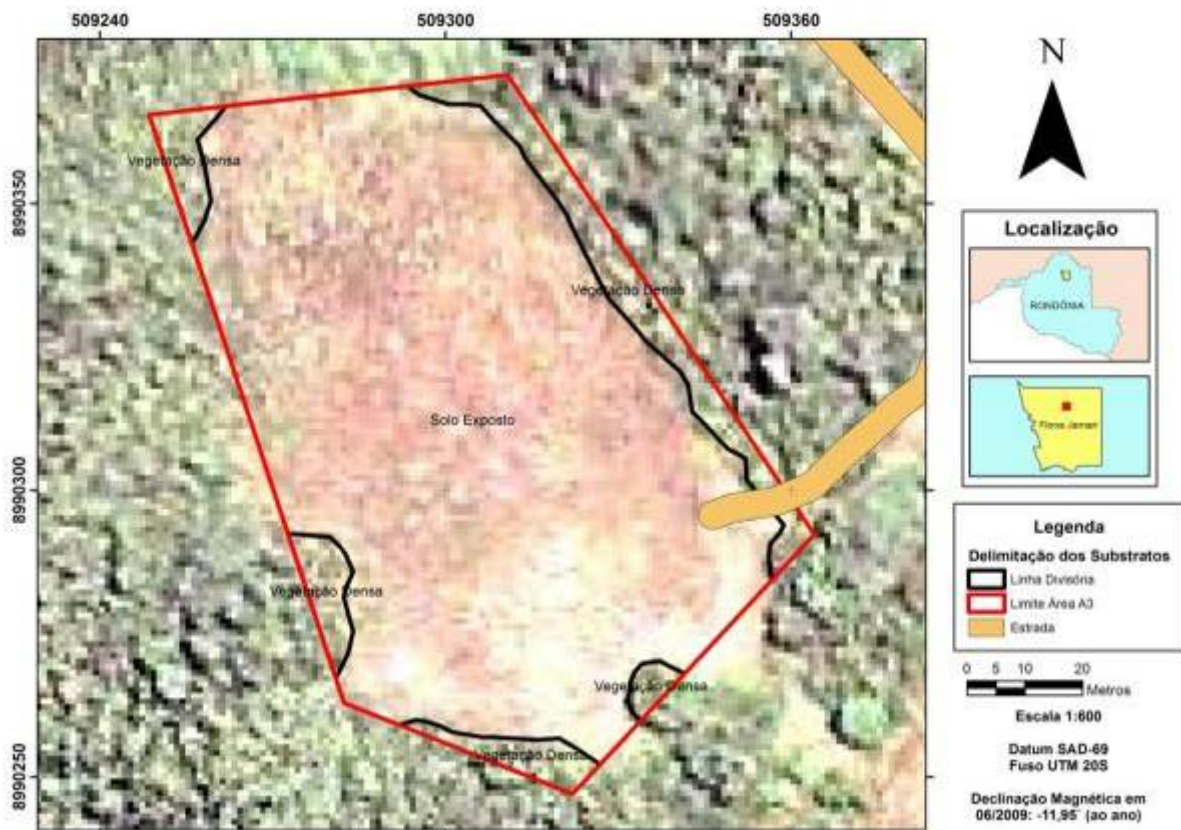
Área A1 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



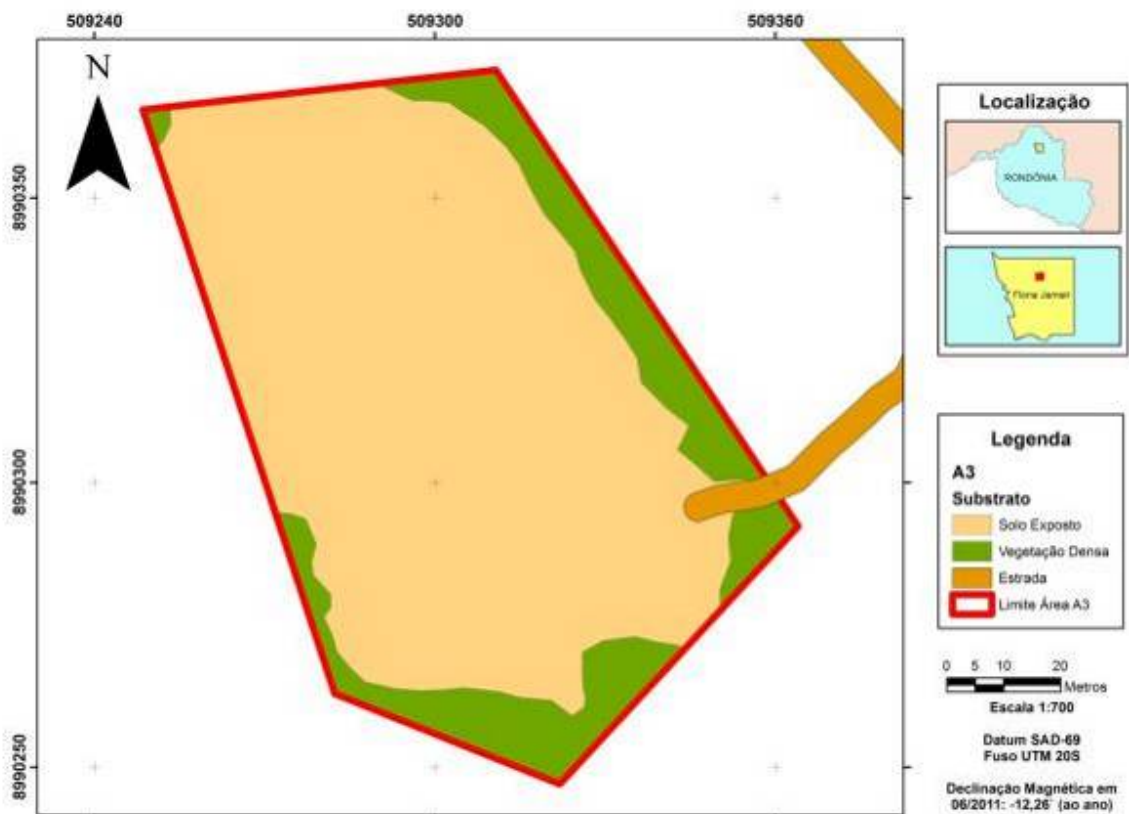
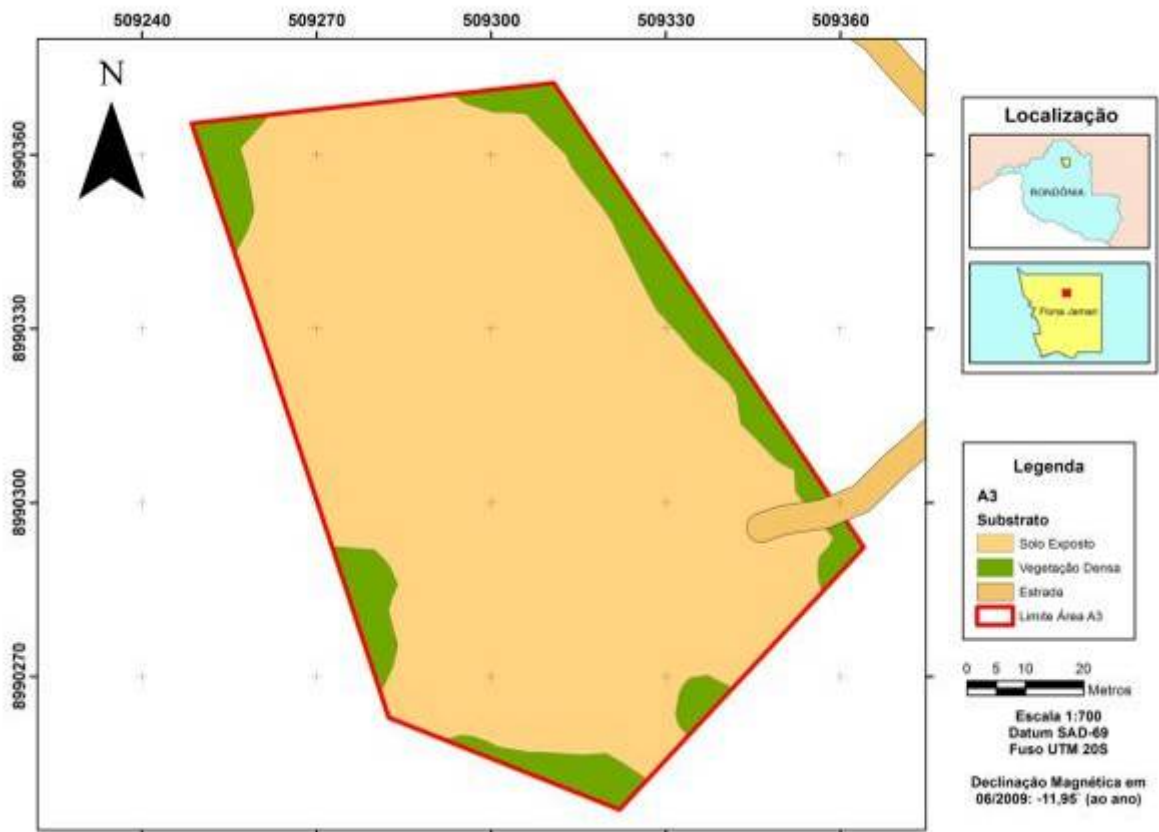
Área A2 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



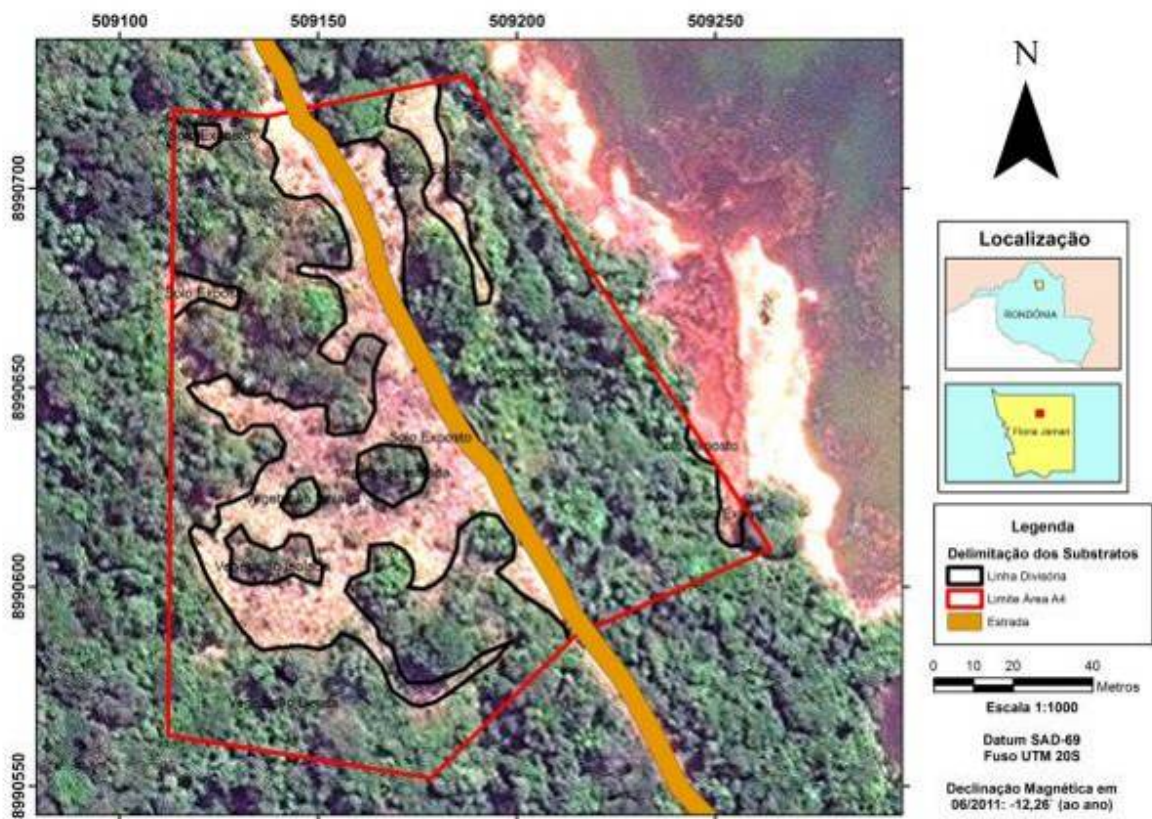
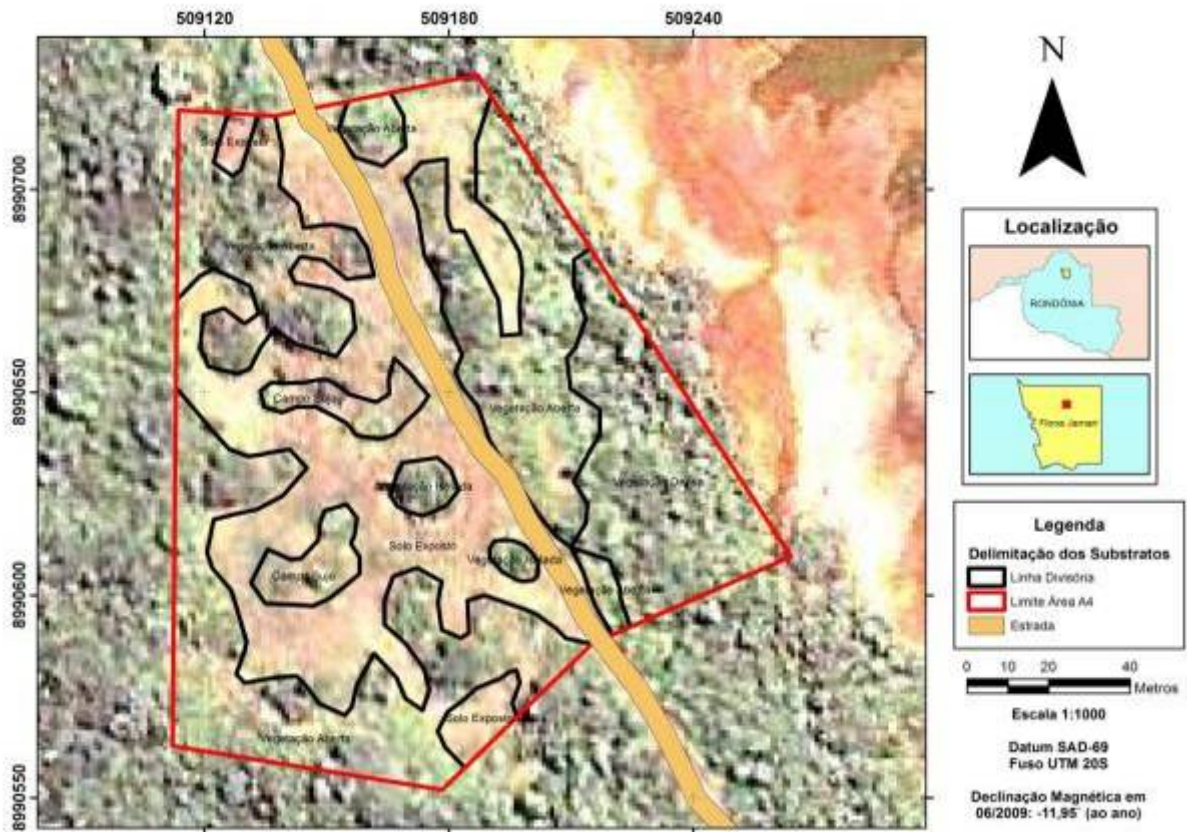
Área A2 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



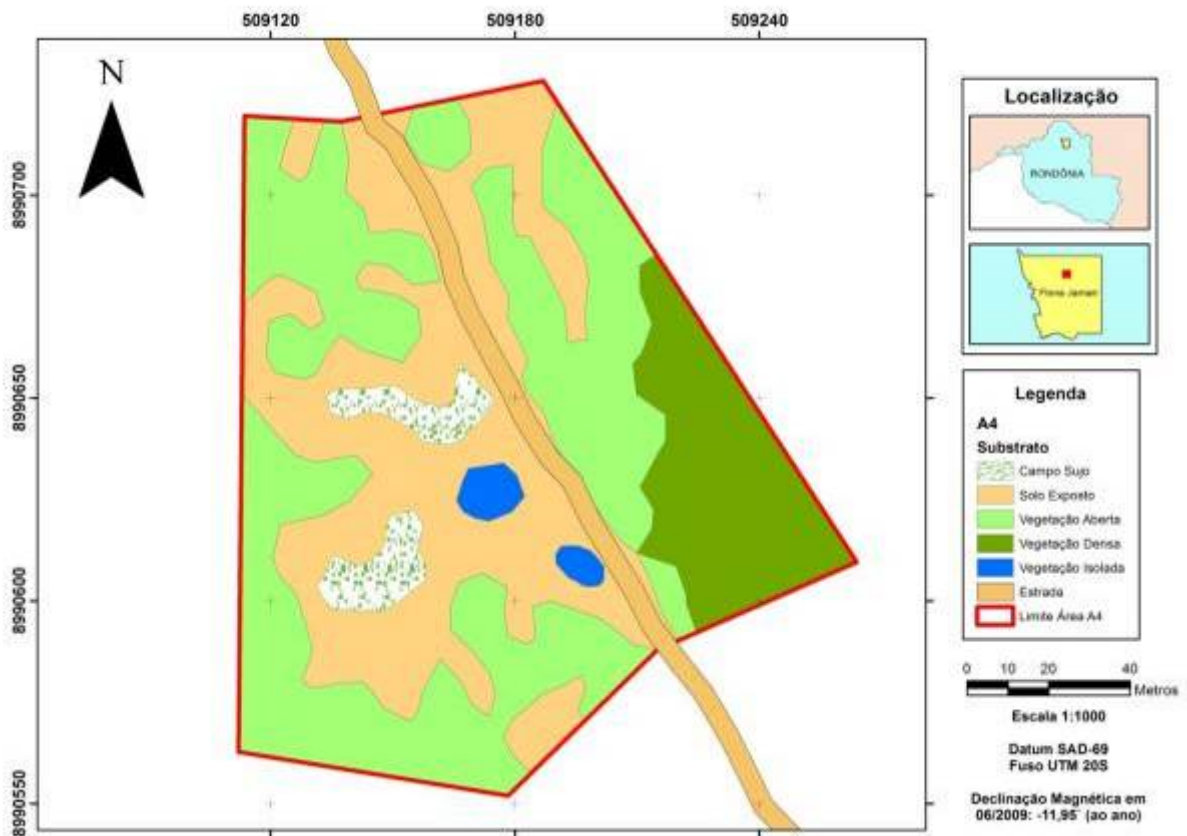
Área A3 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



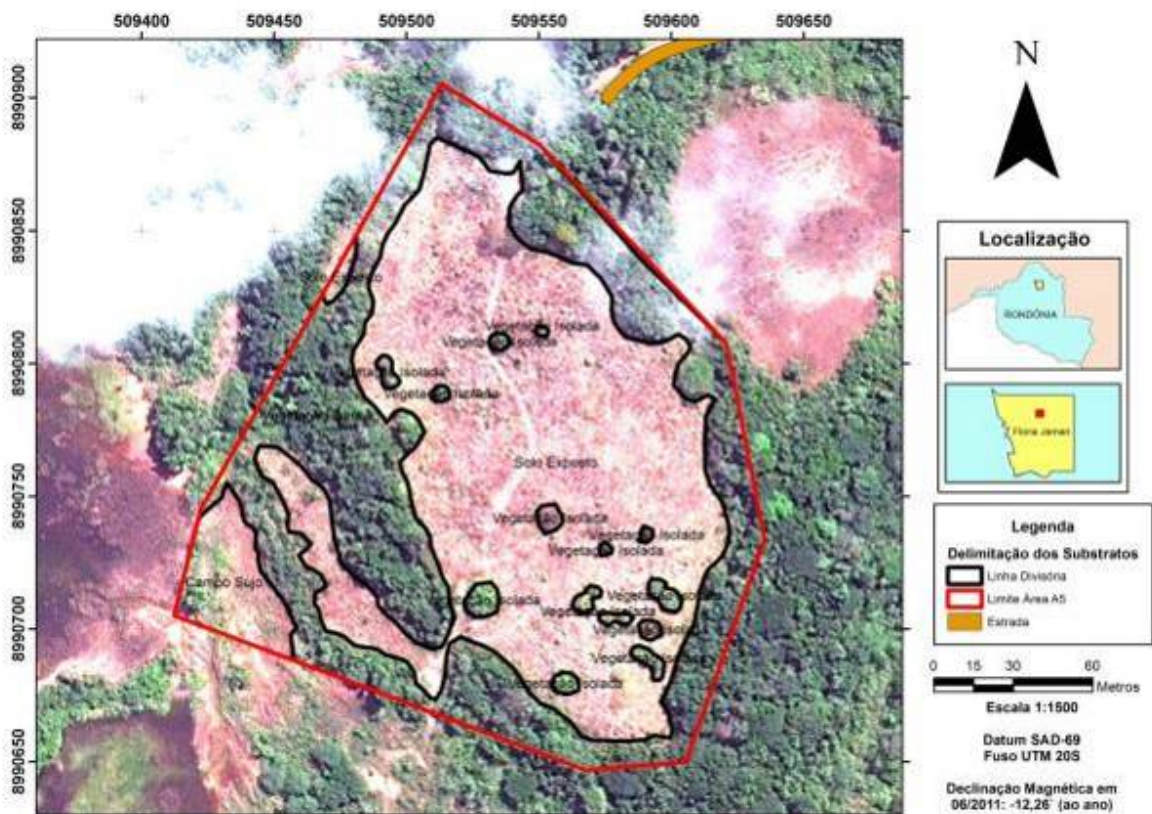
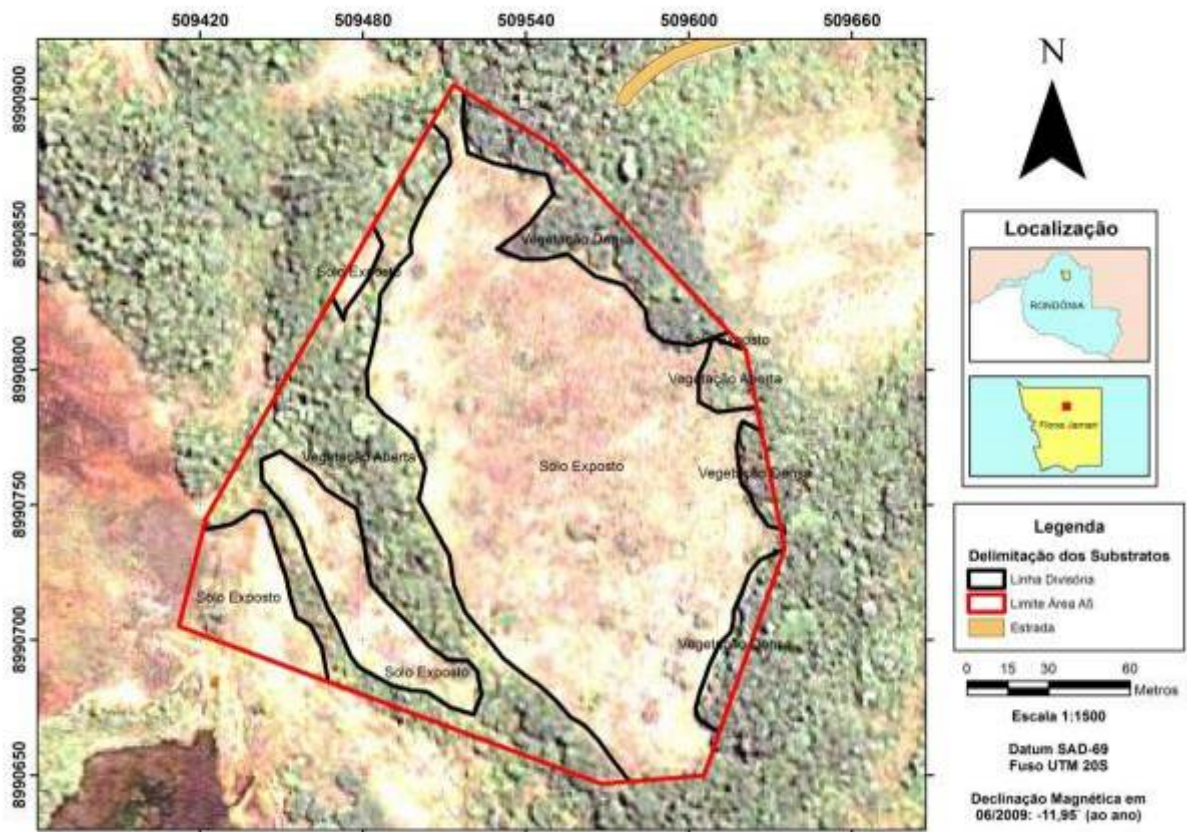
Área A3 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



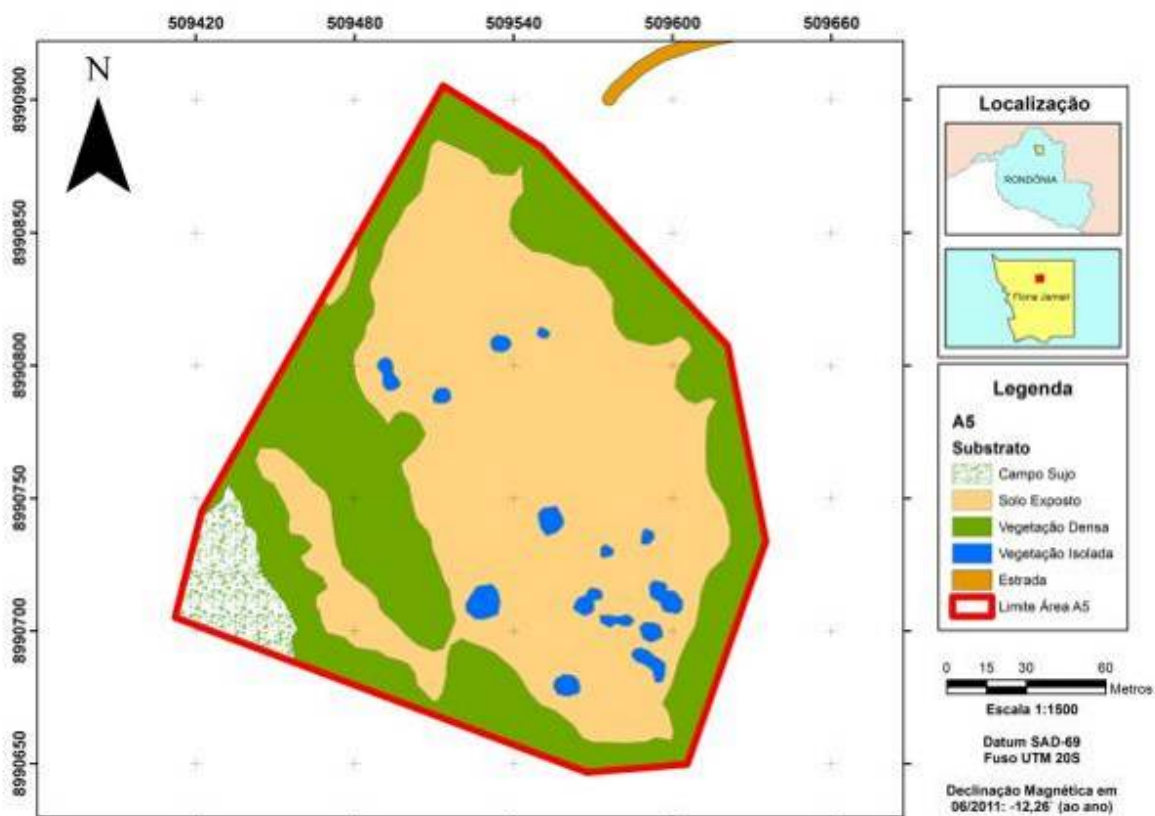
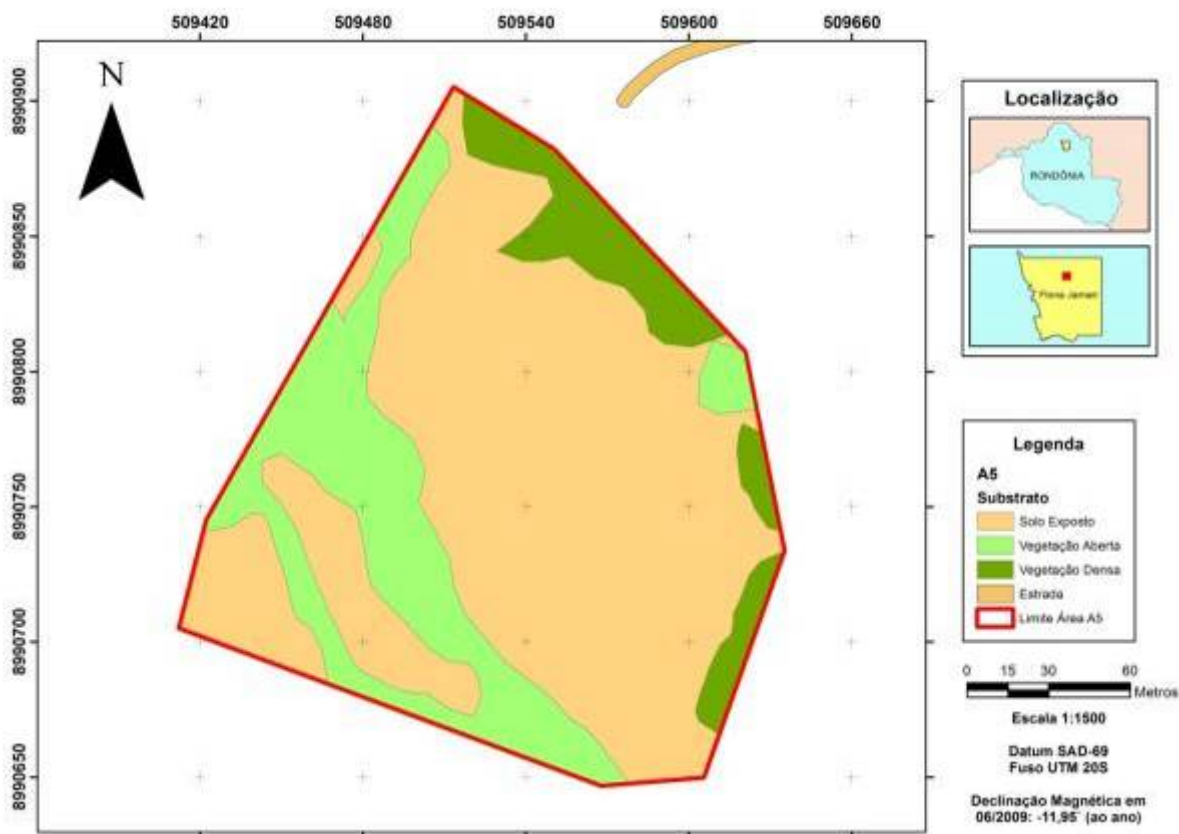
Área A4 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



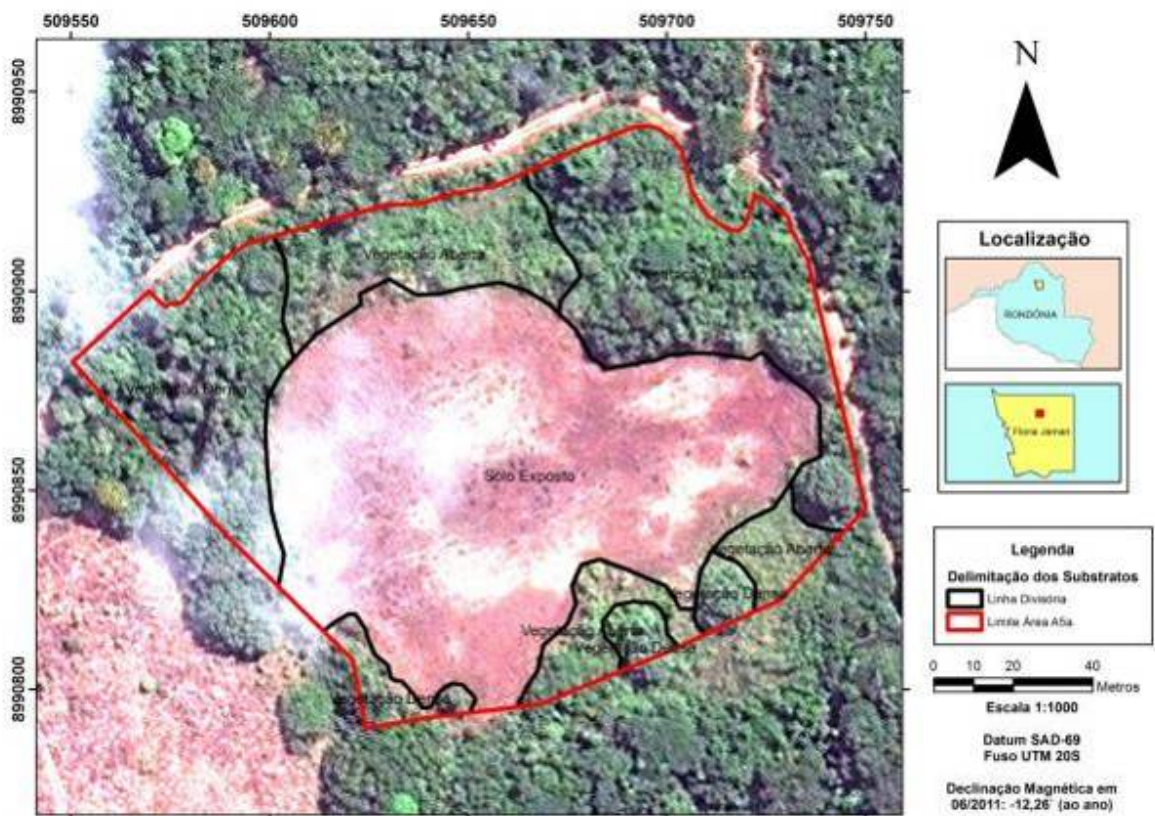
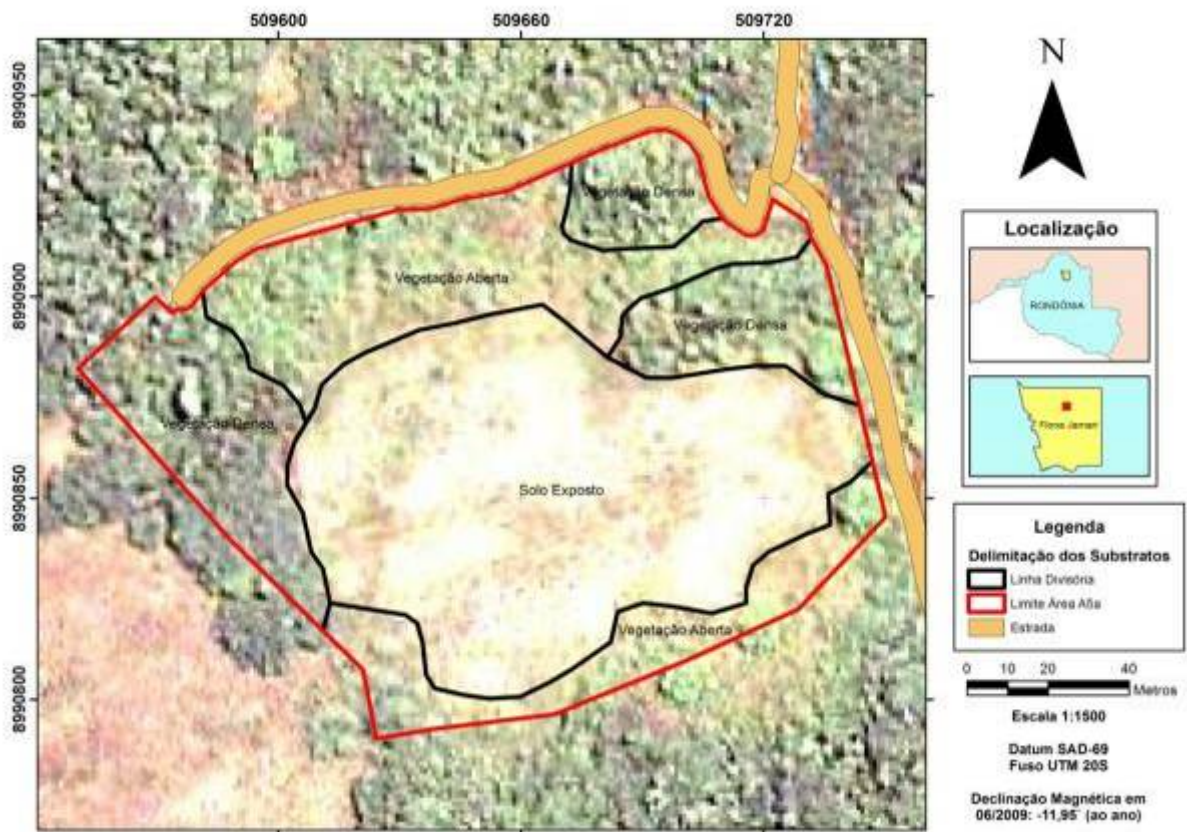
Área A4 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A5 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



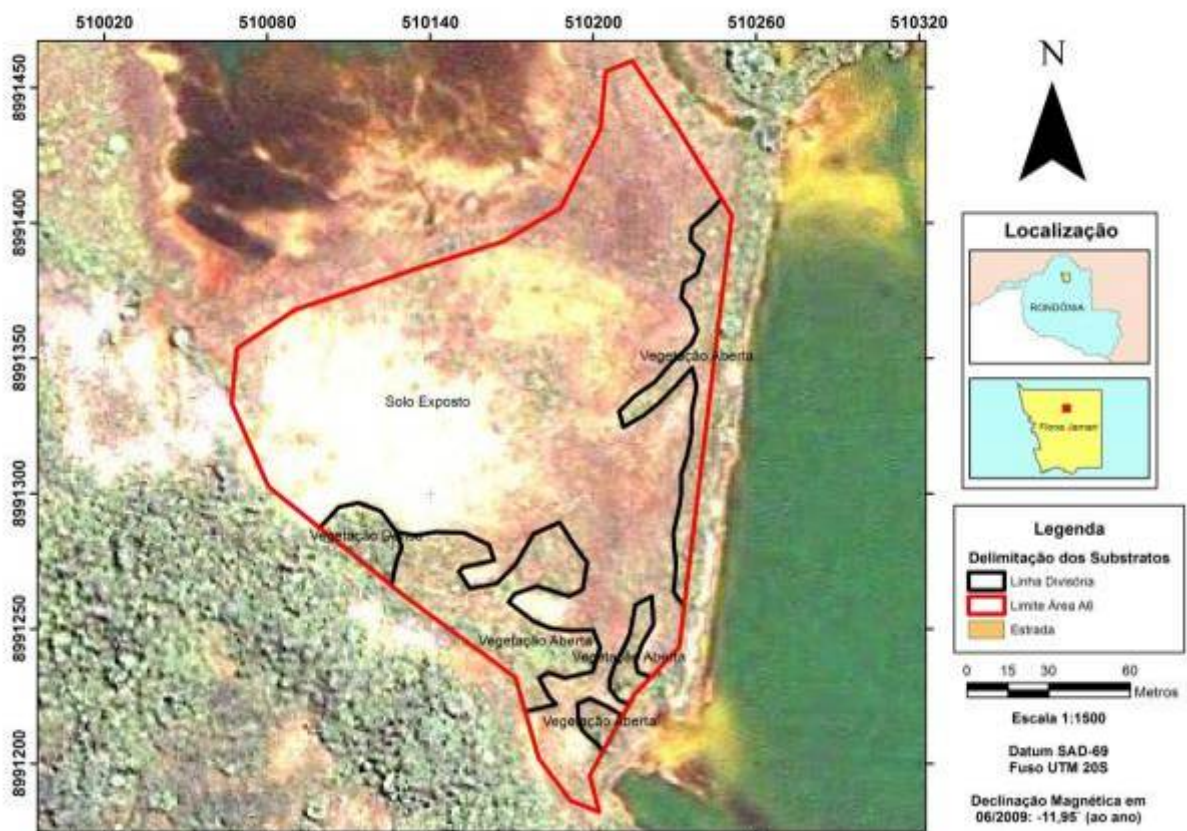
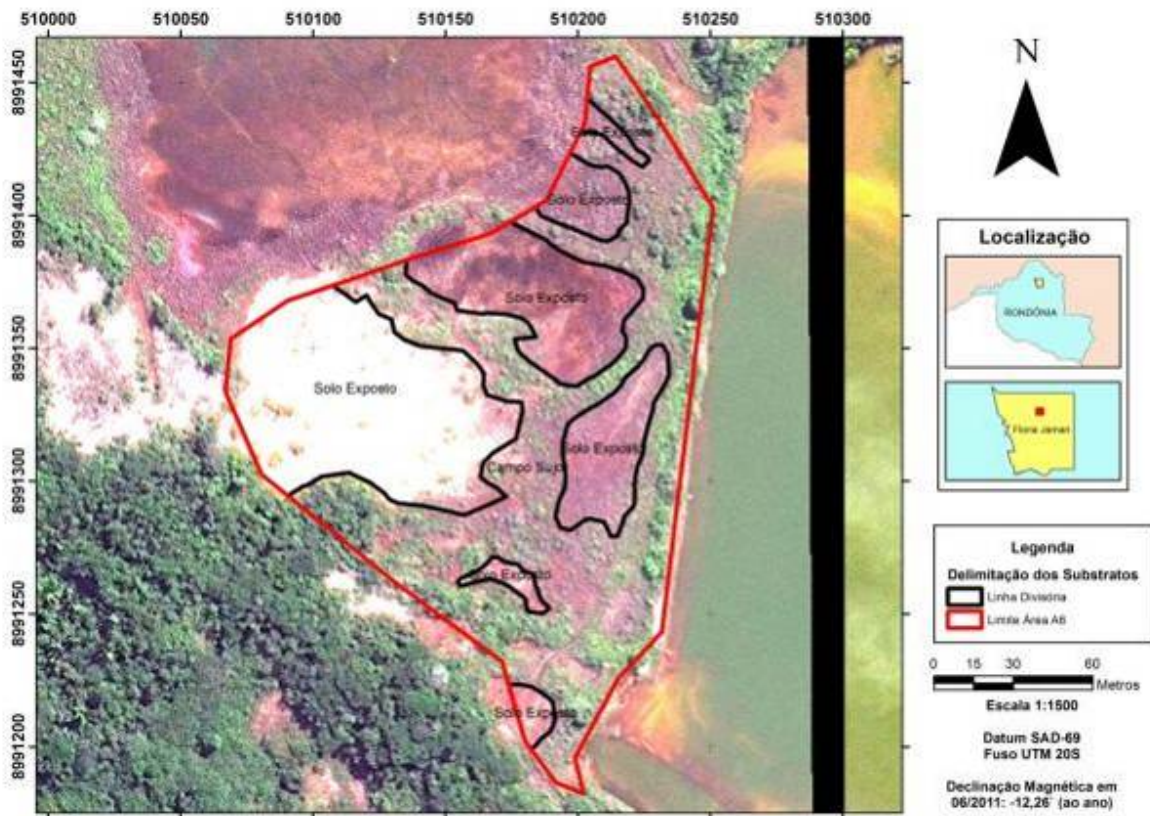
Área A5 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



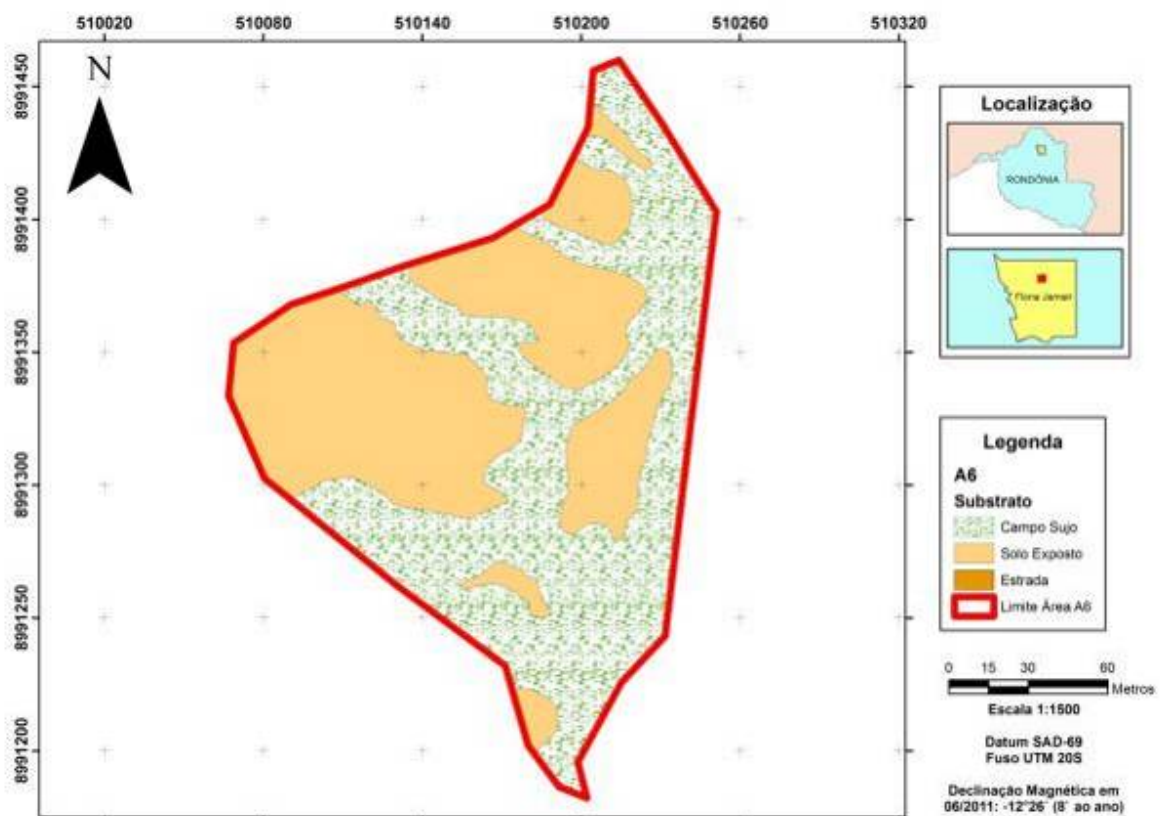
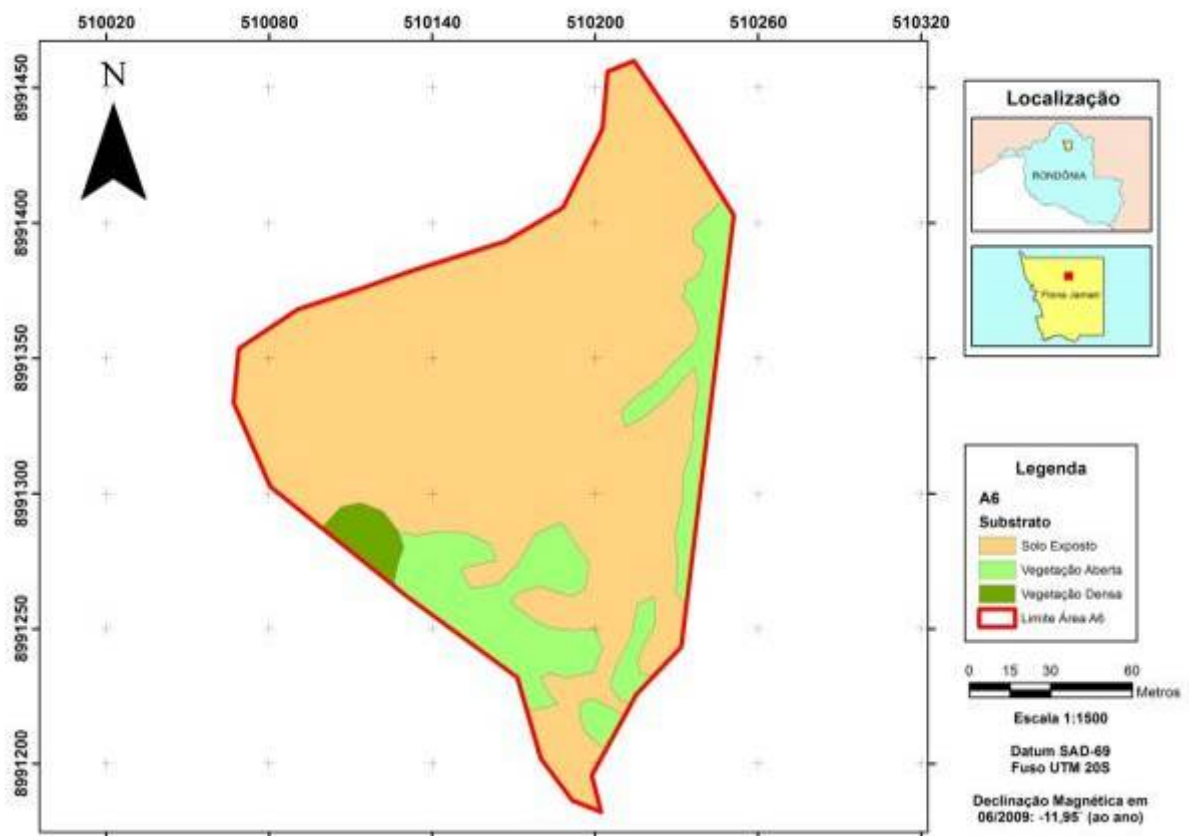
Área A5a - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



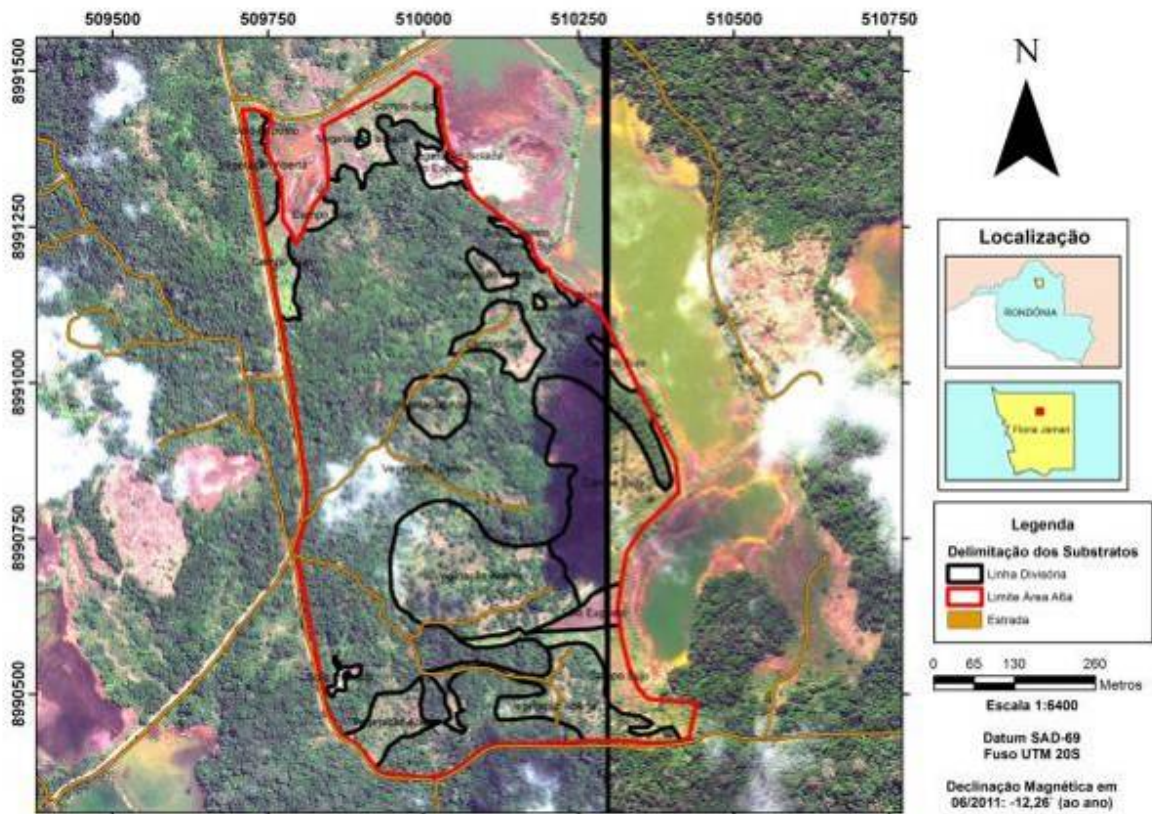
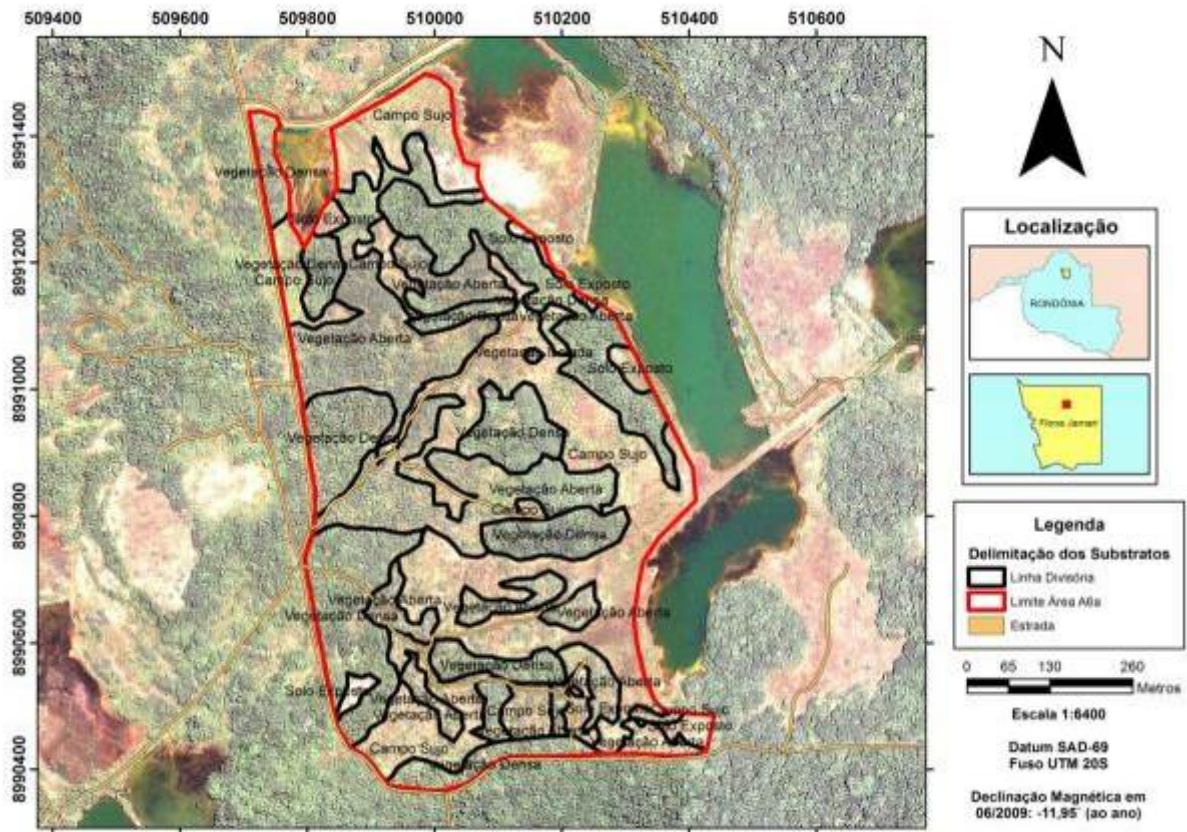
Área A5a – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



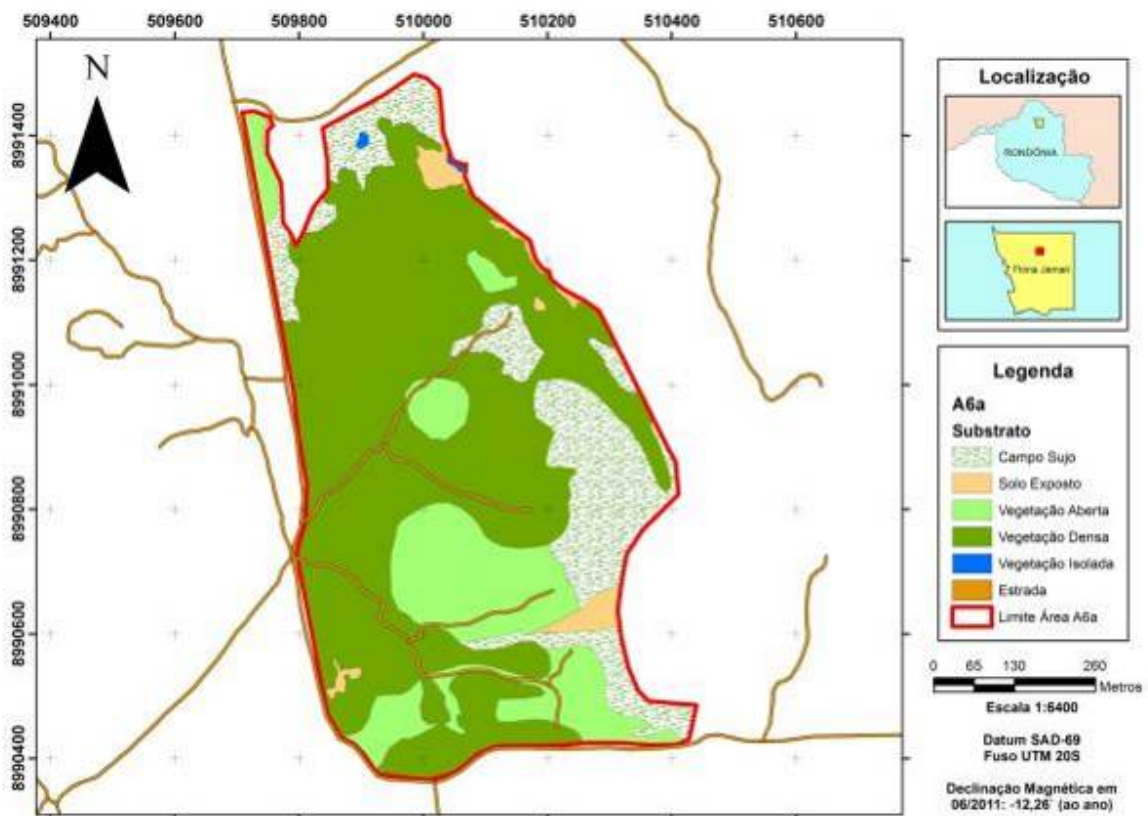
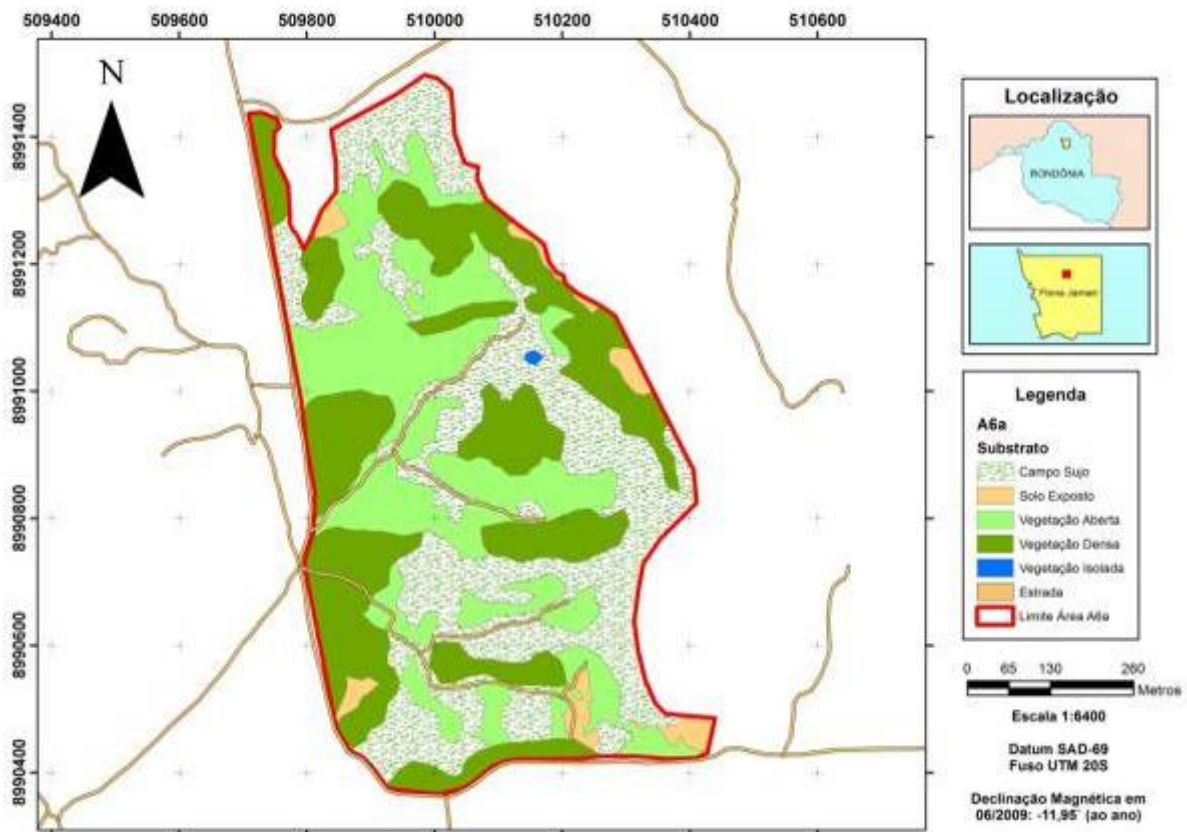
Área A6 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



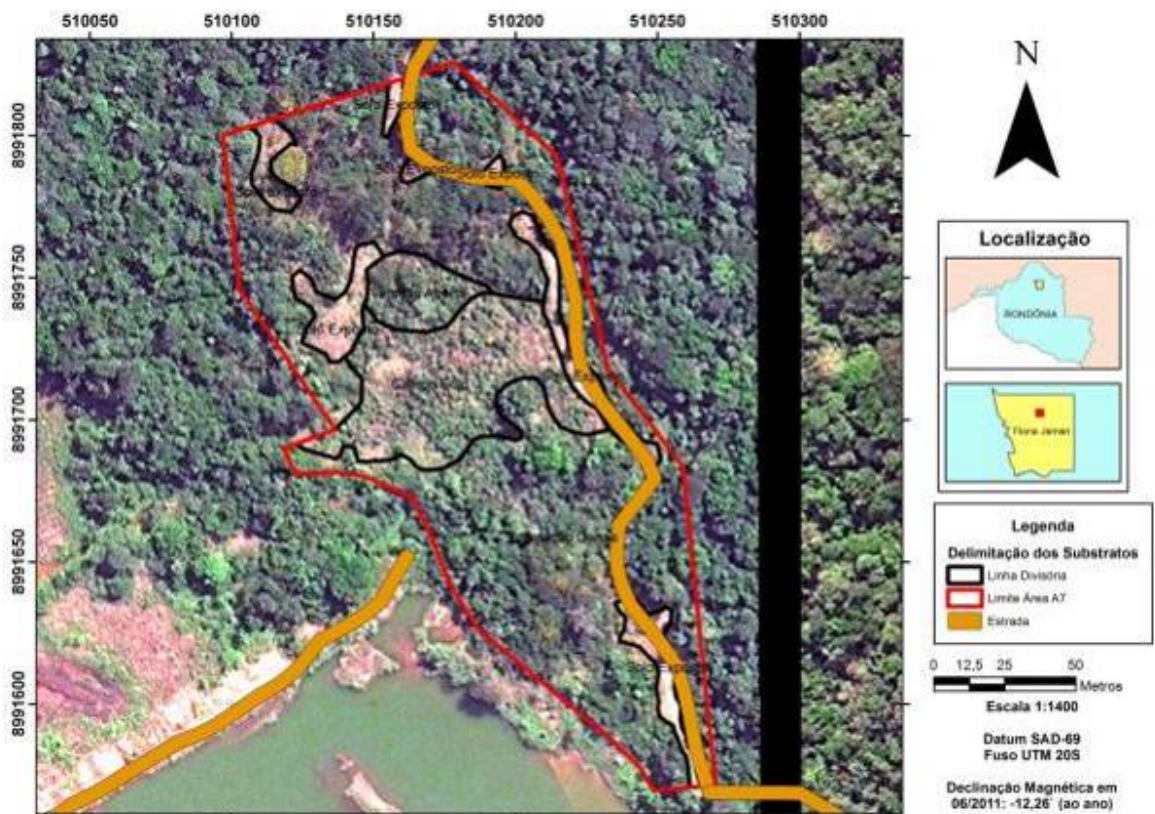
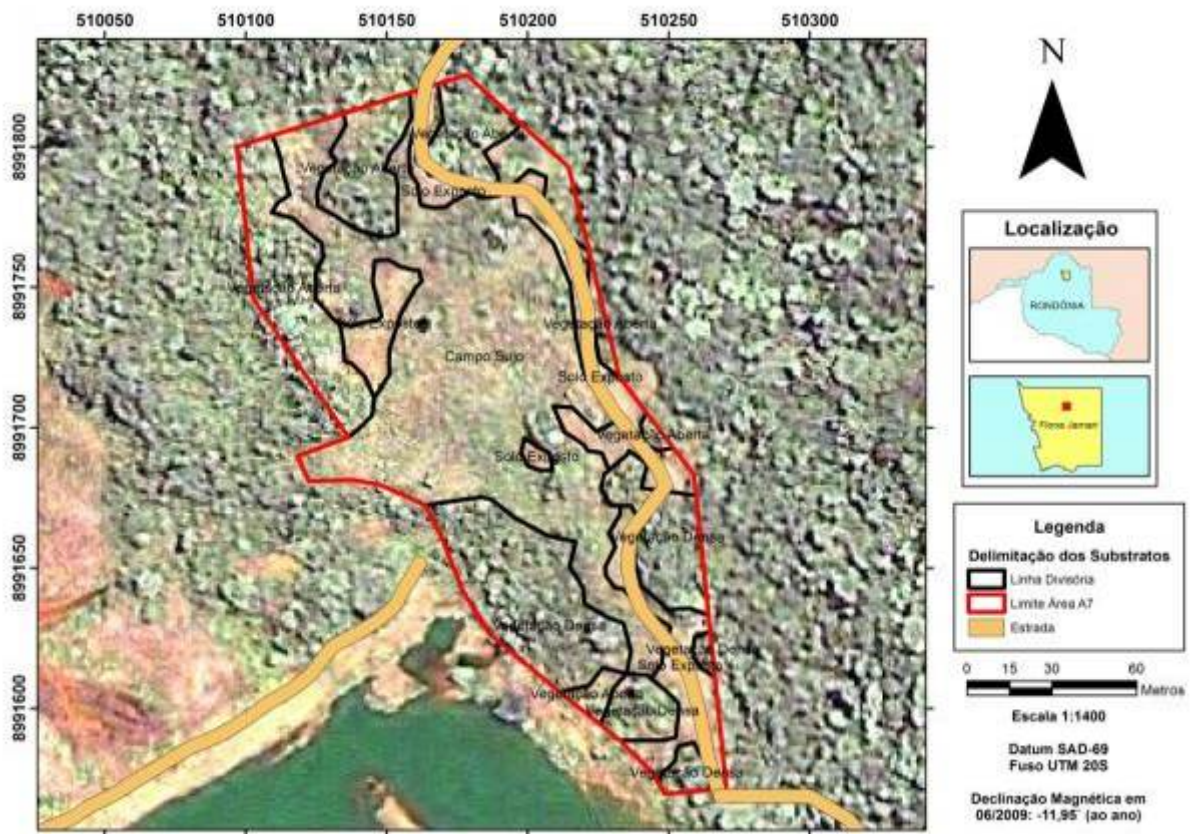
Área A6 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



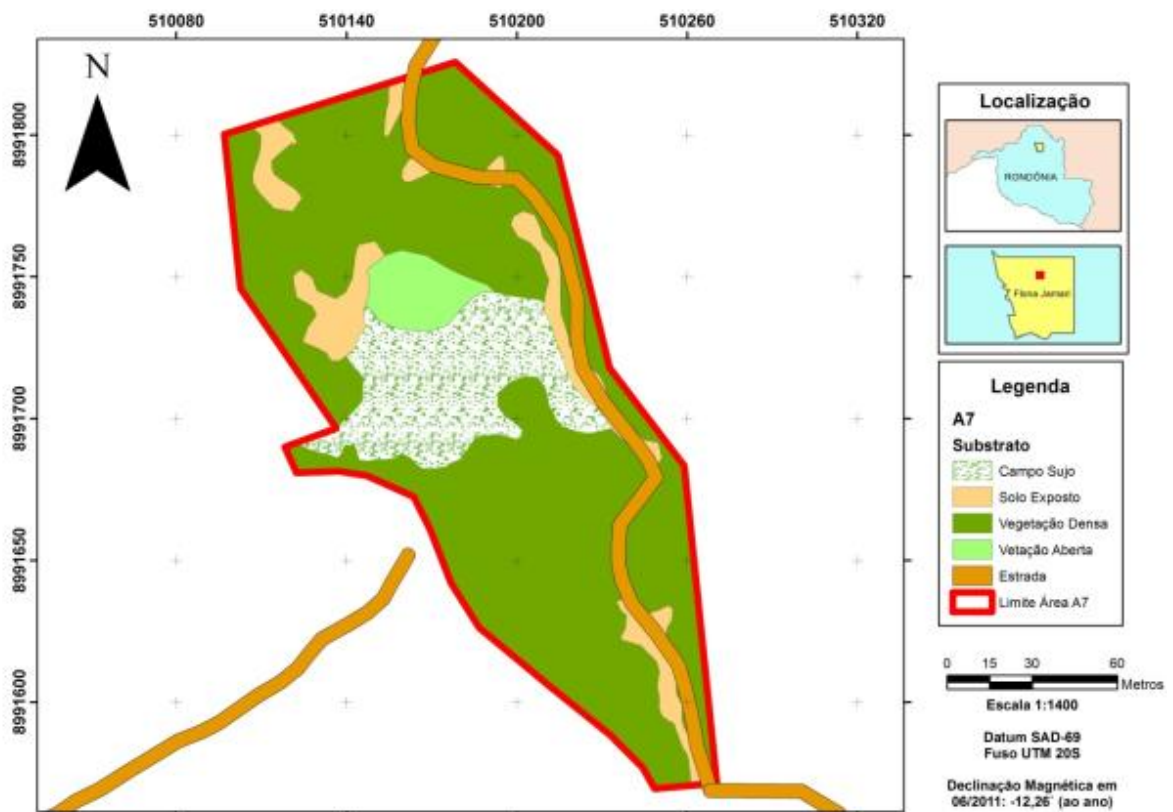
Área A6a - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



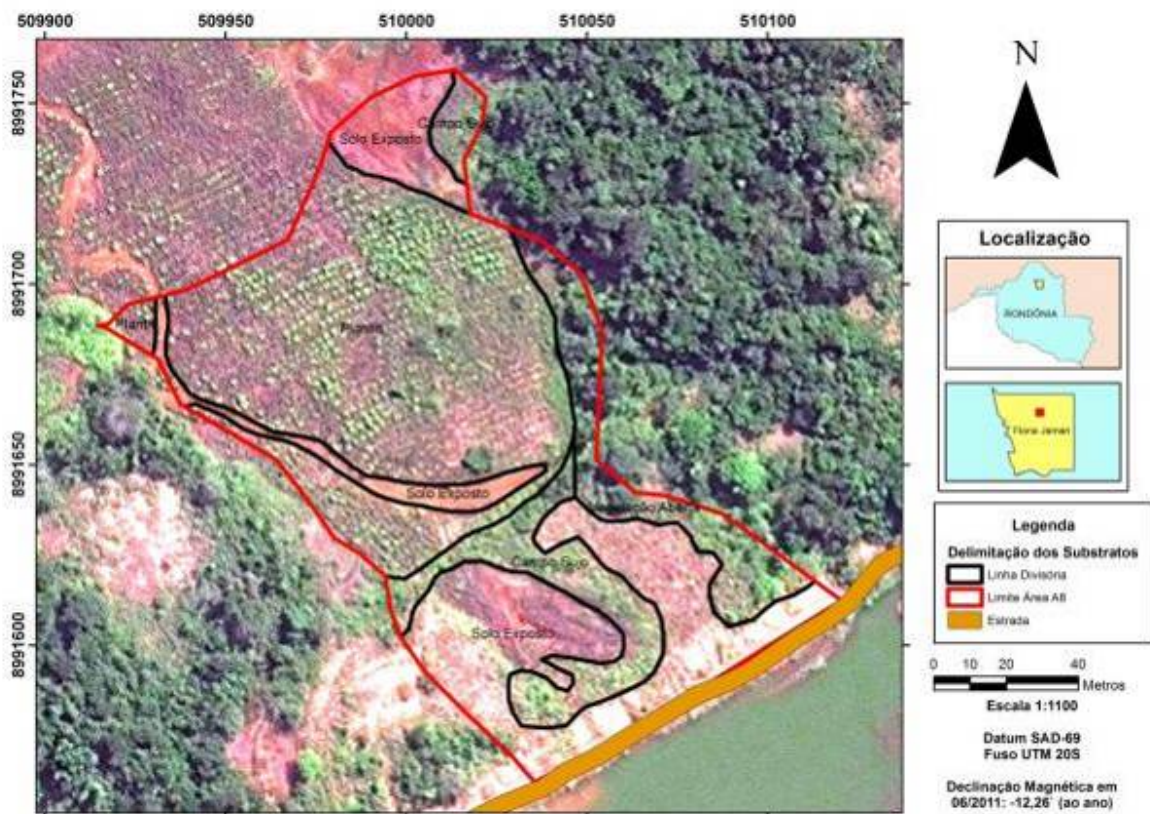
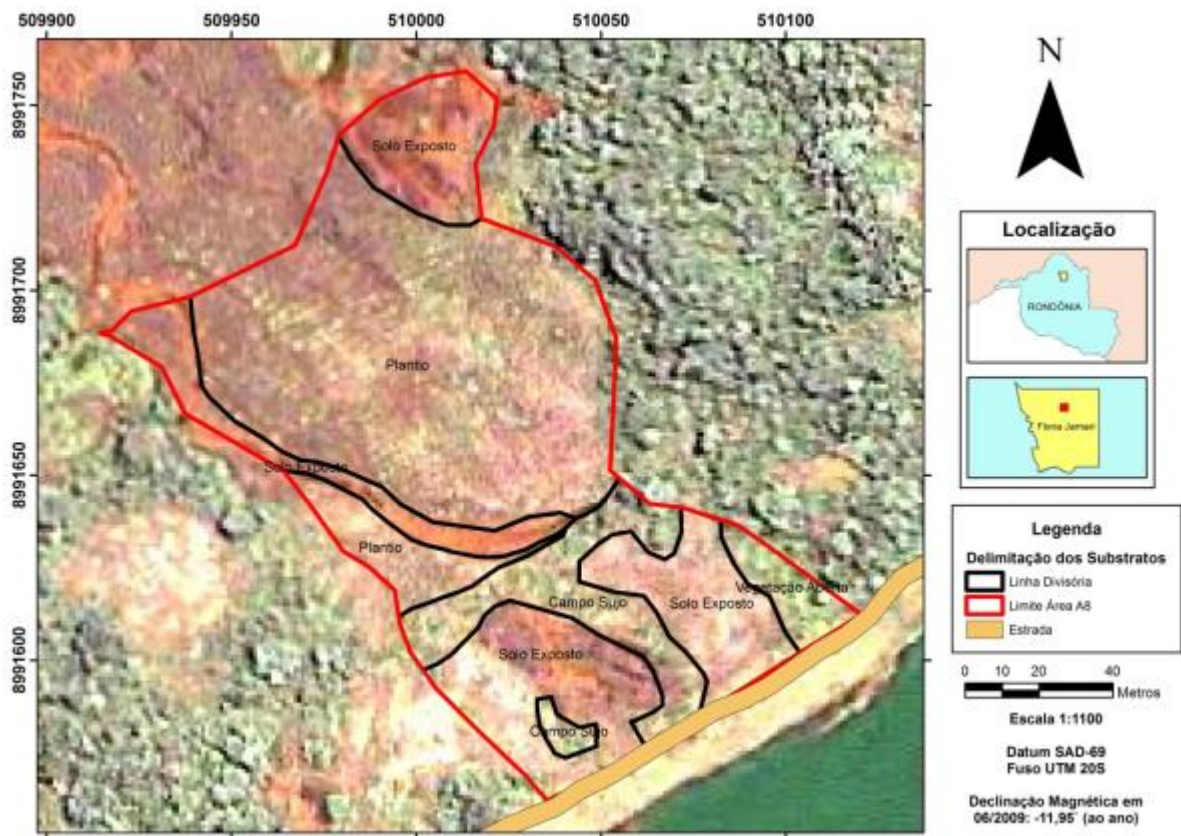
Área A6a – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



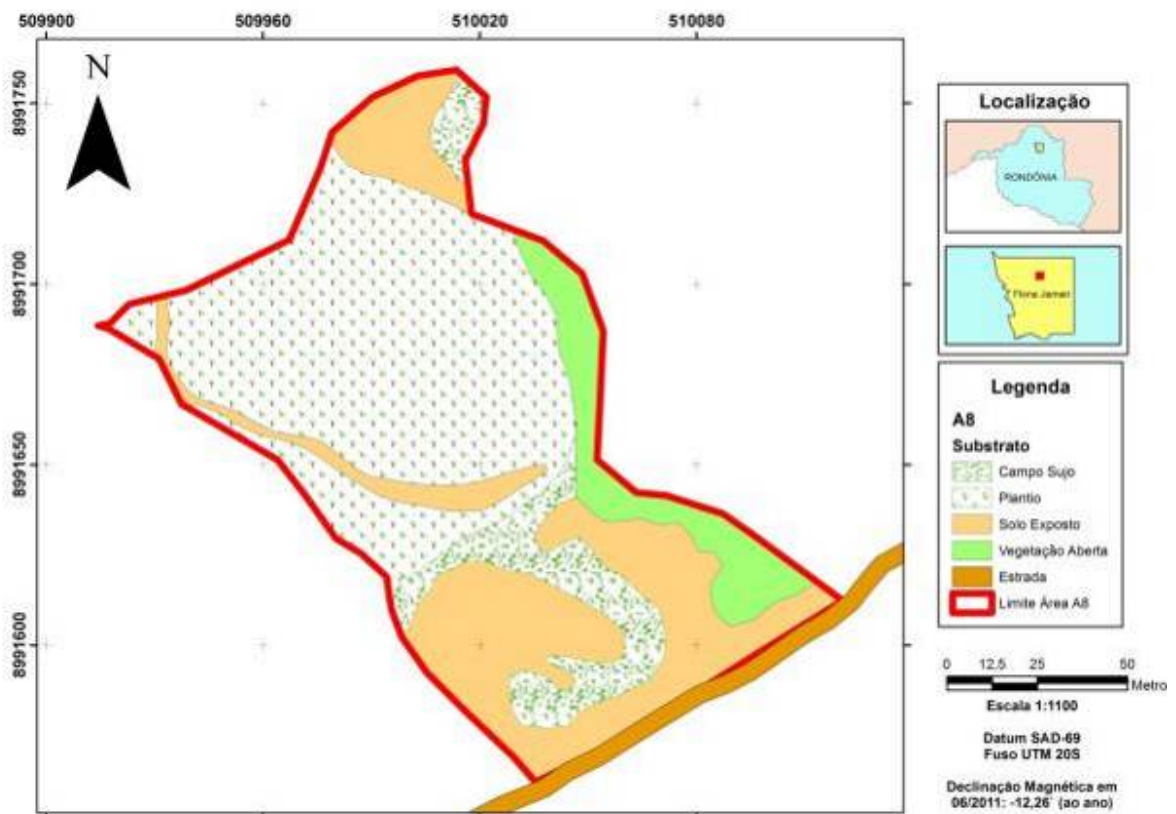
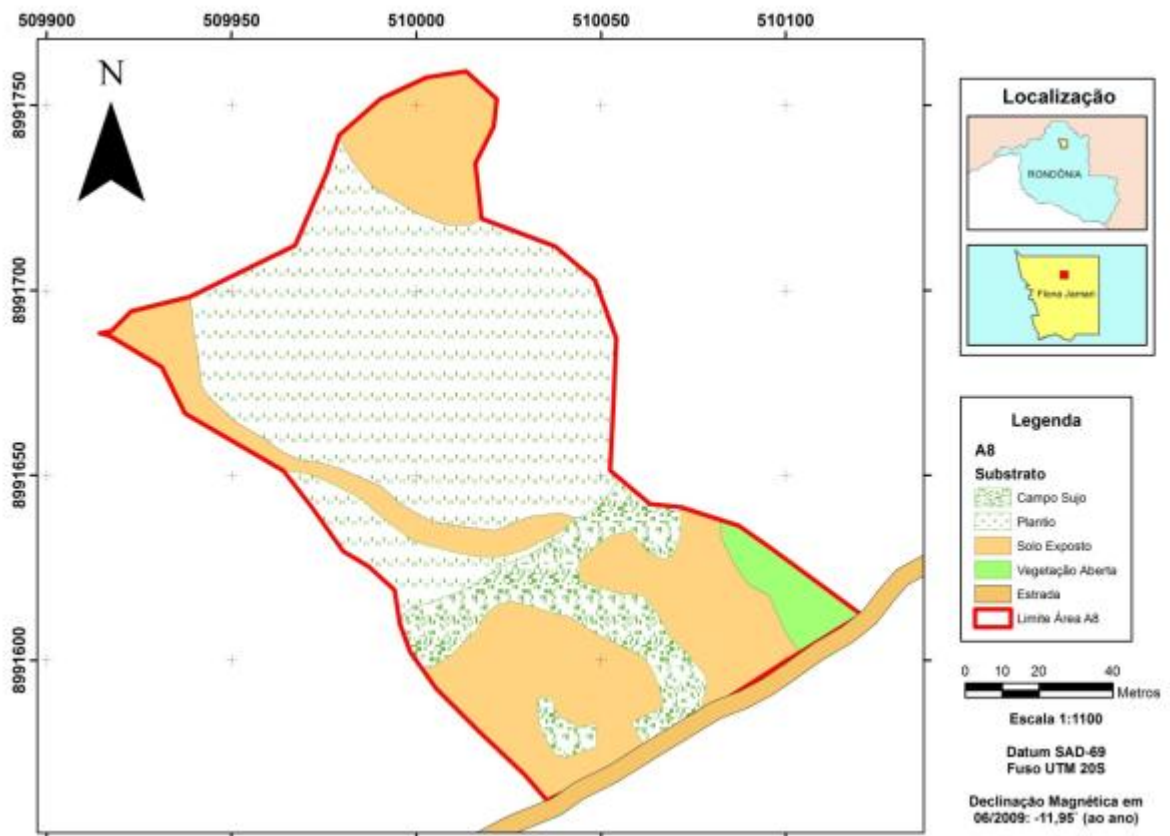
Área A7 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



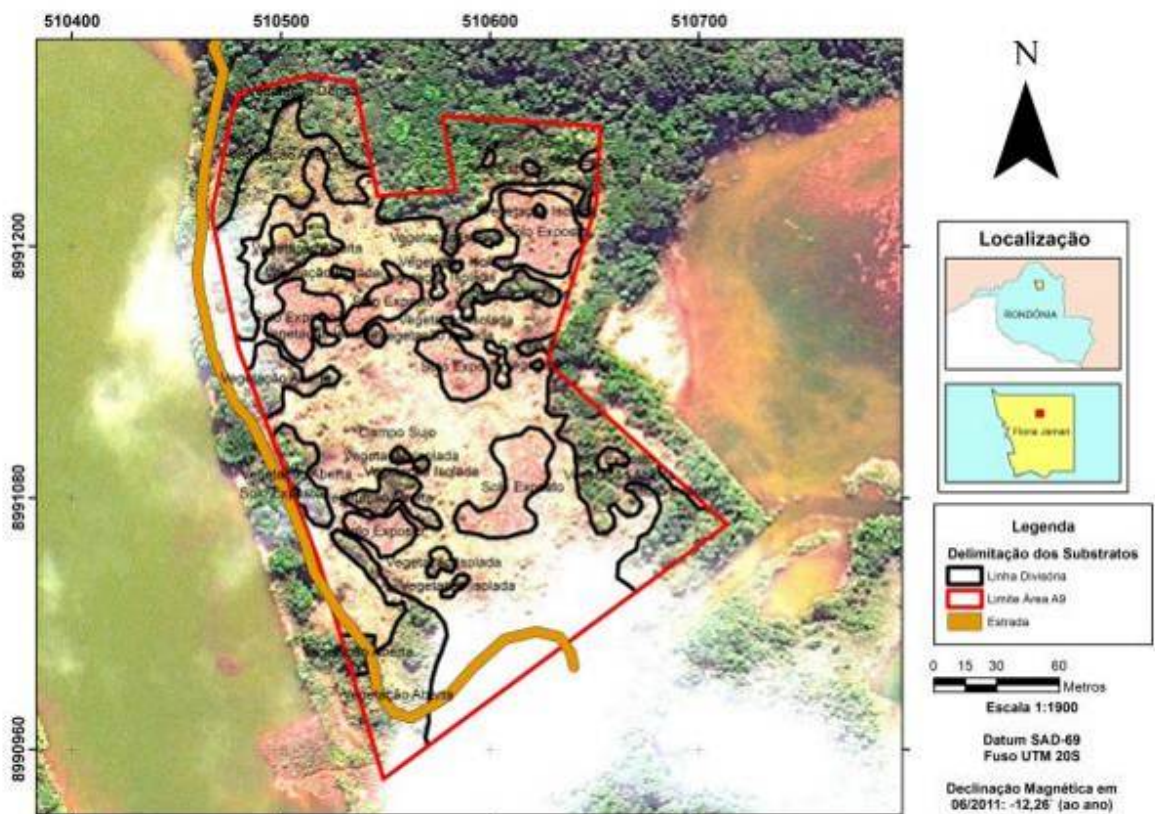
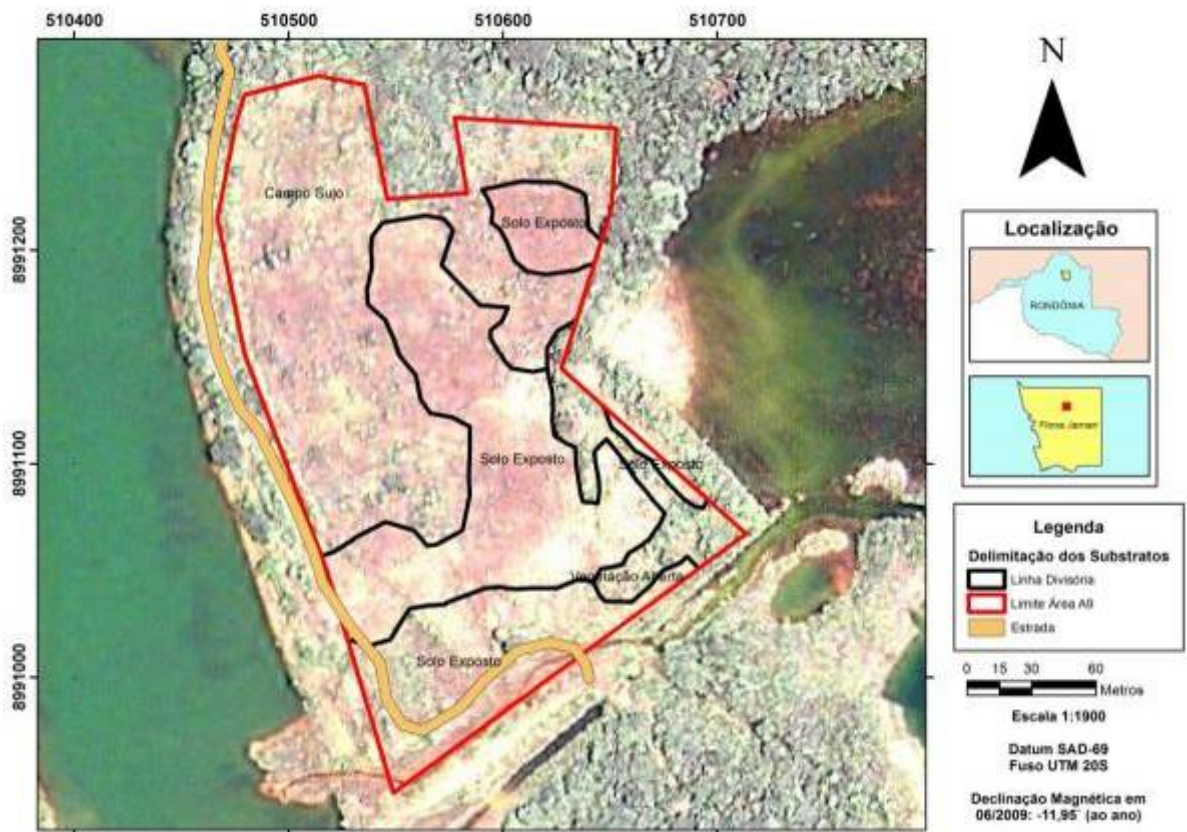
Área A7 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



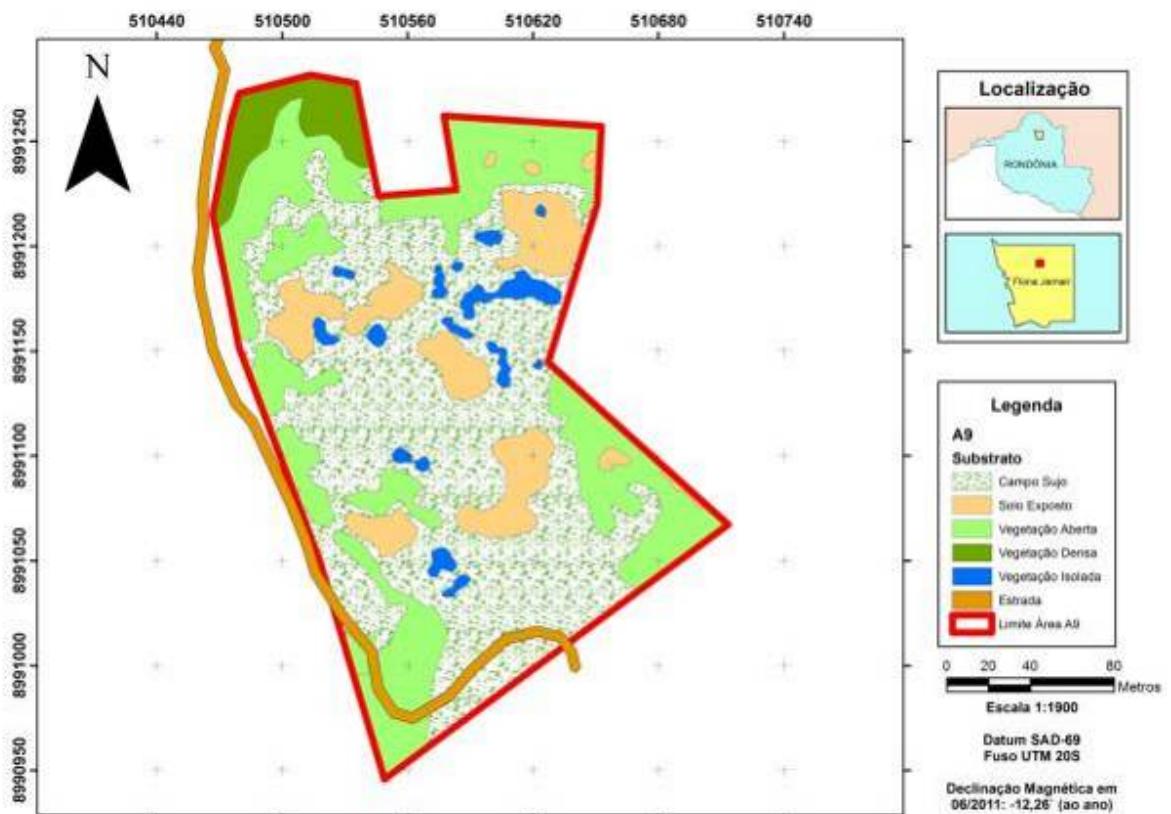
Área A8 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



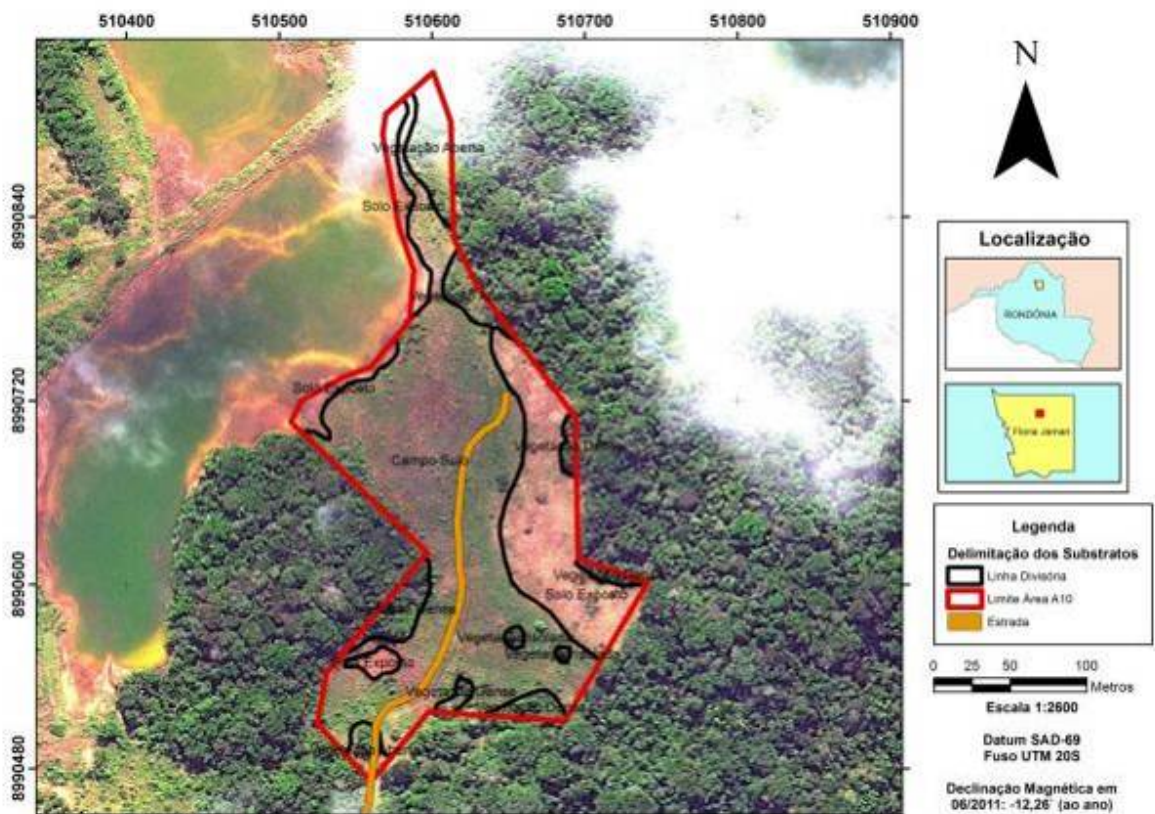
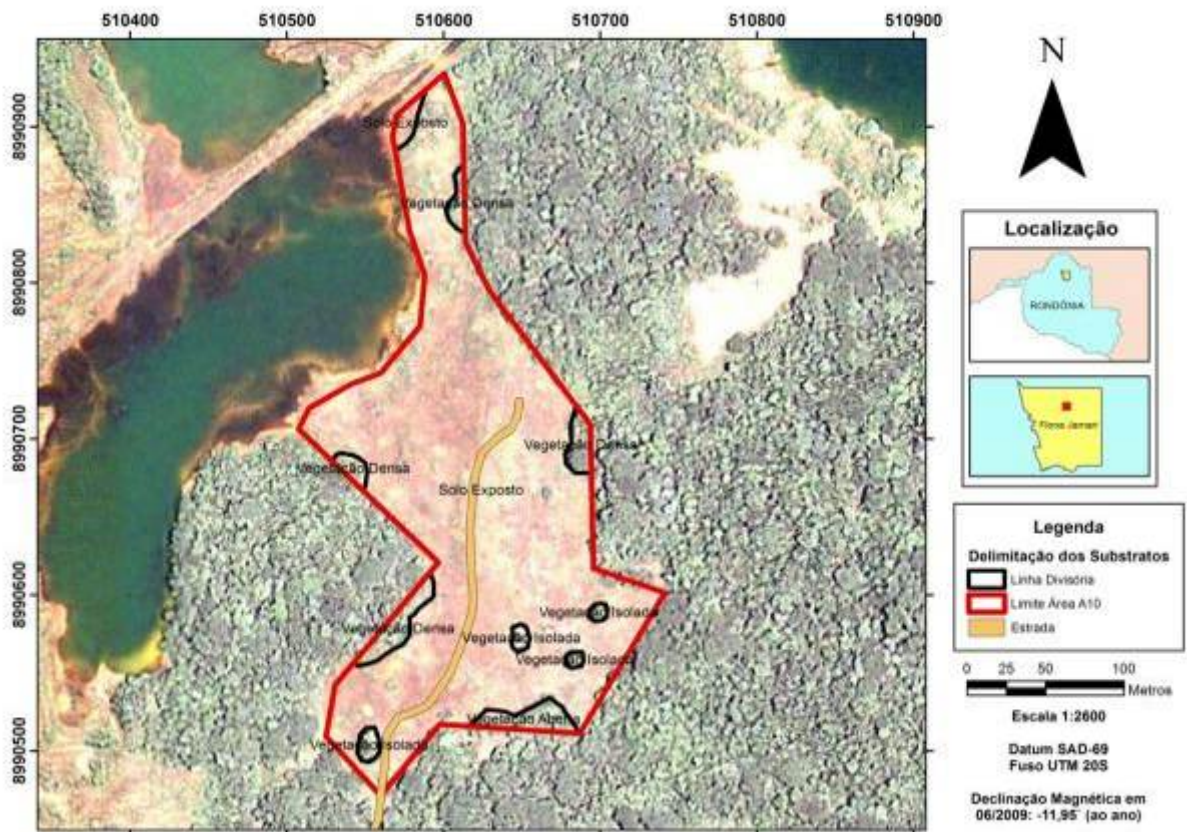
Área A8 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A9 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



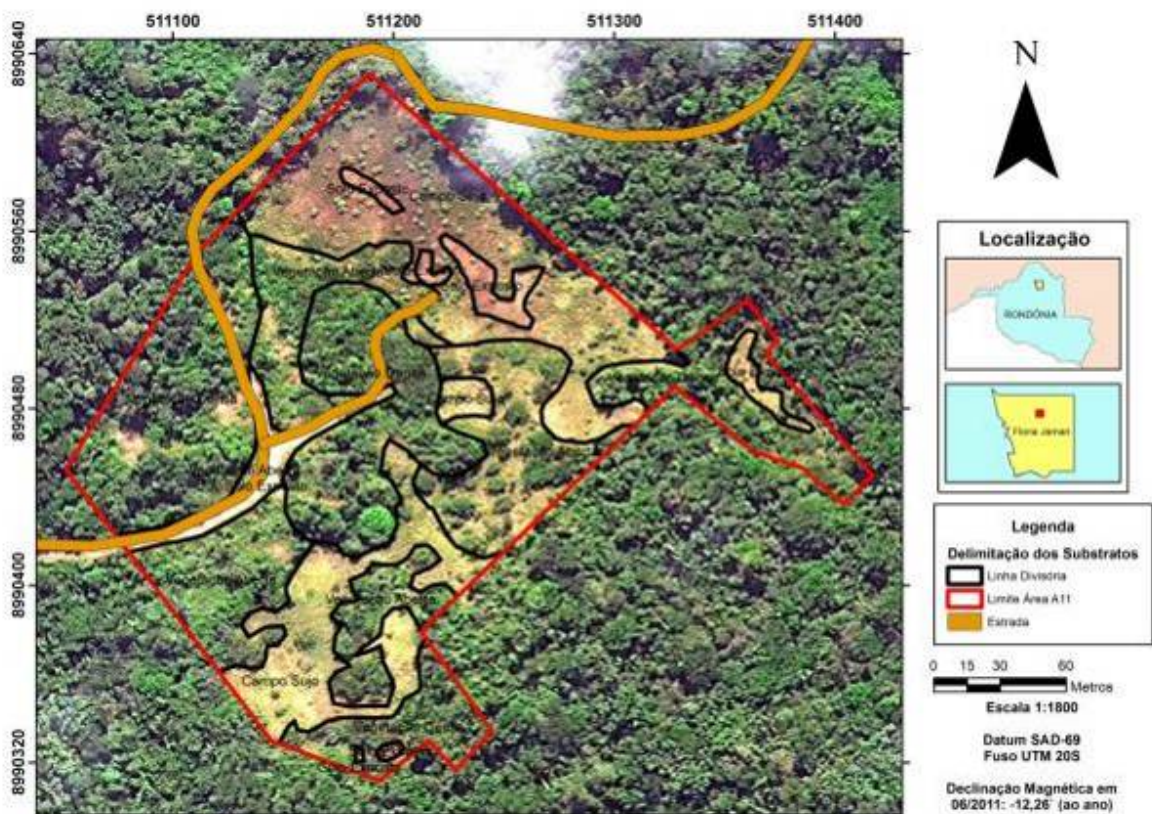
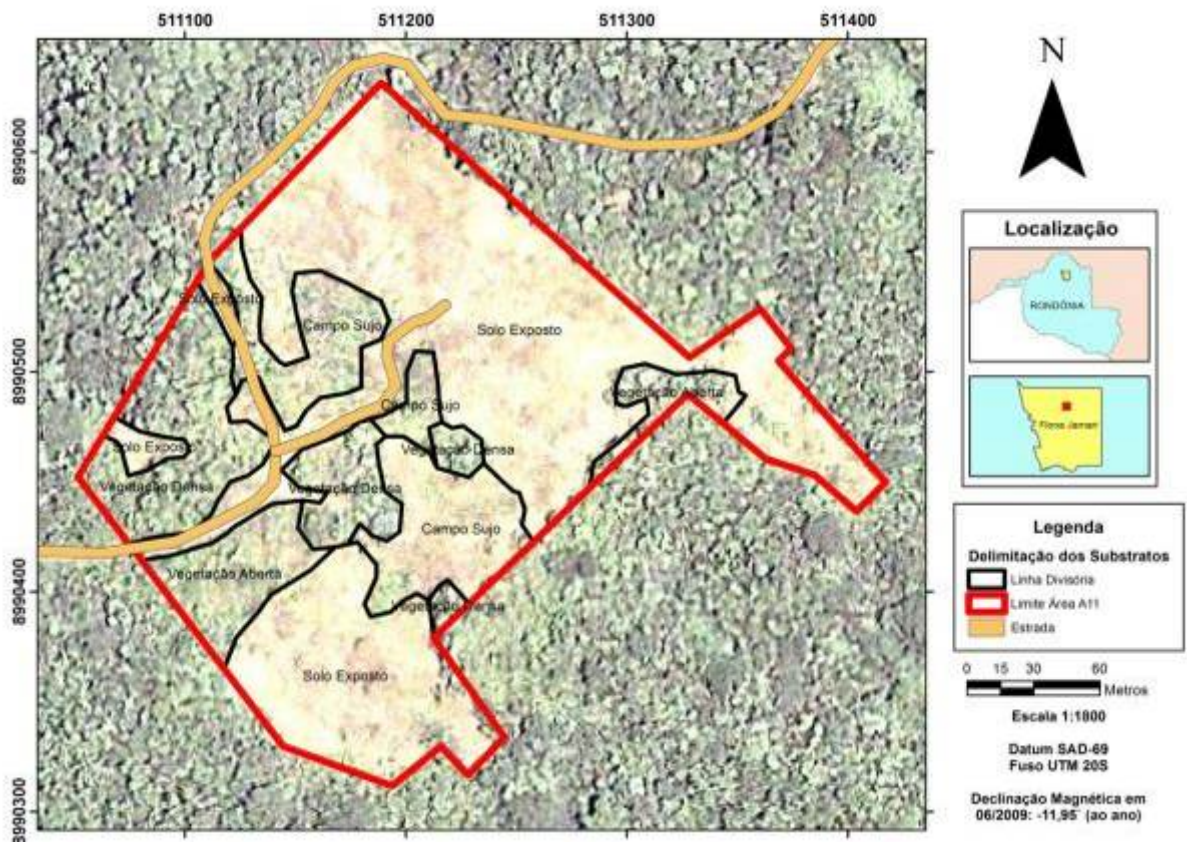
Área A9 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



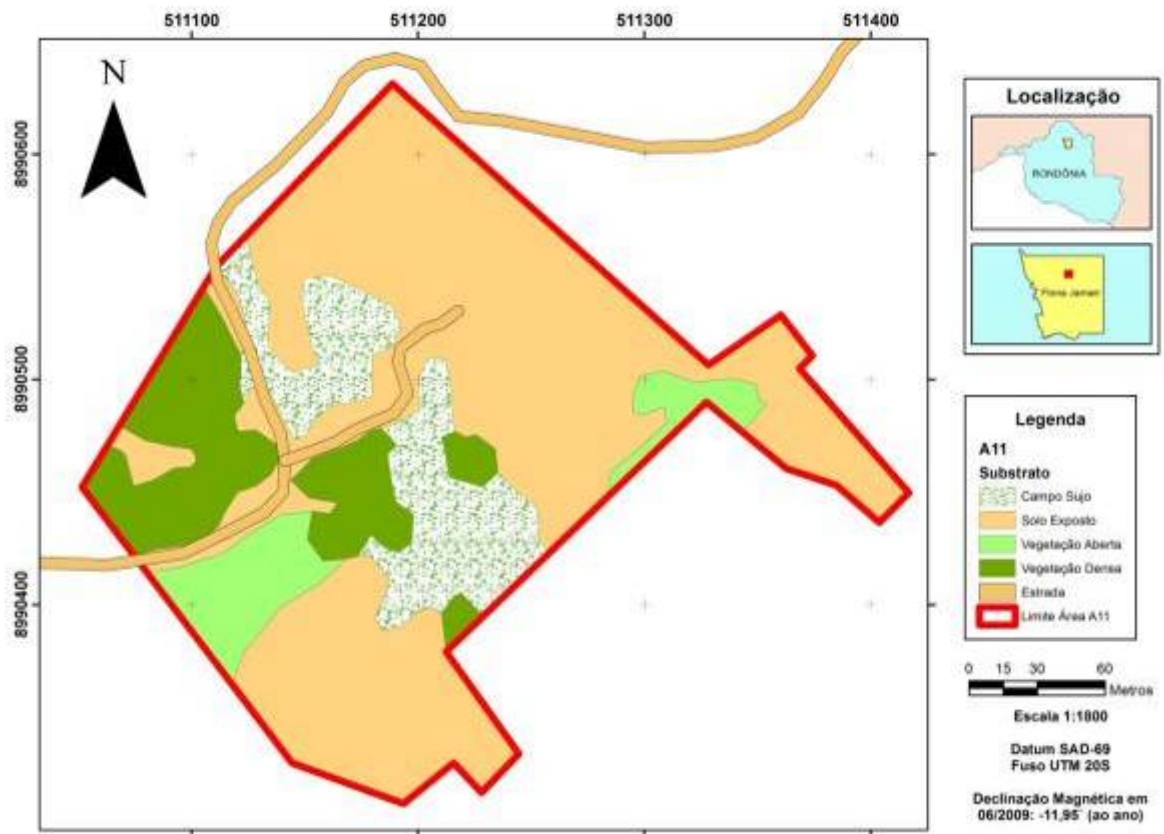
Área A10 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



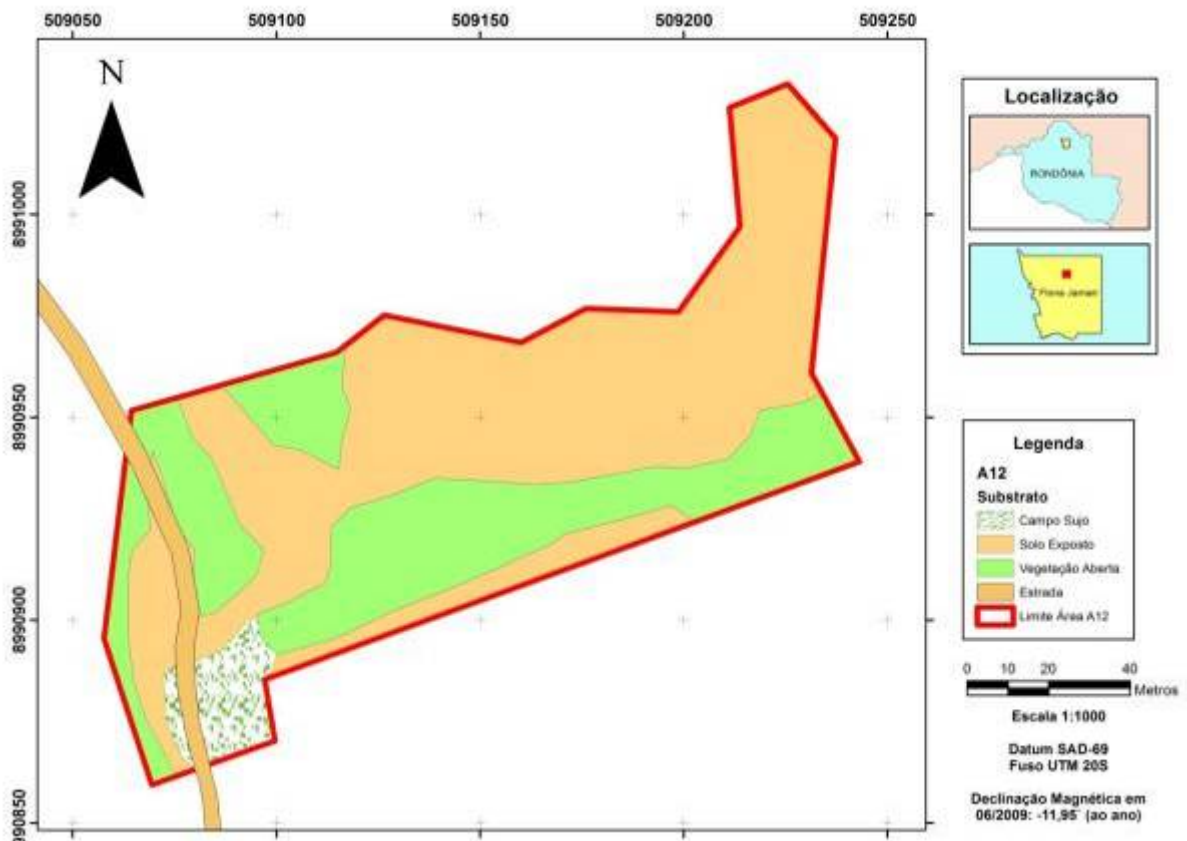
Área A10 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



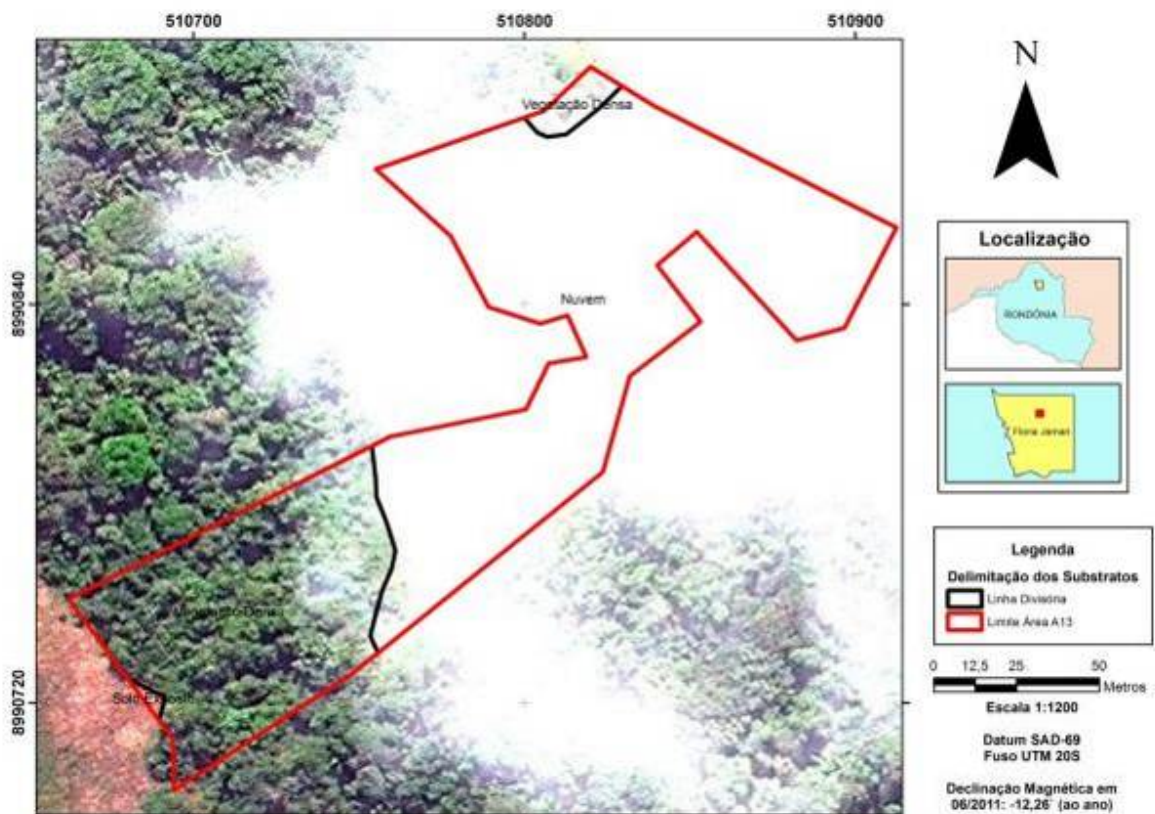
Área A11 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



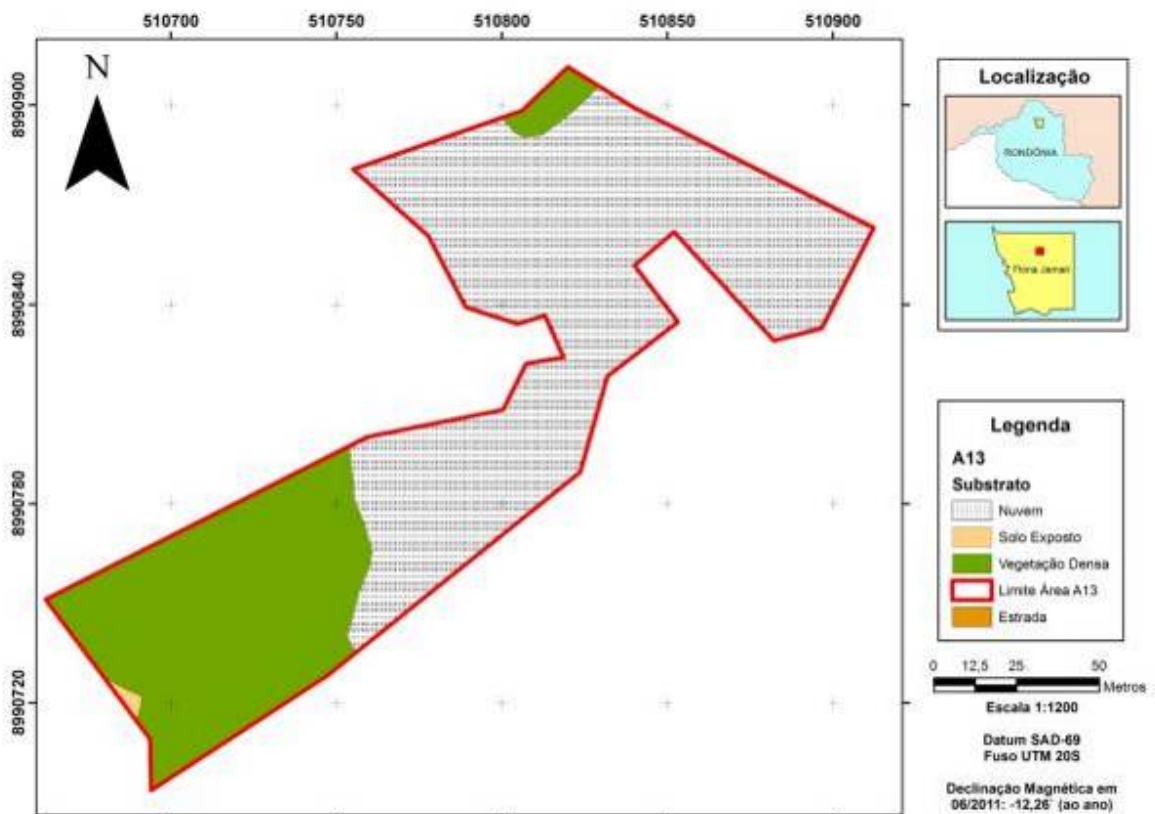
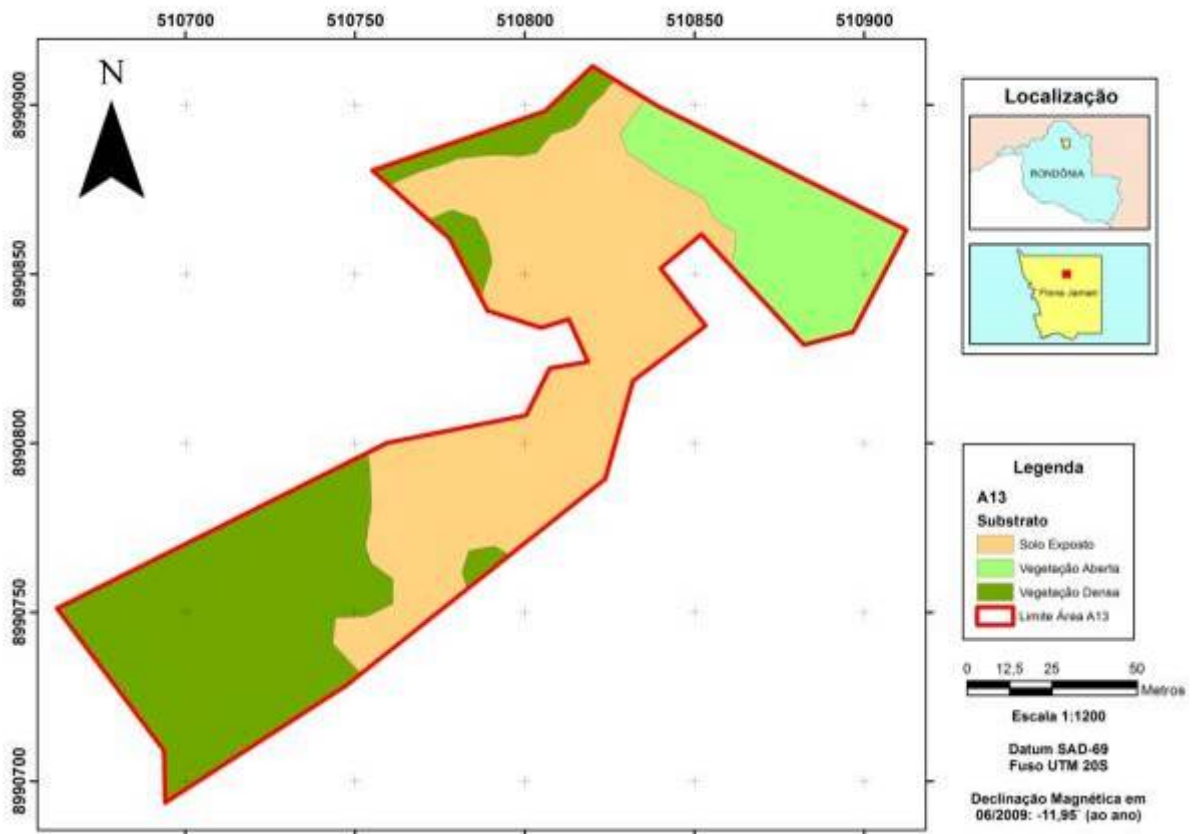
Área A11 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



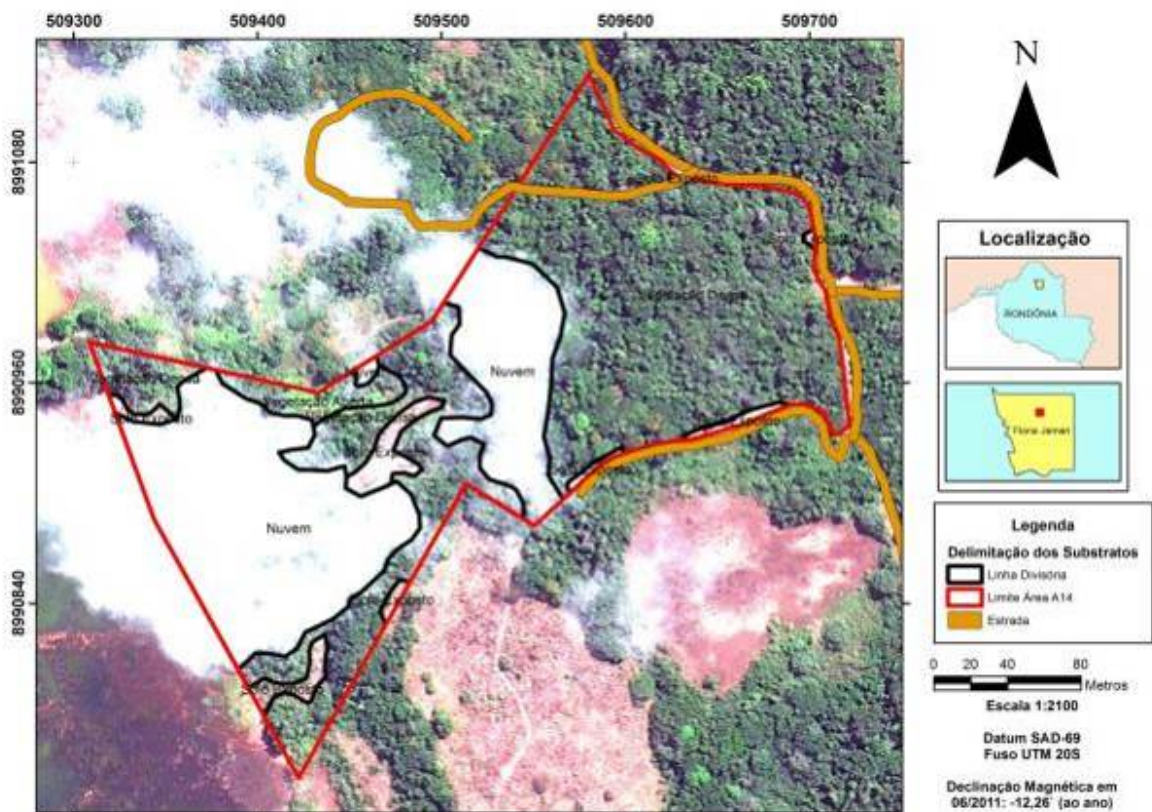
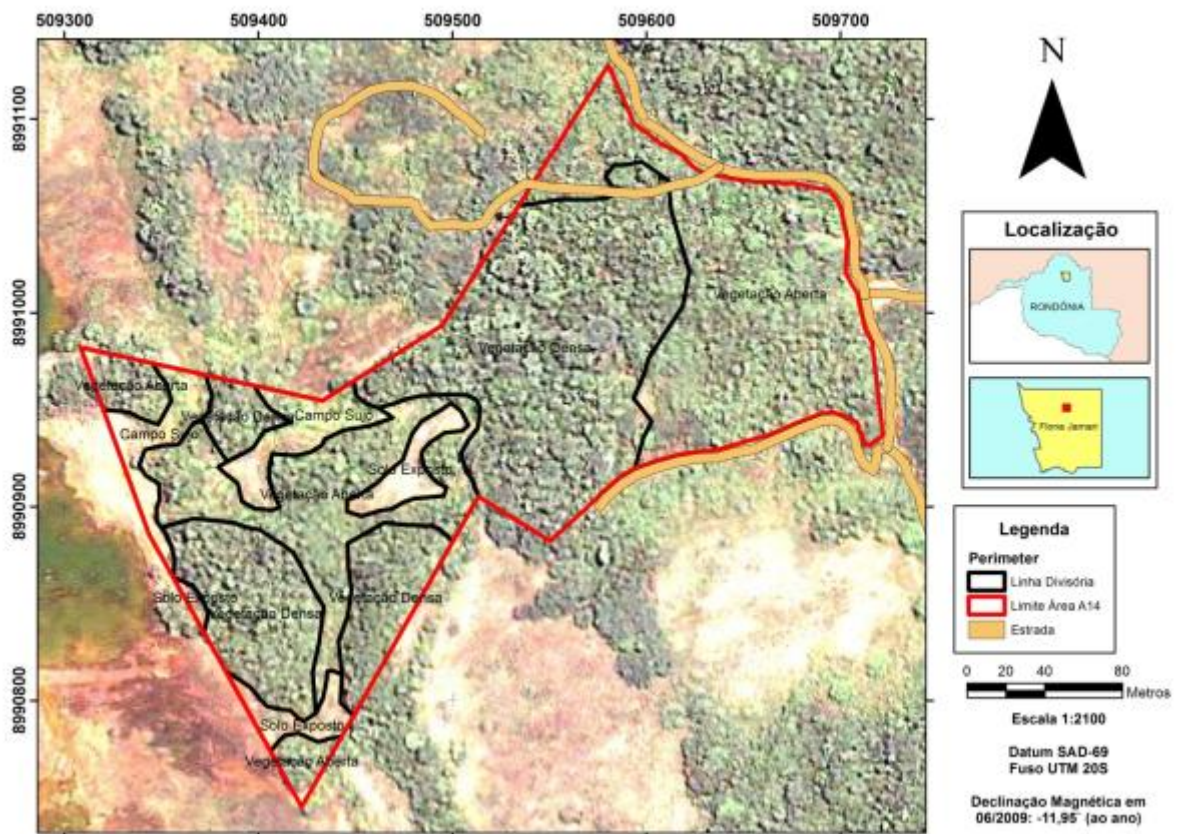
Área A12 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



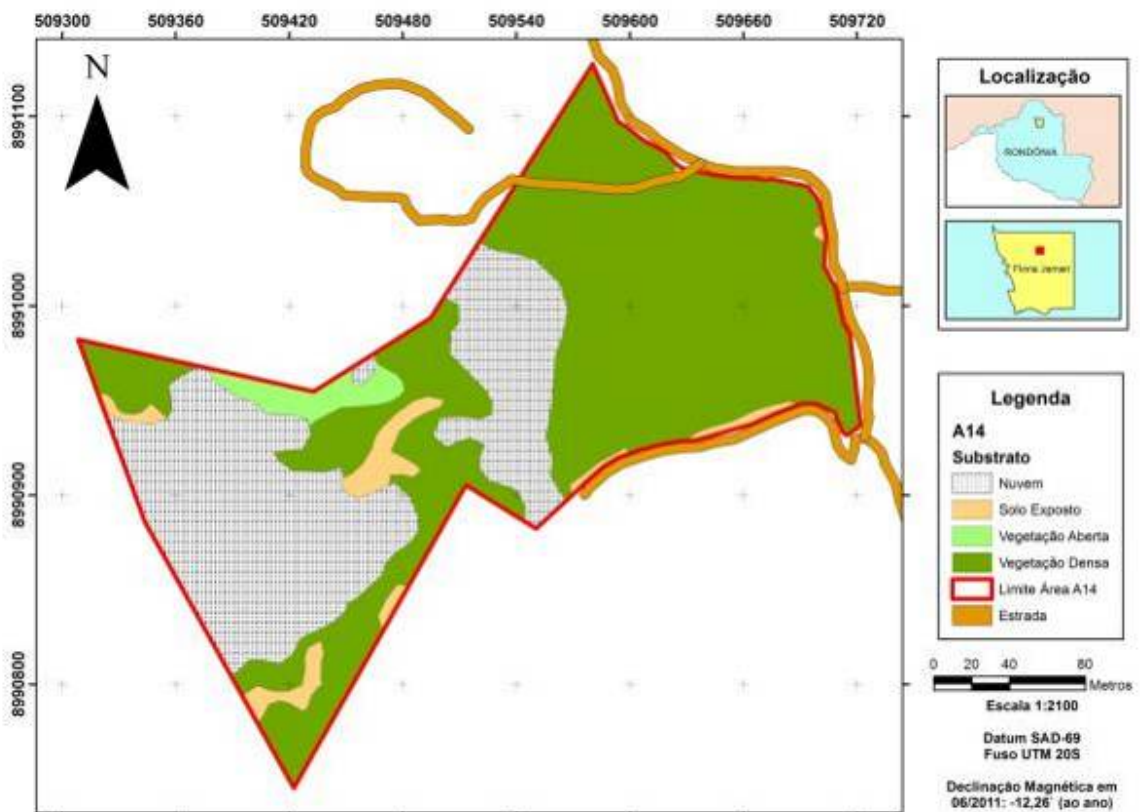
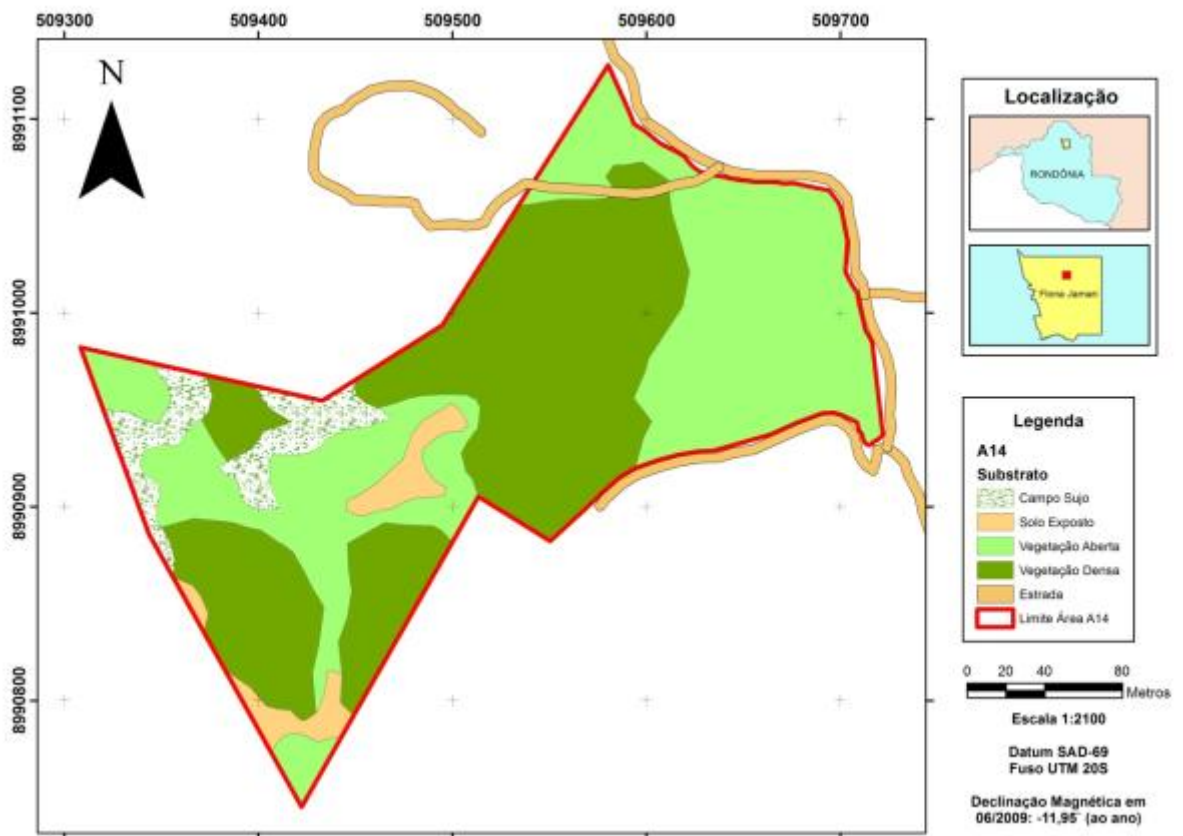
Área A13 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



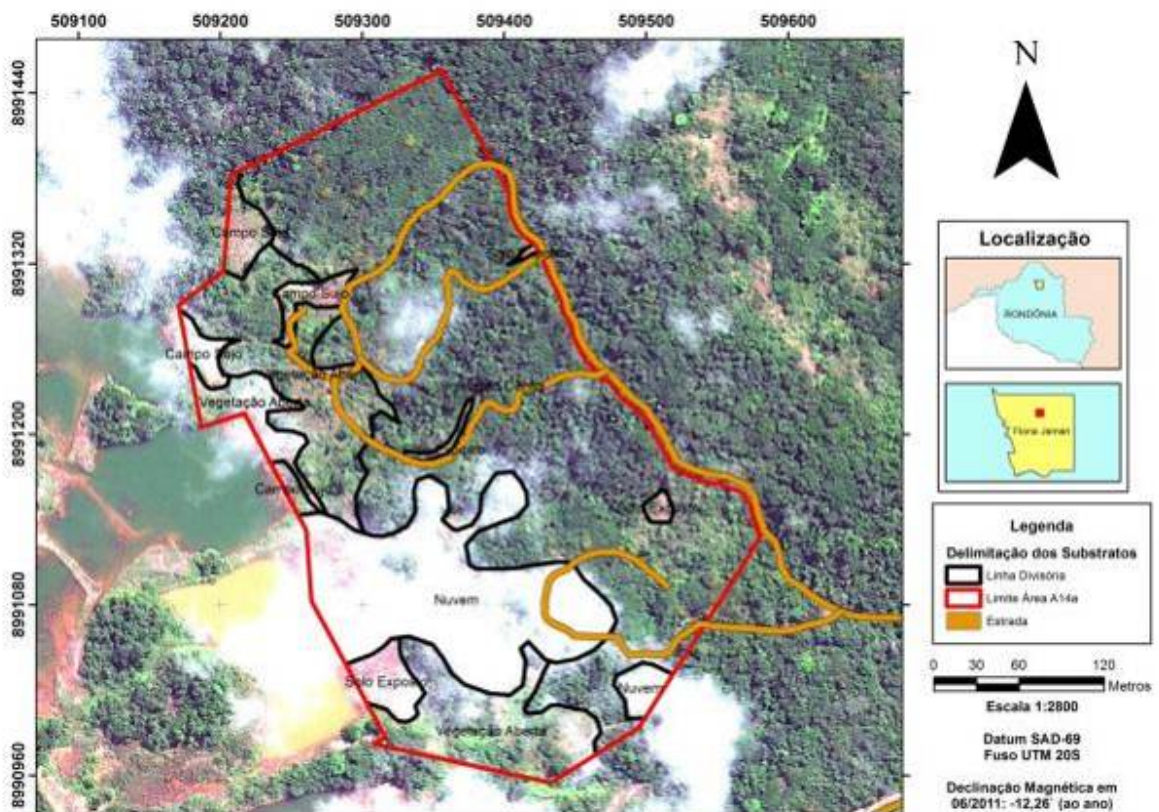
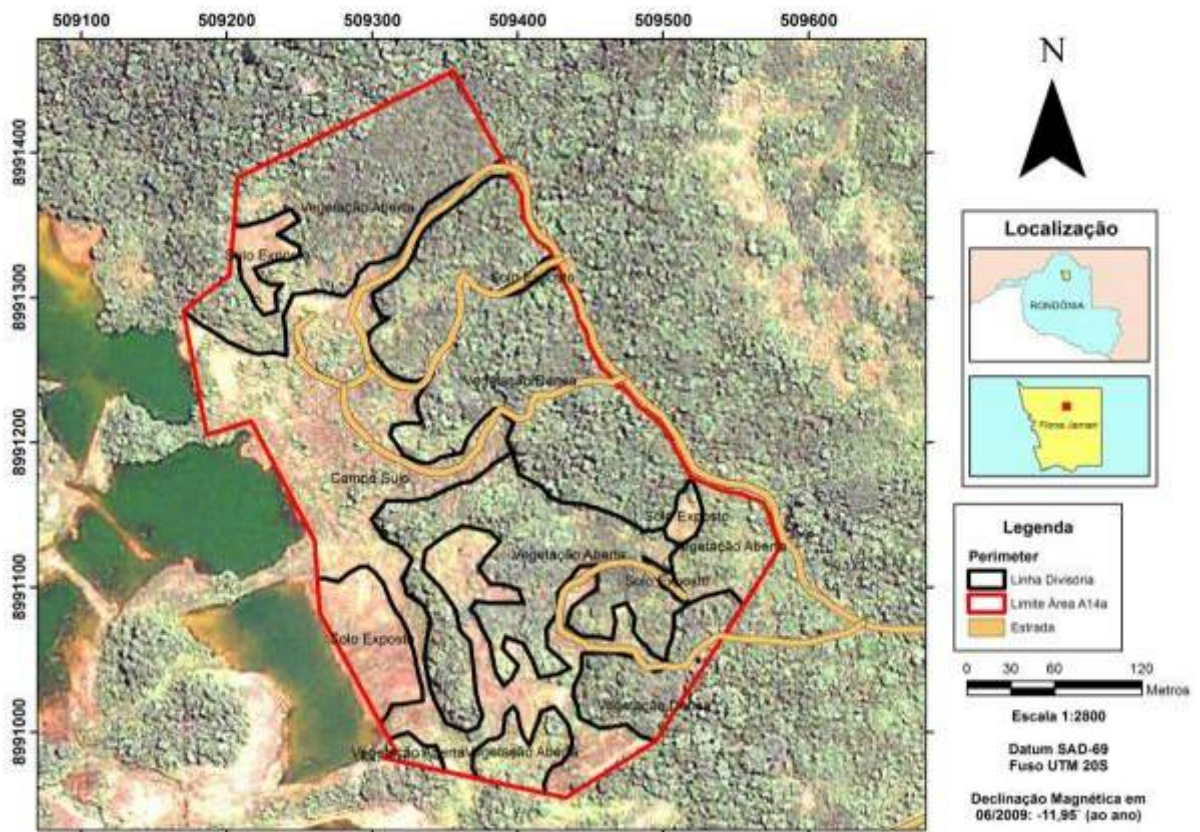
Área A13 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



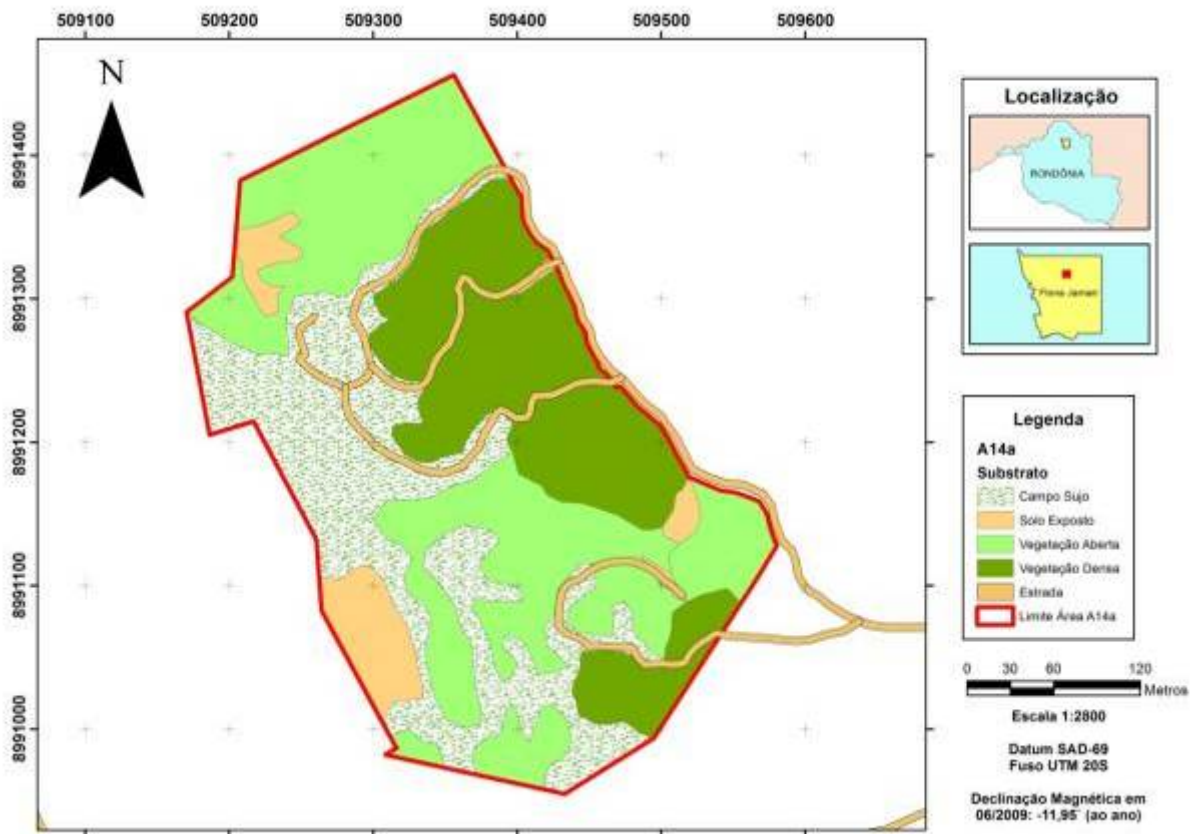
Área A14 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



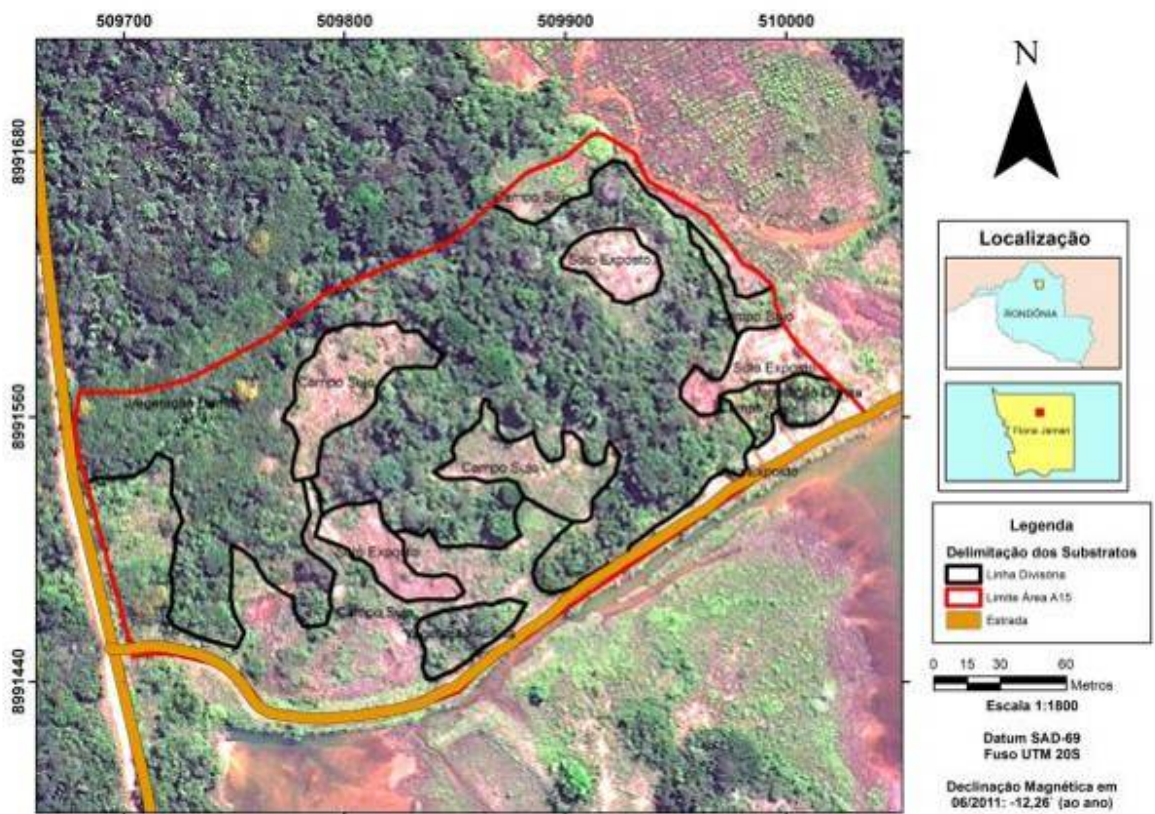
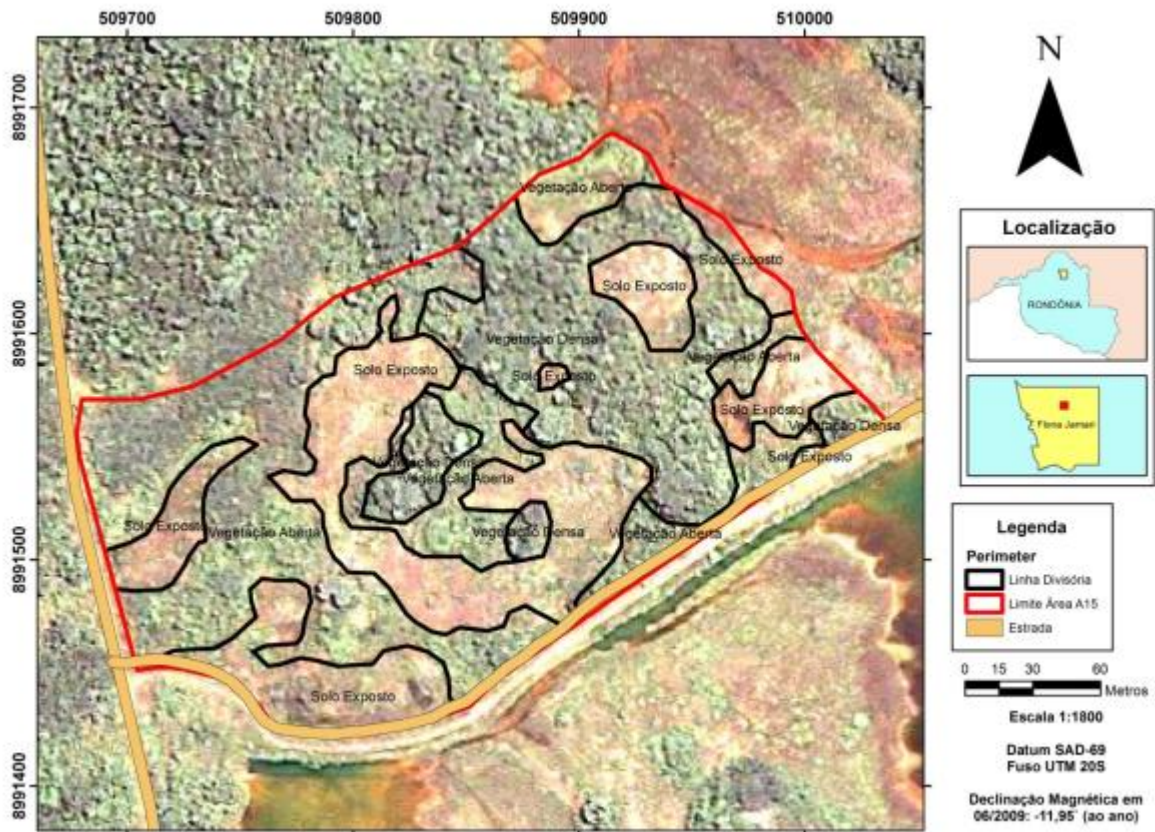
Área A14 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A14a - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



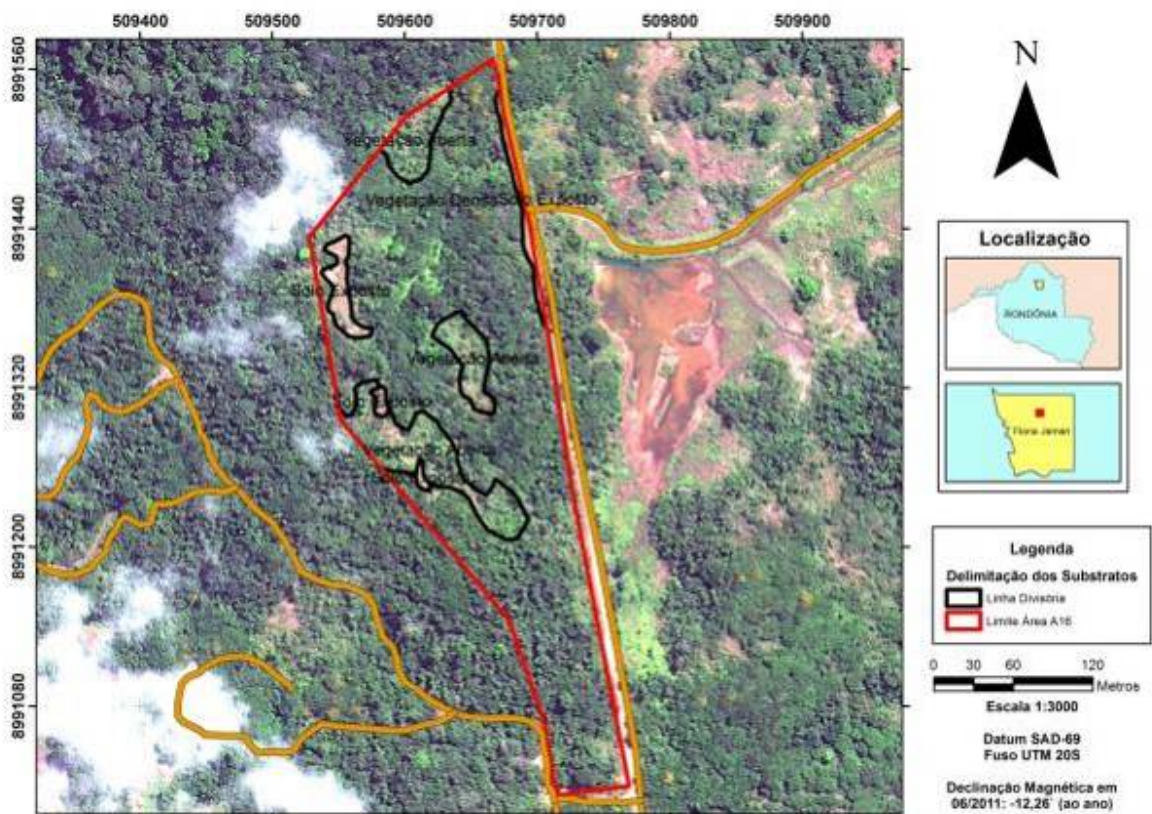
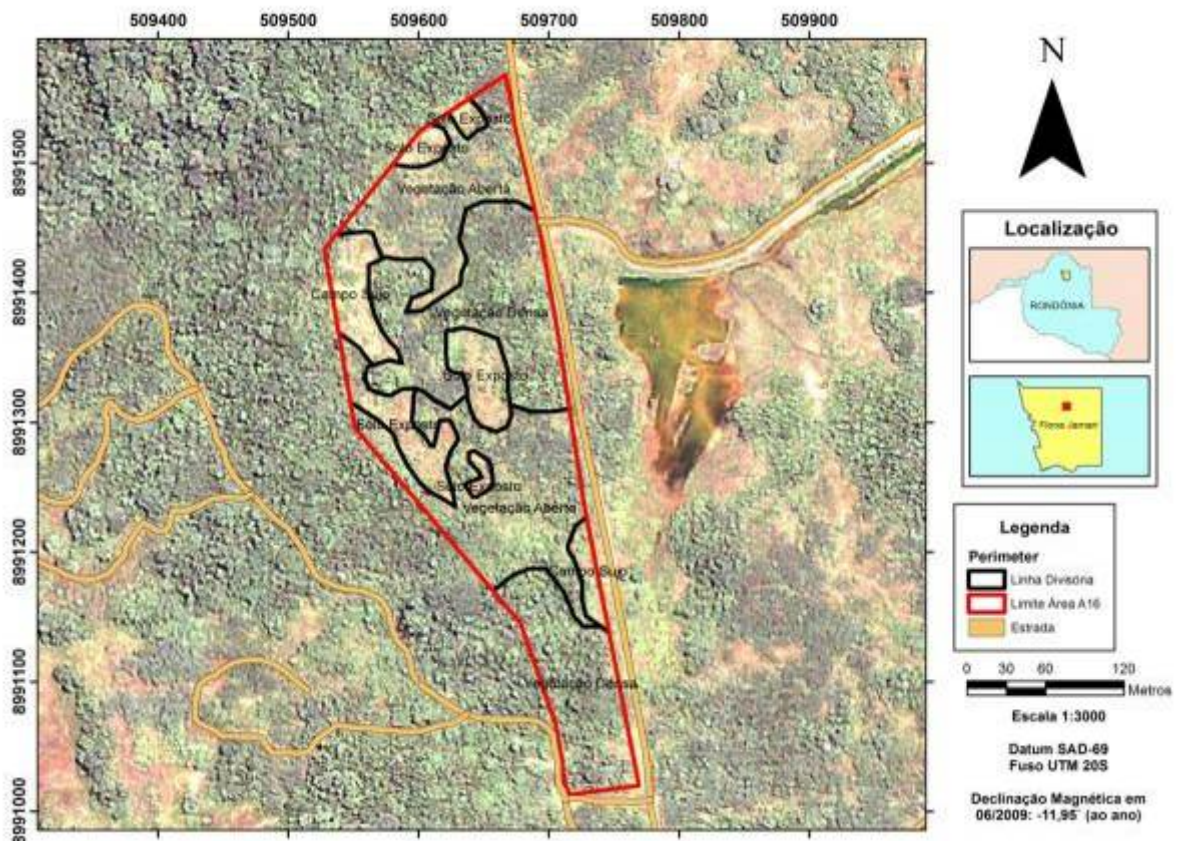
Área A14a – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



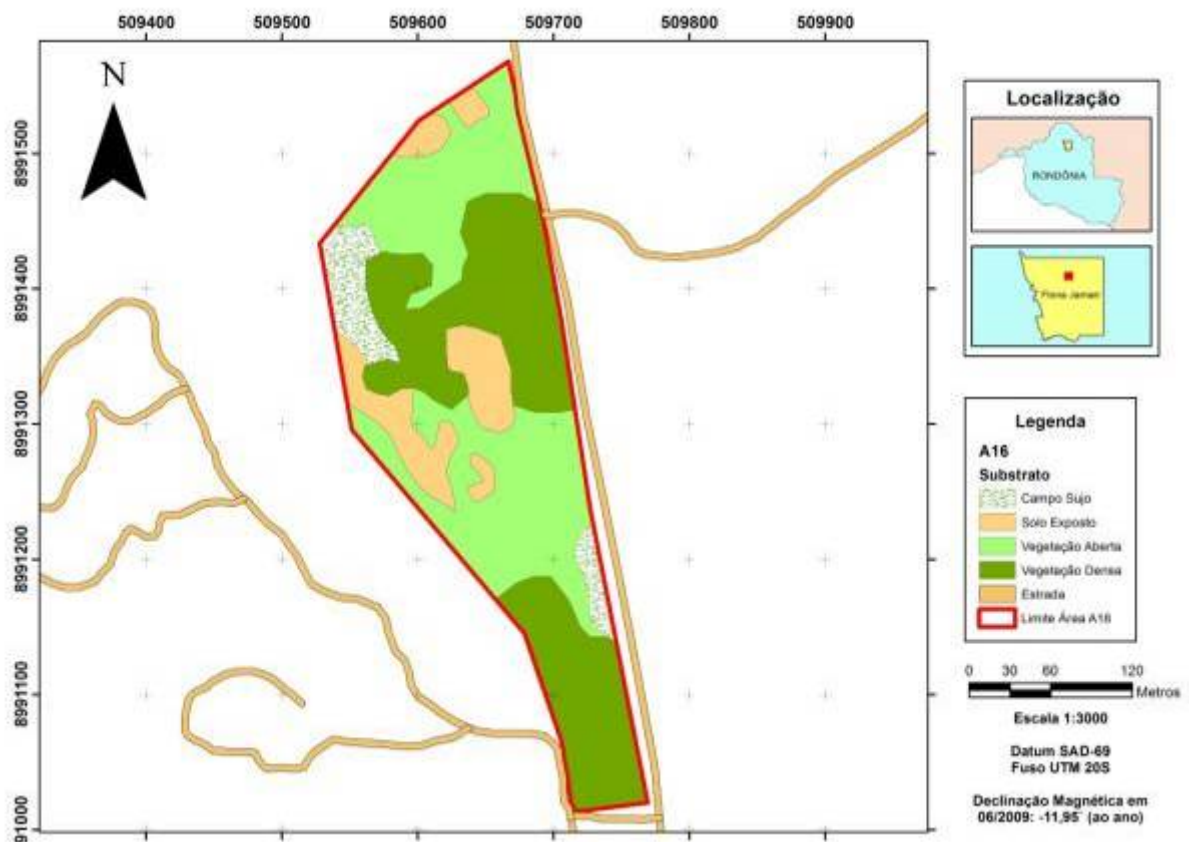
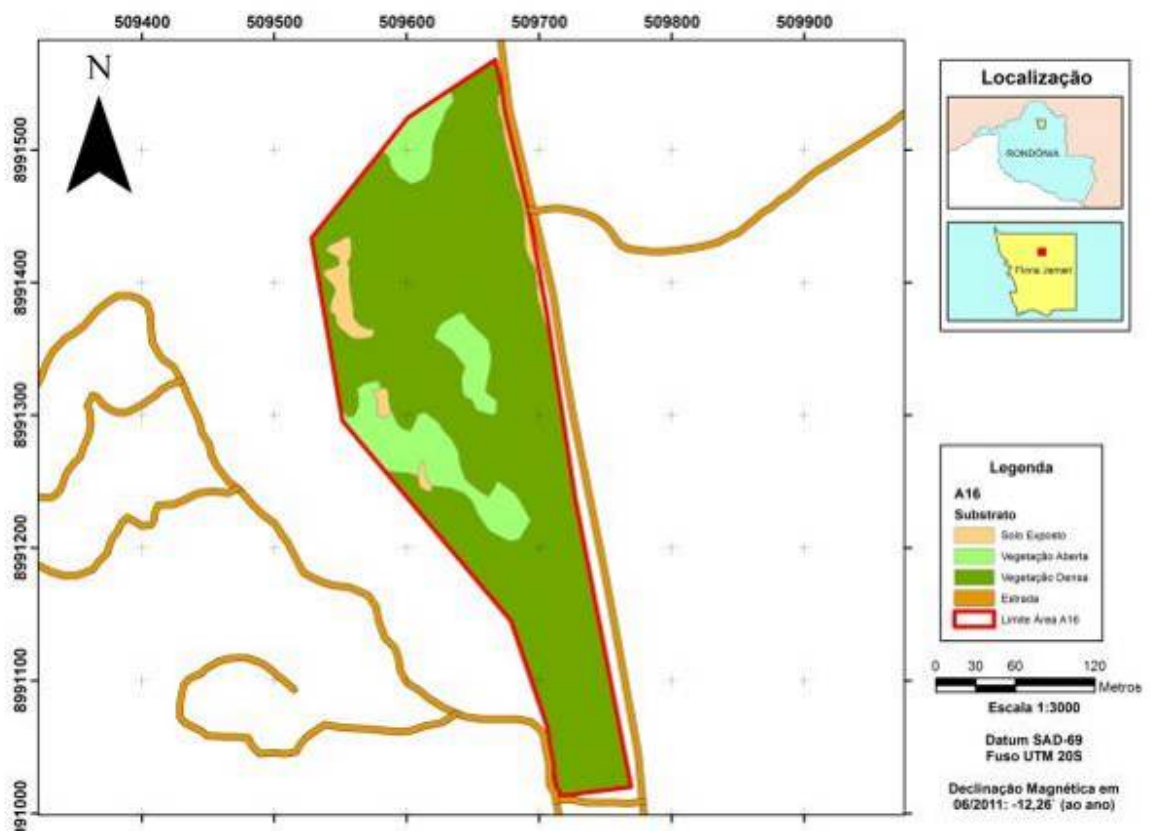
Área A15 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



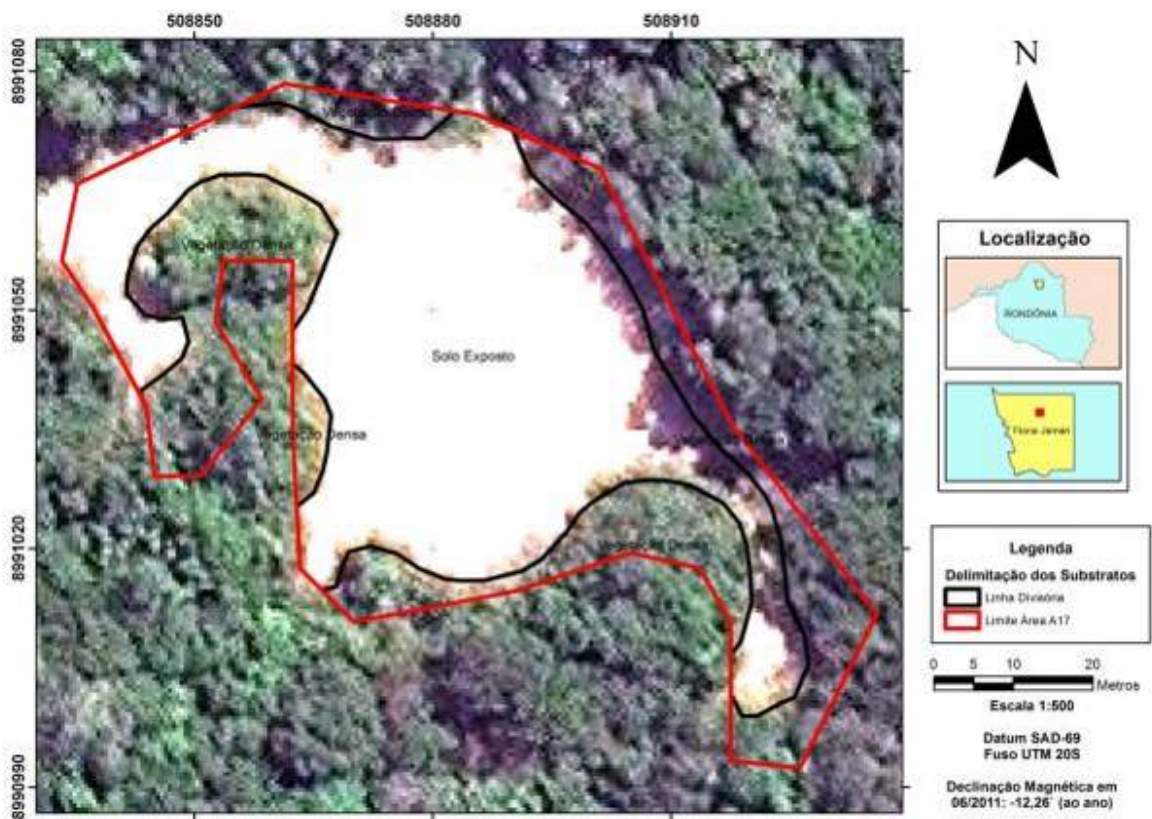
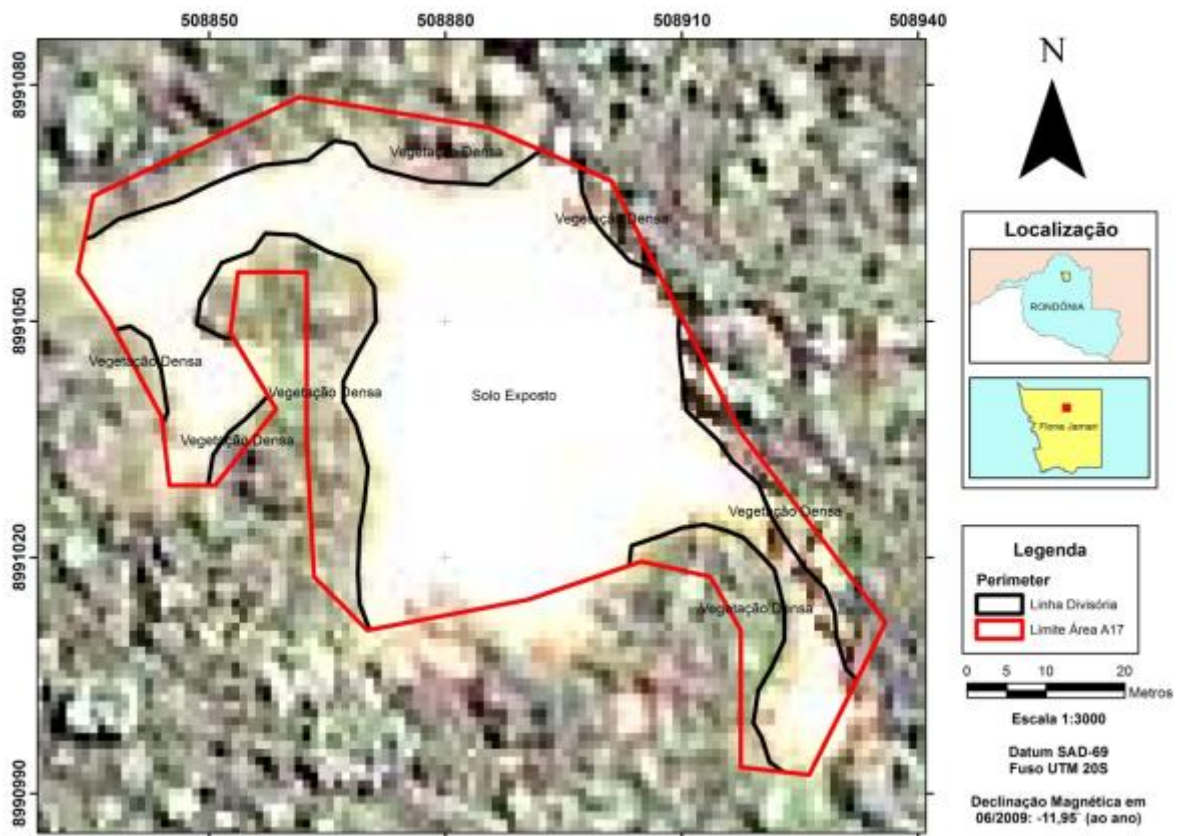
Área A15 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



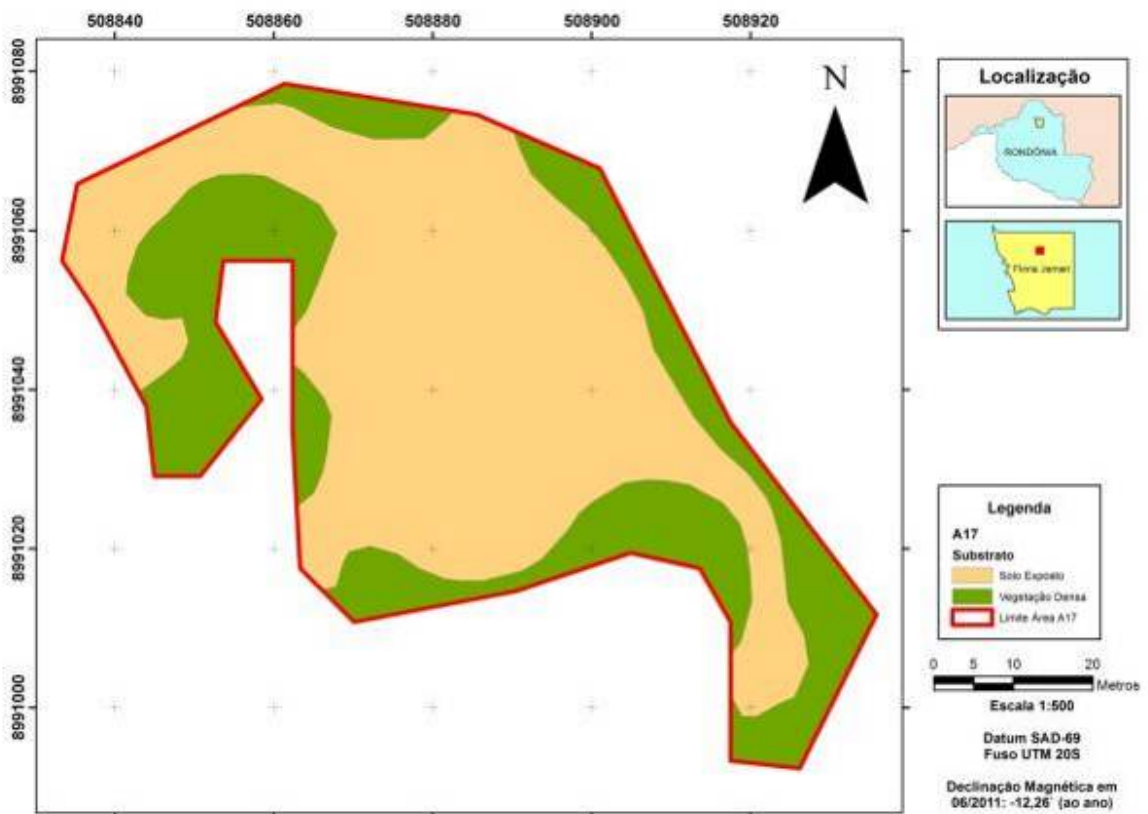
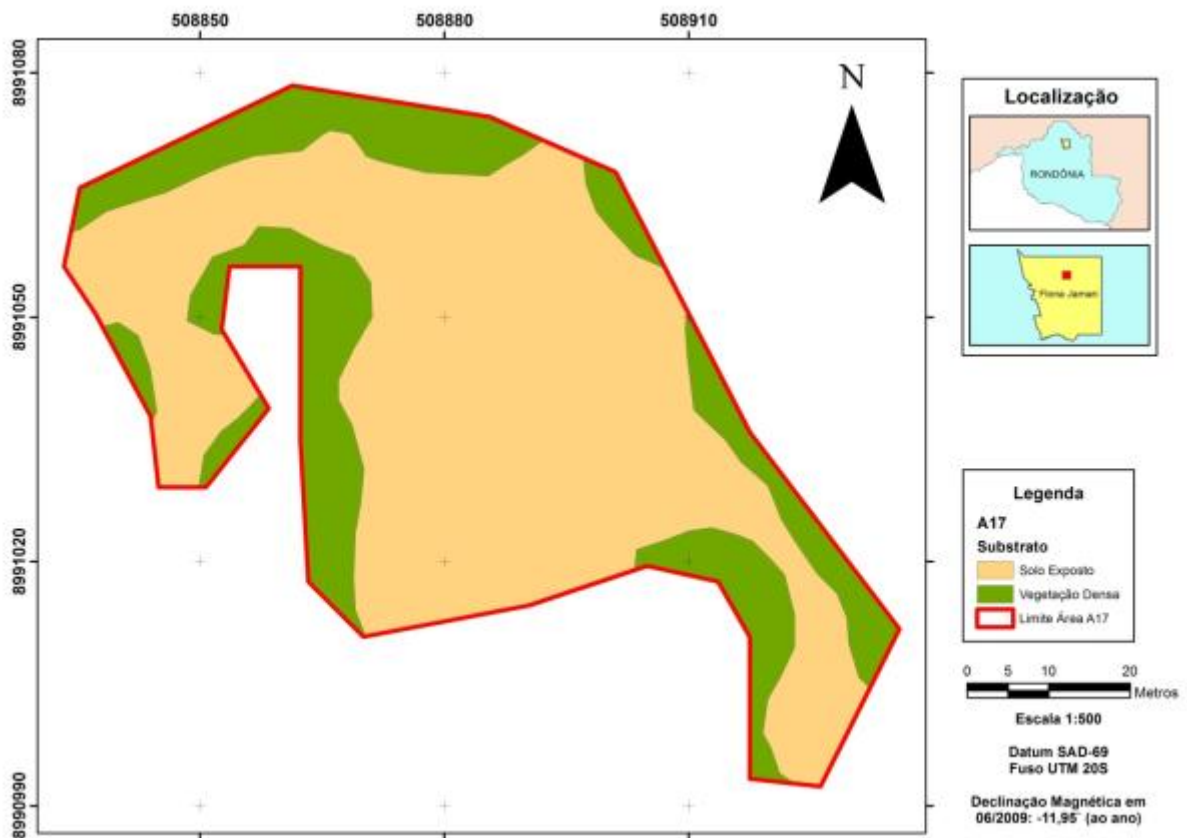
Área A16 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A16 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



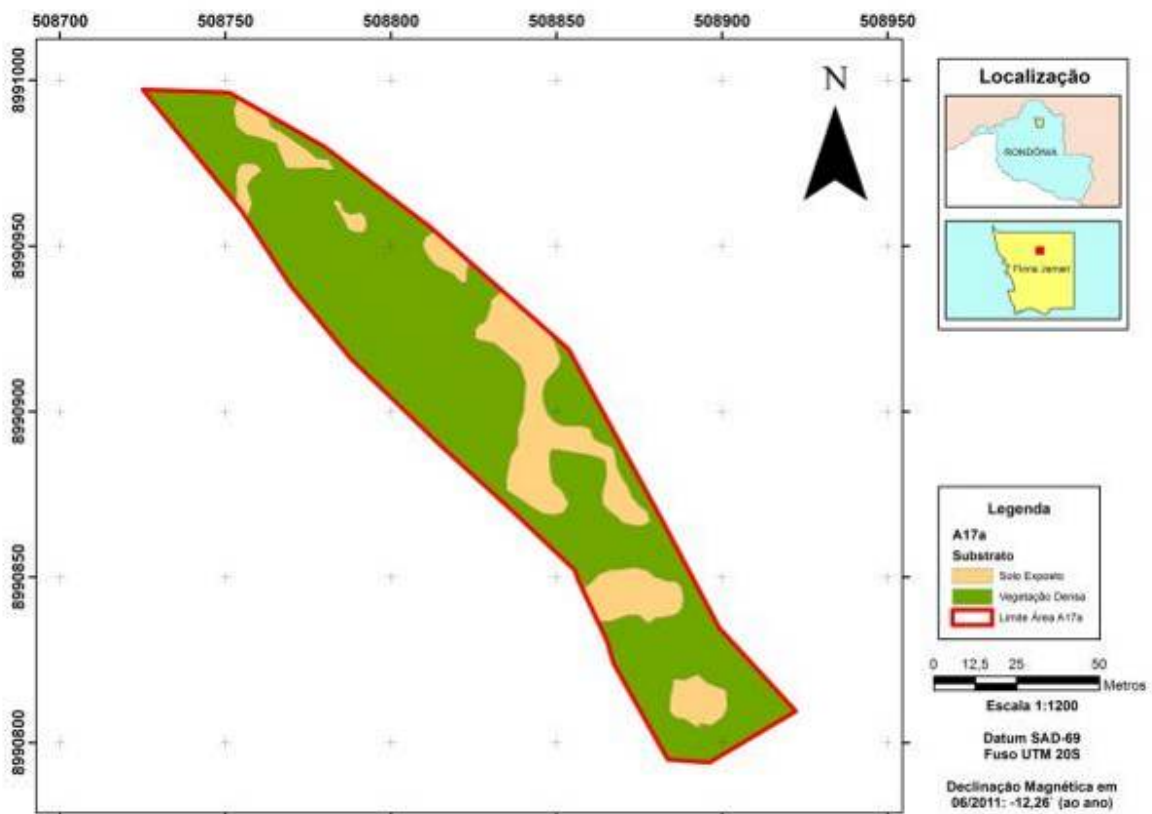
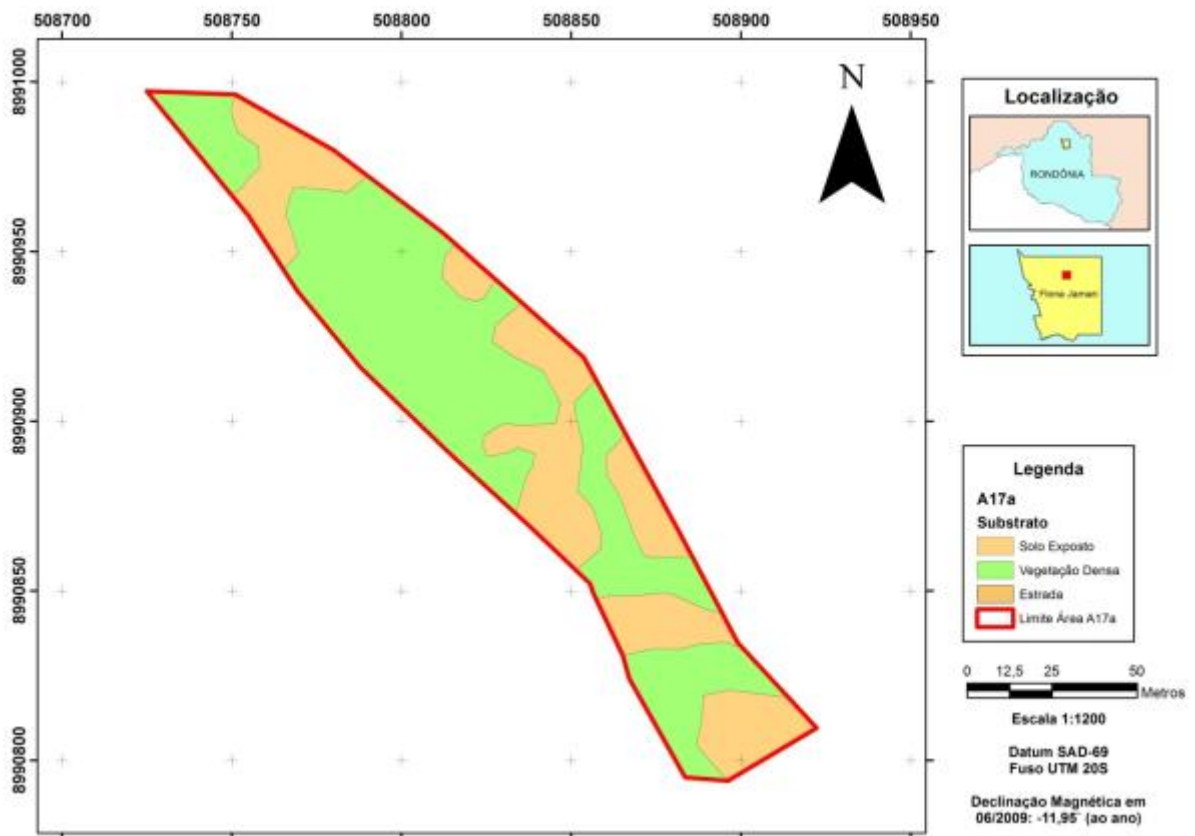
Área A17 - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A17 – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A17a - Cobertura do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).



Área A17a – Classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (superior) e 2011 (inferior).

8. ANEXO – LEGISLAÇÕES

DECRETO Nº 90.224, DE 25 DE SETEMBRO DE 1984

Cria a FLORESTA NACIONAL DO JAMARI, no Estado de Rondônia, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, usando das atribuições que lhe confere o artigo 81, item III, da Constituição, e considerando o disposto na alínea .b. do artigo 5º da Lei nº 4 771, de 15 de setembro de 1965,

DECRETA:

Art 1º . É criada, no Estado de Rondônia, a FLORESTA NACIONAL DO JAMARI, com área estimada em 215.000 ha (duzentos e quinze mil hectares), subordinada ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em cuja estrutura básica se integra. Parágrafo único. A área de que trata este artigo, localizada ao Norte do Estado de Rondônia, nos municípios de Porto Velho e Ariquemes, está compreendida entre os meridianos 62º44.05" e 63º16.54" e os paralelos 9º00.00" e 9º30.00" de latitude Sul. Ao Norte, confronta-se com a Gleba Jacundá, Manoa e Cojubim; a Leste, limita-se com os Imóveis Manoa e Cojubim; ao Sul, faz divisa com os imóveis Santa Rosa e PAD . Marechal Dutra; a Oeste, limita-se com os imóveis São Pedro, Providências, Aliança e o Jamari, Alegria e Alto Rio Preto e Varadouro.

Art 2º . O IBDF, fundamentado em levantamentos, estudos e pesquisas, promoverá o uso público dos recursos naturais da Floresta Nacional do Jamari, de forma a permitir a geração permanente de bens e serviços passíveis de serem oferecidos pela citada unidade de conservação.

Art 3º . O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, objetivando o atingimento de fins técnicos e econômicos, fica autorizado a celebrar convênios e contratos com entidades públicas e privadas, para a implementação do manejo dos recursos naturais renováveis e da exploração racional dos recursos não renováveis da Floresta Nacional, obedecida a legislação em vigor.

Art 4º . Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Brasília, em 25 de setembro de 1984; 163º da Independência e 96º da República.

JOÃO FIGUEIREDO

Nestor Jost

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL REGULAMENTADORA PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NO BRASIL

Leis Federais:

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e suas alterações (Leis n 7.804, de 18 de julho de 1989, e 8.028, de 12 de abril de 1990) - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação;
- Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997 - Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e que atribui à Autoridade Marítima estabelecer normas sobre obras, dragagem, pesquisa e lavra mineral sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras.

Decretos Federais:

- Decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989 - Dispõe sobre Plano de recuperação de área Degradada pela mineração;
- Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990 Regulamenta a Lei n 6.938, de 31 de agosto de 1981.
- Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA
- Resolução do CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 - Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA);
- Resolução do CONAMA nº 009 de 6 de dezembro de 1990 – Dispõe sobre normas específicas para a obtenção da licença ambiental para a extração de minerais, exceto as de emprego imediato na construção civil.
- Resolução do CONAMA nº 010 de 6 de dezembro de 1990 – Dispõe sobre o estabelecimento de critérios específicos para a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil.
- Resolução do CONAMA nº 2 de 18 de abril de 1996 - Dispõe sobre a compensação de danos ambientais causados por empreendimentos de relevante impacto ambiental;
- Resolução do CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997 - Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.
- Resolução do CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente.